



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA PARA EL ÁREA URBANA
DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO, NORTE DE SANTANDER A ESCALA 1:5000.**

INGRID NATALIA PÉREZ IBARRA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA - GEOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE GEOLOGÍA
VILLA DEL ROSARIO

2022



**Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra**

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA PARA EL ÁREA URBANA
DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO, NORTE DE SANTANDER A ESCALA 1:5000.**

INGRID NATALIA PÉREZ IBARRA

**Trabajo de grado, modalidad práctica empresarial
presentado como requisito para optar al título de
GEÓLOGO**

**Director Académico
Aixa Marín Orozco**

**Director Empresarial
Luis Andrés Ballesteros Celis
Secretario de planeación Municipio de Santiago**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA - GEOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE GEOLOGÍA
VILLA DEL ROSARIO**

2022



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

DEDICATORIA

A mis padres, abuelos y hermanas por haberme forjado como la persona que soy hoy en día; muchos de mis logros se los debo a ustedes, incluyendo este. Por ser los principales promotores de mis sueños, por su apoyo incondicional, esfuerzo y confianza en mí, por su amor, dedicación y paciencia con la que me han ayudado a cumplir cada uno de mis logros académicos.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quiero dar gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de mi universidad, gracias a mi alma mater por darme la oportunidad de convertirme en profesional de lo que tanto me apasiona, gracias a cada uno de los docentes que hizo parte de este proceso integral de formación, brindándome sus conocimientos geocientíficos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi directora académica Aixa Marín Orozco por su apoyo y ayuda en la realización de este proyecto, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante el desarrollo de mi trabajo de grado.

Mi agradecimiento también va dirigido a la Alcaldía municipal de Santiago, en especial al señor alcalde, Álvaro Ureña Gómez, y al secretario de Planeación, Ing Luis Andrés Ballesteros Celis, por haber abierto sus puertas para realizar mi práctica empresarial; poder ser parte de su equipo de trabajo y brindarme todas las facilidades necesarias para la ejecución de este proyecto.

Y para finalizar, también agradezco a mis compañeros de clase durante este proceso académico, por cada momento vivido durante todos estos años, ya que gracias a cada una de estas experiencias, a su compañerismo y apoyo moral han aportado en un gran porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

“Hombre serio y preocupado por temas comunes. Los trabajos con dedicación siempre tienen compensación” (Catedrático y Doctor Bonifacio Jiménez).



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	13
3. OBJETIVOS	15
3.1. OBJETIVO GENERAL:.....	15
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	15
4. MARCO DE REFERENCIA.....	16
4.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	16
5. MARCO TEÓRICO.....	17
5.1. GEOLOGÍA.....	17
5.1.1. GEOLOGÍA REGIONAL	17
5.1.2. GEOLOGÍA LOCAL.....	17
5.1.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	17
5.1.3.1. Sistema de Fallas de Aguardiente.....	17
5.1.3.2. Falla Icuperena.	18
5.1.3.3. Falla Aguardiente	18
5.2. GEOMORFOLOGÍA.....	18
5.2.1. CONCEPTOS	19
5.2.1.1. La Forma Del Terreno.	19
5.2.1.2. Procesos.	19



5.2.1.3.	Génesis.....	19
5.2.1.4.	Medio Ambiente.	19
5.2.2.	AMBIENTES GEOMORFOLÓGICOS	19
5.2.2.1.	Ambiente morfoestructural (S):.....	20
5.2.2.2.	Ambiente volcánico (V):	20
5.2.2.3.	Ambiente denudacional (D):	20
5.2.2.5.	Ambiente marino y costero (M):	20
5.2.2.6.	Ambiente glacial y periglacial (G):	20
5.2.2.7.	Ambiente eólico (E):	20
5.2.2.8.	Ambiente kárstico (K):	21
5.2.2.9.	Ambiente antropogénico (A):.....	21
5.2.3.	COMPONENTES GEOMORFOLÓGICOS.....	21
5.2.3.1.	Morfología.	21
5.2.3.2.	Morfografía.....	21
5.2.3.3.	Morfometría.....	21
5.2.3.4.	Morfogénesis.	21
5.2.3.5.	Morfoestructura.	21
5.2.3.6.	Morfodinámica.	21
5.2.3.7.	Morfocronología.....	22
5.2.4.	JERARQUIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA.....	22
5.2.5	CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA.....	23
6.	METODOLOGÍA.....	25
6.1.	ETAPA 1: Recopilación y análisis de información secundaria	26



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

6.2.	ETAPA 2: Trabajo de campo.....	26
6.3.	ETAPA 3: Integración y análisis de los resultados.....	27
6.3.1.	Mapa Topográfico.....	27
	Pendientes.....	28
6.4	ETAPA 4: Elaboración de informe final.....	28
7.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	29
7.1.	ANALISIS MORFOMETRICO	29
7.1.1.	PENDIENTES	29
7.2.	GEOLOGÍA.....	30
7.2.1.	Suelo transportado de aluviones de lecho de río (Stallr).	31
7.2.2.	Suelo transportado de coluviones (Stc).....	32
7.2.3.	Suelo transportado de terraza aluvial Antigua (Sttala)	33
7.2.4.	Suelo transportado de terraza aluvial Reciente (Sttalr).....	33
7.3.	GEOMORFOLOGÍA.....	36
7.3.1.	GEOFORMAS DE ORIGEN DENUDACIONAL	37
7.3.1.1.	Cono y lóbulo coluvial (Dco):.....	37
7.3.1.2.	Cono o lóbulo de flujo de detritos (Dlfd):	39
7.3.1.3.	Escarpe de erosión menor (Deeme):.....	39
7.3.2.	GEOFORMAS DE ORIGEN FLUVIAL Y LAGUNAR.....	40
7.3.2.1.	Cauce aluvial (Fca):	40
7.3.2.2.	Plano o llanura de inundación (Fpi):	41
7.3.2.3.	Terraza de acumulación sub-reciente (Ftas	42
7.3.2.4.	Terraza de acumulación antigua (Ftan):	42



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

7.2.3. GEOFORMAS DE ORIGEN ANTROPONEGICO	43
7.2.3.1. Canal Artificial (Aca):	43
7.2.3.2. Espolones (Ae):	44
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXOS	50
Anexo A. Mapa Geológico del área de estudio.....	50
Anexo B. Mapa Geomorfológico del área de estudio.	50
Anexo C. Mapa de pendientes.....	50
Anexo D. Mapa de sombras.	50
Anexo E. Mapa de localización del área de estudio.....	50
Anexo F. Imagen Satelital.....	50



LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Localización del área de estudio.</i>	16
<i>Figura 2. Esquema de Jerarquización geomorfológica.</i>	23
<i>Figura 3. Esquema metodológico.</i>	25
<i>Figura 4. Fotografía de puntos de control del área de estudio.</i>	26
<i>Figura 5. Panorámica área de estudio. Correspondiendo al casco urbano del municipio de Santiago.</i>	27
<i>Figura 6. Modelo mapa de pendientes del área de estudio.</i>	29
<i>Figura 7. Área (%) de las unidades geológicas de la zona de estudio.</i>	30
<i>Figura 8. Fotografía Suelo transportado de Aluviones de lecho de río (Stallr).</i>	31
<i>Figura 9. Panorámica Suelo transportado de coluviones (Stc).</i>	32
<i>Figura 10. Panorámica Suelo transportado de terraza aluvial Antigua (Sttala).</i>	33
<i>Figura 11. Fotografía Suelo transportado de terraza aluvial Reciente (Sttalr).</i>	34
<i>Figura 12. Fotografía a detalle del suelo transportado de terrazas aluvial reciente.</i>	34
<i>Figura 13. Mapa Geológico del área de estudio.</i>	35
<i>Figura 14. Área (%) de los componentes geomorfológicos de la zona de estudio.</i>	37
<i>Figura 15. Fotografía cono y lóbulo coluvial, sobre el barrio Monserrate.</i>	38
<i>Figura 16. Fotografía obras ingenieriles (gaviones), sobre el barrio la Cruz.</i>	38
<i>Figura 17. Fotografía cono o lóbulo de flujo de detritos, sobre el barrio villas de Santiago.</i>	39
<i>Figura 18. Fotografía cauce aluvial, correspondiente al río Peralonso.</i>	41
<i>Figura 19. Fotografía plano o llanura de inundación. Correspondiente al río Peralonso.</i>	41
<i>Figura 20. Panorámica Terraza de acumulación sub-reciente. Sobre el barrio Villas de Santiago.</i>	42
<i>Figura 21. Fotografía Canal Artificial. Sobre el barrio Villas de Santiago.</i>	43
<i>Figura 22. Fotografía espolones. Correspondiente al río Peralonso.</i>	44
<i>Figura 23. Mapa Geomorfológico del área de estudio.</i>	45

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Clasificación por rango de pendientes.</i>	28
<i>Tabla 2. clasificación unidades geológicas del área de estudio.</i>	30
<i>Tabla 3. Clasificación de los elementos geomorfológicos del área de estudio.</i>	36



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

RESUMEN

La planificación del territorio incorpora elementos analíticos que induzcan y faciliten la evaluación del potencial de uso y ocupación de la tierra, de manera que permita prevenir y mitigar posibles desastres naturales.

El presente trabajo contiene los resultados de las investigaciones y el trabajo de campo que permitieron evaluar los componentes geológicos y geomorfológicos existentes en la zona de estudio, la investigación propone generar insumos de los estudios básicos requeridos en el ordenamiento territorial, y así con ello realizar una expansión urbana de manera segura y ordenada. En este sentido, es fundamental que se realicen estudios como el propuesto, en la realización del trabajo de grado en modalidad práctica empresarial con la alcaldía de Santiago, el cual tiene como objetivo principal presentar la cartografía geológica y geomorfológica para el área urbana del municipio de Santiago, Norte de Santander a escala 1:5000, utilizando la guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. (Carvajal, 2012)

La utilización de la geomorfología como base del análisis integrado del medio ambiente puede ser usada no sólo en la etapa de planificación de las ciudades, sino también de su gestión, ya que las dinámicas de la superficie y subsuperficie constituyen el fundamento de las transformaciones por las que el municipio pasa, convirtiéndose en una herramienta de fundamental importancia para el establecimiento de planes de acción que involucren el desarrollo sostenible de esas áreas.

Palabras claves: geología, geomorfología, planificación, Santiago, ordenamiento territorial.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

ABSTRACT

Territorial planning incorporates analytical elements that induce and facilitate the evaluation of land use and occupation potential, in order to prevent and mitigate possible natural disasters.

The present work contains the results of the research and field work that made it possible to evaluate the geological and geomorphological components existing in the study area, the research proposes to generate inputs for the basic studies required in land use planning, and thus to carry out a safe and orderly urban expansion. In this sense, it is essential to carry out studies such as the one proposed, in the realization of the degree work in business practice modality with the mayor's office of Santiago, which has as its main objective to present the geological and geomorphological mapping for the urban area of the municipality of Santiago, Norte de Santander at a scale of 1:5000, using the methodological guide of the Colombian Geological Service (SGC) and the proposal of standardization of geomorphological mapping in Colombia (Carvajal, 2012).

The use of geomorphology as a basis for the integrated analysis of the environment can be used not only in the planning stage of cities, but also of their management, since the dynamics of the surface and subsurface constitute the foundation of the transformations through which the municipality passes, becoming a tool of fundamental importance for the establishment of action plans that involve the sustainable development of these areas.

Keywords: geology, geomorphology, planning, Santiago, land use planning.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

1. INTRODUCCIÓN

Los conocimientos disciplinarios que avanzan rápidamente exigen una renovación, actualización y evaluación continua de los métodos, técnicas y enfoques de la disciplina para reconocer y mapear accidentes geográficos, procesos y depósitos en entornos urbanos. De hecho, los levantamientos geomorfológicos en áreas urbanas involucran observaciones cuidadosas de la morfología, particularmente a escala grande. Además, los conocimientos de otras fuentes, en particular documentos históricos y geográficos, así como datos de excavaciones y pozos, son esenciales para identificar, mapear y fechar formas de relieve y depósitos. Este proceso es particularmente difícil debido a la estratificación de las fases de expansión urbana. Además, los cambios en la morfología de la superficie terrestre conducen a importantes transformaciones del espacio urbano, se crean formas como resultado de procesos naturales de denudación y acumulación, así como de obras artificiales.

En el municipio de Santiago se identifican cuatro ambientes geomorfológicos: ambiente denudacional, fluvial y antropogénico, cada uno de estos con sus elementos correspondientes. El municipio de Santiago se encuentra dentro de un ambiente denudacional y cuenta con nueve elementos geomorfológicos Cauce aluvial (Fca), Terraza de acumulación Antigua (Ftan), Terraza de acumulación sub-reciente (Ftas), Plano o llanura de inundación (Fpi), Cono y lóbulo coluvial y de soliflucción (Dco), Cono o lóbulo de flujo de detritos (Dlfd), Escarpe de erosión menor (Deeme), Canal artificial (Aca), Espolones (Ae), distribuidas en el área de estudio y asociadas a suelos transportados.

Para el área urbana del área de estudio se permitió encontrar geológicamente una comporsicion de suelos transportados en los que se tienen suelos de origen gravitacional y fluvial estos asociados al acomodamiento estructural en el momento de ser depositados, es por ellos que de forma gravitacional se tienen los espolones, en cuento a las condiciones aluviales se logra la consolidación de suelos de terrazas de acumulación y suelos no consolidados de lecho del río.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

2. JUSTIFICACIÓN

Los estudios geológicos y geomorfológicos en los territorios son indispensables para llevar a cabo la determinación de los diferentes procesos superficiales exógenos que influyen en la superficie terrestre, los cuales podrían llegar a causar grandes riesgos naturales. Al ejecutar estudios de riesgos y Amenazas por Movimientos en Masa (MMA), se requiere de mapas geológicos y geomorfológicos que sean fundamentales para el análisis, validación e incorporación en la planificación del ordenamiento territorial.

