

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL Y CARACTERIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES
DE LOS BARRIOS TRINIDAD, SANTA CATALINA, COOMPES, CABAÑAS DEL
NORTE Y URBANIZACIÓN VILLA MARÍA DE LA CIUDAD DE TUNJA

DAVID RICARDO CÁRDENAS REMOLINA
MARÍA ROCÍO CARO MORENO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2016

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL Y CARACTERIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES
DE LOS BARRIOS TRINIDAD, SANTA CATALINA, COOMPES, CABAÑAS DEL
NORTE Y URBANIZACIÓN VILLA MARÍA DE LA CIUDAD DE TUNJA

DAVID RICARDO CÁRDENAS REMOLINA
MARÍA ROCÍO CARO MORENO

Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero(a) civil

Director
Wilson Alfredo Medina Sierra
Ingeniero civil

Codirector
Néstor Iván Rojas Gamba
Ingeniero civil

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2016

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, mayo 2016

*A Dios
por permitirnos culminar esta etapa
de nuestra formación profesional.
A nuestros padres
por ser nuestro ejemplo a seguir,
por apoyarnos y guiarnos
en cada paso de nuestros caminos.
y a nuestros hermanos por
su respaldo y compañía.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindaros sabiduría y entendimiento para aprender, entender, interpretar y expresar.

A nuestros padres que con su esfuerzo y dedicación siempre han buscado darnos lo mejor y dejarnos la mejor herencia que es la educación.

A los ingenieros Wilson Medina y Néstor Rojas quienes con sus enseñanzas y orientaciones nos brindaron sus conocimientos para el buen desarrollo de nuestro proyecto y a los integrantes de los semilleros SIPAV y SIEC quienes con sus investigaciones aportan a este proyecto.

A los presidentes de cada una de las juntas de acción comunal de los barrios y a sus habitantes por su colaboración en la realización de las encuestas.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	17
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	20
2. JUSTIFICACIÓN	21
3. OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GENERAL	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	23
4.1 ESTADO DEL ARTE	23
4.1.1 Seismic risk at the urban scale: assessment, mapping and planning	23
4.1.2 Information technology and management of diagnostics for analysis of seismic vulnerability in buildings	23
4.1.3 Economic feasibility analysis of pre-earthquake strengthening of buildings in a moderate seismicity / high vulnerability area	24
4.1.4 A proposed methodology for seismic risk evaluation of existing reinforced school buildings	25
4.1.5 Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural	26
4.1.6 Tipología estructural de los barrios Santa Inés, Remansos de Santa Inés y Terrazas de Santa Inés de la ciudad de Tunja	26
4.1.7 Tipología estructural y caracterización de las edificaciones de los barrios La Sierra, Urazandy, La Frontera, Centenario y Nueva Santa Bárbara de la ciudad de Tunja	26
4.1.8 Estudio de vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Tunja	27
4.1.9 Estudio de vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Tunja	27
4.2 APROXIMACIÓN CONCEPTUAL	27
4.2.1 Localización de la zona de estudio.	27
4.2.2 Descripción de la zona de estudio.	29
4.2.3 Condiciones sísmicas.	33

4.2.4 Sismos más representativos en Colombia	36
4.2.5 Topografía del terreno.....	41
4.2.6 Geología de Tunja	44
4.2.7 Caracterización geotécnica.....	47
4.2.8 Procesos amenazantes del suelo urbano de Tunja.	49
4.2.9 Susceptibilidad a la inundación.....	52
4.2.10 Sistemas estructurales.....	53
5. MATERIALES Y MÉTODOS	57
5.1 MATERIALES	57
5.1.1 Formato encuestas	57
5.1.2 Microsoft Excel.....	67
5.1.3 Geoportal del IGAC.....	67
5.1.4 ArcGIS.	68
5.1.5 Otras herramientas.	68
5.2 MÉTODOS.....	68
5.2.1 Marco metodológico.....	68
5.2.2 Metodología	69
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	71
6. 1 ANÁLISIS GENERAL DE LAS EDIFICACIONES	71
6.1.1 Barrios.....	71
6.1.2 Total de predios.	74
6.1.3 Número de habitantes.....	75
6.1.4 Año de construcción.	76
6.1.5 Inclinación del terreno.....	79
6.1.6 Presencia de inundaciones.....	82
6.1.7 Posición de la edificación en la manzana.	85
6.1.8 Número de pisos.....	88
6.1.9 Grupo de uso.	91
6.1.10 Sistema estructural.	94
6.1.11 Tipos de entrepiso.	97
6.1.12 Tipos de cubierta.	100
6.1.13 Daños en la estructura.....	103
6.1.14 Mantenimiento de la edificación.....	106

6.1.15 Porcentaje de daño.....	109
6.1.16 Tipo de escalera.	112
6.1.17 Configuración de placas.....	115
6.1.18 Juntas de separación.....	118
6.1.19 Calidad de diseño.	121
6.1.20 Estado de la edificación.	124
7. CASOS MÁS RELEVANTES	127
7.1 CASOS BARRIO COOMPES	127
7.1.1 La casa C-10 (Cra 9 N° 67-55) y casa C_28 (Cra 8 N° 67-55).	127
7.2 CASOS BARRIO SANTA CATALINA	128
7.2.1 La casas SC-049 (Calle 68 N° 7-33), SC-050 (Calle 68 N° 7-27) y SC-051 (Calle 68 N° 7-21).	128
7.3 CASOS URBANIZACIÓN VILLA MARÍA	130
7.3.1 Casa VM-031 (Calle 3 a N° 13-76).	130
7.4 CASOS BARRIO TRINIDAD.....	130
7.4.1 Casa T-8 (Cra 15 N° 1C -05)	130
7.4.2 Casa T-31 (Calle 2 N° 15-84).....	131
7.4.3 Casa T-100 (Cra 16 N° 3-04).	132
7.4.4 Casa T-106 (Cra 15 a N° 1-16).	132
7.4.5 Casa T-151 (Calle 1 a N° 16-64).....	133
7.4.6 Casa T-251 (Calle 1 N° 14-59).....	134
7.4.7 Casa T-267 (Calle 1 N° 14-10).....	134
8. CONCLUSIONES.....	136
9. RECOMENDACIONES	138
GLOSARIO	140
BIBLIOGRAFÍA.....	144
ANEXOS.....	148

TABLA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Localización del municipio de Tunja en el país.....	28
Ilustración 2. Mapa de las comunas de Tunja.....	28
Ilustración 3. Localización barrios de estudio sector norte.....	29
Ilustración 4. Localización barrios de estudio sector sur.....	29
Ilustración 5. Delimitación barrio Coompes.....	30
Ilustración 6. Delimitación barrio Santa Catalina.....	31
Ilustración 7. Delimitación barrio Cabañas del Norte	31
Ilustración 8. Delimitación barrio Trinidad	32
Ilustración 9. Delimitación urbanización Villa María	32
Ilustración 10. Interior terrestre	34
Ilustración 11. Ondas sísmicas	35
Ilustración 12. Sismo Tumaco, 1906.....	37
Ilustración 13. Sismo Norte de Santander, 1850.....	37
Ilustración 14. Sismo Huila, 1967.....	38
Ilustración 15. Sismo Antiguo Caldas, 1979	38
Ilustración 16. Sismo Sur del Pacifico, 1979.....	39
Ilustración 17. Sismo Popayán, 1983.....	39
Ilustración 18. Sismo Armenia, 1999	40
Ilustración 19. Mapa de pendientes, barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte	43
Ilustración 20. Mapa de pendientes, barrios Trinidad y Villa María.....	43
Ilustración 21. Mapa de geología, barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte	46
Ilustración 22. Mapa de geología, barrios Trinidad y Villa María	47
Ilustración 23. Mapa geomorfología, barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte	49
Ilustración 24. Mapa geomorfología, barrios Trinidad y Villa María	49
Ilustración 25. Mapa de amenazas, barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte	51
Ilustración 26. Mapa de amenazas, barrios Trinidad y Villa María.....	52
Ilustración 27. Mapa susceptibilidad a la inundación, barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte	53
Ilustración 28. Mapa susceptibilidad a la inundación, barrios Trinidad y Villa María	53

Ilustración 29. Sistemas estructurales	56
Ilustración 30. Formato de identificación de la edificación	57
Ilustración 31. Formato de número de habitantes.....	58
Ilustración 32. Formato de año de construcción	58
Ilustración 33. Formato de ubicación en el terreno	58
Ilustración 34. Formato de presencia de inundaciones.....	58
Ilustración 35. Formato de posición de edificación en la manzana	59
Ilustración 36. Formato de configuración en planta	59
Ilustración 37. Formato de configuración en elevación	60
Ilustración 38. Formato de uso de la edificación	60
Ilustración 39. Formato de sistema estructural	61
Ilustración 40. Formato de tipos de entrepiso	61
Ilustración 41. Formato de tipos de cubierta	62
Ilustración 42. Formato de estado de la edificación	62
Ilustración 43. Formato de daños en la estructura	63
Ilustración 44. Formato de mantenimiento general de la edificación	63
Ilustración 45. Formato de daños en elementos no estructurales.....	63
Ilustración 46. Formato de porcentaje de daño global de la edificación.....	63
Ilustración 47. Formato de tipos de escalera	64
Ilustración 48. Formato de favorabilidad o des favorabilidad entre placas.....	64
Ilustración 49. Formato de presencia de juntas de separación	64
Ilustración 50. Formato de presencia o no de piso flexible	65
Ilustración 51. Formato de presencia o no de irregularidad en masa	65
Ilustración 52. Formato de presencia de irregularidad o no en la rigidez	65
Ilustración 53. Formato de inspección de la edificación	65
Ilustración 54. Formato de calidad de diseño de la edificación	66
Ilustración 55. Formato de estado de la edificación	66
Ilustración 56. Formato de recomendaciones	67
Ilustración 57. Formato de comentarios.....	67

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Sismos en Boyacá	40
Tabla 2. Sismos en Tunja	41
Tabla 3. Pendientes de Tunja	42
Tabla 4. Serie Cretácico – Terciaria.....	44
Tabla 5. Serie Cuaternario	44
Tabla 6. Pliegues de Tunja	45
Tabla 7. Fallas de Tunja	45
Tabla 8. Zonificación geotécnica de la zona montañosa	47
Tabla 9. Zonificación geotécnica de la zona plana	48
Tabla 10. Procesos amenazantes identificados en el suelo urbano.	50
Tabla 11. Barrios.....	71
Tabla 12. Total de predios	74
Tabla 13. Número de habitantes.....	75
Tabla 14. Año de construcción.....	76
Tabla 15. Inclinación del terreno	79
Tabla 16. Presencia de inundaciones	82
Tabla 17. Posición de la edificación en la manzana	85
Tabla 18. Número de pisos	88
Tabla 19. Grupo de uso	91
Tabla 20. Sistema estructural	94
Tabla 21. Tipos de entrepiso.....	97
Tabla 22. Tipos de cubierta	100
Tabla 23. Daños en la estructura	103
Tabla 24. Mantenimiento de la edificación	106
Tabla 25. Porcentaje de daño	109
Tabla 26. Tipo de escalera	112
Tabla 28. Configuración de placas.....	115
Tabla 29. Juntas de separación	118
Tabla 30. Calidad de diseño	121
Tabla 31. Estado de la edificación	124

LISTA DE GRÁFICAS

Pág.

Gráfica 1. Barrios	71
Gráfica 2. Total de predios.....	74
Gráfica 3. Número de habitantes	75
Gráfica 4. Año de construcción	76
Gráfica 5. Inclinación del terreno	79
Gráfica 6. Presencia de inundaciones	82
Gráfica 7. Posición de la edificación en la manzana.....	85
Gráfica 8. Número de pisos	88
Gráfica 9. Grupo de uso.....	91
Gráfica 10. Sistema estructural.....	94
Gráfica 11. Tipos de entepiso	97
Gráfica 12. Tipos de cubierta	100
Gráfica 13. Daños en la estructura	103
Gráfica 14. Mantenimiento de la edificación	106
Gráfica 15. Porcentaje de daño	109
Gráfica 16. Tipo de escalera.....	112
Gráfica 17. Configuración de placas	115
Gráfica 18. Juntas de separación	118
Gráfica 19. Calidad de diseño.....	121
Gráfica 20. Estado de la edificación.....	124

TABLA DE FOTOS

Pág.

