

## **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**

#### **11. MUNICIPIO DE SAN JOSE**

**Manizales, 2013 - 2014**

## CONTENIDO

1. MUNICIPIO DE SAN JOSÉ.....	3
1.1. Remoción en masa .....	3
1.1.1. Localización y drenaje superficial .....	3
1.1.2. Uso y cobertura.....	3
1.1.3. Geología.....	4
1.1.4. Pendientes.....	4
1.1.5. Curvatura .....	5
1.1.6. Aspecto .....	5
1.1.7. Relieve relativo.....	5
1.1.8. Índice de Humedad .....	5
1.1.9. Puntos críticos.....	6
1.1.10. Susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa.....	8
1.1.11. Clasificación de los Procesos erosivos .....	9
1.1.12. Amenaza por remoción en masa .....	9
1.2. Amenaza por inundación.....	10
1.3. Vulnerabilidad .....	10
1.4. Riesgo municipio de san José.....	13
1.5. Caserío la quiebra de Santa Bárbara.....	16
1.5.1. Remoción en masa .....	16
1.5.2. AMENAZA POR INUNDACIÓN .....	22
1.5.3. VULNERABILIDAD .....	23
1.5.4. Riesgo caserío la quiebra de Santa Bárbara .....	24
REFERENCIAS .....	25

## **1. MUNICIPIO DE SAN JOSÉ**

### **1.1. Remoción en masa**

#### **1.1.1. Localización y drenaje superficial**

El municipio de San José se encuentra localizado al sur-occidente del departamento de Caldas, sobre la serranía de Belalcázar, cruzado por la cordillera Occidental entre los valles del Risaralda por el Occidente y el Cañón del Cauca por el Oriente. Su cabecera municipal se encuentra a una altura de 1.710 m.s.n.m con una temperatura media de 19 °C. El perímetro urbano no está legalmente definido. Los sectores propios para la expansión urbana coinciden con las vías de acceso al municipio. La precipitación anual se calcula en 1.850 mm/año, con mayor intensidad en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre.

Se encuentra ubicado en las coordenadas 5° 10' de latitud norte y 75° 40' de Longitud oeste, a 13 kilómetros de Risaralda, 67 km de Manizales, 19.7 km de Viterbo, 9.7 km de Belalcázar, 20 km de Arauca y a 67 km de Pereira. La superficie total del municipio es de 5.360 Ha, de las cuales el 99.8 % corresponden al zona rural y el 0.2 % restante a la cabecera municipal.

El municipio se desarrolla urbanísticamente a lo largo de un lomo de colina conformado por materiales residuales de la Formación Barroso, suprayacidos por depósitos de caída y localmente por llenos de origen antrópico, tal como se puede apreciar en el Anexo 1, Mapa11.3.

La cabecera municipal no presenta grandes problemáticas erosivas, salvo algunos eventos que han sido controlados mediante la ejecución de medidas de mitigación-corrección localizadas en proximidades del coliseo municipal y la Alcaldía y los barrios perimetrales de la cabecera.

Los flancos, a ambos lados de la zona plana y alargada de la cabecera municipal, se constituyen en los nacimientos de la red hídrica de la misma, razón por la cual el municipio de San José no presenta problemáticas asociadas a las inundaciones, tal como sucede en los municipios de Belalcázar, Risaralda y Anserma.

#### **1.1.2. Uso y cobertura**

En la cabecera municipal de San José existe un predominio claro de los usos urbano, cultivos limpios y semilimpios, sobre todos los demás, en razón a que el desarrollo municipal se ha dado históricamente a lo largo de las vías principales. La presencia de pastos y otros usos menos significativos complementa la

cobertura que del territorio urbano municipal se tiene, tal como se puede apreciar en el Anexo 1, Mapa 11.2. Es muy común encontrar en zonas circunvecinas a los paramentos de viviendas, zonas de cultivos limpios como el café, en algunos casos combinado con plátano.

### **1.1.3. Geología**

La Formación Barroso (Kvb) como unidad litodémica aflora entre el río Cauca y Anserma, en los alrededores de Belalcázar y al oeste de Viterbo. Corresponde a un complejo volcánico lávico y volcanoclástico limitado al este por el río Cauca, al oeste se depositan sobre ella los sedimentos de la Formación Penderisco del Cretáceo tardío, aunque en algunas áreas el contacto entre las unidades es fallado. Está compuesto esencialmente por diabasas y basaltos y en menor proporción espilitas, con intercalaciones de lavas almohadilladas, tobas, brechas y aglomerados (Ingeominas, 1993)

La formación superficial predominante en la cabecera municipal son los suelos residuales de la Formación Barroso (lateritas), caracterizados por su color rojizo y espesor mayor a los 6 metros. Localmente, se puede apreciar la presencia de suelos pardo-amarillentos, de un espesor entre 1-3 metros, provenientes de la meteorización de los depósitos de caída. En algunos sectores se puede apreciar el suelo laterítico de la Formación Barroso, conservando aún las estructuras heredadas de la roca y con bajo grado de meteorización física, además de la presencia muy localizada de depósitos coluviales (Anexo 1, Mapa 11.3.).