De acuerdo con la normativa adoptada en Colombia en temas de gestión del riesgo y ordenamiento territorial, es necesario proponer y realizar investigaciones básicas para delimitar y zonificar las zonas donde existen amenazas y condiciones de riesgo en el marco de la clasificación de suelos, a nivel rural, urbano, y de expansión urbano-rural de cada municipio.

En el caso del municipio de Santiago, se presenta una desactualización en los estudios básicos, incluyendo los insumos de geología y geomorfología a nivel rural y urbano. Para el año 2000 el municipio presentó un estudio en la estructuración del EOT, en los resultados finales se obtuvo la información geológica, geomorfológica y principales riesgos naturales presentes en el municipio. Así pues el área urbana municipal se localiza sobre una serie de depósitos aluviales y coluviales del Cuaternario, tipo vegas y terraza (Qal, Qt) al Noreste, y un depósito coluvial (Qcol), hacia el Suroeste; dicho depósito proviene de la erosión de las rocas que conforman la Formación Cogollo (Kmc); con una geomorfología y morfodinámica que para el casco urbano de Santiago se asienta principalmente sobre una Terraza Media y baja del río Peralonso y sobre un depósito coluvial, producto de la degradación de las rocas cretácicas que circundan al municipio (EOT, 2000).

De igual forma, se han presentado fenómenos de movimiento en masa lento, de grandes proporciones en el sector conocido como Alto de La Cruz, dicho fenómeno debe ser observado



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

con atención, declarándose la zona de influencia como de Alto Riesgo, ya que se encuentran comprometidas varias familias del sector (EOT, 2000).



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL:

- Realizar la cartografía geológica y geomorfológica para el área urbana del municipio de Santiago, Norte de Santander a escala 1:5000.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Caracterizar las unidades geológicas a escala 1:5000 de municipio de Santiago siguiendo los parámetros establecidos en el Servicio Geológico Colombiano (SGC).
- Determinar los componentes geomorfológicos a escala 1:5000 en el casco urbano del municipio de Santiago siguiendo la guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica de Henry Carvajal.
- Analizar los componentes básicos geomorfológicos como morfología, morfometría y morfodinámica en el municipio de Santiago escala 1:5000.



4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El municipio de Santiago se encuentra ubicado en la cordillera oriental de Colombia al centro del departamento Norte de Santander, limita al Norte con los municipios de Gramalote y El Zulia, Sur con el municipio de Salazar; Oriente con el municipio de San Cayetano y Durania, Occidente con el municipio de Gramalote. El área total de 173 km²; su cabecera municipal presenta una altura de 450 msnm, maneja una temperatura de 28°C(EOT, 2000). El área de interés corresponde al centro urbano del municipio, el cual tiene un area de aproximadamente 2.94 km² este se encuentra ubicado entre las veredas de Cañahuato al Noreste, la ensillada al Noroeste, con Cornejito al Sureste y Quebrada seca al Suroeste.

Figura 1. Localización del área de estudio.



Fuente: Autor.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

5. MARCO TEÓRICO

5.1. GEOLOGÍA

5.1.1. GEOLOGÍA REGIONAL

Colombia se ubica en el extremo noroccidental de Suramérica, de Sur a Norte se encuentra atravesada por los Andes, cerca de la frontera meridional se divide en tres importantes ramificaciones: cordillera Occidental, Central y Oriental. El sistema de los Andes del norte se constituye por los Andes colombianos, formado por grandes montañas separadas por valles y depresiones. El área de estudio dentro de la plancha 87-Sardinata está ubicada al margen E de la Cordillera Oriental, en el departamento de Norte de Santander, haciendo parte este del segmento occidental de la cuenca sedimentaria del Catatumbo. El municipio de Santiago se presenta dominada por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, conformada por formaciones sedimentarias como lo son: Fm. Aguardiente, Fm. Capacho, Fm. La luna, Fm. Colon-Mito Juan, Fm. Los cuervos, Fm. Catatumbo y Depósitos aluviales y coluviales del cuaternario.

5.1.2. GEOLOGÍA LOCAL

La zona de interés se encuentra conformada por el área urbana la cual se ubica sobre una serie de sedimentos aluviales y coluviales cuaternarios tipo Vegas y terrazas (Qal, Qt) en el noreste y sedimentos coluviales (Qcol) en el suroeste, dicho depósito proviene de la erosión de las rocas de la formación Capacho. (Alcaldía Municipal , 2000)

5.1.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El municipio de Santiago Norte de Santander se presentan fallas de tipo de cabalgamiento, las cuales se describirán a continuación.

5.1.3.1. Sistema de Fallas de Aguardiente.

Al W del municipio del Zulia se observan dos sistemas de fallas con una tendencia general N38°E-S38°W, el más occidental es el SFA, que comprende la Falla de Icuperena y la Falla de Aguardiente. (Ochoa , y otros, 2016)



5.1.3.2. Falla Icuperena.

Se encuentra al W de la Falla Aguardiente, con un rumbo general N40°E, con 39 km se extiende desde el sector de El Caminito al sur hasta Loma Astilleros al norte donde converge con el trazo de la Falla Aguardiente. Es una falla de tipo inverso con vergencia al SE que pone en contacto rocas del Complejo Metamórfico La Contenta con rocas de la Formación Aguardiente y al sur a la Formación Aguardiente con la Formación Colon Mito Juan, además en el sector sur de afectar varias unidades del Cretácico por medio de varias fallas satélites asociadas a esta. (Ochoa, y otros, 2016)

5.1.3.3. Falla Aguardiente

La Falla Aguardiente, una falla inversa con vergencia al SE. En el trazo se observan variaciones del rumbo con tramos N38°E, N63°E y NS. Tiene una longitud de 60 km y pone en contacto en la zona norte a las unidades cretácicas con la Formación Mirador, en la zona central a la Formación Aguardiente y la Formación Capacho con la Formación Colon-Mito Juan, En la zona sur a la Formación Los Cuervos con la Formación Colon Mito Juan y termina afectando rocas de esta última. Las Quebradas Cuperena, Las Micas y La Carbonera se observan alineadas por el recorrido de la Falla Aguardiente lo que indica un control estructural de las quebradas. (Ochoa , y otros, 2016)

5.2. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología es ante todo una ciencia de observación, que busca identificar y separar paisajes a partir de mapas topográficos, modelos digitales de elevación o de terreno, documentos de sensores remoto que permiten vistas estereoscópicas, pero principalmente mediante la lectura de los rasgos y características fisiográficos en el campo, donde las geoformas pueden ser percibidas por visión humana o sensores artificiales, porque tienen una apariencia fisionómica en la superficie de la tierra (Zinck, 2012); además la geomorfología constituye el factor más importante para el análisis de la evolución del territorio y su relación con la ocurrencia de procesos con características definidas, como lo puede ser las amenazas de tipo natural o geológicas. Las formas del terreno son el resultado de la interacción entre fuerzas endógenas



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

(procesos tectónicos de formación de volúmenes montañosos) y fuerzas exógenas (procesos erosivos de destrucción y modelado de relieves). Las fuerzas endógenas se nutren de la energía geotérmica, mientras que las fuerzas exógenas se generan a partir de la energía solar y de la energía rotacional de la tierra (Zinck, 2012).

5.2.1. CONCEPTOS

Según Verstappen (1987), la geomorfología involucra los siguientes conceptos, que en orden cronológico han marcado la evolución y el desarrollo de esta disciplina.

5.2.1.1. La Forma Del Terreno. Descripción cualitativa y cuantitativa de las formas del terreno (geomorfología estática). Prevalece antes del siglo XVII.

5.2.1.2. Procesos. Trata de los cambios de las geoformas a corto plazo (geomorfología dinámica). Concepto aplicado a finales del siglo XVII y comienzos del XVIII.

5.2.1.3. Génesis. Desarrollo a largo plazo de las geoformas (geomorfología genética). Prevalece desde mitad del siglo XIX.

5.2.1.4. Medio Ambiente. Involucra la relación entre el paisaje y la ecología (geomorfología ambiental).

5.2.2. AMBIENTES GEOMORFOLÓGICOS

El concepto básico para la clasificación geomorfológica está dado por “Land Forms”, lo que significa: unidad morfológica – territorial y que es equivalente a una unidad de geoforma, en un sentido amplio (SGC, 2012). Estas son agrupadas en ambientes morfogenéticos, alude a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas en las cuales se generaron las geoformas. Se determina con base en la interpretación de los procesos geomorfológicos registrados (origen tanto



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

endógeno como exógeno), que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de éstas (Carvajal, 2011). Estos ambientes morfo genéticos se agrupan en:

5.2.2.1. Ambiente morfoestructural (S): Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente la asociada a pliegues y fallas. (Carvajal, 2011).

5.2.2.2. Ambiente volcánico (V): Definido para las geoformas generadas, tanto por la intrusión, como por la extrusión de materiales fundidos (magma y lava, respectivamente) procedentes del interior de la tierra. (Carvajal, 2011).

5.2.2.3. Ambiente denudacional (D): Determinado por la actividad de los procesos erosivos hídricos y pluviales, principalmente producto de procesos de meteorización, erosión y remoción en masa sobre las geoformas preexistentes. (Carvajal, 2011).

5.2.2.4. Ambiente fluvial y lagunar (F): Corresponde a las geoformas generadas por procesos de erosión-sedimentación, generadas por corrientes de agua tales como ríos, arroyos, lagos y lagunas respectivamente. (Carvajal, 2011).

5.2.2.5. Ambiente marino y costero (M): Determinado por las geoformas construidas o esculpidas por la actividad de las corrientes y procesos del mar. (Carvajal, 2011).

5.2.2.6. Ambiente glacial y periglacial (G): Definido por las geoformas originadas por los glaciares tanto continentales (Casquetes polares) como de alta montaña. (Carvajal, 2011).

5.2.2.7. Ambiente eólico (E): Corresponde a las geoformas erosivas y de acumulación sedimentaria, formadas por la acción de los vientos en climas desérticos principalmente. (Carvajal, 2011).



5.2.2.8. Ambiente kárstico (K): Definido por las formas del terreno producidas por la meteorización y dilución de rocas o materiales de fácil disolución, como por ejemplo las calizas, la sal y el yeso. (Carvajal, 2011).

5.2.2.9. Ambiente antropogénico (A): Corresponde a las formas del terreno producidas por la actividad del hombre, como por ejemplo los rellenos sanitarios y rellenos mineros. (Carvajal, 2011).

5.2.3. COMPONENTES GEOMORFOLÓGICOS

La geomorfología involucra los siguientes conceptos, de acuerdo con Van Zuidam (1985).

- 5.2.3.1. Morfología.** Trata de la apariencia y forma del relieve en general. (Carvajal, 2011).
- 5.2.3.2. Morfografía.** Descripción cualitativa de las geoformas. (Carvajal, 2011).
- 5.2.3.3. Morfometría.** Trata de los aspectos cuantitativos de las geo- formas. Medidas, dimensiones y valores. (Carvajal, 2011).
- 5.2.3.4. Morfogénesis.** Estudia el origen y la evolución de las formas del terreno. (Carvajal, 2011).
- 5.2.3.5. Morfoestructura.** Tiene que ver con la disposición, composición y dinámica interna de la tierra. Es Pasiva cuando trata de las características de los materiales involucrados y su disposición estructural, y activa cuando está relacionada con la dinámica endógena (volcanismo, plegamientos, tectonismo fallado). (Carvajal, 2011).
- 5.2.3.6. Morfodinámica.** Estudia los procesos activos en el presente o aquellos que se pueden activar en el futuro. Se refiere a la dinámica exógena relacionada con la actividad de



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

agentes como el viento, agua, hielo y la acción de la gravedad terrestre, que modifica las geoformas preexistentes.

Los procesos hacen referencia a los cambios físicos y químicos (meteorización, erosión y depositación) que generan modificación de los materiales y las formas superficiales de la tierra, definiendo un equilibrio dinámico de las geoformas (gradación = degradación y agradación de materiales) (Thornbury, 1960). Estos eventos naturales, específicos de cada ambiente morfogenético, afectan y modelan la superficie terrestre con diferentes grados de intensidad, imprimiéndole al terreno características propias de cada ambiente. (Carvajal, 2011).

5.2.3.7. Morfocronología. Trata de la edad relativa o absoluta de cada una de las geoformas del terreno, la cual puede ser del tiempo de su formación o de los procesos que marcaron su desarrollo posterior. Es esencial hacer una distinción entre las formas del terreno de edades diferentes, en particular entre las formas recientes y aquellas heredadas de periodos anteriores, cuando prevalecían condiciones geológicas o climáticas distintas de las actuales. (Carvajal, 2011).

5.2.4. JERARQUIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA

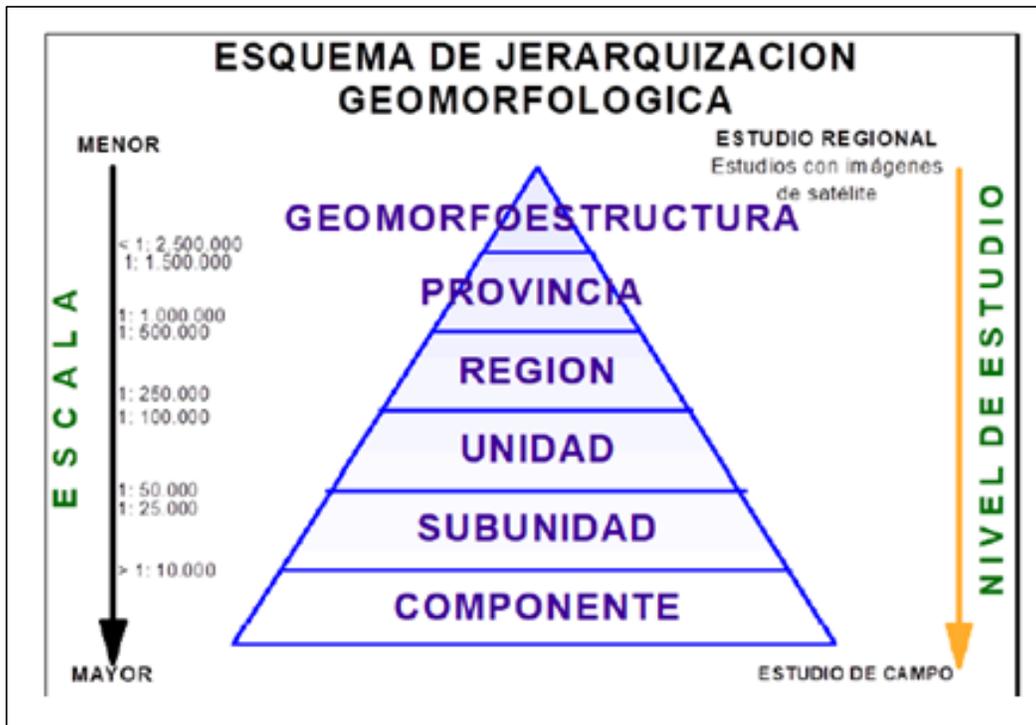
Una jerarquía de unidades o categorías geomorfológicas se pueden identificar en un área determinada, dependiendo de la escala de trabajo y que debe permitir un análisis sistémico de la evolución geomorfológica y geológica de la misma. Esta concepción es igualmente necesaria con el fin de enfocar el pensamiento, hacia el análisis de las geoformas de manera sistémica y coherente, con las operaciones funcionales de almacenamiento, consulta, análisis, generación y generalización de información cartográfica de los sistemas de información geográfica – SIG (Carvajal, 2011).