Foto 1. Casa C_10 barrio Coompes	127
Foto 2. Casa C_28 barrio Coompes	128
Foto 3. Casa Sc_049 barrio Santa Catalina.....	128
Foto 4. Casa Sc_050 barrio Santa Catalina.....	129
Foto 5. Casa Sc_051 barrio Santa Catalina.....	129
Foto 6. Casa VM_031 Urbanización Villa María	130
Foto 7. Casa T_8 barrio Trinidad	131
Foto 8. Casa T_31 barrio Trinidad	131
Foto 9. Casa T_100 barrio Trinidad	132
Foto 10. Casa T_106 barrio Trinidad	133
Foto 11. Casa T_151 barrio Trinidad	133
Foto 12. Casa T_251 barrio Trinidad	134
Foto 13. Casa T_267 barrio Trinidad	135

TABLA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Anteproyecto presentado a facultad	149
Anexo B. Anteproyecto presentado a facultad con correcciones. . ¡Error! Marcador no definido.	161
Anexo C. Cartas dirigidas a oficinas de planeación, policía nacional y presidentes de las juntas de acción comunal	¡Error! Marcador no definido. 173
Anexo D. Formato de encuesta	¡Error! Marcador no definido. 180
Anexo E. Planos de edificaciones de los barrios (tomado de archivo municipal).	¡Error! Marcador no definido. 185
Anexo F. CD con análisis detallado de cada barrio, registro fotográfico de las edificaciones.	¡Error! Marcador no definido. 192

RESUMEN

Se realizó un estudio de tipología estructural dirigido a barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la ciudad de Tunja, por medio de visitas e inspecciones visuales las edificaciones, con el fin de obtener una caracterización de cada una de estas, apoyados de los parámetros establecidos en el título A de la norma sismo resistente colombiana NSR-10.

Para llevar a cabo esta investigación y recolectar la información pertinente se empleó una encuesta dirigida a los habitantes de cada una de las viviendas de estudio, donde se tuvieron en cuenta diferentes aspectos como lo es el uso de la edificación, ubicación, año de construcción, número de habitantes, sistema constructivo, estado visual que presenta, y otros parámetros necesarios, con el fin para realizar un análisis adecuado y lo más acertado posible de acuerdo a la NSR-10.

Después de recolectar la información necesaria, se tabularon los resultados en Excel y se realizó la respectiva caracterización de los tipos de estructuras. Habiendo recopilando toda la información se exporto a una base de datos mediante el sistema de información geográfica (SIG) apoyados del software ArcGis, esto para presentar de forma interactiva una serie de mapas donde se puede observar las respectivas características de las edificaciones de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la ciudad de Tunja.

ABSTRACT

Will be performed a study of structural typology aimed at neighborhoods Trinidad, Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte and Urbanización Villa Maria in the city of Tunja, through visits and visual inspections to each home, in order to obtain a characterization of each of these, supported in the regulations established in the title the Colombian earthquake resistant standard NSR-10.

To carry out this research and collect relevant information is employed a survey directed to the inhabitants of each of the houses of study, where they will be considered different aspects such as the use of the building, location, year of construction, number of inhabitants, construction system, visual state having, and other parameters needed to perform a proper analysis and as accurate as possible according to the NSR-10.

After collecting the necessary information, are tabulated results in Excel, is will make the respective characterization of the types of structures, having collected all the information and bringing it to a database using the geographic information system (GIS) supported the ArcGis software, in addition to presenting of form interactively a series of flats where you can see the respective buildings of the neighborhoods Trinidad, Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte and Urbanización Villa Maria of the city of Tunja.

INTRODUCCIÓN

En años anteriores se han realizado estudios de vulnerabilidad sísmica, convirtiéndose en un aporte importante para la prevención de futuras catástrofes naturales a nivel nacional, estos estudios se han desarrollado con el propósito de tener información de los sectores que presentan mayor riesgo ante la ocurrencia de un sismo con el fin de proteger la vida humana y evitar daños materiales.

Estos estudios se han convertido en buenas fuentes de información ya que con el pasar de los años se han presentado varios sismos en el país causando grandes pérdidas a nivel social, económico y dejando personas damnificadas y poblaciones destruidas. Colombia se encuentra ubicada sobre el Cinturón del Circumpacífico donde se encuentran las fallas geológicas más importantes a nivel mundial, comprendiendo una zona propensa a la alta actividad sísmica,¹ por esta razón se a venido implementado normativas que contemplan requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones de modo que estas den una respuesta estructural favorable ante un movimiento sísmico. Actualmente se cuenta con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), bajo la ley 400 de 1997 siendo así de obligatorio cumplimiento.

Este reglamento aplica para cada una de las regiones del país, dentro de ellas Tunja capital del departamento de Boyacá, que se encuentra ubicada sobre la Cordillera Oriental, dentro de una zona con fallas geológicas activas como la falla del Piedemonte Llanero, Santa María, Boyacá², entre otras, que hacen de esta una zona de amenaza sísmica intermedia definida así por la Norma Sismo Resistente Colombiana³. De acuerdo a lo establecido en dicha norma se presenta un conjunto de condiciones y requisitos que si se cumplen y aplican permiten el buen funcionamiento de una estructura, sin dejar de lado la importancia de optar por buenas prácticas constructivas y la utilización de materiales adecuados y de buena calidad que hagan de la estructura un sistema que responda ante las diferentes fenómenos climáticos y naturales.

Teniendo en cuenta lo anterior el presente estudio pretende caracterizar y determinar la tipología estructural de cinco barrios de la ciudad de Tunja, como son Santa Catalina, Coompes y Cabañas del Norte ubicados en el sector dos de la

¹ GALLEGU, S.M., SARRIA, M.A. El concreto y los terremotos, conceptos, comportamientos, patologías y rehabilitación. Bogotá: ASOCRETO. 2010.

² MOLINA M., GLADYS P.; ALFARO C., ANDRÉS J. Evaluación de la acción sísmica para Tunja – Colombia. Scielo. Bogotá. 2009.

³ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10. Bogotá: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

cuidad y el barrio Trinidad y Urbanización Villa María ubicados en el sector tres al sur occidente de la misma. Esto se llevara a cabo mediante un proceso cualitativo, cuantitativo, analítico, descriptivo y explicativo que permitirá obtener información característica de cada edificación, que será la base para identificar, organizar y proyectar de forma comprensible cada uno de los sectores estudiados.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

América del sur tiene tres regiones climáticas, las zonas geológicas más antiguas del mundo, el río más caudaloso y el manto freático más grande del planeta, hay gran biodiversidad en los países que abarcan al sur de este continente y está ubicado sobre la placa tectónica sudamericana que abarca alrededor de nueve (9) millones de km² donde limita con placas del caribe y norteamericana al norte, placa antártica al sur, placa africana al este, placa de nazca al oeste. La placa sudamericana tiene constante rozamiento y convergencia con la nazca, lo que conlleva a la creación de la cordillera de los andes, apropiando grandes actividades sísmicas en américa del sur, teniendo en cuenta el proceso de la formación de cordilleras en américa de sur, esta zona hace parte del “cinturón de fuego del pacífico” o “Anillo Circumpacífico”.⁴

Colombia es un país que tiene amenazas sísmicas alta, intermedia y baja, catalogadas por la NSR-10, título A.2.3, en el que se presenta una serie de valores necesarios para realizar el diseño sísmico de una estructura de acuerdo a su ubicación y nivel de amenaza sísmica, estos valores se representan como Aa (coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva) y Av (coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva).⁵

En caso de la zona de amenaza sísmica baja, los coeficientes Aa y Av establecen valores menores o iguales a 0.10, en zona de amenaza sísmica intermedia los coeficientes Aa y Av deben ser mayores a 0.10 y menores que 0.2, en zona de amenaza sísmica alta los coeficientes Aa y Av deben ser mayores que 0.2; así se cataloga el nivel de amenaza sísmica en Colombia según la NSR-10.⁶

Con estudios realizados por diferentes entidades se tiene en cuenta que un 39.7% de la población colombiana se encuentra en zona de amenaza sísmica alta, un 47.3% en zona de amenaza sísmica intermedia y un 13% en zona de amenaza

⁴Enciclopedia de geografía de secundaria. El bibliote.com. Disponible en: https://issuu.com/elbibliotecom/docs/01_001_045_geografia_secundaria_geografia_secundar

⁵ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10. Bogotá: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

⁶ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10. Bogotá: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

sísmica baja, a consecuencia de dichos porcentajes Colombia está expuesta a un riesgo de vulnerabilidad sísmica representativa.⁷

Tunja, capital del departamento de Boyacá, cuenta con el nivel de amenaza sísmica intermedia teniendo en cuenta el mapa de zonificación sísmica que otorga la NSR-10, esta ciudad cuenta con construcciones antiguas, las cuales son las más vulnerables ante la llegada de un sismo, generando posibles daños a las estructuras, las cuales pueden tener un mal comportamiento y generan riesgo contra la vida humana y la economía tanto de las personas afectadas como de la ciudad en general.

Existen varios estudios de tipología y vulnerabilidad de las estructuras que se han venido desarrollando en los diferentes sectores de la ciudad de Tunja por estudiantes de la universidad Santo Tomás y de la universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Siguiendo el mismo propósito y teniendo en cuenta estos estudios, serán analizados los barrios Santa Catalina, Cabañas del Norte y Coompes ubicados al norte de la ciudad, el barrio la Trinidad y Urbanización Villa María ubicada en el sur de la ciudad.

Los datos que sean obtenidos pueden ser utilizados como fundamentos iniciales y material necesario que sirvan de base para futuros estudios de vulnerabilidad sísmica.

1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué tipo de estructuras están ubicadas en los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes y Urbanización Villa María de la ciudad de Tunja?

⁷ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10. Prefacio. Bogotá: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

2. JUSTIFICACIÓN

Colombia es un país que se encuentra ubicado en una zona con altos índices sísmicos, a donde convergen varias placas tectónicas como la Placa Nazca, la Placa Caribe y la Placa Suramericana,⁸ además posee unas características especiales en su geología, lo que conlleva a que existan algunas zonas de falla sísmicamente activas y zonas de subducción causando eventos sísmicos repentinos como el que ocurrió en Quindío el 25 de enero de 1999 el cual fue uno de los sismos con mayor magnitud que se ha presentado, causando graves daños a las ciudades de Armenia y Pereira, dejando daños en más de 100.000 edificaciones y causando la pérdida de 1186 vidas humanas y 8500 personas heridas.⁹ En cuanto al departamento de Boyacá, se encuentra que está afectada por la falla Bucaramanga–Santa Marta y la falla de la Cordillera Oriental y dentro de este se ubica la ciudad de Tunja, la cual está en una zona sísmica intermedia, que representa una gran importancia y responsabilidad al momento de construir una edificación ya que requiere un diseño especial y reforzado de forma apropiada.

Teniendo en cuenta lo anterior con este proyecto se pretende realizar un estudio detallado de las edificaciones de los barrios la Trinidad, Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la ciudad de Tunja, con el fin de determinar la tipología estructural de los mismos. posteriormente poder generar un plano geo referenciado que contenga información de las edificaciones propensas a daños en caso de presentarse un sismo de gran magnitud y así brindar a la población información sobre el estado actual de las estructuras, información que pueda ser utilizada por diferentes entes municipales y los mismos propietarios con el fin de evitar grandes catástrofes, pérdidas humanas y materiales y brindar a los mismos posibles recomendaciones que sirvan para posteriores reforzamientos a las estructuras.

Además este estudio brindará información valiosa para el área de ingeniería civil, ya que estos revelan el estado actual de las estructuras de los diferentes sectores de la ciudad de Tunja, siendo un fundamento para determinar el comportamiento de las estructuras ante la presencia de fenómenos naturales de gran magnitud como los sismos los cuales se presentan con mayor frecuencia en esta zona del país y de esta forma brindar información que sea útil al momento de proteger el patrimonio histórico de la ciudad y la integridad humana.

⁸ GALLEGOS, S.M., SARRIA, M.A. El concreto y los terremotos, conceptos, comportamientos, patologías y rehabilitación. Bogotá: ASOCRETO. 2010.

⁹ NACIONES UNIDAS, CEPAL. El terremoto de enero de 1999 en Colombia: impacto socioeconómico del desastre en la zona del Eje Cafetero. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – Colombia.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un diagnóstico de manera cualitativa mediante encuestas de cada una de las viviendas en los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte y urbanización Villa María de la ciudad de Tunja, calificando la calidad de diseño, construcción y estado actual de dichas edificaciones, con base en el título A.10 de la norma sismo resistente NSR-10, para así construir una base de datos de información geográfica (SIG) con la información obtenida.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar un análisis de los datos obtenidos sobre la tipología estructural.
- ✓ Establecer el ϕ_c (coeficiente preliminar de reducción de resistencia por la calidad del diseño) y ϕ_e (coeficiente preliminar de reducción de resistencia por el estado de la estructura) de acuerdo a la NSR-10, para las edificaciones de estos barrios.
- ✓ Determinar cuál sistema estructural es el predominante en los barrios de este estudio.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 ESTADO DEL ARTE

4.1.1 “Seismic risk at the urban scale: assessment, mapping and planning”.

Romeu, Vicente; Tiago, Ferreira; Rui, Maio.¹⁰ La evaluación del riesgo sísmico se ha convertido en una de las preocupaciones con más importancia en las últimas décadas, especialmente en la búsqueda de estrategias de planificación para el cumplimiento de normas constructivas y la prevención de riesgos de tipo social, cultural e histórico. Debido a la ocurrencia de sismos en diferentes partes del mundo, la Unión Europea da a conocer metodologías que se utilizan para determinar la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones, una de ellas consiste en la recolección de información cualitativa de los estudios y análisis de los sismos a gran escala, que demuestran la vulnerabilidad a la que se encuentran expuestas las edificaciones ante los terremotos.

En este trabajo se realizó la evaluación sísmica del centro de la ciudad vieja de Faro en Portugal, dando mayor importancia al estudio del centro histórico de las ciudades por su valor cultural y arquitectónico. Con este estudio se determinó daños físicos en las construcciones, pérdidas económicas y humanas, por tal razón estas edificaciones deben recibir un reforzamiento de la estructura para prevenir futuros accidentes pues los materiales están culminando su vida útil.