### **1.1.4. Pendientes**

Las pendientes predominantes en la cabecera municipal corresponden a rangos que oscilan entre  $0^{\circ}$  y  $35^{\circ}$ , correspondiendo la zona de menor inclinación a la totalidad de la cabecera municipal, en donde se localiza todo el urbanismo. Las pendientes empiezan a ser mayores sobre las laderas contiguas al sector central de la cabecera y que en la generalidad de los casos coincide con suelos ocupados con prácticas agrícolas y pastoreo. La cabecera municipal, salvo los barrios localizados sobre los costados de la cuchilla alargada que conforma el territorio, no presenta grandes problemáticas asociadas a la ocurrencia de procesos de remoción en masa. Según el mapa de pendientes (Anexo 1, Mapa 11.4.) y la distribución de rangos mediante el histograma, las pendientes  $> 35^{\circ}$  se localizan sobre las cabeceras de microcuenca y en donde la ocupación urbana ha modificado el paisaje mediante el desarrollo de cortes y excavaciones.

### **1.1.5. Curvatura**

Mediante el uso de las imágenes LIDAR y el DTM se pudo establecer que el predominio de formas cóncavas en la cabecera municipal, está asociado a los quiebres de relieve y al cambio geomorfológico entre la cuchilla alargada y las cabeceras de microcuenca sobre ambos costados de la misma. Tal condición permite inferir que la cabecera presenta alguna predisposición geomorfológica a la ocurrencia de procesos de remoción en masa sobre las laderas, en particular la localizada en la zona oriental. Lo contrario ocurre en la zona occidental del territorio, en donde la curvatura del relieve no denota grandes problemáticas asociadas a la potencial ocurrencia de procesos de remoción en masa. Claro está que es importante notar que algunas interpretaciones de las imágenes LIDAR presentan ciertas distorsiones en razón a que no se ha filtrado en su totalidad la cobertura vegetal. En el anexo correspondiente (Anexo 1, Mapa 11.5.) se ilustra el mapa temático de curvatura de cabecera municipal de San José.

### **1.1.6. Aspecto**

Se refiere a las tendencias que manifiesta el relieve y a su homogeneidad dentro de un contexto territorial específico. Para el caso particular de la cabecera del municipio de San José la zona oriental de la cabecera presenta una relativa homogeneidad en razón a su escasa intervención, mientras que la zona occidental presenta disturbancias significativas, tal como se aprecia en el Anexo 1, Mapa 11.6.

### **1.1.7. Relieve relativo**

A partir de las variaciones en el relieve y acorde con el Anexo 1, Mapa 11.7., en la cabecera municipal de San José se pueden apreciar algunas homogeneidades en el lomo de colina, como era de esperarse (zona urbanizada) y en la zona oriental del territorio. Las mayores variaciones del relieve siguen presentándose en la zona occidental, manifestando este comportamiento una clara tendencia de relieve susceptible a la ocurrencia de procesos de remoción en masa.

### **1.1.8. Índice de Humedad**

En este mapa se muestra el resultado de la aplicación de la fórmula del índice de humedad:

$$W = \ln(As/\tan \beta)$$

Donde  $w$  corresponde a índice de humedad, mientras  $A_s$  es el área aferente, y  $\beta$  es la pendiente calculada (ver mapa anexo 12.8.). La generalidad de la cabecera municipal, salvo lo ocupado por el urbanismo concentrado (viviendas, vías pavimentadas y equipamiento urbano cubierto), pertenecen a la categoría de zonas de saturación muy altas y altas, en virtud a la geomorfología local y a la presencia de zonas, en donde por la presencia de coberturas vegetales, la transición urbano-rural y algunos centros de manzana periféricos, se concentra la infiltración y humedad de los terrenos

Por el contrario las zonas con saturación media y baja se localizan sobre todo en la zona céntrica de la cabecera municipal, donde las prácticas urbanas han posibilitado la aparición de zonas impermeabilizadas, con poca o ninguna presencia de vegetación (Anexo 1, Mapa 11.8.).