La clasificación (Figura 2) se encuentra relacionada la escala de trabajo con la génesis de las geoformas asociadas a los diferentes ambientes morfogenéticos y cuya aplicación es variada de acuerdo con los objetivos de trabajo. Así mismo utiliza criterios de diferenciación, morfogénesis



y procesos geomorfológicos actuales relacionados con ambientes morfogenéticos, detalles morfométricos y procesos morfodinámicos, con lo que ha propuesto una jerarquización de las geoformas relacionando la escala de trabajo con la subdivisión geomorfológica.

Figura 2. Esquema de Jerarquización geomorfológica.



Fuente: Tomado y modificado de Velásquez (1.999) e Ingeominas (1.999), Carvajal (2.002 – 2.008), SGC (2012).

5.2.5 CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA

Según Verstappen y Van Zuidam (1992), la elaboración de cartografía geomorfológica, está enfocada a proporcionar información concisa y sistemática sobre las formas del terreno y los procesos geomorfológicos que actúan sobre ellas. En ese sentido los mapas geomorfológicos son herramientas útiles, que brindan conocimiento básico del terreno y permiten estructurar toda la información temática, enfocada a definir el comportamiento de los terrenos con aplicaciones diferentes, tales como evaluación de amenazas naturales, elaboración de Planes de Ordenamiento



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Territorial, consideraciones acerca del planeamiento y el desarrollo de obras de infraestructura, y la realización de zonificaciones de propiedades geomecánicas del terreno entre otras (SGC, 2012).

Para tal efecto no solo es necesaria la delineación de unidades mediante polígonos coloreados con rasgos geomorfológicos y diferenciados mediante símbolos lineales, sino que es fundamental conocer el pasado, presente y futuro de las geformas mediante el análisis de la información de una región.

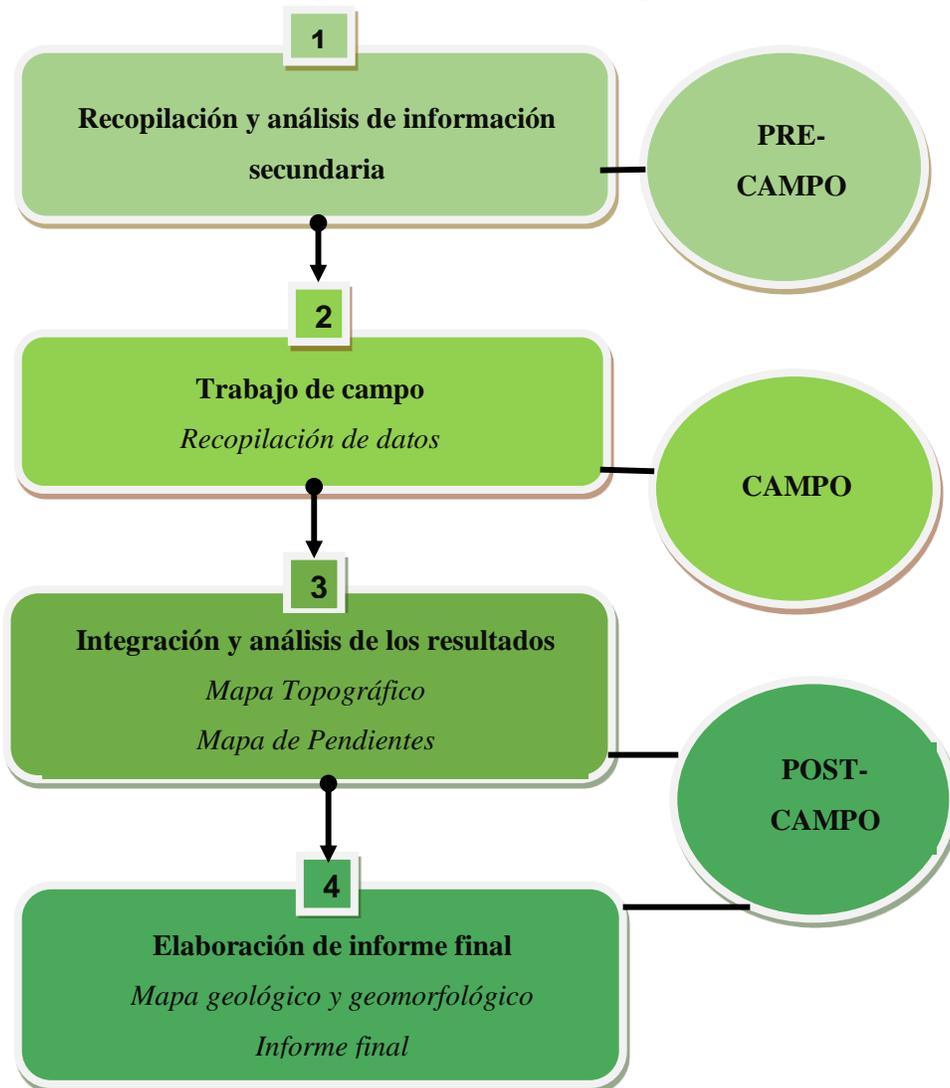


6. METODOLOGÍA

La metodología que se llevó a cabo en la elaboración de la cartografía geológica y geomorfológica en el área de estudio se implementaron 4 etapas, donde se realizó de forma consecutiva cumpliendo con el cronograma de actividades y cada uno de los objetivos propuestos, concluyendo muy satisfactoriamente con este proyecto.

A continuación, el esquema metodológico propuesto para el desarrollo de este proyecto:

Figura 3. Esquema metodológico.



Fuente: Autor.



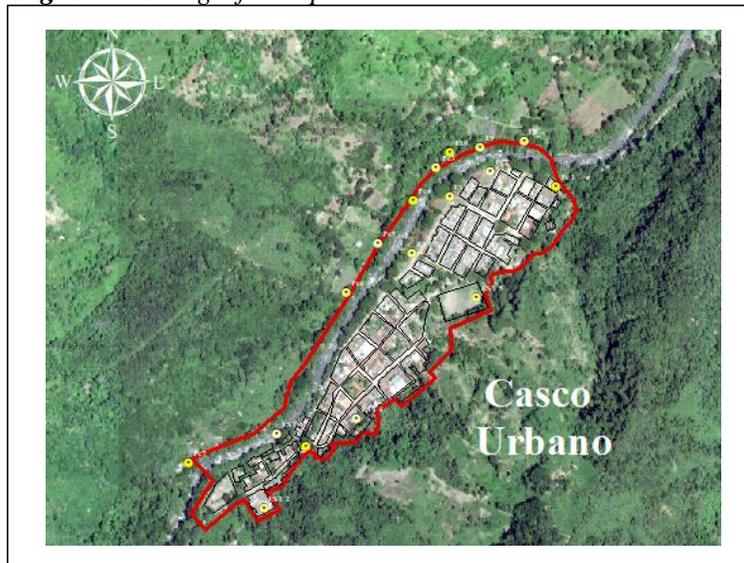
6.1. ETAPA 1: Recopilación y análisis de información secundaria

Esta etapa correspondió a la recopilación y revisión de fuentes de información disponibles para esta área, por tal motivo, se tomó la cartografía base del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Santiago (EOT, 2000), además para complementar el contexto geológico y geomorfológico regional, se tomaron como referencia los documentos oficiales del Servicio Geológico Colombiano de la plancha 87 – Sardinata a escala 1:100.000 (Oviedo, y otros, 2016) (Convenio 021 de 2013, 2015) y el análisis de trabajos previos sobre el área en interés, la temática y lineamientos de estudio según el enfoque del proyecto.

6.2. ETAPA 2: Trabajo de campo

Esta etapa se hizo con el fin de obtener y validar la información obtenida en la etapa número 1, se llevó a cabo toma de datos relacionados con las geoformas y los componentes geomorfológicos, litología, formas de relieve, inclinaciones de ladera, datos estructurales, tipos de material, procesos morfodinámicos, entre otros. Se realizó un recorrido por el área de interés, el cual corresponde al casco urbano del municipio; en donde se recolectó información referente a los parámetros geológicos y geomorfológicos.

Figura 4. Fotografía de puntos de control del área de estudio.



Fuente: Autor, tomado y modificado de SAS PLANET.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Figura 5. Panorámica área de estudio. Correspondiendo al casco urbano del municipio de Santiago.



Fuente: Alcaldía Municipal de Santiago, tomada por: *Rey Ibarra.*

6.3. ETAPA 3: Integración y análisis de los resultados

En esta etapa, se procedió a compilar toda la información adquirida mediante el trabajo de campo junto con las etapas anteriores, plasmando en un mismo proyecto hacia la obtención de los mapas geológico y geomorfológico del área de interés siguiendo los lineamientos del Servicio Geológico Colombiano y de la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia de Carvajal (2011).

6.3.1. Mapa Topográfico

Para este insumo se tuvo en cuenta la base cartográfica del esquema de ordenamiento territorial (EOT,2000) del municipio de Santiago, la cual se tomó y adecuó en la realización del polígono que delimitará el área de estudio.

Para la obtención de los atributos cuantitativos se llevó a cabo mediante modelos de elevación digital (DEM) a una resolución de 1 metro, adquirido por medio de procesamientos de imágenes satelitales de Google Earth, esta se exportó al software CAD Earth, mediante esto se



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

generaron las curvas de nivel con una equidistancia entre curvas de 1 metro y a través de esta, en el componente QGIS, se creó el modelo digital de elevación a partir de las curvas de nivel por medio de las herramientas «Create TIN» y «TIN to Raster». Con ello se obtuvo lo siguiente:

Pendientes

Representa el ángulo de inclinación de las laderas, su valor se expresa en porcentaje 0 - 100. Para el desarrollo de la temática se emplearon los rangos de pendientes propuestos por el INGEOMINAS hoy Servicio Geológico Colombiano en la “Propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geomorfológica para la zonificación geomecánica” del 2004, ver en la siguiente (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación por rango de pendientes.

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	CLASIFICACIÓN
Ligeramente plana	1-3%	(b)
Ligeramente inclinada	3-7%	(c)
Moderadamente inclinada	7-12%	(d)
Fuertemente inclinada	12-25%	(e)
Ligeramente escarpada o ligeramente empinada	25-50%	(f)
Moderadamente escarpada o moderadamente empinada	50-75%	(g)
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	75-100%	(h)

Fuente: Adaptación SGC, 2004.

6.4 ETAPA 4: Elaboración de informe final

Para esta última se llevó a cabo la redacción del informe final donde se presenta la compilación de la interpretación y descripción de la cartografía geológica y geomorfológica del área de interés, obtenidos durante la ejecución del proyecto.



7. ANÁLISIS Y RESULTADOS

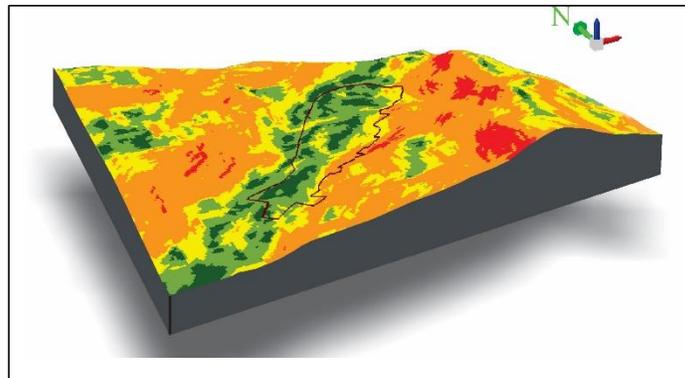
La caracterización realizada se desarrolló con el fin de generar los estudios básicos requeridos según lo establecido en el decreto 1077 del 2015, la cual el municipio no cuenta con estos desde el año 2000 ya que no se han llevado a cabo las debidas actualizaciones en el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT). Esto ha llevado al desconocimiento de aquellos factores y causas que pueden dar lugar a los eventos de riesgo.

7.1. ANALISIS MORFOMETRICO

7.1.1. PENDIENTES

El mapa de pendientes nos permite identificar las declivaciones del terreno con respecto a un plano horizontal en el que el modelo generado del área de interés está representado con bajas pendientes de tonos verdes y las zonas de más altas pendiente de tonos cálidos naranjas-rojos, este mapa estuvo bajo el procesamiento de las consideraciones estipuladas por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), donde el área urbana del municipio de Santiago presenta una topografía en la que el rango de sus pendientes predominante, es ligeramente plana a moderadamente inclinada. dentro del análisis de pendientes cabe resaltar que la zona aledaña al área de interés presenta pendientes predominantes en un rango de moderadamente escarpada a fuertemente escarpada. Logrando así sugerir que dicha zona es susceptible a desarrollar fenómenos de movimientos en masa, escorrentía superficial y procesos erosivos como surcos y cárcavas, (figura 5).

Figura 6. Modelo mapa de pendientes del área de estudio.