Dentro de la metodología aplicada en el estudio se utilizó un sistema de información geográfica, que mediante las bases de datos permite el almacenamiento de las características constructivas, cartográficas y demás información recopilada, permitiendo su actualización y mejora de datos.

4.1.2 “Information technology and management of diagnostics for analysis of seismic vulnerability in buildings”.

Pitocco, Massimo. Pitocco, Massimo.¹¹ Para poder garantizar la seguridad de un edificio es necesario realizar un análisis previo de vulnerabilidad del mismo, este análisis se puede realizar por medio de un modelo de cálculo que permita determinar las características estructurales y tipológicas del edificio obteniendo una relación de causa y efecto. Este trabajo presenta un estudio

¹⁰ ROMEU, V., FERREIRA, T., & RUI, M. (2014). Seismic Risk at the Urban Scale: Assessment, Mapping and Planning. Elsevier, 10.

¹¹ PITOCOCCO, M. (2011). Information technology and management of diagnostics for analysis of seismic vulnerability in buildings. ELSEVIER, 9.

que recibe el nombre de índice de vulnerabilidad sísmica, en el que se presenta un pronóstico de las construcciones.

Para obtener información de la vulnerabilidad sísmica de un edificio se debe tener en cuenta la tipología de la estructura, calidad de materiales, geometría, entre otros detalles, además del evento que pueda ocurrir y que tanto se prolonguen los daños en la edificación, estos estudios se hacen mediante investigaciones que arrojan un gran número de información o tan solo un diagnóstico de las edificaciones existentes, además existen diferentes tecnologías que ofrecen ensayos como los no destructivos que determinan en un corto tiempo una cantidad de datos importantes que deben ser analizados e interpretados correctamente para que estos sean utilizados de forma adecuada. En este caso de estudio se debe cumplir con tres requisitos para la evaluación de la vulnerabilidad, los cuales comprender reunir y sistematizar gran número de datos, registrar decisiones útiles aplicables en el futuro y diagnóstico del método de investigación más apropiado para un caso específico.

Es de resaltar que este tipo de ensayos no destructivos ofrecen un conocimiento metódico y sistemático que permite conocer un modelo a escala del comportamiento de las construcciones en el mundo real. Por otra parte el uso de plataformas digitales permite una organización e interpretación de los datos arrojados en este tipo de estudios brindando una mejor y más rápida sistematización en la planificación de las acciones que se debe tener en cuenta como la seguridad sísmica en el constructor y el plan de intervención estructural de diseño sismo resistente.

4.1.3 “Economic feasibility analysis of pre-earthquake strengthening of buildings in a moderate seismicity / high vulnerability area”. Hsi-hsien, Wei; Shohet, Igal; Skibniewski, Mirosław; Levy, Robert; Stav, Shapira; Limor Aharonson, Daniel; Levi, Tsafrir; Salamon, Amos; Levi, Ohad.¹² Existe una amplia información sobre vulnerabilidad sísmica, principalmente para las zonas de alto riesgo, lo cual genera poco interés en las zonas menos vulnerables.

Mediante uso de software se pueden realizar estudios más detallados del tema haciendo simulaciones reales, en Estados Unidos se usa un programa llamado Hazus, que mediante un sistema de información geográfica detallará los peligros naturales de una zona que serán simulados por el programa con información real

¹² HSI-HSIEN, W., SHOHET, I., SKIBNIEWSKI, M., LEVY, R., STAV, S., LIMOR AHARONSON, D., . . . LEVI, O. (2014). Economic Feasibility Analysis of Pre-Earthquake Strengthening of Buildings in a Moderate Seismicity / High Vulnerability Area. ELSEVIER, 8.

sobre eventos sísmicos que hayan pasado. Se hizo un estudio para evaluar el riesgo que puede causar un terremoto mediante un método probabilístico y determinístico del Software, con estudios de microzonificación sísmica y características geológicas de una zona se podrá simular escenarios con terremotos.

Se puede introducir datos al Software para hacer una simulación de un sismo sobre una estructura dando como resultados pérdidas humanas y económicas. Esto se hace con el fin de medir los daños que pueda ocasionar un terremoto dependiendo distintos estudios y la magnitud del sismo.

4.1.4 “A proposed methodology for seismic risk evaluation of existing reinforced school buildings”. Mohamed E., Sobaih; Maha A., Nazif.¹³ En las últimas décadas se ha notado un acrecimiento sísmico alrededor del mundo, esto perjudica las pérdidas humanas y económicas. Los países en vía de desarrollo son los más vulnerables en cuanto a estos desastres, ya que no tienen la suficiente economía para poder hacer estructuras que disminuyan el riesgo sísmico, se podría decir que las construyen al límite de lo que exija la norma sismo resistente que rige el país.

En cuanto a estructuras especiales como colegios, los cuales deben ser más reforzados sísmicamente por el grado de vulnerabilidad de sus ocupantes; teniendo en cuenta un estudio en Egipto donde evalúan los daños estructurales de los colegios se ha propuesto un plan de priorización de la integridad estructural del concreto reforzado de los colegios.

La metodología propuesta son encuestas y evidencias fotográficas de las patologías estructurales de los colegios, con fin de recopilar información de vulnerabilidad sísmica de los mismos y se modelará en un programa llamado c-sharp, donde se necesitaran una serie de valores obtenidos en campo para poderlos tabular y analizar para la obtención de resultados, los cuales son factores de grieta, mantenimiento, edad del edificio, exposición sísmica, dimensión de la sección, relación de aspecto, forma de plan, forma de evaluación, columna corta y espesor. Este programa se ha usado en 11 edificios de colegios de distintos países para poder analizar los resultados, el software sirve para tener en cuenta el estado de los edificios escolares para poder hacer análisis de estos y determinar si es necesario algún reforzamiento estructural y evitar posibles desastres ante un evento sísmico.

¹³ MOHAMED E., S., & MAHA A., N. (2012). A proposed methodology for seismic risk evaluation of existing reinforced school buildings. HBRC, 8.

4.1.5 Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural.

Aragón Cárdenas, Joel; Flores Corona, Leonardo E.; López Bátiz, Óscar A.¹⁴ El presente manual tiene como objetivo contar con un formato único que permita evaluar las características presentes ante una eventualidad y ser una guía para los evaluadores encargados de recolectar la información. Para la realización del manual se tuvo en cuenta la ciudad de estudio México, definiendo así características de la impresión (tipo de papel, letra, tamaño), redacción y forma de captura de datos, definiendo así un formato donde sea posible recolectar el máximo de datos posibles de forma clara y ordenada, en este caso se dejaron casillas donde se pide marcar con una equis evitando al máximo que el evaluador haga libres anotaciones. El formato de captura de datos consta de ítems como, información general del inmueble, uso, terreno y cimentación, características de la estructura, vulnerabilidad, sistema estructural, rehabilitación, evaluación de daños. En el caso de los evaluadores se brinda un perfil recomendado de acuerdo a cada nivel de evaluación, para los cuales dependiendo del nivel de formación se pide unos requisitos y las actividades a realizar establecidas por la red nacional de evaluadores (RNE).

4.1.6 Tipología estructural de los barrios Santa Inés, Remansos de Santa Inés y Terrazas de Santa Inés de la ciudad de Tunja.

Piña G., Johan L.; Valbuena F., María A.¹⁵ En este trabajo se determinaron las características estructurales de las edificaciones, calificándolas de forma cualitativa de acuerdo al título A-10 de la NSR-10. Para esto se llevó a cabo una encuesta a los habitantes de los barrios obteniendo un inventario de las estructuras para luego plasmar esta información en el sistema geográfico de información SIG por medio del software ArcGis.

4.1.7 Tipología estructural y caracterización de las edificaciones de los barrios La Sierra, Urazandy, La Frontera, Centenario y Nueva Santa Bárbara de la ciudad de Tunja.

Arcos S., Lina M.; Vargas S., Daniel S.¹⁶ En el presente proyecto se realizó un estudio de tipología estructural y caracterización de cada una de las edificaciones pertenecientes a estos barrios, teniendo en cuenta parámetros que buscan evaluar el estado de la estructura como, grupo de uso, número de habitantes, mantenimiento de la edificación, porcentaje de daño, calidad de diseño, estado de la edificación, entre otros. Posteriormente estos datos fueron tabulados, graficados y representados en mapas temáticos mediante una base de datos SIG.

¹⁴ ARAGÓN C., JOEL; FLORES C., LEONARDO E.; LÓPEZ B., ÓSCAR A., Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural. 2011.

¹⁵ PIÑA G., JOHAN L.; VALBUENA F., MARÍA A. *Tipología estructural de los barrios Santa Inés, Remansos de Santa Inés y Terrazas de Santa Inés de la ciudad de Tunja*. Tesis de grado. Universidad Santo Tomás. 2014.

¹⁶ ARCOS S., LINA M.; VARGAS S., DANIEL S. *Tipología estructural y caracterización de las edificaciones de los barrios La Sierra, Urazandy, La Frontera, Centenario y Nueva Santa Bárbara de la ciudad de Tunja*. Tesis de grado. Universidad Santo Tomás. 2015.

4.1.8 Estudio de vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Tunja. Agudelo, Adriana E.; Castro, Martin A.¹⁷ En este trabajo se analizó y determino la vulnerabilidad tanto preliminar como geológica de la ciudad, utilizando un formato de encuesta que permitía caracterizar las edificaciones todo esto basados en estudios realizados por el ingeniero Luis Velasco y adaptándolo a la ciudad de Tunja, además se tuvo en cuenta información de vulnerabilidad geológica tomada de trabajos realizados anteriormente en la ciudad, por medio d los cuales se determinó que existen ocho sectores que representan cada grado de vulnerabilidad e incorporando componentes que permiten calcular las pérdidas económicas y humanas que se podrían generar al momento de un evento sísmico.¹⁸

4.1.9 Estudio de vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Tunja. Caicedo, Diana C.; Fonseca, Edgar J.¹⁹ En este trabajo se utilizó el método de la línea fuerte que consiste en evaluar las edificaciones cualitativamente por medio de encuestas, estos datos son recopilados y tabulados en una base de datos permitiendo realizar una caracterización de las edificaciones de la ciudad y una aproximación de pérdidas humanas que se podrían generar al presentarse un sismo. Este estudio permitió identificar que las edificaciones ubicadas en las zonas montañosas de Tunja son más vulnerables por lo cual requieren mayor atención.²⁰

4.2 APROXIMACIÓN CONCEPTUAL

4.2.1 Localización de la zona de estudio. El presente trabajo se realizó en la ciudad de Tunja (Boyacá), ubicado dentro de la Provincia Centro, sobre la cordillera oriental de los Andes a 130 km al noreste de la ciudad de Bogotá²¹. Cuenta con una extensión total de 121.4920 Km², repartidas así, una extensión en el área urbana de 19.7661 Km² y en el área rural de 101.7258 Km². La altitud en la cabecera municipal es de 2782 msnm. Tunja Registra 200 desarrollos urbanísticos en la zona urbana y 10 veredas en el sector rural. Los ríos Jordán que atraviesa a la ciudad de sur a norte y la Vega que va de occidente a oriente, se consideran sus principales fuentes hídricas.²²

¹⁷ AGUDELO, ADRIANA E.; CASTRO, MARTIN A. *Estudio de vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Tunja*. Tesis de grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica. 1999.

¹⁸ PIÑA G., JOHAN L.; VALBUENA F., MARÍA A. *Tipología estructural de los barrios Santa Inés, Remansos de Santa Inés y Terrazas de Santa Inés de la ciudad de Tunja*. Tesis de grado. Universidad Santo Tomás. 2014.

¹⁹ Caicedo, Diana C.; Fonseca, Edgar J. *Estudio de vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Tunja*. 2000. UPTC.

²⁰ CARREÑO P., LINA L. *Estudio preliminar de vulnerabilidad sísmica del barrio las Américas de la ciudad de Tunja*. Tesis de grado. Universidad Santo Tomás. 2013.

²¹ ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Nuestro municipio. Mapas.

²² ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Nuestro municipio. Información general.

Ilustración 1. Localización del municipio de Tunja en el país



Fuente: Alcaldía de Tunja. Disponible en: http://www.tunja-boyaca.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=986

El plan de ordenamiento territorial y la división político administrativa de la ciudad contempla que Tunja cuenta con 176 barrios los cuales se agrupan en ocho comunas. En este caso los barrios de estudio Coompes, Santa Catalina y Cabañas de Norte pertenecen a la Comuna Norte que es la número uno y los barrios trinidad y urbanización Villa María pertenecen a la Comuna Suroccidental designada con el número seis.