### 1.1.9. Puntos críticos

A partir de la información evaluada y recopilada en campo se pudo establecer para el municipio de San José, los siguientes puntos críticos:



**Figura 11.1** Punto crítico municipio de San José, en el acceso sur de la cabecera municipal. Viviendas en sector de alta pendiente y con vulnerabilidad alta

**Tabla 11.1** Puntos críticos cabecera municipal San José

SAN JOSE	OBSERVACIONES
1	No obstante la inexistencia de evidencias de procesos de remoción en masa, la condición constructiva de las viviendas y las fuertes pendientes, configuran un escenario de amenaza complejo
Costado este de ladera, entre K 1 y K 2	
SAN JOSE	<b>OBSERVACIONES:</b>
2	Este sitio crítico presenta en sus zonas periféricas ejecución de medidas de mitigación para estabilizar talud y banca de vía. No obstante la zona crítica está delimitada por la presencia de llenos no confinados, asociados a botados antiguos procedentes de los cortes de viviendas y la misma vía. En la actualidad se encuentra relativamente estable.
Flanco oeste de la ladera, hacia el sur de la cabecera municipal	
SAN JOSE	<b>OBSERVACIONES:</b>
3	Proceso de remoción en masa tipo rotacional que afectó perímetro de Colegio (canchas y patio de recreo). Se ejecutaron obras para el manejo de las aguas de escorrentía. La remoción de materiales correspondió a llenos de ladera, pues en la zona aflora el residual de la Formación Barroso, el cual se encuentra relativamente estable. Las obras ejecutas funcionan en la actualidad.
Colegio Santa Teresita en el sector del Mirador, hacia el sur de la cabecera municipal	
SAN JOSE	<b>OBSERVACIONES:</b>
4	Sobre el flanco oeste de la ladera donde se

<p>Costado oeste de ladera, hacia el centro norte de la cabecera municipal</p>	<p>localiza el municipio de San José, hacia el sector centro-norte se aprecian algunas cabeceras de microcuenca que han sido intervenidas por el proceso de urbanismo. A pesar de que no existen evidencias manifiestas de actividad erosiva, se hace necesario la intervención de la ladera con prácticas bio-ingenieriles que atenúen la potencial ocurrencia de procesos de remoción en masa, no obstante la estabilidad del residual de la Formación Barroso.</p>
--	---

En general los puntos críticos del municipio están asociados al sistema constructivo de las viviendas, a su tipología estructural y a la ocupación de laderas de fuerte pendiente sin el adecuado control y manejo de aguas de escorrentía y estabilización de taludes. Son evidentes las construcciones entre las Ks 1 y 2 y las construcciones localizadas en el flanco oeste de la ladera donde se localiza la cabecera municipal (Anexo 1, Mapa 11.9.).

#### **1.1.10. Susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa**

Para elaborar el mapa de susceptibilidad por remoción en masa se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros intrínsecos:

- Uso y Cobertura
- Geología
- Pendiente
- Curvatura
- Relieve Relativo (Interno)
- Índice de Humedad

La susceptibilidad a la potencial ocurrencia de fenómenos de remoción en masa en el municipio de San José, al igual que los municipios de Belalcázar y Risaralda, se concentra sobre la periferia de la cabecera municipal, en donde por las pendientes y la transición de los usos urbano-rurales se evidencia una tendencia a incrementar la potencial ocurrencia de eventos erosivos, toda vez que las actividades urbanas “descargan” su influencia en dichas zonas perimetrales.



- Se puede apreciar según el Anexo 1, Mapa 11.10., que la cabecera municipal de San José, al menos en el sector urbanizado presenta una baja susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, salvo aquellas construcciones localizadas sobre la ladera delimitada entre las Ks 1 y 2.

#### **1.1.11. Clasificación de los Procesos erosivos**

En el Anexo 1, Mapa 11.11., se muestra la localización de las principales áreas afectadas por procesos erosivos, y que fueron clasificados de acuerdo con su persistencia. En el Mapa se muestra que los principales eventos de deslizamientos que son observables en las imágenes LIDAR, y los que han sido sometidos a algún tipo de tratamiento, se localizan principalmente en la ladera oeste de la cabecera municipal. Se destacan los puntos del Mirador, áreas circunvecinas al Colegio Santa Teresita y la estación de Bomberos. En la parte central de la cabecera municipal no se observan procesos erosivos, salvo vestigios de antiguos movimientos ya intervenidos a lo largo de la K 3.