Fuente: Autor.



7.2. GEOLOGÍA

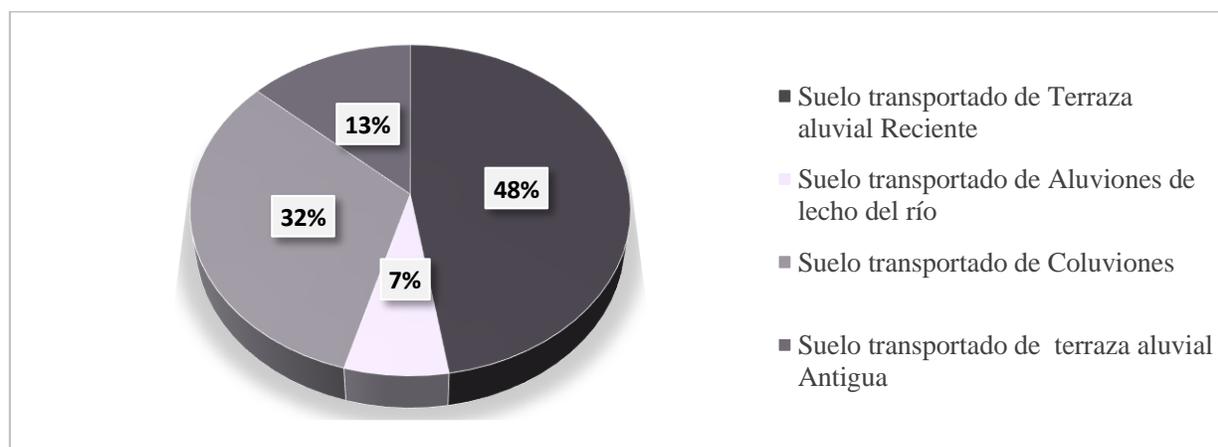
Las unidades geológicas para la zona de estudio, se pueden distinguir 4 formaciones. Las cuales corresponden a: Depósito aluvial reciente, Depósito coluvial, Depósito de terraza antigua y Depósito de terraza reciente, donde los depósitos de terraza reciente son los que mayormente predominan (47,42%) abarcando la zona noroeste y centro del área de estudio, correspondiente a 139.883,52 m², seguido de los depósitos coluviales (32,25%) predomina en la parte noreste y sur, que corresponde a 95.144,08 m², luego los depósitos de terraza antigua (13,31%) donde abarca la parte del centro, correspondiendo a 39.273,68 m² y finalmente los depósitos aluviales recientes (6,99%), este atraviesa el área de estudio, que corresponde a 20.642,65 m². A continuación (tabla 2), se describen las 4 unidades encontradas:

Tabla 2. clasificación unidades geológicas del área de estudio.

Unidad Geológica	Simbología	No. De polígonos	Área (m ²)	Área (%)
Suelo transportado de Aluviones de lecho del río	Q2al	1	20.642,65	6,99
Suelo transportado de Coluviones	Qcol	2	95.144,08	32,25
Suelo transportado de Terraza aluvial Antigua	Qt	1	39.273,68	13,31
Suelo transportado de Terraza aluvial Reciente	Q2t	2	139.883,52	47,42

Fuente: Autor.

Figura 7. Área (%) de las unidades geológicas de la zona de estudio.



Fuente: Autor.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

7.2.1. Suelo transportado de aluviones de lecho de río (Stallr).

Corresponden a mezclas de arenas, gravas y bloques de depósitos aluviales recientes siendo un material transportado no consolidado, formados por la actividad reciente de los agentes erosivos como el río Peralonso, los cuales se han identificado como suelos de depósitos aluviales recientes que incluye los depósitos de canal y las llanuras de inundación. Estos materiales son detríticos heterométricos, con granulometría fina-gruesa, compuesto por arenas, gravas y bloques en forma de cantos rodados. Estos suelos se encuentran mal graduados y tienen una disposición estructural muy pobre, las gravas y bloques más grandes en su mayoría presentan una alta redondez y mediana a irregular esfericidad, esto correspondiente al transporte que han tenido de forma dinámica. Se encuentran bordeando la parte NW y SE del río Peralonso.

Por la ubicación de la subcuenca esta zona no registra un control estructural marcado. Estos depósitos se encuentran constantemente expuestos a la acción fluvial del río.

Figura 8. Fotografía Suelo transportado de Aluviones de lecho de río (Stallr).



Fuente: Autor.



7.2.2. Suelo transportado de coluviones (Stc)

Estos corresponden a depósitos formados por la actividad de erosión, fracturamiento y depositación por origen gravitacional, considerados como depósitos inestables. Para el área de estudio los depósitos de coluvión son identificados en zonas adyacentes a laderas de moderadas pendientes y se caracterizan principalmente por estar asociados a la unidad geológica Cogollo donde cubren un área total de 95.144,08 m²; se encuentran compuestos por bloques y cantos angulosos-subangulosos embebidos en una matriz predominantemente de textura limo-arcillosa, con una consolidación estructural mal gradada. Estos depósitos en el área de estudio suprayacen de forma discordante a la unidad geológica Cogollo.

Figura 9. Panorámica Suelo transportado de coluviones (Stc)



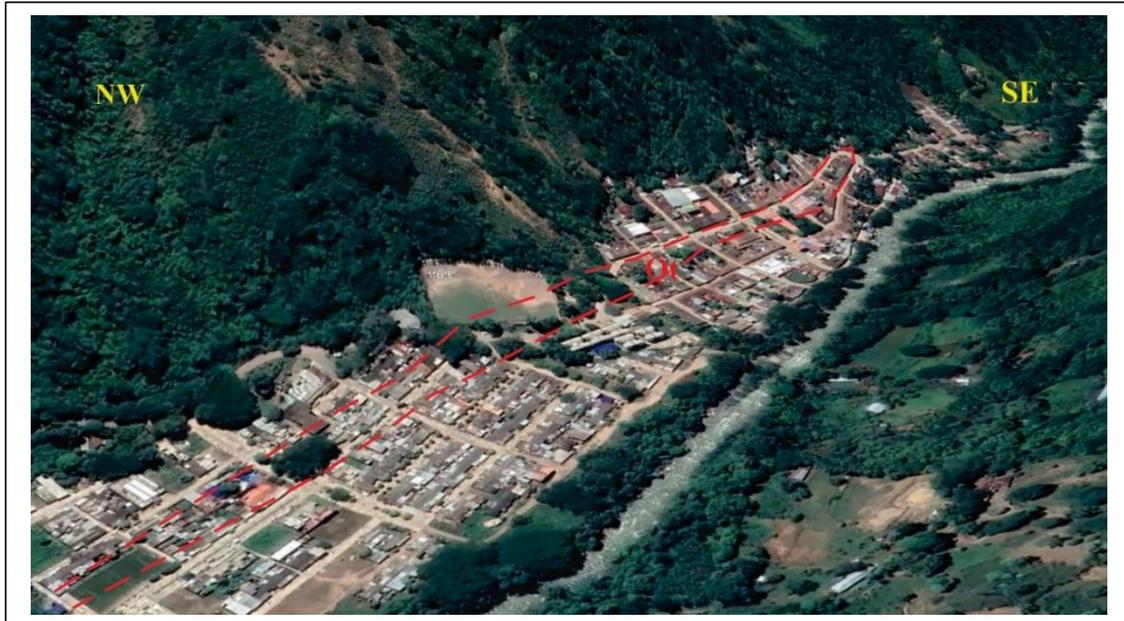
Fuente: Alcaldía Municipal de Santiago, tomada por: Rey Ibarra.



7.2.3. Suelo transportado de terraza aluvial Antigua (Sttala)

Los depósitos de terraza aluvial antigua corresponden a la actividad fluvial, que se formaron en valles con características fluviales a causa del depósito de sedimentos en los laterales del cauce del río en zonas donde las pendientes del terreno disminuyen, permitiendo así la habilidad del terreno para arrastrar los sedimentos. En el área de estudio los espesores de estos depósitos oscilan entre los 5 a 8 metros y cubren un área total de 39.273,68 m². Este suelo está consolidado por arcillas, arenas y gravas presentando en una consolidación de acomodación alomada una disposición estructural de sus granos regular a muy bien gradada.

Figura 10. Panorámica Suelo transportado de terraza aluvial Antigua (Sttala).



Fuente: Autor a través de Google Earth.

7.2.4. Suelo transportado de terraza aluvial Reciente (Sttalr)

Corresponden a depósitos de origen fluvial, que se formaron en valles con características fluviales a causa del depósito de sedimentos en los laterales del cauce del río en zonas donde las pendientes del terreno disminuyen, permitiendo así la habilidad del terreno para arrastrar, transportar y depositar los sedimentos. Estos depósitos se pueden diferenciar de las terrazas

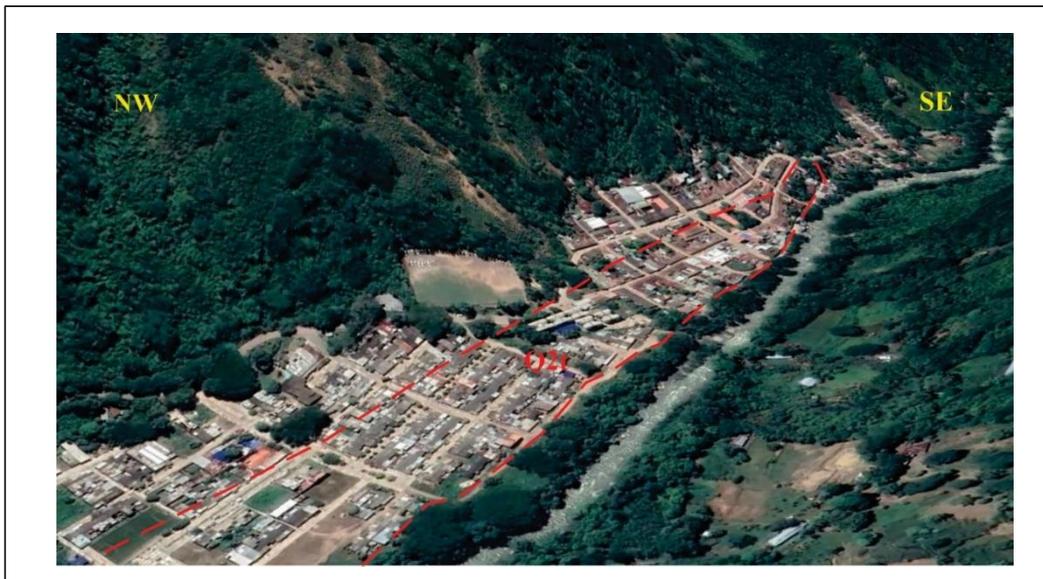


Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

antiguas por un escalonamiento que presenta de 3-4m; se conforman litológicamente por un perfil de acomodación de cantos heterométricos con una media-alta esfericidad y alta subredondez embebidos en una matriz areno-limosa de color grisáceo se encuentran bien gradados en el que para la base se presenta los bloques y cantos más gruesos y para el techo de la misma van decreciendo de tamaño.

Figura 11. Fotografía Suelo transportado de terraza aluvial Reciente (Sttalr)



Fuente: Autor.

Figura 12. Fotografía a detalle del suelo transportado de terrazas aluvial reciente.



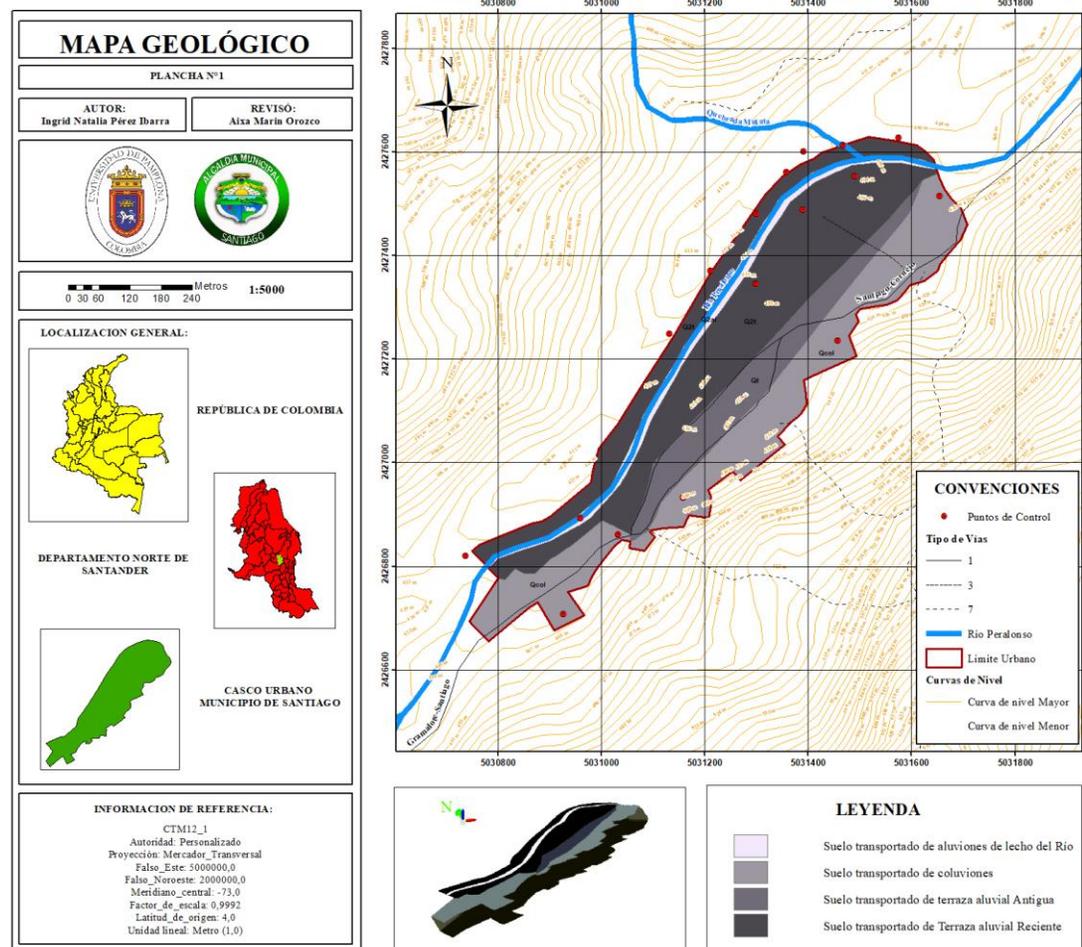
Fuente: Autor.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Figura 13. Mapa Geológico del área de estudio.