Ilustración 2. Mapa de las comunas de Tunja



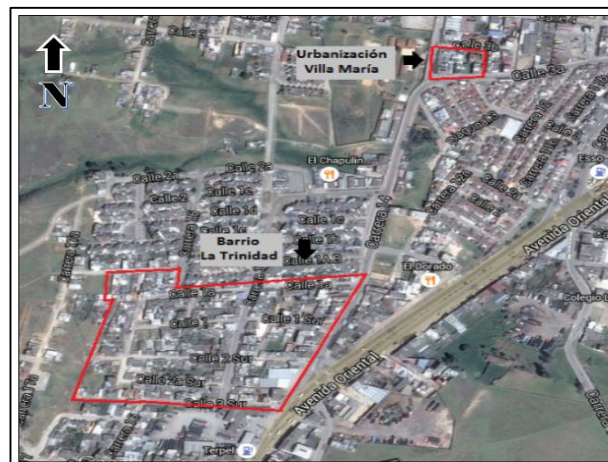
Fuente: <http://www.slideshare.net/eldebateboyacense/mapa-digital-de-las-comunas-en-tunja> Mapa oficial de las comunas de la ciudad

Ilustración 3. Localización barrios de estudio sector norte



Fuente: Google Earth

Ilustración 4. Localización barrios de estudio sector sur

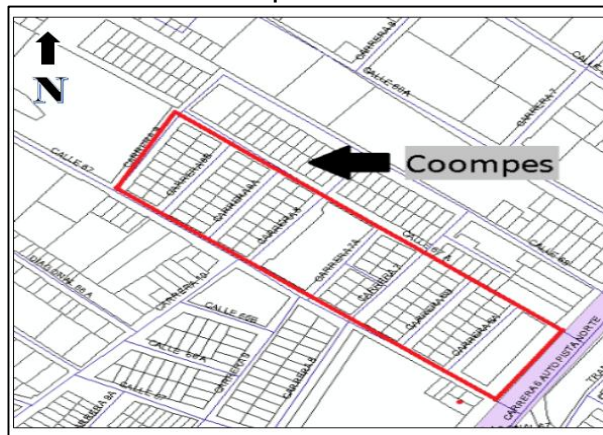


Fuente: Google Earth

4.2.2 Descripción de la zona de estudio. Este estudio abarca dos zonas de estudio, una ubicada en el sector norte de la ciudad y otra en el sector sur. En la zona norte se encuentra tres de los barrios a analizar como lo son Coompes, Santa Catalina Y cabañas del Norte los cuales son barrios con edificaciones tipo, de uso residencial que presentan diseños arquitectónicos y estructurales similares. Al sector sur se encuentran los barrios Trinidad y Villa María donde sus edificaciones presentan diferentes diseños con usos residencial y comercial.

4.2.2.1 Barrio Coompes. Este proyecto urbanístico se realizó mediante la resolución N° 543 del 26 de diciembre de 1997, lo gestores del mismo fueron la cooperativa de profesores y empleados del sector educativo de Boyacá Coompes, el proyecto inicial consta de 104 lotes en los que su área de construcción promedio es de 72.24 metros cuadrados.²³ Dentro de las características del proyecto se encuentra la presencia de redes eléctricas, vías pavimentadas, planos casa tipo y andenes terminados. La firma constructora autorizada para la ejecución del proyecto fue Unión Temporal Mojicas Ingenieros Arquitectos.

Ilustración 5. Delimitación barrio Coompes

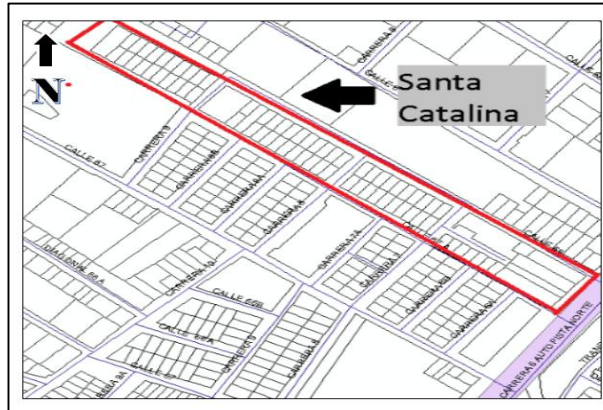


Fuente: Autores

4.2.2.2 Barrio Santa Catalina. Este proyecto de viviendas se inició alrededor del año 1990, se presentan diseños arquitectónicos y estructurales estándar, son casas tipo de dos pisos y algunas con altillo, su uso es residencial, aquí se presentan dos tipos de lotes medianeros y esquineros, donde la construcción de estas viviendas se encuentra alrededor de los años ochenta. Existe un sector del barrio donde las edificaciones son atípicas y su construcción es de años recientes, estas pertenecen a una nueva etapa del mismo.

²³ <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-780502>

Ilustración 6. Delimitación barrio Santa Catalina



Fuente: Autores

4.2.2.3 Barrio Cabañas del Norte. Este barrio actualmente se encuentra en construcción por lo cual sus edificaciones no presentan ningún daño en los elementos estructurales y no estructurales. Además estas viviendas presentan el mismo diseño arquitectónico y estructural.

Ilustración 7. Delimitación barrio Cabañas del Norte

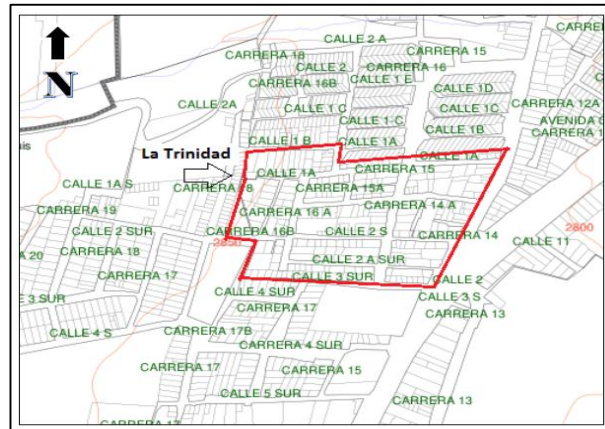


Fuente: Autores

4.2.2.4 Barrio Trinidad. En este caso se presenta uno de los barrios más antiguos de la ciudad, en el que los lotes eran vendidos y cada propietario se encargaba de levantar la construcción de acuerdo a su gusto y necesidad, haciendo que las edificaciones sean diferentes en su diseño estructural y arquitectónico, además de presentarse una mala distribución en los lotes. En este barrio se encuentran lotes áreas superiores a 100 m² lo que los hace extensos y apropiados para uso comercial y de vivienda multifamiliar. El uso comercial es muy llamativo en este sector principalmente en las edificaciones que se ubican sobre la carrera 14 y la

avenida Oriental. Este barrio cuenta con una zona de recreación (parque) y con un sector educativo de la sede Trinidad (primaria) del Colegio Libertador Simón Bolívar.

Ilustración 8. Delimitación barrio Trinidad



Fuente: Autores

4.2.2.5 Urbanización Villa María. Esta urbanización inició sus primeras construcciones alrededor de los años ochenta, pero la gran mayoría de sus edificaciones fueron construidas después del año noventa, en este caso al igual que el barrio Trinidad sus lotes fueron vendidos y cada propietario construía a su gusto, la diferencia es que en este sector si existe una buena distribución de los lotes presentando una buena organización. El uso que predomina en estas edificaciones es el residencial, seguido por el uso comercial que se encuentra principalmente en las edificaciones construidas sobre la carrera 14 y calle 3 que las hace de fácil acceso. En la parte central de la urbanización se encuentra una zona verde para el uso de sus habitantes.

Ilustración 9. Delimitación urbanización Villa María



Fuente: Autores

4.2.3 Condiciones sísmicas. ²⁴ La sismicidad se conoce como el número de sismos que ocurren en un lugar determinado que puede poner en peligro las vidas humanas y hacer daños materiales, los estudios de sismicidad se hallan de acuerdo a información geológica y técnicas estadísticas.

Los sismos de zonas de subducción son casi la mitad de los sucesos sísmicos destructivos y liberan 75% de la energía sísmica y están concentrados en el llamado anillo de fuego, una banda estrecha de unos 38600 km de longitud que limita con las orillas del océano pacífico.

4.2.3.1 Interior terrestre. ²⁵ Las capas que componen el interior del planeta tierra las cuales tienen diferente estado físico y temperatura, son las causantes de los terremotos a causa a la inestabilidad de la corteza terrestre.

Teniendo en cuenta que la corteza terrestre es la capa exterior, su espesor varía entre 25 km y 40 km, este manto se encuentra frío, a medida de que las capas son más profundas su temperatura va aumentando, hasta que en inmediaciones del núcleo de la tierra la temperatura supera los 4000°C.

Los mantos más representativos de la tierra son:

- ✓ Núcleo interior con 1200 km de espesor.
- ✓ Núcleo exterior con 2000 km de espesor.
- ✓ Manto inferior con 2260 km de espesor.
- ✓ Manto superior 650 km de espesor.
- ✓ Corteza terrestre 25 km a 40 km de espesor.

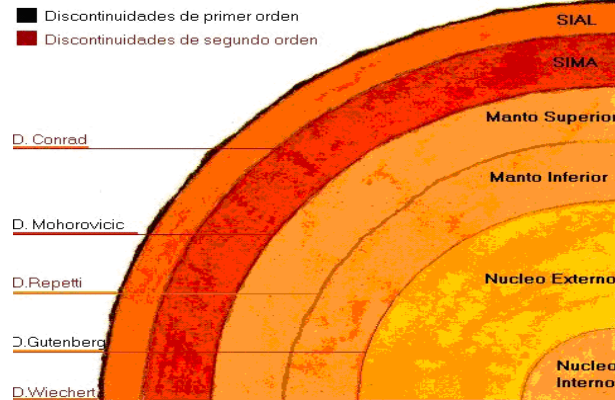
Se presentan fuertes discontinuidades a través de las capas de la tierra las cuales generan los terremotos, ya sea por causa de cambios bruscos de temperatura dando variabilidad de densidades de los materiales que lo conforman, las cuales son:

- ✓ Discontinuidad de Mohorovičić
- ✓ Discontinuidad de Gutenberg a 2800 km de profundidad.
- ✓ Discontinuidad de Lehmann a 5150 km de profundidad.
- ✓ Discontinuidad de Conrad entre 17 km y 25km de profundidad.

²⁴ GALLEGU, S.M., SARRIA, M.A. El concreto y los terremotos, conceptos, comportamientos, patologías y rehabilitación. Bogotá: ASOCRETO. 2010.

²⁵ GALLEGU, S.M., SARRIA, M.A. El concreto y los terremotos, conceptos, comportamientos, patologías y rehabilitación. Bogotá: ASOCRETO. 2010.

Ilustración 10. Interior terrestre



Fuente: acbconsultores.com

4.2.3.2 Mecanismo tectónico. ²⁶Debido a la constante dinámica del interior terrestre, las placas interactúan y chocan entre sí, en algunas ocasiones trabando los bordes, donde el constante empuje empieza a generar una deformación que con el paso del tiempo se va acumulando energía.

Al transcurso del tiempo el rozamiento puede generar fallas, las cuales por presión de placas pueden liberar esfuerzos que pueden transcurrir por miles de kilómetros generando terremotos los cuales son llamados sismos tectónicos continentales.

4.2.3.3 Ondas sísmicas. ²⁷ Los terremotos son movimientos ondulatorios, y por ello son procesos por los que a través de medios físicos se propaga energía de un lugar a otro sin transferencia de materia mediante ondas mecánicas.

Cuando hay falla o ruptura en una placa tectónica se liberan ondas de esfuerzos que transportan energía, que finalmente conformarán un sismo, estas ondas son denominadas:

- ✓ Ondas P (primarias): ondas longitudinales, compresiones y dilataciones del material por donde viajan; estas recorren sólidos y líquidos pero no se pueden transportar en un vacío, esto quiere decir que en el caso del planeta tierra las

²⁶ GALLEGU, S.M., SARRIA, M.A. El concreto y los terremotos, conceptos, comportamientos, patologías y rehabilitación. Bogotá: ASOCRETO. 2010.

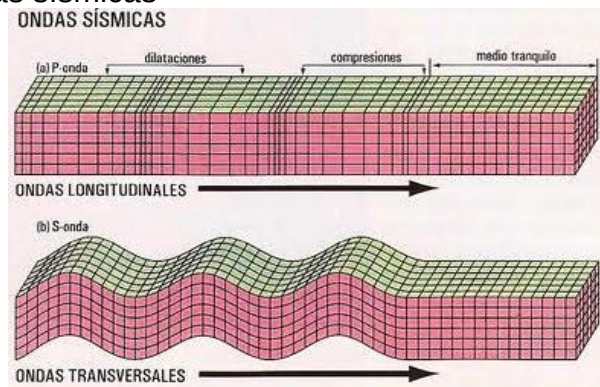
²⁷ GALLEGU, S.M., SARRIA, M.A. El concreto y los terremotos, conceptos, comportamientos, patologías y rehabilitación. Bogotá: ASOCRETO. 2010.

ondas P pueden viajar por toda la corteza terrestre y sus interiores, estas son medidas a través de sismógrafos.

- ✓ Ondas S (secundarias): ondas transversales, deforman los materiales que están a su alrededor, estas ondas no viajan a través del líquido, esto quiere decir que las ondas S se suspenden en el manto acuático de la tierra pero si pasan alrededor del suelo y rocas que conforma la corteza terrestre.

La velocidad de las ondas S son menores que la de ondas P, el periodo T (seg) de las ondas P son aproximadamente la mitad de las ondas s.