#### **1.1.12. Amenaza por remoción en masa**

En el Anexo 1, Mapa 11.13., se muestra el mapa de amenaza por remoción en masa que se obtuvo cruzando los mapas de susceptibilidad (Anexo 1, Mapa 11.10.), el mapa clasificado de procesos erosivos (Anexo 1, Mapa 11.11.) y el mapa de detonantes por lluvia (Anexo 1, Mapa 11.12.). En el mapa se observa que la concentración de la amenaza por fenómenos de remoción en masa sigue persistiendo en aquellas zonas perimetrales a la cabecera municipal (transición urbano-rural) y de manera particular en el flanco oeste de la ladera donde se localiza el municipio. En la zona central se sigue destacando el evento erosivo ya estabilizado contiguo al Coliseo municipal.

En el sector del Colegio Santa Teresita, sobre el talud colindante, aún se evidencia una problemática de amenaza alta, en virtud al tipo de tratamiento, el estado del talud, el deterioro de las obras de manejo de aguas ejecutadas que requieren la complementación de las medidas de mitigación.

## **1.2. Amenaza por inundación**

El municipio de San José no presenta condición de amenaza por inundaciones, dada su localización geográfica y las unidades geomorfológicas predominantes.

No obstante, al igual que los municipios de Belalcázar y Risaralda, es notoria en todos los desarrollos constructivos de la cabecera municipal la ausencia de canales y bajantes que garanticen un control adecuado de las aguas de escorrentía provenientes de los techos de las viviendas y la ausencia de alcantarillado pluvial, separado del sistema de saneamiento básico del municipio, que en el tiempo incrementa la susceptibilidad y amenaza a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa de no controlarse oportunamente dichas variables.

## **1.3. Vulnerabilidad**

Para el análisis de vulnerabilidad se consideraron los siguientes insumos:

- Información SISBEN aportada por las Secretarías de Planeación de los municipios objeto de estudio y la correspondiente espacialización de datos a través de la unidad barrios
- Metodológicamente se utilizaron los factores salud, ingresos, tenencia, educación, grupos étnicos y densidad poblacional para la vulnerabilidad social, cada uno de ellos con sus correspondientes clases (ver Tabla 11.2.) y los factores tipología y altura, con sus correspondientes clases, para evaluar la vulnerabilidad total.
- Una vez pesados y cruzados dichos factores, con sus correspondientes clases, se obtienen las zonas con mayor vulnerabilidad, expresada esta en términos de fragilidad de los elementos expuestos. Quiere decir entonces que cada factor y clase se evalúan a partir del criterio de si contribuyen en mayor o menor medida al incremento o no de la vulnerabilidad en los barrios de cada cabecera municipal.

**Tabla 11.2.** Valores promedio (%) de los factores (indicadores) de Vulnerabilidad en la cabecera municipal de San José por unidad barrial

BARRIO	Tipología	Tenencia	Salud	Nivel Educativo	Ingresos	Edad	Población
EL CARMEN	15.0%	41.9%	46.8%	22.93%	65.1%	22.1%	214
EL PORTAL	19.7%	42.8%	44.3%	28.47%	65.5%	26.4%	100
LA CRUZ	18.6%	41.0%	48.8%	28.57%	64.4%	24.3%	74
LA ESPERANZA	24.0%	32.7%	45.8%	26.10%	65.0%	21.3%	77
LA RONDA	21.4%	40.5%	56.5%	27.47%	65.5%	21.8%	119
LA U	18.9%	40.0%	48.0%	28.13%	65.5%	22.7%	119
LA UNION	7.1%	38.7%	47.1%	22.97%	65.0%	18.6%	126
SAN JORGE	19.7%	36.7%	44.4%	27.48%	65.5%	21.1%	137
ZONA CENTRO	21.9%	42.0%	48.4%	24.19%	65.1%	23.6%	194

**Tabla 11.3.** Valores netos (porcentaje) del factor Tipología para el análisis de Vulnerabilidad en la cabecera municipal de San José

Tipología			
Mampostería	Tapia Pisada - Adobe - Bahareque	Madera - mixto	Barrio
71.0%	23.8%	5.1%	1
52.0%	41.0%	7.0%	2
44.6%	55.4%	0.0%	3
32.5%	59.7%	7.8%	4
31.1%	68.9%	0.0%	5
47.9%	49.6%	2.5%	6
100.0%	0.0%	0.0%	7
44.5%	52.6%	2.9%	8
37.1%	58.2%	4.6%	9

A partir de los resultados tabulados por unidad barrial se pudo determinar por ejemplo, en el caso del factor Tipología, que la generalidad de los barrios de la cabecera municipal de San José presentan tipologías constructivas predominantemente en mampostería y adobe-bahareque, destacándose entre ellos el Barrio La Unión, en donde el 100% de las construcciones pertenece a la categoría mampostería (simple o confinada).