Fuente: Autor.



7.3. GEOMORFOLOGÍA

Las geoformas y procesos involucrados para la zona de estudio, se pueden distinguir 3 ambientes morfogenéticos los cuales tienen un diferente proceso de formación y modelado del terreno. Estos corresponden a: Ambiente denudacional, fluvial y antropogénico, donde predomina mayormente el ambiente fluvial (49,64%) sobresale en esta área abarcando la zona norte, centro, y sur, correspondiente a 146.143,21 m², seguido del ambiente denudacional (37,28%) predomina en la parte norte y sur, que corresponde a 110.041,52 m² y finalmente el ambiente antropogénico (12,97%) influye en el occidente de la zona de estudio, que corresponde a 38.184,74 m². Donde se definieron 9 elementos geomorfológicos (*Tabla 3*) descritos a continuación:

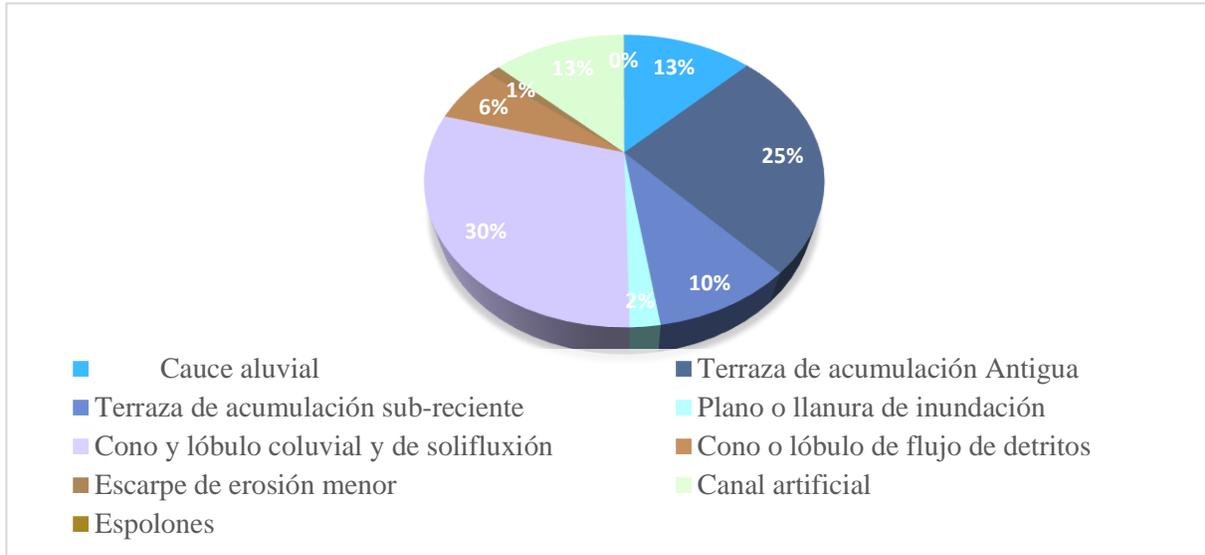
Tabla 3. Clasificación de los elementos geomorfológicos del área de estudio.

Ambiente	Componente geomorfológico	Simbología	No. de polígonos	Área (m ²)	Área (%)
Fluvial	Cauce aluvial	Fca	1	37.176,47	12,62%
	Terraza de acumulación Antigua	Ftan	1	75.003,20	25,47%
	Terraza de acumulación sub-reciente	Ftas	3	27.964,49	9,49%
	Plano o llanura de inundación	Fpi	2	5.999,06	2,03%
Denudacional	Cono y lóbulo coluvial	Dco	2	87.363,94	29,67%
	Cono o lóbulo de flujo de detritos	Dlfd	1	19.086,59	6,48%
	Escarpe de erosión menor	Deeme	3	3.590,99	1,21%
Antropogénico	Canal artificial	Aca	1	38.071,74	12,93%
	Espolones	Ae	1	113,00	0,03%

Fuente: Autor.



Figura 14. Área (%) de los componentes geomorfológicos de la zona de estudio.



Fuente: Autor.

7.3.1. GEOFORMAS DE ORIGEN DENUDACIONAL

Estas geoformas son originadas debido a la acción de los procesos erosivos, de meteorización, hídricos y fenómenos de transposición o de remoción en masa que actúan sobre las geoformas preexistentes, con la consecuente variación del modelado del relieve y reducción de la superficie terrestre.

7.3.1.1. Cono y lóbulo coluvial (Dco):

Elemento en forma de cono o lóbulo con morfología alomada baja. Su origen es relacionado a procesos de transporte y depositación de materiales sobre las laderas de los depósitos coluviales (Qcol) y por efecto de procesos hidrogravitacionales en suelos saturados y no saturados. Su depósito está constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes, embebidos en una matriz arcillosa a arena limoarcillosa. En esta zona la pendiente de la ladera permite la acumulación de suelos residuales, sosteniéndose en ciertos puntos con la ayuda de obras ingenieriles (gaviones). Esta geoforma se ubica entre el barrio Monserrate y la Cruz.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Figura 15. Fotografía cono y lóbulo coluvial, sobre el barrio Monserrate.



Fuente: Autor.

Figura 16. Fotografía obras ingenieriles (gaviones), sobre el barrio la Cruz.



Fuente: Autor.



7.2.1.2. Cono o lóbulo de flujo de detritos (Dlfd):

Elementos en forma de lóbulos de detritos con morfología alomada y aterrazada, estos detritos se presentan sobre los depósitos aluviales (Qal). Su origen es relacionado a eventos fluvio gravitacionales. Dicha geoforma está constituido por bloques rocosos angulares a subredondeados de detritos y bloques embebidos en una matriz más fina. Estas geoformas se encuentra en el barrio Villas de Santiago.

Figura 17. Fotografía cono o lóbulo de flujo de detritos, sobre el barrio villas de Santiago.



Fuente: Autor.

7.2.1.3. Escarpe de erosión menor (Deeme):

Ladera abrupta o a desplome de longitud corta, de forma rectas a cóncavas, con pendiente escarpada a muy escarpada, estos escarpes se presentan en los depósitos aluviales (Qal) exponiendo la disposición de los clastos heterométricos de alta esfericidad embebidos en una matriz arcillosa de dichos depósitos. Su origen es relacionado a la socavación fluvial lateral o por procesos de



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

erosión y movimientos en masa remontantes a lo largo del río Peralonso. Estas geoformas se presentan en el NW y SE del cauce.

7.3.2. GEOFORMAS DE ORIGEN FLUVIAL Y LAGUNAR

Está conformado por geoformas resultantes de los procesos de erosión de los caudales de los ríos y de la acumulación o deposición de material en las zonas aledañas conocidas como escorrentías, tanto en periodos de grandes crecidas, como en la dinámica normal de los ríos, en estaciones secas.

7.2.2.1. Cauce aluvial (Fca):

Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Para el área urbana presenta una baja pendiente, con resistencia del lecho, y una alta carga de sedimentos y del caudal, intersectando de SW al NE el municipio de Santiago, el cual para el área urbana presenta aproximadamente 1.250 m de longitud con anchores variables de 25-32 m. Dicho cauce es de forma semirecto-meandrico restringiéndose a un valle estrecho en forma de V, con escorrentia en una zona semiplana, como producto del cambio súbito de la dirección del flujo. Dicho cauce corresponde geográficamente al Rio peralonso, perteneciente a la subcuenca de la cuenca del Rio Zulia. Este rio, es considerado la fuente hídrica principal del municipio, abasteciendo en toda su confluencia a la población. En cuanto a su acción como agente externo en la modelación del relieve ha influido fuertemente en procesos de socavación fluvial lateral; por tal las entidades correspondientes en los últimos años han realizado obras de mitigación y prevención de riesgos ante esta socavación, construyendo muros de contención que bordean al cauce en las zonas donde se pueda tener mayor afectación, así como el área urbana donde se tienen construcciones de espacio familiar y vías, muy cercanas al cauce.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Figura 18. Fotografía cauce aluvial, correspondiente al río Peralonso.

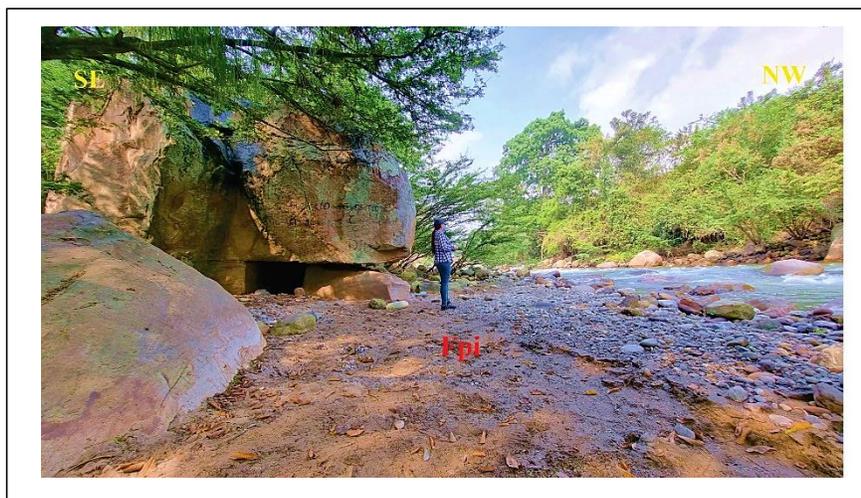


Fuente: Autor.

7.2.2.2. Plano o llanura de inundación (Fpi):

Componente de morfología plana, baja a ondulada, eventualmente inundable y de poco anchor (2-5m). Se presenta bordeando el cauce aluvial, donde es limitado localmente por escarpes de erosión menor. Sus sedimentos consisten en materiales finos y gruesos transportados y modelados por las crecidas del río Peralonso.

Figura 19. Fotografía plano o llanura de inundación. Correspondiente al río Peralonso.



Fuente: Autor.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

7.2.2.3. Terraza de acumulación sub-reciente (Ftas):

Componente plano a suavemente inclinado, remanente de terrazas sub-recientes de morfología recta, disectadas, localmente basculadas, con pendientes entre ligeramente a fuertemente inclinadas. Su origen es relacionado a la ampliación del valle del río Peralonso, al ganar importancia la erosión en sus márgenes. La superficie de la anterior llanura aluvial queda contiguo a las márgenes del valle en forma de escalón o resalte topográfico que define la terraza. Están cubiertos por suelos arcillosos fluviales. Su depósito está constituido por arenas, arcillas e intercalaciones locales de grava fina. Estas geoformas se encuentra en el barrio Villas de Santiago y sobre ellas se realizan obras de desarrollo social.

Figura 20. Panorámica Terraza de acumulación sub-reciente. Sobre el barrio Villas de Santiago.



Fuente: Autor.

7.2.2.4. Terraza de acumulación antigua (Ftan):

Superficie alomada en forma de abanico de extensión kilométrica, laderas moderadamente cortas, cóncavas a convexas. Se caracterizan por presentar pendientes de 5° a 10° en las partes altas, limitadas por escarpes de disección en forma de “V” que localmente pueden alcanzar inclinaciones de 20° . De manera general, se presentan colgadas, inclinadas y discordantes sobre



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

unidades antiguas. Su origen es relacionado a la disección y tectonismo de abanicos y planicies aluviales antiguas. Su depósito está constituido por gravas, arenas y arcillas. Estas geoformas se ubican en gran parte de la zona de estudio del SW-NE.

7.2.3. GEOFORMAS DE ORIGEN ANTROPONEGICO

Para este ambiente se incluyen geoformas resultantes de la intervención humana en la superficie, la mayoría de los casos han sido con fines para obras de ingeniería civil, construcción de viviendas, acumulación de residuos o vertederos, destrucción y adecuación de nuevas carreteras, y alteración de la forma natural del terreno.

7.2.3.1. Canal Artificial (Aca):

Canales construidos para dragado, rectificación y canalización del cauce del río Peralonso y sus drenajes alimentadores. Dicha estructura se construye como un sistema de protección para el área urbana del municipio de Santiago, y localmente para el abastecimiento del agua. Para la zona de estudio se presentan dos canales ubicados en el barrio Villas de Santiago en los que en la dirección del flujo desembocan en el río Peralonso.

Figura 21. Fotografía Canal Artificial. Sobre el barrio Villas de Santiago.



Fuente: Autor.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

7.2.3.2. Espolones (Ae):

Muro construido en la orilla del río Peralonso con el fin de controlar la socavación fluvial lateral que presenta el cauce del río. También se construye en el borde de los barrancos y precipicios para protección del terreno y de los habitantes. Esta geoforma se ubica al margen SW del cauce, presenta una longitud aproximada de 430 m.

Figura 22. Fotografía espolones. Correspondiente al río Peralonso.