Ilustración 11. Ondas sísmicas



Fuente: <http://placasdenuestroplaneta.blogspot.com.co/2015/11/ondas-sismicas.html>

4.2.3.4 Tamaño de los terremotos.²⁸ Antiguamente la humanidad medía los terremotos con la estimación de los daños materiales y la intensidad, con el pasar del tiempo se desarrollaron aparatos que median numéricamente la intensidad de un sismo, lo cual empezó a contribuir desarrollo a la ingeniería sísmica.

La primera idea de medir los sismos fue en el siglo XIX, se derivó de la observación de los eventos en la naturaleza mediante un concepto el cual fue denominado intensidad macro sísmica la cual sirve para asignar a un evento histórico, documentado en archivos antiguos y sin ningún tipo de registros instrumentales. Posteriormente debido a la llegada de aparatos de registro, se pudo provenir un concepto para medir el tamaño de los sismos dependiendo las ondas que genera, este concepto se denomina magnitud.

²⁸ GALLEGU, S.M., SARRIA, M.A. El concreto y los terremotos, conceptos, comportamientos, patologías y rehabilitación. Bogotá: ASOCRETO. 2010.

4.2.3.5 Magnitud sísmica.²⁹ Fue el concepto que dio a conocer Gutenberg Richter en 1935 para estimar la energía liberada a partir de registros sísmicos, desarrollo nomogramas teniendo en cuenta ondas p y s con los cual podría calcular la magnitud de un sismo. Además Richter estudio la amplitud de las ondas y las denominó “magnitud de las ondas de superficie ms”.

4.2.4 Sismos más representativos en Colombia.³⁰ El cinturón de fuego del pacífico, que empieza en el sur del continente americano y cierra las costas asiáticas, y también la parte baja de la zona mediterránea que se extiende mediante el cinturón alpino hasta el medio oriente de la falla anatolia, y así hasta el continente asiático, son las zonas sísmicas más activas del planeta, en estas zonas se encuentra Colombia. Las sismicidades más representativas en Colombia antes del siglo XX se registraron en:

- ✓ Colonia en Popayán en 1566
- ✓ Pamplona, el 16 de enero de 1644.
- ✓ Bogotá, 16 de marzo de 1644.
- ✓ Popayán, 2 de febrero de 1736.
- ✓ Bogotá, 18 de octubre de 1743, en la zona central de piedemonte llanero.
- ✓ Honda, 16 de junio de 1805.
- ✓ Huila, municipio de Guadalupe 16 de noviembre de 1827, con miles de muertos y daños en varias ciudades del país.
- ✓ Sibundoy, 20 de enero de 1834.
- ✓ Cúcuta, 18 de mayo de 1875.

En el siglo XX los eventos sísmicos en Colombia fueron:

- ✓ Tumaco, 31 de enero de 1906, sismo más fuerte a comienzos de siglo XX. ³¹

²⁹ GALLEGU, S.M., SARRIA, M.A. El concreto y los terremotos, conceptos, comportamientos, patologías y rehabilitación. Bogotá: ASOCRETO. 2010.

³⁰ SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Red Sismológica Nacional de Colombia. Disponible en <http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/sismicidad-destacada>.

³¹ HISTORIA, credencial. Biblioteca Luis ángel Arango. 2005.

Ilustración 12. Sismo Tumaco, 1906



Fuente: <http://www.taringa.net/posts/noticias/10151018/los-terremotos-mas-fuertes-de-la-historia-mundial.html>

- ✓ Arboledas, norte de Santander, 8 de julio de 1850, produjo 106 muertos y graves daños materiales.³²

Ilustración 13. Sismo Norte de Santander, 1850



Fuente: <http://cronicasdecucuta.blogspot.com.co/2012/05/169-asi-era-cucuta-cuando-fue-devastada.html>

- ✓ Huila, 9 de febrero de 1967, sismo con magnitud de 6,7 en la escala de Richter, provocó la muerte de un centenar de personas y se sintió en Bogotá.³³

³² HISTORIA, credencial. Biblioteca Luis ángel Arango. 2005.

³³ HISTORIA, credencial. Biblioteca Luis ángel Arango. 2005.

Ilustración 14. Sismo Huila, 1967



Fuente: <http://acevedunos.blogspot.com.co/2013/02/hace-46-anos-el-jueves-9-de-febrero.html>

- ✓ Antiguo caldas, 25 de noviembre de 1979, sismo con magnitud de 6,4 en la escala de Richter, produjo 55 muertes propinando daños graves en Manizales y Pereira.³⁴

Ilustración 15. Sismo Antigua Caldas, 1979



Fuente: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/revistas/credencial/agosto2005/temblores.htm>

- ✓ En el Sur del Pacífico, entre Colombia y Ecuador, el 12 de diciembre de 1979 sismo de magnitud 8 en la escala de Richter, un terremoto produjo unas 1000 víctimas entre muertas y desaparecidas como consecuencia del tsunami generado.³⁵

³⁴ HISTORIA, credencial. Biblioteca Luis ángel Arango. 2005.

³⁵ HISTORIA, credencial. Biblioteca Luis ángel Arango. 2005.

Ilustración 16. Sismo Sur del Pacífico, 1979



Fuente: El Tiempo

- ✓ Popayán, jueves 31 de marzo de 1983. en las primeras horas de la mañana del 31 de marzo, jueves santo, un terremoto de más de siete grados sorprendió la ciudad, que ya se preparaba para iniciar los solemnes actos musicales de ese día, y la destruyó. hubo más de trescientos muertos, más de diez mil personas quedaron sin techo, y todo el sector histórico de Popayán se vino abajo. ciento cincuenta y seis años antes, en 1827, un movimiento similar había causado estragos parecidos.³⁶

Ilustración 17. Sismo Popayán, 1983



Fuente: <http://caliescribe.com/columnistas/2013/04/20/4246-cinco-amenazas-cali>

- ✓ Armenia, 25 de enero de 1999, con magnitud de 6,3 en la escala de Richter, diez mil heridos y doscientos cincuenta mil damnificados. el movimiento telúrico destruyó el centro de la ciudad de armenia, y los barrios del sur de esa capital. causó serios destrozos en Pereira, y otros municipios de Risaralda, y en caldas y el norte del valle. en el Quindío quedaron seriamente averiados los municipios de circasia, córdoba, Barcelona, Montenegro y la Tebaida.³⁷

³⁶ HISTORIA, credencial. Biblioteca Luis ángel Arango. 2005.

³⁷ HISTORIA, credencial. Biblioteca Luis ángel Arango. 2005.

Ilustración 18. Sismo Armenia, 1999



Fuente: <http://www.elspectador.com/noticias/nacional/se-conmemoran-15-anos-del-terremoto-de-armenia-articulo-470817>

4.2.4.1 Sismos en Boyacá.³⁸ Según el ministerio de minas, en el registro de sismicidad del servicio geológico colombiano, se va a tener en cuenta los registros de magnitudes más representativos en un año siguiendo una secuencia desde el año 2000, hasta el presente, en Boyacá.

Esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 1. Sismos en Boyacá

Registros sísmicos más importantes año a año en el departamento de Boyacá				
Magnitud en la escala de Richter	Año	Mes	Día	Municipio
4,8	2000	Junio	21	Páez
4,4	2001	Diciembre	21	Socotá
3,8	2002	Marzo	26	Togui
4,3	2003	Enero	8	Maripi
3,5	2004	Diciembre	19	San Pablo de Barbur
2,8	2005	Septiembre	11	Guicán
4,7	2006	Junio	18	Chivor
5,7	2007	Junio	20	Cubará
3,9	2008	Agosto	25	Labranza Grande
4,2	2009	Mayo	22	Minguí
3,8	2010	Enero	16	Páez

³⁸ SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Red Sismológica Nacional de Colombia. Disponible en <http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/sismicidad-destacada>.

3,8	2011	Enero	31	Sutamarchan
3,5	2012	Diciembre	3	Iza
3,2	2013	Julio	21	Caldas
3,9	2014	Octubre	19	Saboyá
4,3	2015	Mayo	16	Paipa

Fuente: SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Red Sismológica Nacional de Colombia. Disponible en <http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/sismicidad-destacada>.

4.2.4.2 Sismos en Tunja.³⁹ Según el ministerio de minas, en el registro de sismicidad del servicio geológico colombiano, el municipio de Tunja ha tenido tres eventos sísmicos representativos desde el año 2000.

Tabla 2. Sismos en Tunja

Registros sísmicos más importantes en Tunja.			
Magnitud en la escala de Richter	Año	Mes	Día
1,9	2002	Mayo	1
2	2004	Abril	18
2,1	2015	Agosto	11

Fuente: SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Red Sismológica Nacional de Colombia. Disponible en <http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/sismicidad-destacada>.

4.2.5 Topografía del terreno.⁴⁰ En Tunja se observó la topografía del terreno y mediante los sistemas de información geográfica se pudo clasificar el terreno de la siguiente manera:

4.2.5.1 Pendientes.⁴¹ Las pendientes que presenta la ciudad de Tunja siguiendo el plan de ordenamiento territorial POT, se describen a continuación en la tabla 3.

³⁹ SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Red Sismológica Nacional de Colombia. Disponible en <http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/sismicidad-destacada>.

⁴⁰ PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE TUNJA, POT. Tunja. 2001

⁴¹ PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE TUNJA, POT. Tunja. 2001

Tabla 3. Pendientes de Tunja

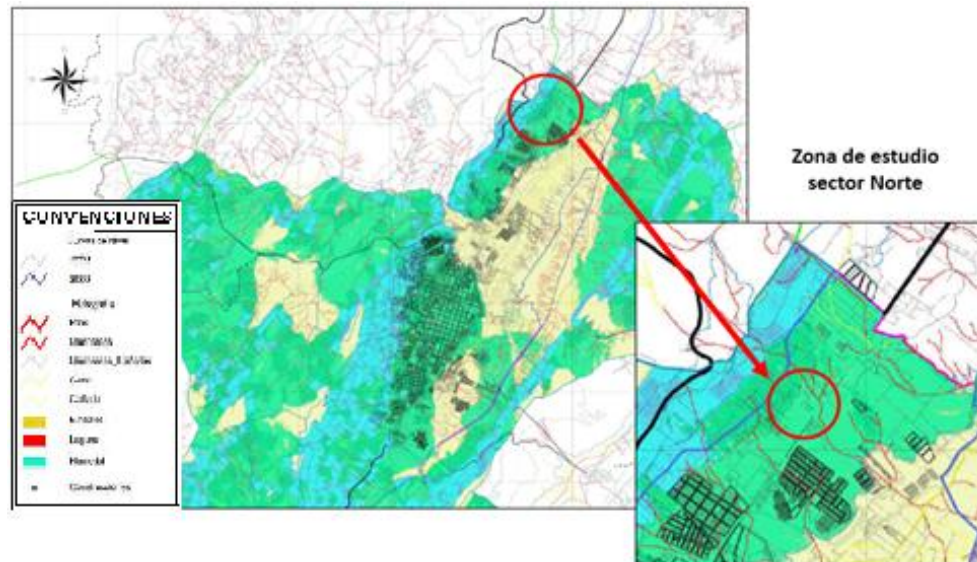
Porcentaje	Terreno	Localización	Área %
0-3	Plano	NE, casco urbano, rio Jordán, vereda la cascada, vereda la pigua, hacienda el cazadero.	32,1
3-7	Semiplano	Vereda tras del alto, hacienda oratorio, este del casco urbano	4,26
7-12	Ligeramente ondulado	Parte media quebrada la colorada, sector occidental vereda pigua, vereda la hoya, vereda barón, zona centro casco urbano	10,77
12-25	Ondulado	Vereda pigua, tras del alto, vereda la colorada, vereda chorro blanco, vereda la hoya, vereda barón	33,45
25-50	Quebrado	Zona centro oriental, zona occidental casco urbano, sector central vereda pigua, zona sur-occidental municipio.	16,86
50-75	Escarpado	Sectores aislados	2,07
> 75	Muy escarpado	Sectores aislados	0,47

Fuente: POT de Tunja

En el sector norte de la ciudad de Tunja correspondiente a los barrios de estudio se observó que el terreno presenta en algunas zonas pendientes que se encuentran en un rango del 2 al 7%, haciendo que este sea inclinado y en otras se encuentra un terreno plano.⁴²

⁴² ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Mapa de pendientes. Disponible en: http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf

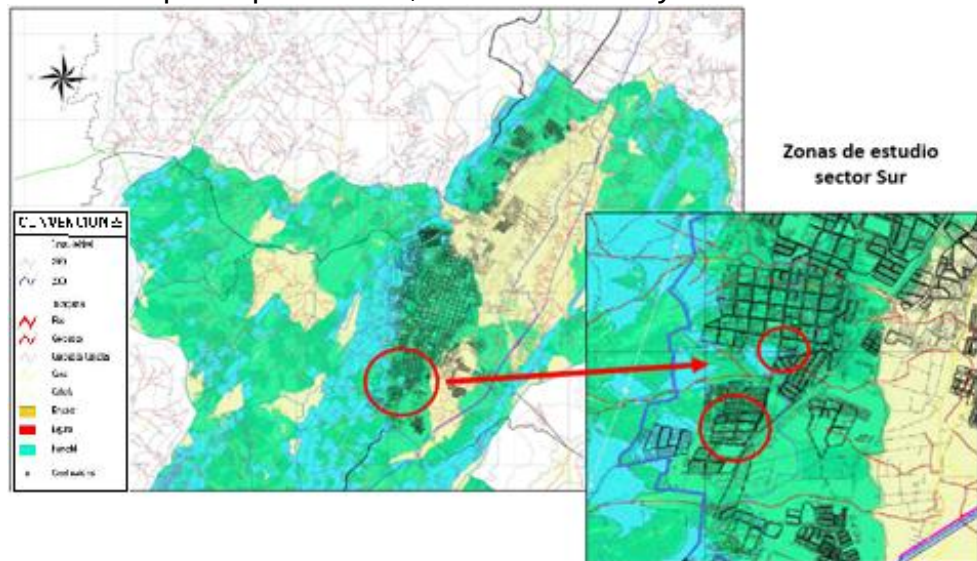
Ilustración 19. Mapa de pendientes, barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte



Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Mapa de pendientes. Disponible en: http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf

En el sector sur de la ciudad, se observó un terreno con pendientes mayores en lo que concierne al barrio la trinidad, encontrando rangos de pendientes entre el 7 al 30%, y en la urbanización Villa María se presenta un terreno plano.