Las construcciones en madera conforman un bajísimo porcentaje del total de las tipologías, estando por debajo de la media porcentual del factor evaluado, razón

por la cual, debido a la importancia de las tipologías constructivas en la evaluación de la vulnerabilidad, la vulnerabilidad total de la cabecera municipal tiende a ser baja.

En cuanto al factor salud, casi la totalidad de los residentes de la cabecera municipal se inscriben en el régimen subsidiado o sin ningún tipo de acceso a los servicios de salud, presentándose un porcentaje muy bajo de pobladores inscritos en el régimen contributivo. Tales características sugieren una condición de moderada a alta vulnerabilidad con referencia al régimen de salud de la población (ver Tabla 10.4.)

Al igual que en otras cabeceras municipales del occidente caldense, es paradójico que, no obstante las economías locales soportarse en el cultivo del café y la caña de azúcar, el régimen contributivo de salud predominante sea el subsidiado y en otros casos porcentuales, no exista ningún acceso a servicios de salud por parte de la población. De igual forma es relevante y llamativo que casi el 100% de la población (según fuente SISBEN) subsista con menos de un salario mínimo mensual legal vigente, convirtiéndose dicho factor en un elemento de vulnerabilidad que inhibe los procesos de resiliencia de la población ante la eventual ocurrencia de fenómenos de remoción en masa que impacte a dichas comunidades..

**Tabla 11.4.** Valores netos (porcentaje) del factor Salud para el análisis de Vulnerabilidad en la cabecera municipal de San José

Salud			Barrio
Contributiva	Subsidiada	Ninguna	
3%	44%	53%	1
5%	48%	47%	2
3%	39%	58%	3
4%	45%	51%	4
2%	20%	78%	5
5%	38%	57%	6
1%	47%	52%	7
0%	55%	45%	8
3%	40%	57%	9

En cuanto al nivel educativo es perfectamente apreciable que los niveles de básica primaria y bachillerato superan altamente las demás clases evaluadas, superando significativamente la media porcentual establecida para el municipio y las unidades barriales objeto de análisis. Otro hecho destacable y que cabe resaltar es el de la población analfabeta que se ubica en rangos porcentuales por debajo de la media,

infiriéndose que en general la población de la cabecera municipal presenta niveles de cualificación escolar muy por encima de otros municipios, como bien es representado por los porcentajes de población que han avanzado hasta los niveles tecnológico, universitario y de postgrado.

**Tabla 11.5.** Valores netos (porcentaje) del factor Nivel educativo para el análisis de Vulnerabilidad en la cabecera municipal de San José.

Nivel Educativo				
Ninguno	Primaria	Secundaria	Tecnológica - Superior - Postgrado	Barrio
15%	32%	40%	13%	1
26%	34%	36%	4%	2
24%	39%	31%	5%	3
19%	39%	31%	10%	4
19%	44%	35%	2%	5
21%	44%	33%	3%	6
12%	41%	33%	14%	7
21%	42%	27%	9%	8
14%	41%	32%	12%	9

A partir de la evaluación de los factores que inciden en la vulnerabilidad social de la cabecera municipal de San José, con sus correspondientes clases, se pudo estimar la condición de vulnerabilidad total para el municipio, encontrándose:

- En general, los elementos expuestos de la cabecera municipal (construcciones) de San José, presentan niveles de vulnerabilidad de bajos a moderados, acorde con todos los indicadores evaluados, según información base SISBEN (Anexo 1, Mapa 11.16)
- Los indicadores con mayor relevancia en la definición de los tipos de vulnerabilidad en la cabecera municipal de San José fueron el factor tipología constructiva, densidad poblacional e ingresos, no obstante los demás factores tener incidencias complementarias.

#### 1.4. Riesgo municipio de san José

Una vez establecidas e identificadas las condiciones de amenaza por remoción en masa y vulnerabilidad en la cabecera municipal de San José, se cruzan los

mapas temáticos obtenidos en fases anteriores y se configura la condición de riesgo para la cabecera municipal, bajo el entendido que dicha condición sólo es aplicable a la infraestructura potencialmente expuesta y, que para el caso particular de los municipios del occidente caldense, corresponde a las viviendas localizadas en las cabeceras municipales englobadas en los perímetros urbanos.

**Tabla 11.6.** Matriz de calificación del riesgo por fenómenos de remoción en masa, a partir de amenaza alta y vulnerabilidad

		<b>AMENAZA</b>
		<b>Alta</b>
<b>VULNERABILIDAD</b>	<b>Baja</b>	
	<b>Media</b>	
	<b>Alta</b>	
		<b>RIESGO</b>
		<b>Alto</b>
		<b>Muy alto</b>

Para el municipio de San José la condición de riesgo más evidente se localiza hacia el sector sur-oriental de la cabecera (Barrio La Ronda), y el sector sur hacia el sector del Colegio y del Cuerpo de Bomberos, en virtud de las condiciones constructivas de los predios y la potencial ocurrencia de fenómenos de remoción en masa que comprometan la estabilidad de las construcciones.