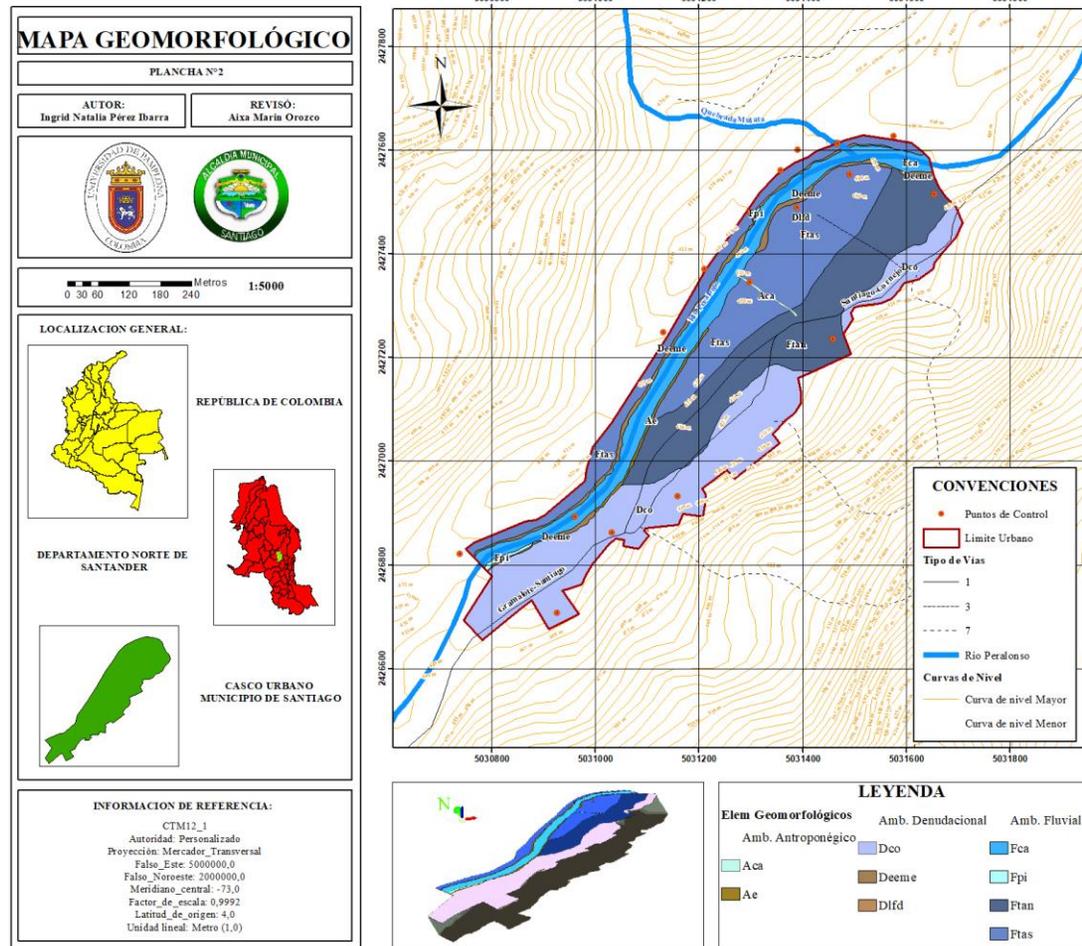


Fuente: Autor.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Figura 23. Mapa Geomorfológico del área de estudio.



Fuente: Autor.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

CONCLUSIONES

En particular podemos concluir que las unidades geológicas a escala 1:5000 del municipio de Santiago permitieron observar que en la mencionada zona sobresalen depósitos de suelos transportados, correspondientes a Depósitos aluviales recientes, Depósitos coluviales, Depósitos de terrazas antiguas y Depósitos de terrazas recientes. Se aprecia que la unidad de mayor área corresponde a los depósitos de terrazas recientes (47,42%) sobresaliendo al noroeste y centro de la zona de estudio, constituyendo 139.883,52 m². Así mismo, se encontraron depósitos de origen fluvial con actividad reciente, formados en gran parte por materiales detríticos, compuesto por una granulometría fina hasta gravas y bloques que se encuentran sometidos a la acción fluvial del río Peralonso.

Podemos decir que los componentes geomorfológicos a escala 1:5000 en el casco urbano del municipio de Santiago siguiendo la guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica de Henry Carvajal. Desde esta perspectiva, los elementos geomorfológicos correspondientes al área de estudio, permitieron identificar tres ambientes morfogenéticos que con el paso de los años se han ido formando por medio de procesos diferentes adecuándose a la modelación del terreno. Dentro de los ambientes, se encuentran: Ambiente denudacional, fluvial y antropogénico, predominando el fluvial correspondiendo a un 49,64%; seguido de este, se encuentra el denudacional que corresponde a un 37,28%); por último, se encontró el ambiente antropogénico con un 12,97%, el cual tiene gran influencia en el occidente de la zona de estudio.

Por otra parte, podemos concluir que el respectivo análisis en cuanto a los componentes básicos geomorfológicos como morfología y morfometría en el municipio de Santiago escala 1:5000. Dando a entender que, a través del tiempo en términos geológicos, el relieve terrestre, en la zona de estudio, ha ido cambiando y evolucionando en función de los factores naturales que lo afectan, lo que más ha contribuido con dichos cambios es la intervención humana (factor antrópico). Factores naturales tales como la lluvia, la erosión, entre otros, sumados al factor antropogénico que incluye la deforestación, la minería, el sobrepastoreo y otros usos inadecuados del suelo, han contribuido a modificar el paisaje del territorio colombiano, lo que conlleva al desarrollo de zonas de inestabilidad que dan paso a los movimientos en masa, en diferentes formas y magnitudes.

Dentro del ambiente antropogénico se resaltan las construcciones ingenieriles realizadas en las zonas donde se debe tener mayor control y mitigación causadas por las afectaciones del agente fluvial principal del área como lo son el muro de contención construido para la zona NW del área de estudio como medida de protección ante la socavación fluvial del río Peralonso.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios más detallados en el municipio, los cuales sirvan como importantes insumos para los estudios de la gestión del riesgo y desarrollo urbanístico.

Es necesario tener en cuenta los mapas geológicos, geomorfológicos y los estudios básicos que se llevaron a cabo como insumo a los estudios ambientales, y de ordenamiento territorial, especialmente cuando se trata de zonas con alta probabilidad a que ocurran fenómenos de movimiento de masas, avenidas torrenciales e inundaciones.

Es muy importante realizar la actualización del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Santiago y así crear proyectos que incluyan recursos para nuevas investigaciones y obras que mejoren los riesgos para la comunidad, tanto urbanas como rurales.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

BIBLIOGRAFÍA

CARVAJAL, J. H. (2011). *PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA EN COLOMBIA*. Septiembre: INGEOMINAS.

Carvajal, J. H. (2012). *ANEXO A, PROPUESTA DE ESTANDARIZACION DE LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLOGICA EN COLOMBIA*. Bogotá: INGEOMINAS.

Colombiano, S. G. (2012). *Estudios de geología y geomorfología escala 1:25.000 para la reubicación del casco urbano del municipio de Gramalote, Departamento Norte de Santander*. . Bogotá D.C: Ingeominas.

Convenio 021 de 2013. (2015). *Mapa Geomorfológico, Aplicado a Movimientos en Masa Plancha 87-Sardinata*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

EOT, A. M. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT)*. Santiago,Norte de Santander.

Gutiérrez Elorza, M. (2008). *GEOMORFOLOGÍA*. Madrid: PEARSON.

Ochoa, A., García P, G., Lozano R, L., Ríos B, P., Oviedo R, J., & Cardozo O, A. M. (2016). *CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE LA PLANCHA 87 – SARDINATA DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Oviedo, J., Garcia, G., Rios, P., Martinez, E., Lozano, L., Cardozo, A., & Ochoa, A. (2016). *ANEXO B, Mapa Geológico de la plancha 87 Sardinata*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

Oviedo, J., Ríos , P., & García , G. (2016). *ANEXO B MAPA GEOLÓGICO DE LA PLANCHA 88 CÚCUTA*. Cúcuta: Servicio Geológico Colombiano (SGC).



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

SGC. (2012). *Estudios de geología y geomorfología escala 1:25.000 para la reubicación del casco urbano del municipio de Gramalote, Departamento Norte de Santander. Volumen 1.* Bogotá D.C.: INGEOMINAS - Servicio Geológico Colombiano.

SGC. (2016). *ANEXO A. GLOSARIO DE UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.* Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

Van Zuidam, R. (1985). *Aerial photointerpretation in terrain análisis and geomorphological mapping.* International Institute for Aerospace survey and earth Science (ITC). Netherlands: Smiths Publishers.

Zinck, J. (2012). *Geodología. Elementos de geomorfología para estudios de suelo y riesgos naturales.* Enschede, The Netherlands: Faculty of Geo- Information Science and Earth Observation.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

ANEXOS

Anexo A. Mapa Geológico del área de estudio.

Anexo B. Mapa Geomorfológico del área de estudio.

Anexo C. Mapa de pendientes.

Anexo D. Mapa de sombras.

Anexo E. Mapa de localización del área de estudio.

Anexo F. Imagen Satelital.



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Anexo A. Mapa Geológico del área de estudio.

MAPA GEOLÓGICO

PLANCHA N°1

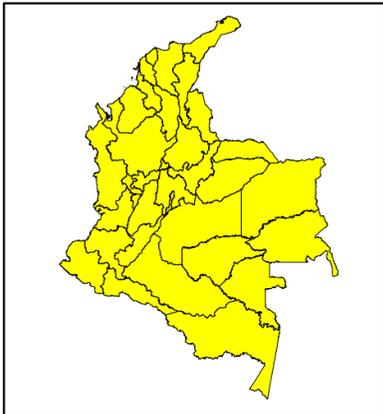
AUTOR:
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

REVISÓ:
Aixa Marin Orozco

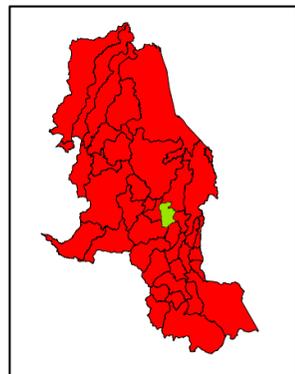


0 30 60 120 180 240 Metros **1:5000**

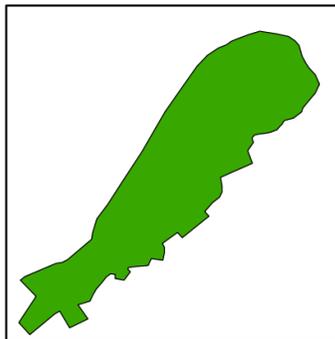
LOCALIZACION GENERAL:



REPÚBLICA DE COLOMBIA



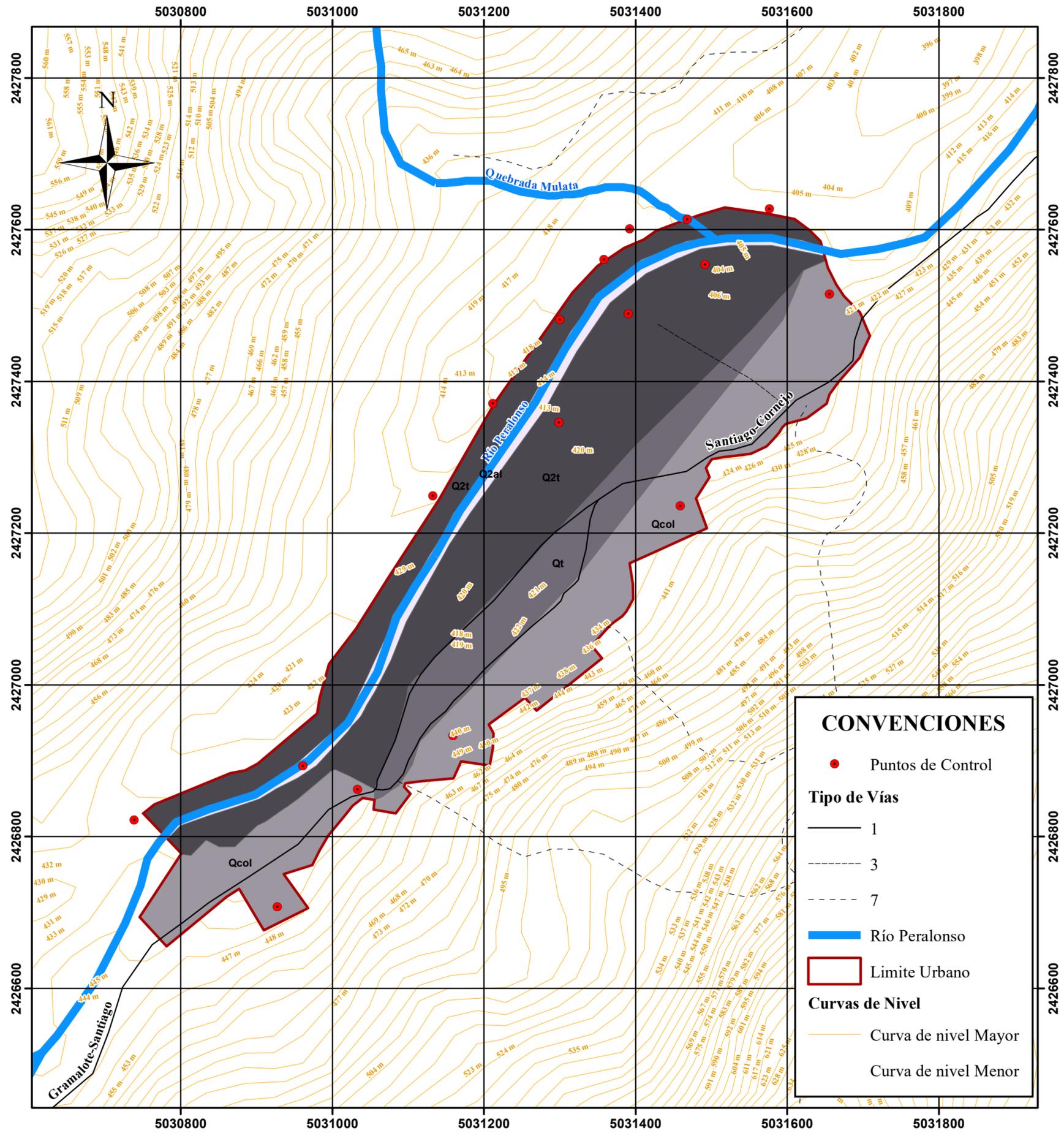
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER



CASCO URBANO
MUNICIPIO DE SANTIAGO

INFORMACION DE REFERENCIA:

CTM12_1
Autoridad: Personalizado
Proyección: Mercator_Transversal
Falso_Este: 5000000,0
Falso_Noroeste: 2000000,0
Meridiano_central: -73,0
Factor_de_escala: 0,9992
Latitud_de_origen: 4,0
Unidad_lineal: Metro (1,0)



CONVENCIONES

● Puntos de Control

Tipo de Vías

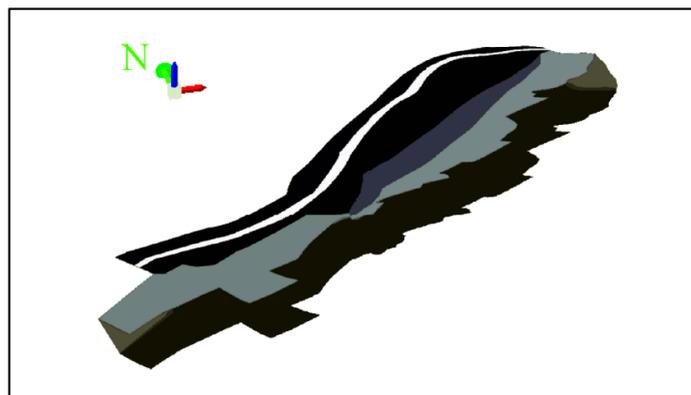
— 1
- - - 3
- - - 7

■ Río Peralonso

■ Limite Urbano

Curvas de Nivel

— Curva de nivel Mayor
— Curva de nivel Menor



LEYENDA

■ Suelo transportado de aluviones de lecho del Río
■ Suelo transportado de coluviones
■ Suelo transportado de terraza aluvial Antigua
■ Suelo transportado de Terraza aluvial Reciente



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Anexo B. Mapa Geomorfológico del área de estudio.