Ilustración 20. Mapa de pendientes, barrios Trinidad y Villa María



Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Mapa de pendientes. Disponible en: http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf

4.2.6 Geología de Tunja. ⁴³El plan de ordenamiento territorial da a conocer la geología del municipio de Tunja teniendo en cuenta las formaciones presentes en la zona conformada por rocas de origen sedimentario depositadas durante el cretácico terciario y cuaternario con la clasificación estratigráfica.

Tabla 4. Serie Cretácico – Terciaria

Formación / Grupo	Descripción
Grupo Churuvita	Compuesto por arenisca y calizas presentando exogiras lo cual indica un ambiente de deposición marina y un espesor de 75m.
Formación Conejo	Espesor de 273m, formado por bancos de areniscas intercaladas con niveles de shales gris oscuro a amarillento.
Grupo Guadalupe	Espesor de 110m, esporádicas fosforitas, con una parte intermedia de arcillas y areniscas.
Formación Guaduas	Mantos de carbón explotables, en Tunja alcanzar espesor de 600m.
Formación Cacho	Areniscas cuarzosas de color amarillo a pardo oscuro, grano fino a medio en la parte superior.
Formación Bogotá	Sucesión monótona de arcillo lita abigarrada de color gris, violeta y rojo en forma de bancos.
Formación Tilatá	Formada alternativamente de gredas, capas arcillosas y cascajos de 10m.

Fuente: Instituto geofísico Universidad Javeriana

Tabla 5. Serie Cuaternario

Deposito	Descripción
Aluvial	Hacia el flanco occidental de sinclinal de Tunja, en el sector noroccidental de la ciudad se localiza un conjunto aluvial que forma el valle de la quebrada la vega, la cual sirvió como medio de transporte. Está constituido por grava, gránulos de arena blanca de grano fino.
Fluviolacustre	Formado en la riera de las quebradas Jordán y la cascada, se caracteriza por presentar una morfología de relieve suave plano con depósitos no consolidados.
Coluvial	Ubicado en el área de estudio sobre el flanco occidental del sinclinal de Tunja, en el sector de la ciudad y límites con el depósito fluviolacustre se encuentra el cuaternario coluvial con grandes bloques depositados por gravedad.

Fuente: Instituto geofísico Universidad Javeriana

⁴³ PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE TUNJA, POT. Tunja. 2001

4.2.6.1 Geología estructural.⁴⁴ Los suelos tunjanos se ven sometidos a fuerzas geológicas debido a la tectónica de placas haciendo que las rocas sean plegadas y/o fracturadas.

4.2.6.1.1 Pliegues.⁴⁵ Tunja presenta en su geología estructural los siguientes pliegues:

Tabla 6. Pliegues de Tunja

Pliegue	Descripción
Sinclinal de Tunja	Comienza al sur de Tunja con dirección suroeste-noreste, los esfuerzos de tensión y compresión afectan la cordillera oriental, presentando plegamientos y fallas con dirección SW-NE de la ciudad.
Sinclinal de Ventaquemada-Tunja:	Va desde la población de Suesca hasta la zona occidental de Tunja. Presenta una estructura asimétrica con dirección SW-NE y es afectado por fallas transversales que desplazan su eje e incrementan o disminuyen los buzamientos.
Anticlinal de Puente Hamaca:	Ubicado sobre el flanco oriental del sinclinal de Tunja, que puede ser identificable en la vereda pirgua.
Anticlinal puente de Boyacá	Pasa desde el Puente de Boyacá hasta el occidente de Tunja.

Fuente: Instituto geofísico Universidad Javeriana

4.2.6.1.2 Fallas.⁴⁶ Existen fallas que afectan a nivel regional y local, poniendo en contacto la parte media e inferior de la formación guaduas con la parte superior de la formación cacho donde se pueden presentar hundimientos.

Tabla 7. Fallas de Tunja

Falla	Descripción
Falla la Vega	Desplazamiento de oriente a occidente aproximadamente unos 200m. Esta falla se encuentra cubierta por depósitos cuaternarios en el valle y puede ser responsable el lineamiento del río la vega.
Falla Yerbabuena	Falla inversa, se encuentra ubicada en el flanco occidental del sinclinal de Ventaquemada.
Falla el Gacal	Corta el sinclinal de Ventaquemada-Tunja desplazando las formaciones Guadalupe, guaduas, cacho y Bogotá.

⁴⁴ PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE TUNJA, POT. Tunja. 2001

⁴⁵ PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE TUNJA, POT. Tunja. 2001

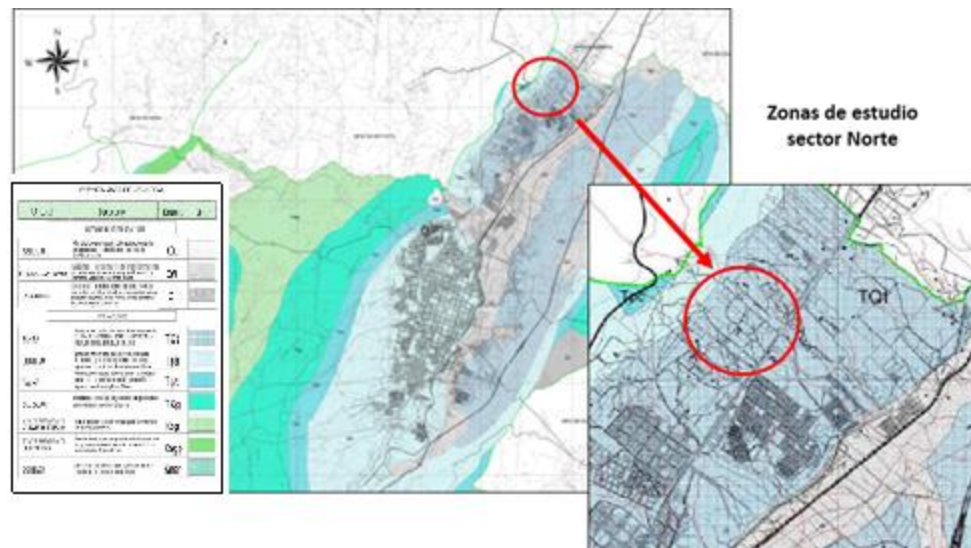
⁴⁶ PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE TUNJA, POT. Tunja. 2001

Falla Zamora	Falla transversal ubicada en el flanco occidental del sinclinal de Ventaquemada, afecta estratos de las formaciones guaduas, cacho y Bogotá.
Falla de Chivata	Falla inversa de tipo regional, ubicada en el norte del río Jordán.
Falla Teatinos	Falla de cabalgamiento con una dirección SE-NW, es una bifurcación de la falla chivata, rompe los materiales de las formaciones conejo y Churuvita desplazándolos hacia el este.
Falla Guatoque	Falla direccional desplazando el eje sinclinal de Ventaquemada a Tunja, se ubica cerca de la vereda Guatoque y se encuentra cubierta por cuaternario coluvial.
Fallas Menores	Fallas de carácter local los cuales son transversales a la directriz tectónica del sinclinal de Tunja y presentan desplazamientos acompañados de fractura miento e incremento en rumbo y buzamiento.

Fuente: Instituto geofísico Universidad Javeriana

Las zonas de estudio en el presente proyecto se encuentran clasificadas de la siguiente manera, de acuerdo al mapa de geología del POT disponible en la página web de la alcaldía mayor de Tunja. Las zonas del sector norte donde se ubican los barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte se encuentran sobre la formación Tilata (TQt), en suelos arenosos y limosos.

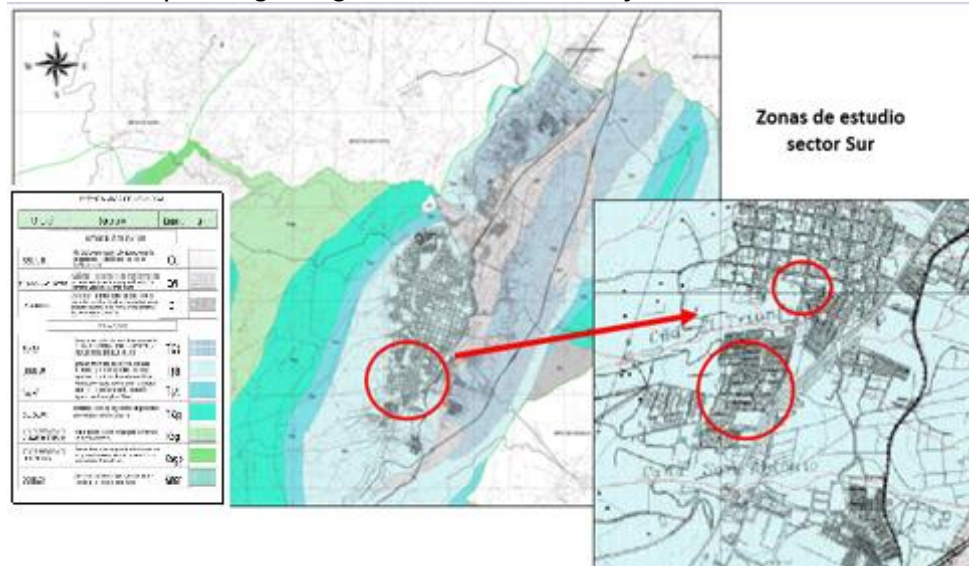
Ilustración 21. Mapa de geología, barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte



Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Mapa de geología. Disponible en: http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf

En la zona del sector sur donde se ubica el barrio Trinidad y la Urbanización Villa María, el suelo pertenece a la formación Bogotá (Tpb) con presencia de arcillolita y arenisca arcillosa.

Ilustración 22. Mapa de geología, barrios Trinidad y Villa María



Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Mapa de geología. Disponible en: http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf

4.2.7 Caracterización geotécnica.⁴⁷ Para la ciudad de Tunja se tuvieron en cuenta dos zonas, la zona montañosa (M) y la zona plana (P). En la zona montañosa se evaluará la susceptibilidad de los materiales al deslizamiento, en la zona plana se clasificará la aptitud de los materiales para soportar las fundaciones de las estructuras. Se dividirá en cuatro subzonas para cada zona.