En el Anexo 1, Mapa 10.16., se pueden diferenciar las categorías de riesgo definidas para la cabecera municipal de San José y en él se puede identificar que en la generalidad territorial de la cabecera municipal, los niveles de riesgo son bajos.

Complementariamente, en la Tabla 11.7., se identifican y georeferencian las viviendas con categoría de riesgo alto, evaluadas en el municipio de San José.

**Tabla 11.7.** Base de datos de viviendas identificadas con condición de riesgo alto y muy alto cabecera municipal San José (Caldas)

ID	X	Y	RIESGO
0	809831.27224500000	1053775.03669000000	ALTO
1	809824.97007100000	1053773.19856000000	ALTO
2	809817.88012600000	1053771.09783000000	ALTO
3	809811.57795200000	1053766.63379000000	ALTO
4	809807.37650300000	1053762.95753000000	ALTO
5	809801.86210100000	1053759.54385000000	ALTO
6	809795.55992700000	1053755.34240000000	ALTO
7	809786.63184800000	1053749.56541000000	ALTO
8	809778.49154100000	1053742.21287000000	ALTO
9	809770.08864200000	1053729.60852000000	ALTO
10	809761.94833500000	1053719.63008000000	ALTO
11	809677.91935300000	1053623.78453000000	ALTO
12	809664.00205300000	1053611.18018000000	ALTO

## 1.5. Caserío la quiebra de Santa Bárbara

### 1.5.1. Remoción en masa

Localizado sobre la vía que conduce del municipio de San José al sector de Las Margaritas (Cambía). Ocupa una franja longitudinal del tramo vial y presenta taludes inferiores y superiores que históricamente han tenido precedentes de inestabilidad. La cabecera de Corregimiento es urbanísticamente irregular y la generalidad de sus construcciones presenta grados de vulnerabilidad física altos, en razón a su tipología constructiva, estado y tipo de cimentación.



**Figura 11.2.** Deslizamientos recientes sobre vía San José-Quiebra de Santa Bárbara-Las Margaritas. Caída de rocas de considerable diámetro que generan pérdida de movilidad y eventualmente riesgo sobre viviendas de caserío.

Las formaciones superficiales dominantes corresponden a suelos residuales de la Formación Barroso y localmente presencia de depósitos de caída. Los eventos erosivos se localizan en los taludes inferiores de la vía, en zonas circunvecinas a la ocupación urbana. En el sentido vial hacia San José, los taludes superiores presentan cicatrices de deslizamientos y actividad erosiva reciente, que compromete no sólo la movilidad de la zona, sino también la seguridad y





estabilidad de las viviendas localizadas en el primer tramo del caserío, sentido San José-Las Margaritas.






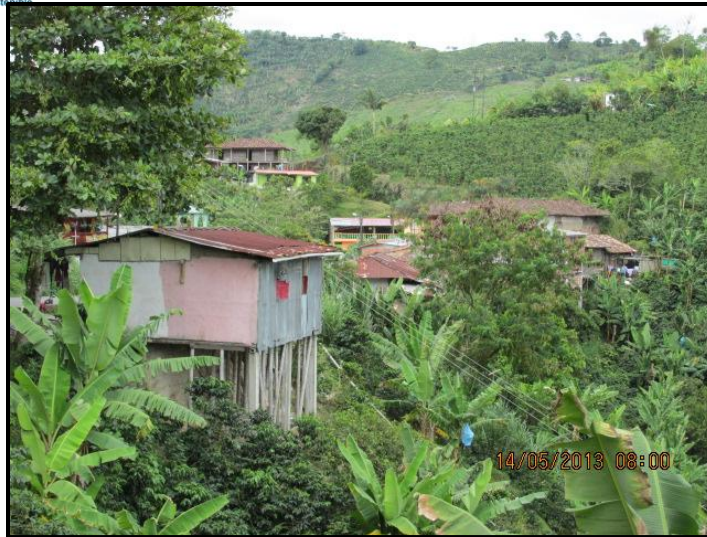
**Figura 11.3.** Caída de rocas y material residual, producto de las precipitaciones y grado de meteorización física y fracturamiento del macizo rocoso.