MAPA GEOMORFOLÓGICO

PLANCHA N°2

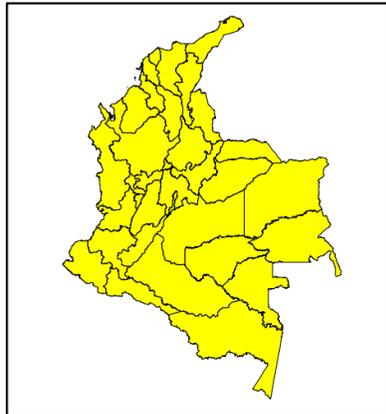
AUTOR:
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

REVISÓ:
Aixa Marin Orozco

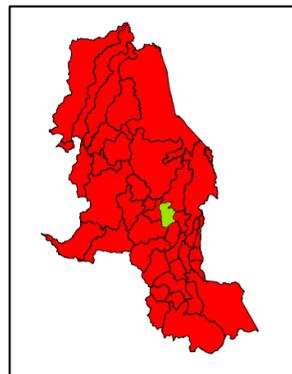


0 30 60 120 180 240 Metros **1:5000**

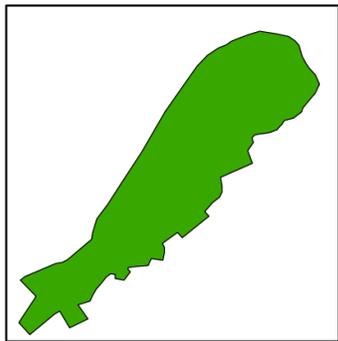
LOCALIZACION GENERAL:



REPÚBLICA DE COLOMBIA



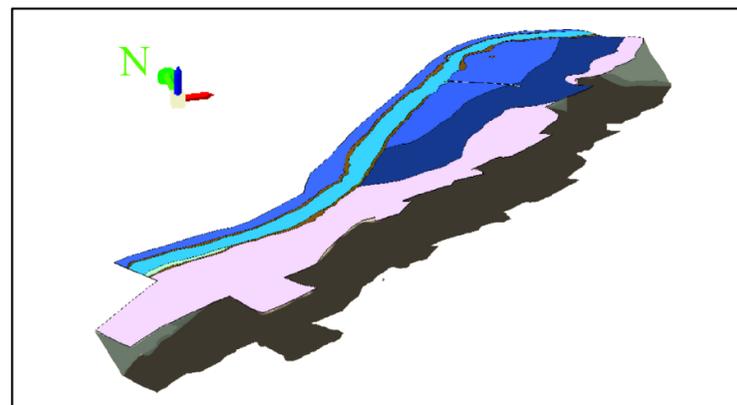
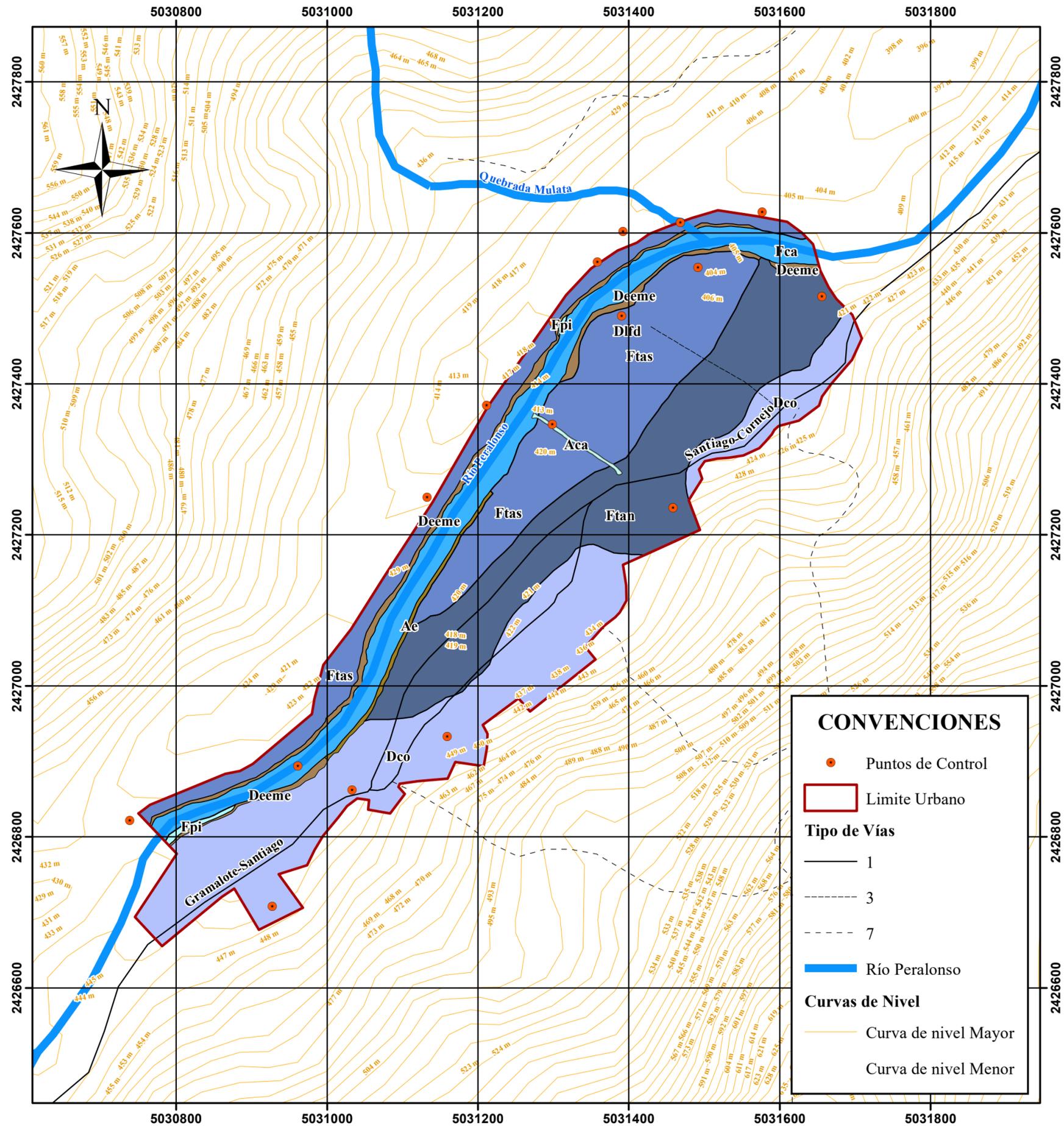
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER



CASCO URBANO
MUNICIPIO DE SANTIAGO

INFORMACION DE REFERENCIA:

CTM12_1
Autoridad: Personalizado
Proyección: Mercator_Transversal
Falso_Este: 500000,0
Falso_Noroeste: 2000000,0
Meridiano_central: -73,0
Factor_de_escalas: 0,9992
Latitud_de_origen: 4,0
Unidad_lineal: Metro (1,0)



LEYENDA

Elem Geomorfológicos		Amb. Denudacional	Amb. Fluvial
Aca	Dco	Fca	Fpi
Ae	Deeme	Ftd	Ftan
	Dlfd		Ftas



Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Anexo C. Mapa de pendientes.

MAPA DE PENDIENTES

PLANCHA N°3

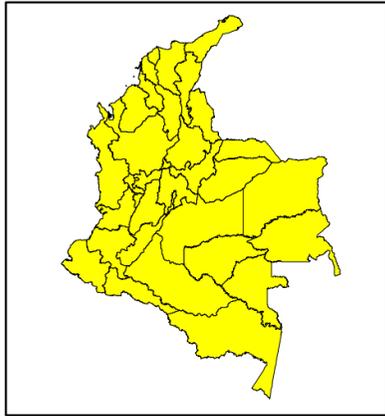
AUTOR:
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

REVISÓ:
Aixa Marin Orozco



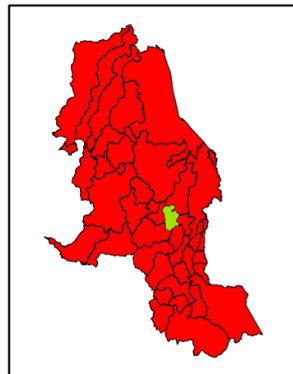
0 30 60 120 180 240 Metros **1:5000**

LOCALIZACION GENERAL:

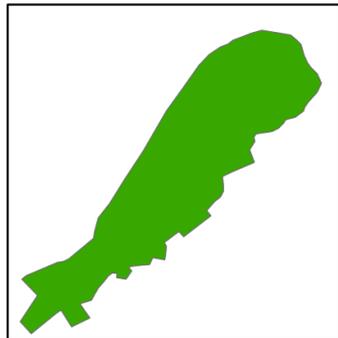


REPÚBLICA DE COLOMBIA

DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

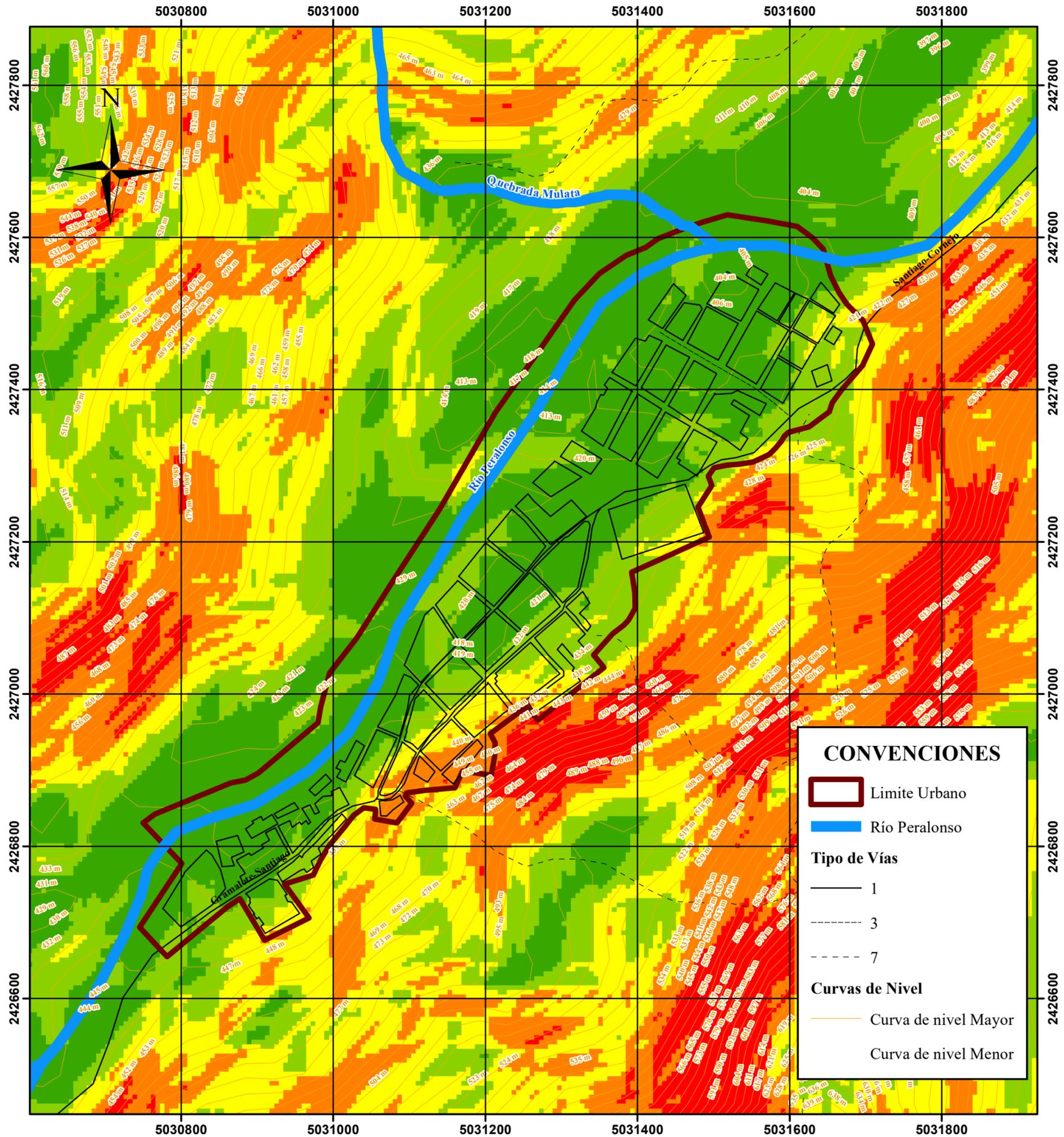


CASCO URBANO
MUNICIPIO DE SANTIAGO



INFORMACION DE REFERENCIA:

CTM12_1
 Autoridad: Personalizado
 Proyección: Mercator Transversal
 Falso_Este: 5000000,0
 Falso_Noroeste: 2000000,0
 Meridiano_central: -73,0
 Factor_de_escalas: 0,9992
 Latitud_de_origen: 4,0
 Unidad_lineal: Metro (1,0)



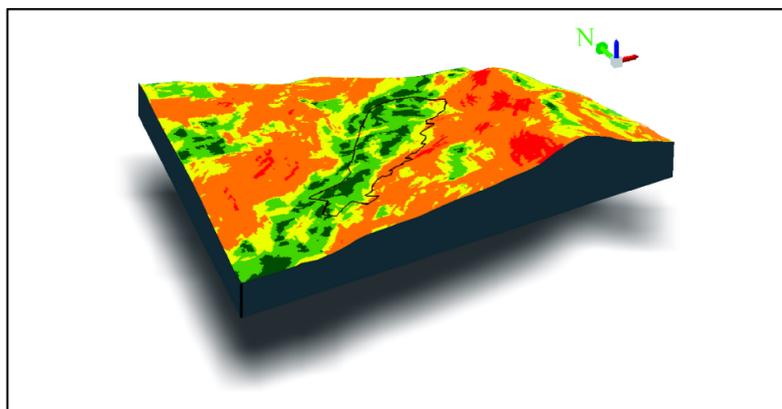
CONVENCIONES

- Limite Urbano
- Río Peralonso
- Tipo de Vías**
- 1
- 3
- 7
- Curvas de Nivel**
- Curva de nivel Mayor
- Curva de nivel Menor

LEYENDA

Pendientes Santiago

- 0-3 Ligeramente plana
- 3-7 Ligeramente inclinada
- 7-12 Moderadamente inclinada
- 12-25 Fuertemente inclinada
- 25-50 Ligeramente escarpada





Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Anexo D. Mapa de sombras.