Tabla 8. Zonificación geotécnica de la zona montañosa

Subzona	Descripción	Susceptibilidad a deslizamiento
IM- Roca Arenisca de la formación Cacho	De capacidad portante alta	Estable
IIM- Suelos Residuales de la Formación Bogotá	Arcillosas plásticas que pueden ser expansivas. Se presentan áreas erosionadas con cárcavas y surcos activos	Baja
	Taludes potencialmente inestables	Moderado

⁴⁷ PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE TUNJA, POT. Tunja. 2001

IIIM- Suelos de consistencia Alta a Moderada		
IVM- Suelos de consistencia Blanda o de Baja compacidad	Taludes inestables	Alta

Fuente: Instituto Geofísico Universidad Javeriana

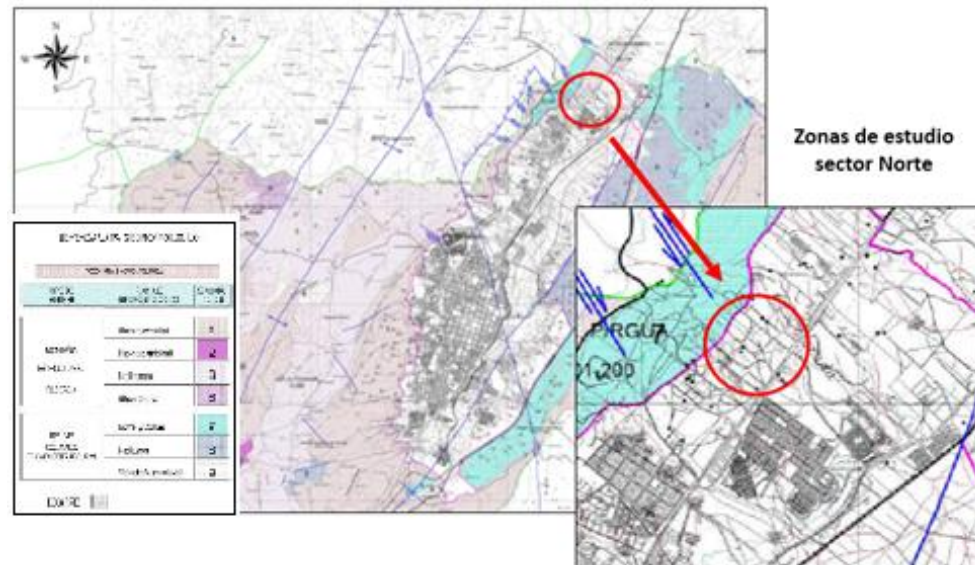
Tabla 9. Zonificación geotécnica de la zona plana

Subzona	Descripción	Capacidad portante
IP	Suelos con capacidad portante moderada y de gran espesor	Moderada
IIP	Depósitos del cuaternario: Arenosas con bloque de arenisca; con espesor variable, alcanzando 83m en la parte profunda.	Baja
IIIP	Suelos de capacidad portante baja, algo expansivos, mal drenaje y subestrato profundo	Moderada
IVP	Suelos de baja capacidad portante, muy expansivos, con mal drenaje, subestrato profundo e inundable.	Baja

Fuente: Instituto Geofísico Universidad Javeriana

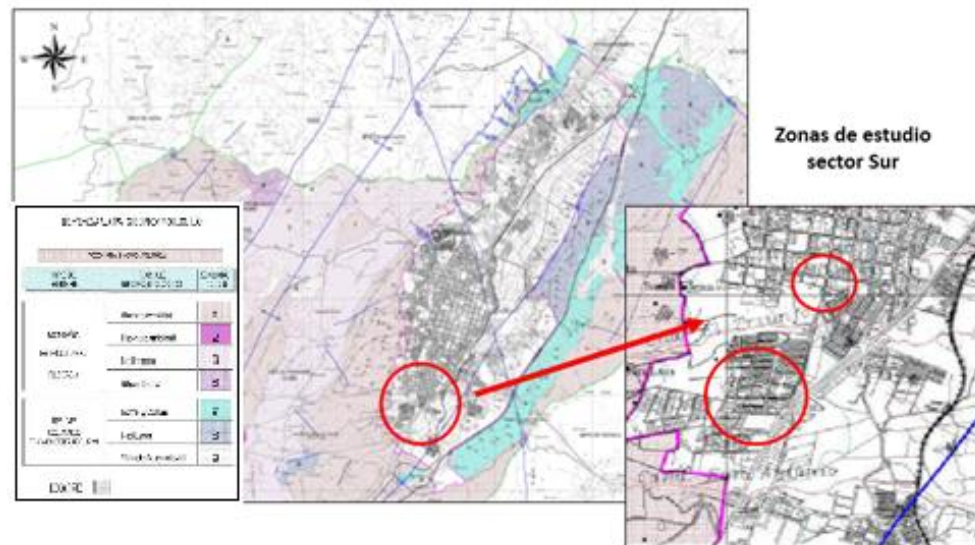
Para este proyecto los barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte ubicados en el norte, al igual que los barrios Trinidad y Villa María del Sur, presentan una geomorfología perteneciente al relieve Colinado Fluvio – Lacustre, al grupo del vallecito Aluviocoluvial representado en la ilustración 23 y 24 respectivamente.

Ilustración 23. Mapa geomorfología, barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte



Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Mapa de geomorfología. Disponible en: http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf

Ilustración 24. Mapa geomorfología, barrios Trinidad y Villa María



Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Mapa de geomorfología. Disponible en: http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf

4.2.8 Procesos amenazantes del suelo urbano de Tunja. Con información recopilada por parte del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad, se

establecen unas series de procesos amenazantes que afectan el suelo urbano de Tunja.

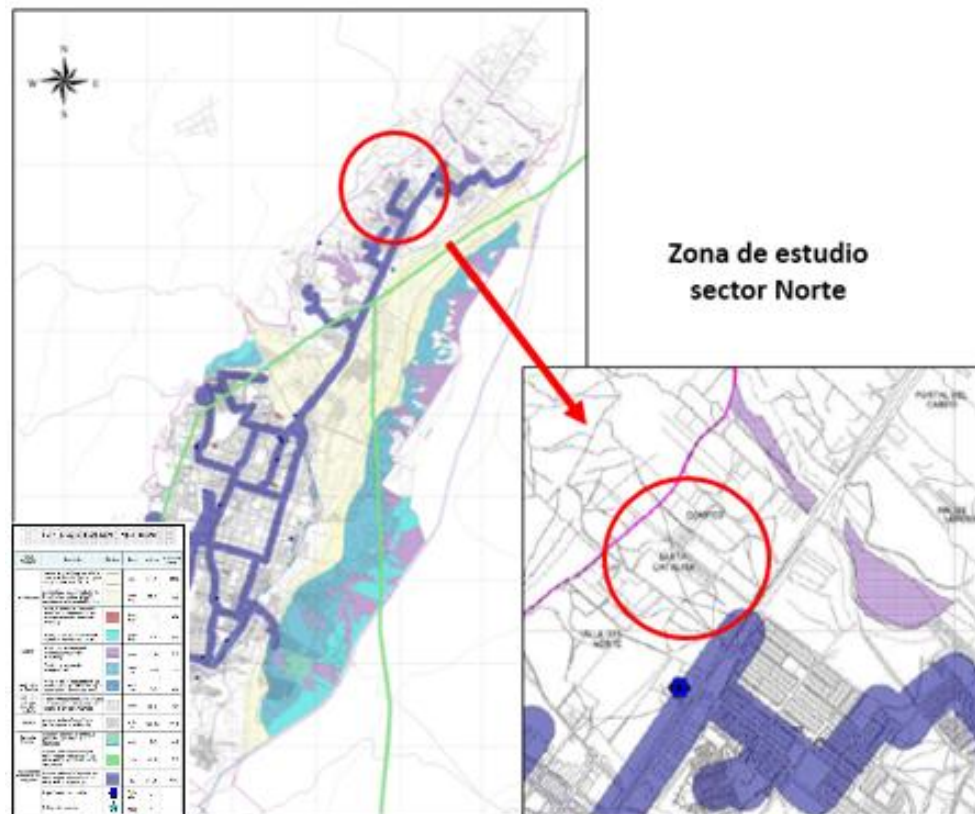
Tabla 10. Procesos amenazantes identificados en el suelo urbano.

Procesos amenazantes de origen natural	Descripción	Procesos amenazantes de origen antrópico	Descripción
Sismicidad	Todo el Municipio.	Inestabilidad por baja capacidad portante	Construcciones sobre áreas de relleno de anteriores cárcavas, rellenos pertenecientes al sistema de drenajes y cárcavas, sobre el sistema de bóvedas de la red de alcantarillado.
Erosión hídrica superficial	Erosión hídrica superficial, evidencia de eventos erosivos de tipo laminar, surcos y cárcavas en los costados occidental y oriental de la ciudad.	Inestabilidad de taludes.	Área donde se han cambiado las condiciones originales del talud por obras civiles. Avenida oriental (entre calles 5, 6, 7, 9a, 12, 14e, 18 a 20, 23 a 26, 28 a 29, 56 a 59, 59 a 60, 61 a 63a). Sector occidental (entre calles 6, 8, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 25 a 29).
Erosión por su escorrentía superficial (sufusión)	Área de posible afectación por los fenómenos de turificación, más que todo en los flancos del sinclinal de Tunja.	Fallas de origen tecnológico en infraestructuras.	Redes de alta tensión

Fuente: POT Tunja

Teniendo en cuenta la descripción del mapa de amenazas en la zona urbana para la ciudad de Tunja que contiene inundaciones, erosión, inestabilidad de taludes, entre otras, los barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte, no se encuentran dentro de ninguna zona de riesgo, pero si se encuentran cerca de una zona de erosión por escurrimiento concentrado superficial (cárcava) de grado medio representada con color morado, y también cerca de una zona de posible conflagración por fallas propias o inducidas de las estructuras y redes de gas de grado alto representado con color morado, como se muestra en la ilustración 25.

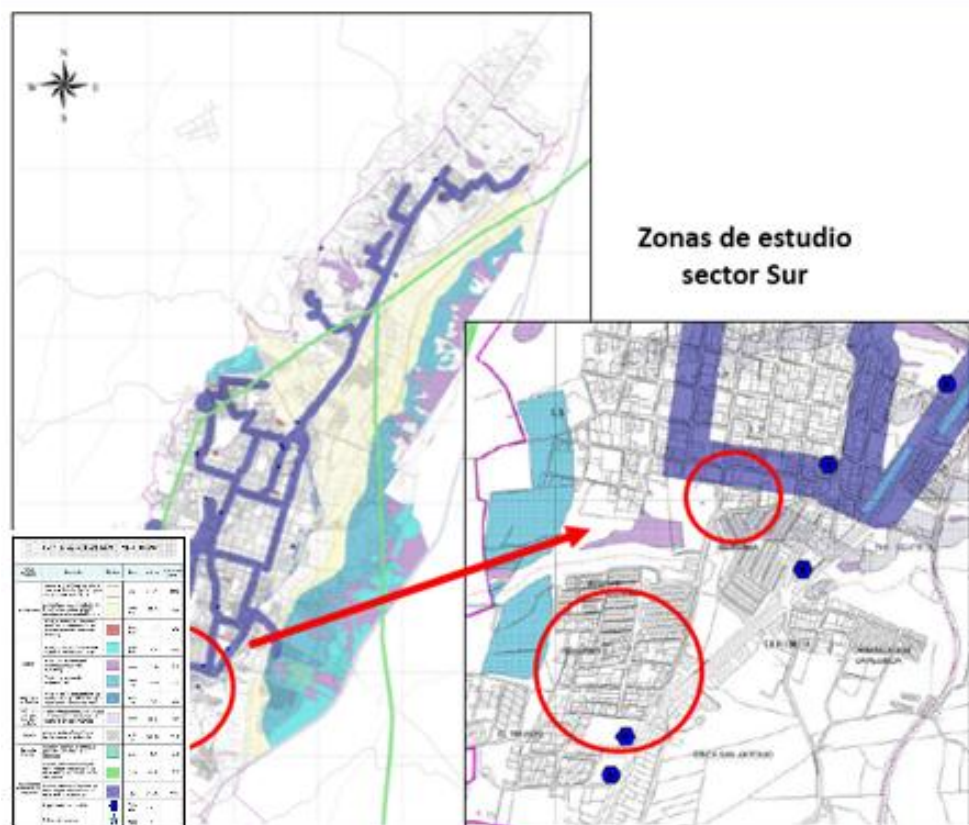
Ilustración 25. Mapa de amenazas, barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte



Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Mapa de amenazas zona urbana. Disponible en: http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf

En cuanto a los barrios ubicados al sur de la ciudad se describe en el mapa que no se encuentran en zona de amenaza, pero se observa que la Urbanización Villa María se encuentra cercana a una zona de posible conflagración por fallas propias o inducidas de las estructuras y redes de gas representado con color morado y el barrio Trinidad esta cercano a un expendio de combustibles con un grado de amenaza medio alto representado con un hexágono azul, además de estar cerca de una zona de erosión por escorrentía sub – superficial de grado medio alto.

Ilustración 26. Mapa de amenazas, barrios Trinidad y Villa María

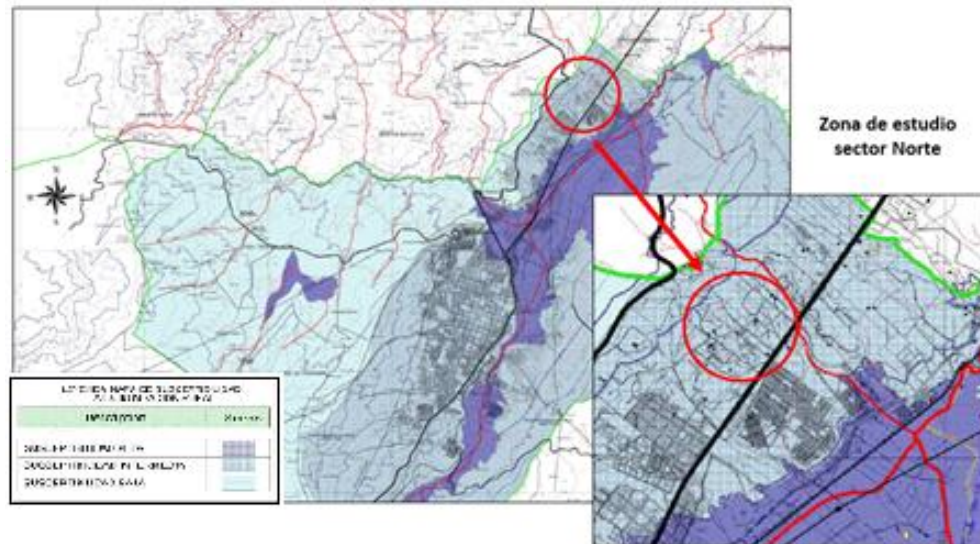


Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Mapa de amenazas zona urbana. Disponible en: http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf

4.2.9 Susceptibilidad a la inundación. El mapa de inundación del municipio de Tunja presentan las siguientes características.