**Tabla 11.8.** Caracterización de tipologías constructivas y altura de edificaciones en caserío La Quebra de Santa Bárbara (municipio de San José)

TIPOLOGIA DE VIVIENDA		
Mampostería y prefabricado	Tipo 1	% por caserío
Madera y materiales mixtos	Tipo 2	
Tapia pisada (adobe o bahareque)	Tipo 3	
NUMERO DE PISOS		
Edificación tipo 1	< 3 m	% por caserío
Edificación tipo 2	3-6 m	
Edificación tipo 3	> 6 m	

TIPOLOGÍA DE VIVIENDA	CANTIDAD	%
	14	74
	5	26

NUMERO DE PISOS		
<p>Edificación tipo 1 (74%)</p>	<p>&lt; 3 m</p>	
<p>Edificación tipo 2 (16%)</p>	<p>3-6 m</p>	
<p>Edificación tipo 3 (10%)</p>	<p>&gt; 6 m</p>	



**Figura 11.4** Panorámica de tipologías constructivas y ocupación de zonas de ladera en Caserío La Quebra de Santa Bárbara



**Figura 11.5.** Panorámica de localización caserío Quebra de Santa Bárbara. Al fondo puede notarse la presencia de talud subvertical, con registros históricos y recientes de actividad erosiva. El talud eventualmente puede comprometer las primeras viviendas del caserío, en sentido San José-Las Margaritas

El caserío La Quebra de Santa Bárbara ha sido objeto de problemáticas erosivas, asociadas a:

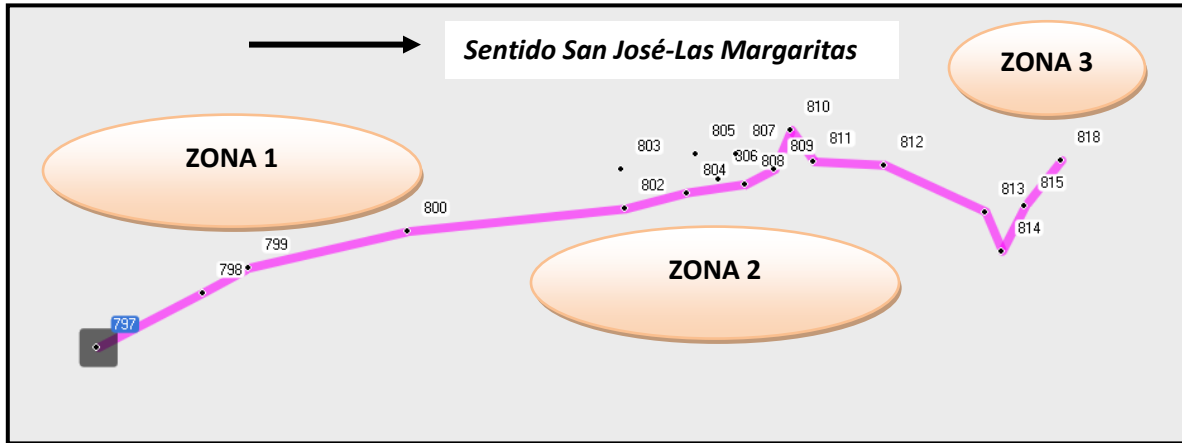
- Pérdida de banca por desconfinamiento de talud inferior sobre corredor vial
- Relocalización de vivienda por caída de rocas y detritos, provenientes de talud superior



**Figura 11.6.** Construcción de muro en concreto reforzado para recuperar y garantizar estabilidad de banca



**Figura 11.7.** Vivienda contigua a predio de fotografía, fue reubicada por afectación de caída de materiales



**Figura 11.8.** Zonificación de amenazas en caserío La Quebra de Santa Bárbara

**Tabla 11.9.** Tratamientos recomendados para mitigación de amenaza por deslizamientos en caserío La Quebra de Santa Bárbara

ZONA	VIVIENDAS INVOLUCRADAS	TRATAMIENTO RECOMENDADO
1	4 viviendas (mampostería y bahareque) con talud superior potencialmente inestable y talud inferior sin signos de inestabilidad	Mejoramiento constructivo de viviendas
		Estabilización y monitoreo permanentes taludes superiores
		Manejo de agua proveniente de techos de viviendas (canales y bajantes)
		Estabilización bioingenieril taludes inferiores y obras para el manejo de aguas de escorrentía
2	11 viviendas (incluye Puesto de Salud, Guardería e Iglesia), cuya tipología predominante es mampostería y bahareque	No se evidencian grandes problemáticas erosivas. Se requiere mejorar la calidad constructiva de las viviendas y garantizar manejo de aguas proveniente de techos.
3	4 viviendas, en mampostería y bahareque. Viviendas sin problemática evidente. Contiguas (al frente) de muro que garantiza banca	Monitorear estado y estabilidad de muro, en virtud de grietas y desplazamientos evaluados.