MAPA DE SOMBRAS

PLANCHA N°4

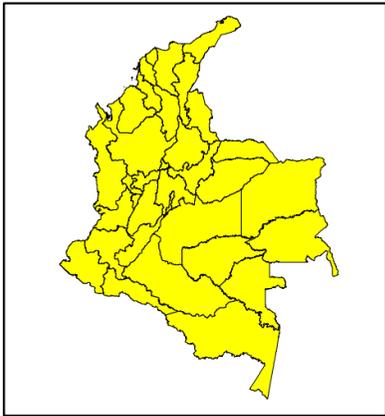
AUTOR:
Ingrid Natalia Pérez Ibarra

REVISÓ:
Aixa Marin Orozco



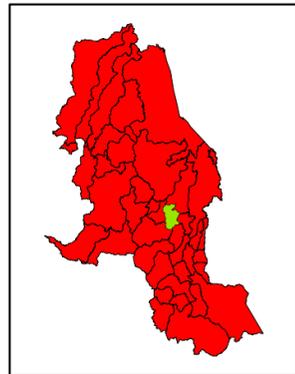
0 30 60 120 180 240 Metros **1:5000**

LOCALIZACION GENERAL:

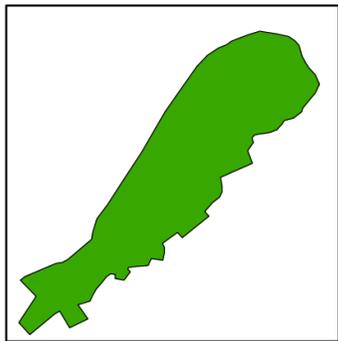


REPÚBLICA DE COLOMBIA

DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

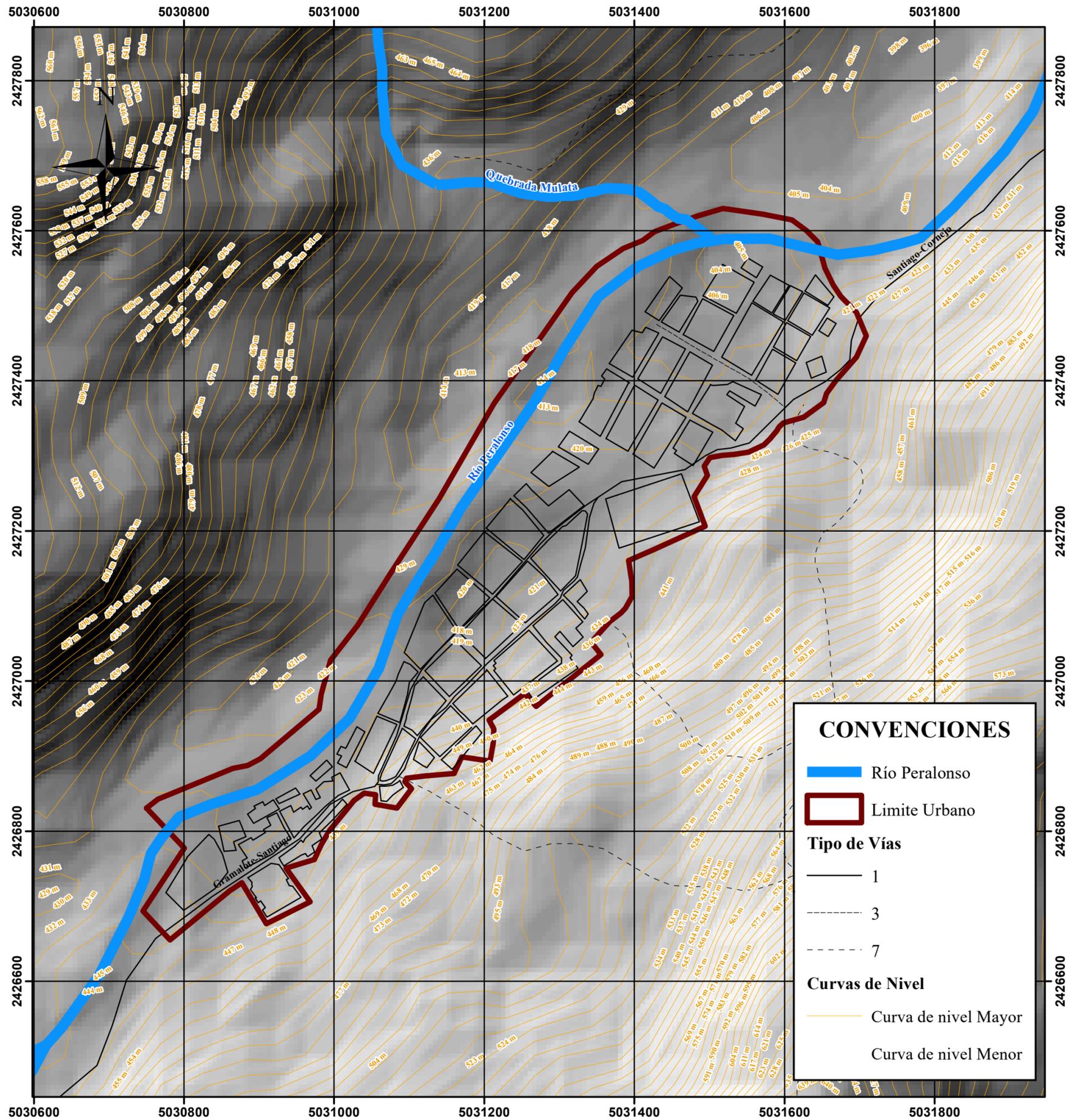


CASCO URBANO
MUNICIPIO DE SANTIAGO



INFORMACION DE REFERENCIA:

CTM12_1
Autoridad: Personalizado
Proyección: Mercador_Transversal
Falso_Este: 5000000,0
Falso_Noroeste: 2000000,0
Meridiano_central: -73,0
Factor_de_escalas: 0,9992
Latitud_de_origen: 4,0
Unidad_lineal: Metro (1,0)



CONVENCIONES

Río Peralonso

Limite Urbano

Tipo de Vías

1

3

7

Curvas de Nivel

Curva de nivel Mayor

Curva de nivel Menor

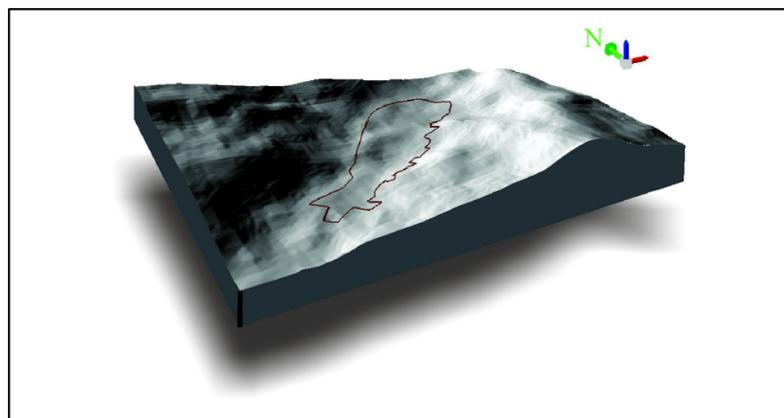
LEYENDA

sombras



High : 251

Low : 58



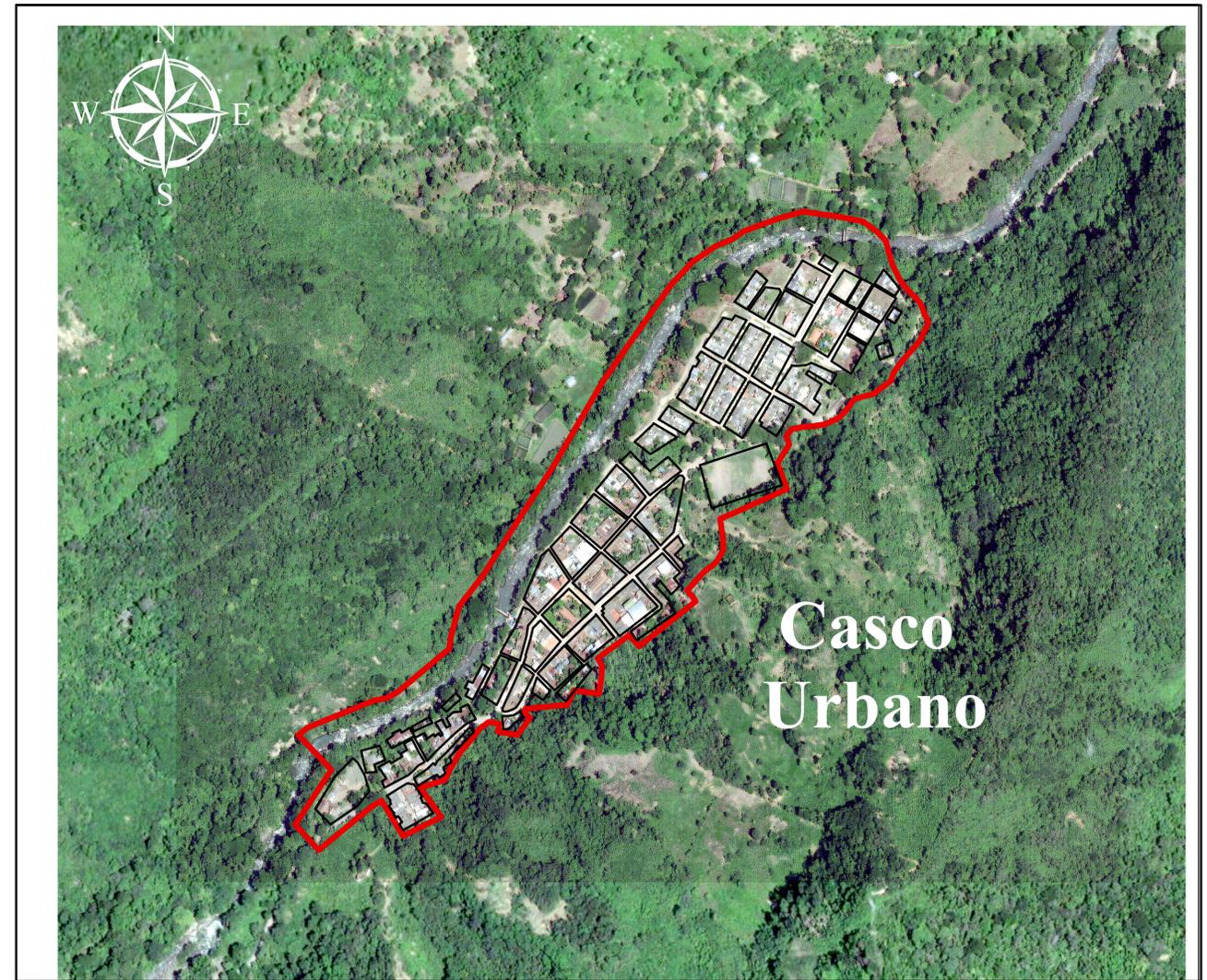


Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Anexo E. Mapa de localización del área de estudio.

LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO



**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA
PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO
DE SANTIAGO, NORTE DE SANTANDER
A ESCALA 1:5000.**

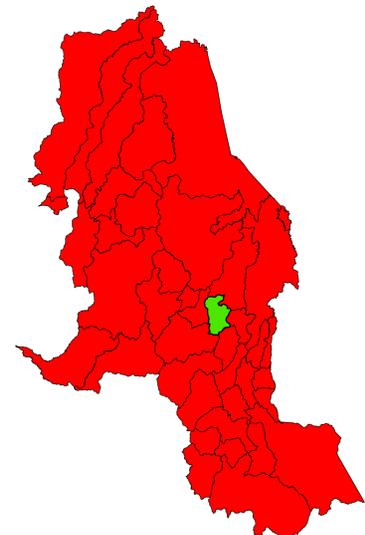
INGRID NATALIA PÉREZ IBARRA



REPÚBLICA DE COLOMBIA



**DEPARTAMENTO
NORTE DE SANTANDER**





Universidad de Pamplona- Alcaldía Municipal de Santiago

Ingrid Natalia Pérez Ibarra

Anexo F. Imagen Satelital.