### 1.5.2. AMENAZA POR INUNDACIÓN

El caserío La Quebra de Santa Bárbara (municipio de San José) no presenta condición de amenaza por inundaciones, dada su localización geográfica y las unidades geomorfológicas predominantes.

### 1.5.3. VULNERABILIDAD

Acorde con los factores y clases evaluados para la estimación de la vulnerabilidad de los elementos expuestos del caserío La quebra de Santa Bárbara, es claro notar que las variables que con mayor relevancia inciden en la vulnerabilidad son el nivel de ingresos y el acceso a los servicios de salud, y en menor proporción los grupos étnicos, la tenencia y el nivel educativo. En general la vulnerabilidad para el caserío se estima como de baja a moderada.

**Tabla 11.10.** Distribución porcentual tenencia de la vivienda, según información SISBEN

Tenencia			
Arriendo	Propia pagando y pagada	Otra	Total
4%	81%	15%	100%

**Tabla 11.11.** Distribución porcentual de los servicios de salud de la población, según información SISBEN

Salud			
Contributiva	Subsidiada	Ninguna	Total
9%	65%	26%	100%

**Tabla 11.11.** Distribución porcentual del nivel educativo de la población, según información SISBEN

Nivel Educativo				
Ninguno	Primaria	Secundaria	Tecnológico-Superior-Postgrado	Total
28%	44%	24%	4%	100%

**Tabla 11.12.** Distribución porcentual de los niveles de ingreso y grupos étnicos de la población, según información SISBEN

Ingresos	Edad
----------	------

< a 1 SM	1 a 2 SM	> de 2 SM	Total	0 -13	14-65	Mas 65	Total
98%	2%	0%	100%	22%	65%	13%	100%

#### 1.5.4. Riesgo caserío la quiebra de Santa Bárbara

Aunque la condición de riesgo del caserío La Quiebra de Santa Bárbara no pertenece a las categorías alta o muy alta, si es necesario, tal como se plantea en la Tabla 11.9., acometer en el corto o mediano plazos las medidas de mitigación de los factores generadores de amenaza definidos para la zona.



## REFERENCIAS

Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS). 2009, correspondiente al Estudio General de la Amenaza Sísmica de Colombia, 226 p.

Chacón, J., Irigaray, C., Fernández, T and El Hamdouniet, R., 2006. Landslides in the main urban areas of the Granada province, Andalucía, Spain. IAEG2006 paper number 414 edited by the Geological Society of London.

Goepel K., 2013. Analytical hierarchy process, AHP Matrix at <http://bpmsg.com>

Guzzetti, F., Peruccacci, S., Rossi, M., and Stark, C. P., 2007. Rainfall thresholds for the initiation of landslides in central and southern Europe, Meteorol. Atmos. Phys., 98, 239–267.

Hervás, J., Barredo, J.I. y Lomoschitz, A., 2002. Elaboración de mapas de susceptibilidad de deslizamientos mediante SIG. Teledetección y Métodos de evaluación multicriterio. Aplicación a la depresión de Tirajana (Gran Canaria). En: F.J. Ayala-Carcedo y J. Corominas (eds.). Mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera con técnicas SIG. Fundamentos y aplicaciones en España Instituto Geológico y Minero de España, 168-180.

Jian, W. & Xiang-guo, P., 2009. GIS-based landslide hazard zonation model and its application. Procedia Earth and Planetary Science 1:1198–1204.

Keith, A. K., 2008. Gis-based analysis of potential water infiltration in the Gog River watershed, Mobile, Alabama. Department of Earth Sciences, University of South Alabama, Mobile. 11 p.

<http://www.usouthal.edu/geography/fearn/480page/2010/10Keith.pdf>

Kouli, M. Lydakis-Simantiris, N. y Soupios P. 2008. Chapter 1. Gis –based aquifer modeling and planning using integrated geoenvironmental and chemical approaches. Technological Educational Institute of Crete, Department of Natural Resources and Environment. In: Groundwater: Modelling, Management... ISBN: 978-1-60456-832-5. Editors: L.F. Konig and J.L. Weiss, pp. 1-61. Nova Science Publishers, Inc

Nguyen, T.L., 2008. Landslide susceptibility mapping of the mountainous area in a Luoi district, Thuathien Hue province, Vietnam. PhD Thesis Vrije Universiteit Brussel. 255 p.

Zezere, J. L., Trigo, R. M., and Trigo, I. F., 2005. Shallow and deep landslides induced by rainfall in the Lisbon region (Portugal): assessment of relationships with the North Atlantic Oscillation, *Nat.Hazards Earth Syst. Sci.*, 5, 331–344, <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/5/331/2005/>.