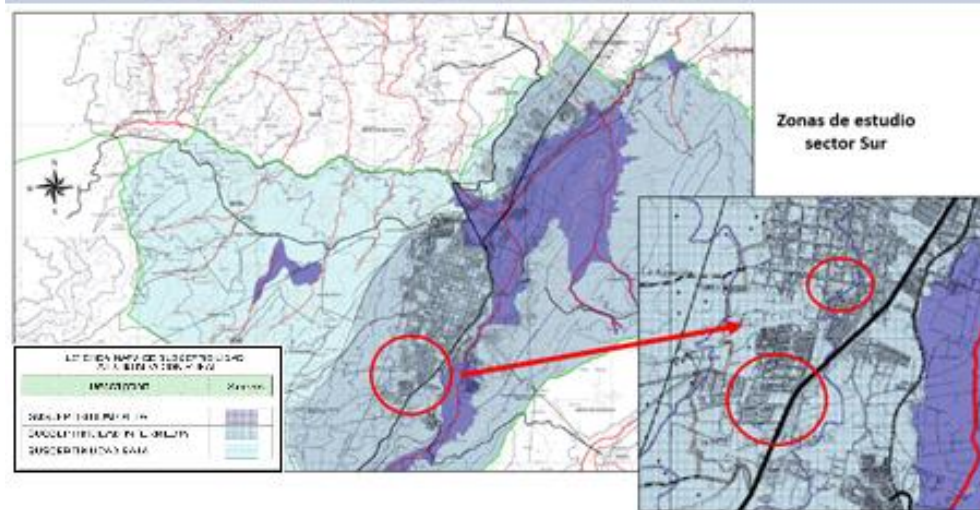
Para los barrios del sector norte se describe una susceptibilidad a la inundación de clasificación intermedia al igual que los barrios ubicados en el sector sur de la ciudad, como se muestra en las ilustraciones 27 y 28.

Ilustración 27. Mapa susceptibilidad a la inundación, barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del Norte



Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Mapa de susceptibilidad a la inundación. Disponible en: http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf

Ilustración 28. Mapa susceptibilidad a la inundación, barrios Trinidad y Villa María



Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. Mapa de susceptibilidad a la inundación. Disponible en: http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf

4.2.10 Sistemas estructurales. Se encuentran descritos en la Norma Sismo Resistente NSR-10 y divididos en cuatro grupos principales como son, muros de carga, pórticos, sistema combinado y dual, descritos a continuación.

4.2.10.1 Muros de carga.⁴⁸ Es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual las cargas verticales son resistidas por los muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales.

El sistema de muros de carga presenta la siguiente clasificación:⁴⁹

- ✓ **Mampostería de cavidad reforzada.** Se clasifican por tener dos muros laterales de mampostería dejando una cavidad interior reforzada, donde se le inyectara mortero o concreto fluido. Para diseño sismo resistente, se usa con capacidad de disipación de energía en el rango inelástico (DES).
- ✓ **Mampostería reforzada.** Sistema constituido por unidades de perforación vertical, que conforma barras y alambres de acero donde se le inyecta mortero de relleno. Para diseño sismo resistente, se usa la capacidad de disipación de energía en el rango inelástico (DES) donde se deben rellenar todas las celdas de los mampuestos y cuando se usa la capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (DMO) donde se inyectan las celdas que lleven refuerzo vertical
- ✓ **Mampostería parcialmente reforzada.** Sistema constituido por unidades de perforación vertical, que conforma barras y alambres de acero donde se le inyecta mortero de relleno. Para diseño sismo resistente, se usa la capacidad de disipación de energía en el rango inelástico (DMO).
- ✓ **Mampostería no reforzada.** Sistema de mampuestos unidos con mortero de pega que no cumple cuantías mínimas de refuerzo. Para diseño sismo resistente, se usa la capacidad de disipación de energía en el rango inelástico (DMI).
- ✓ **Mampostería de muros confinados.** Se clasifica por un sistema de muros rodeados de elementos con concreto reforzado, donde van a ser adheridos y

⁴⁸ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10. Bogotá: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Título A.3.2

⁴⁹ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10. Bogotá: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Título D.2

trabajar como un elemento monolítico. Para diseño sismo resistente, se usa la capacidad de disipación de energía en el rango inelástico (DMO).

- ✓ **Mampostería de muros diafragma.** Son los muros que van continuos desde la cimentación hasta el nivel superior de la edificación, rodeados por sistemas pórtico donde rigidizan la estructura y restringen desplazamientos por cargas. Para diseño sismo resistente, se usa la capacidad de disipación de energía en el rango inelástico (DMI).
- ✓ **Mampostería reforzada externamente.** Reforzamiento mediante mallas electro soldadas por ambas caras del muro y fijándolos mediante conectores y/o clavos de acero Para diseño sismo resistente, se usa la capacidad de disipación de energía en el rango inelástico (DMI).

4.2.10.2 Sistema de pórticos.⁵⁰ Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, sin diagonales, que resiste cargas verticales y fuerzas horizontales.

4.2.10.3 Sistema combinado.⁵¹ Es un sistema estructural, en el cual:

(a) Las cargas verticales son resistidas por un pórtico no resistente a momentos, esencialmente completo, y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales, o

(b) Las cargas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos, esencialmente completo, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales, y que no cumple los requisitos de un sistema dual.

4.2.10.4 Sistema dual.⁵² Es un sistema estructural que tiene un pórtico espacial resistente a momentos y sin diagonales, combinado con muros estructurales o

⁵⁰ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10. Bogotá: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Título A.3.2

⁵¹ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10. Bogotá: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Título A.3.2

⁵² ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10. Bogotá: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Título A.3

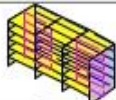
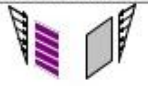
pórticos con diagonales. Para que el sistema estructural se pueda clasificar como sistema dual se deben cumplir los siguientes requisitos:

(a) El pórtico espacial resistente a momentos, sin diagonales, esencialmente completo, debe ser capaz de soportar las cargas verticales.

(b) Las fuerzas horizontales son resistidas por la combinación de muros estructurales o pórticos con diagonales, con el pórtico resistente a momentos, el cual puede ser un pórtico de capacidad especial de disipación de energía (DES), cuando se trata de concreto reforzado o acero estructural, un pórtico con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) de concreto reforzado, o un pórtico con capacidad mínima de disipación de energía (DMI) de acero estructural. El pórtico resistente a momentos, actuando independientemente, debe diseñarse para que sea capaz de resistir como mínimo el 25 por ciento del cortante sísmico en la base.

(c) Los dos sistemas deben diseñarse de tal manera que en conjunto sean capaces de resistir la totalidad del cortante sísmico en la base, en proporción a sus rigideces relativas, considerando la interacción del sistema dual en todos los niveles de la edificación, pero en ningún caso la responsabilidad de los muros estructurales, o de los pórticos con diagonales, puede ser menor del 75 por ciento del cortante sísmico en la base.

Ilustración 29. Sistemas estructurales

SISTEMAS ESTRUCTURALES DE RESISTENCIA SÍSMICA			
SISTEMA		CARGAS VERTICALES	FUERZAS HORIZONTALES
MUROS DE CARGA			
COMBINADO			
			
PÓRTICO			
DUAL			

Fuente: Prefacio NSR -10, definición de las características de la estructuración y del material estructural empleado.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 MATERIALES

5.1.1 Formato encuestas. El formato utilizado para la realización de las encuestas fue realizado por los ingenieros Wilson Medina y Néstor Rojas con el apoyo del estudiante Daniel Rodríguez, quienes dentro de los semilleros de investigación SIPAV y SIEC y basados en información y conocimientos previos del formato de evaluación post sísmica del FOPAE, del manual de ingeniería sísmica de la AIS⁵³ y de trabajos relacionados de la UPTC, dieron forma al presente formato, el cual ha sido actualizado y mejorado en sus diferentes versiones gracias a los aportes de varios estudiantes pertenecientes a dichos semilleros.

5.1.1.1 Identificación de la edificación.

- ✓ **Datos de reconocimiento de la edificación.** Al inicio de la encuesta se tiene como información el código catastral en la ciudad, dirección, el barrio, área construida, fecha de inspección y una evidencia fotográfica para tener en cuenta el reconocimiento de cada predio a estudiar.

Ilustración 30. Formato de identificación de la edificación

FORMATO DE ENCUESTA - ESTADO DE LAS EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE TUNJA			
1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN			
Código catastral		Foto No.	
Dirección: _____		Barrio: _____	
Área Construida: _____		Fecha de inspección: Día _____ Mes: _____ Año: _____	

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Número de habitantes.** Se clasifica el número de habitantes según el sexo y rango de edad para tener el dato de la población que reside en el barrio a encuestar.

⁵³ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería. Bogotá: 2001.

Ilustración 31. Formato de número de habitantes

1.1 NÚMERO DE HABITANTES				
	Real encuestado		Estimado	
	< 18 años	Entre 18 y 60 años	> 60 años	Sub total
Mujeres				
Hombres				
Total Habitantes				

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Año de construcción.** Tiene rangos según los años que la normativa de construcción sismo resistente se fuera actualizando en Colombia para tener en cuenta la edificación bajo que métodos estaba siendo construida.

Ilustración 32. Formato de año de construcción

1.2 AÑO DE CONSTRUCCIÓN				
Construcción	Antes 1984	Entre 1984 a 1997	Entre 1998 a 2010	Después de 2010

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Ubicación del terreno.** Se tiene en cuenta este dato para ver el grado de estabilidad de la estructura a estudiar, para poder determinar cómo afectará un sismo según el porcentaje de inclinación de la construcción.

Ilustración 33. Formato de ubicación en el terreno

1.3 UBICACIÓN EN EL TERRENO			
Plano (2%)	Inclinado (7% a 20%)	Muy inclinado (21% al 30%)	Escarpado (45%)

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Presencia de inundaciones.** Respecto a la presencia de inundaciones en la construcción se establece para saber si ha sido afectada y debilitada la estructura.

Ilustración 34. Formato de presencia de inundaciones

1.4 PRESENCIA DE INUNDACIONES		
Se han presentado inundaciones?	Si	No

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.2 Condiciones existentes.

- ✓ **Posición de la edificación en la manzana.** Es importante saber en qué posición está la edificación, que otras construcciones están a su alrededor o hay ausencia de estas con el fin de saber el comportamiento ante un sismo.

Ilustración 35. Formato de posición de edificación en la manzana

2.1 POSICIÓN DE LA EDIFICACIÓN EN LA MANZANA				
Esquina	Intermedia	Libre por un costado	Libre por dos costados	Libre total

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Configuración en planta.** Se divide en forma sencilla y compleja para tener en cuenta si alguna estructura sufre irregularidades, las cuales pueden causar más probabilidad de que una estructura sufra daños al momento de un sismo, en el capítulo A.3 de la NSR-10.

Ilustración 36. Formato de configuración en planta

2.2 CONFIGURACIÓN EN PLANTA										
SENCILLA										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J (Otra)	
Esquema General de la edificación en planta										
SENCILLA										
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U (Otra)
Esquema General de la edificación en planta										

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Configuración en elevación.** Al igual que la configuración en planta se mide en sencilla y compleja para ver qué tipos de irregularidades se ven en las estructuras, de la misma forma en el capítulo A.3 de la NSR-10 castiga las configuraciones irregulares.

Ilustración 37. Formato de configuración en elevación

2.3 CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN																				
SENCILLA										COMPLEJA										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J (Otra)	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U (Otra)
Esquema General de la edificación en altura										Esquema General de la edificación en altura										

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.3 Uso de la edificación. Se determina el grupo de uso según en título A.2.5.1 de la NSR-10, clasificándose en edificaciones indispensables, atención a la comunidad, de ocupación especial y ocupación normal.

Ilustración 38. Formato de uso de la edificación

Grupo de uso según título A.2.5.1	Sótano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RESIDENCIAL																
COMERCIAL																
SALUD																
INDUSTRIAL																
EDUCATIVO																
ABANDONO																
BODEGA																
TANQUES																
DEPORTIVO																
RELIGIOSO																
OFICIAL																
OTRO																
DEFINICION DE OTRO TIPO:																
USO PREDOMINANTE																

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.4 Descripción de la estructura.

- ✓ **Sistema estructural:** hace referencia a que tipo de estructura se usó para la construcción de la edificación como concreto reforzado, mampostería, acero, madera y bahareque o tapia y que sistema predomina en caso de que una edificación tenga diferentes sistemas estructurales.

Ilustración 39. Formato de sistema estructural

4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL																
PISO																
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
CONCRETO REFORZADO																
PÓRTICOS DE CONCRETO																
MUROS ESTRUCTURALES																
SISTEMAS DUALES																
COLUMNAS AISLADAS																
SISTEMA DE MUROS CON PLACAS																
MAMPOSTERÍA																
MAMPOSTERÍA NO REFORZADA																
MAMPOSTERÍA CONFINADA																
MAMPOSTERÍA REFORZADA																
MUROS DIAFRAGMA																
MUROS REFORZADOS EXTERNAMENTE																
CAVIDAD REFORZADA																
ACERO																
PÓRTICOS ARRIOSTRADOS																
PÓRTICOS NO ARRIOSTRADOS																
MADERA																
PÓRTICOS Y PANELES DE MADERA																
PÓRTICOS EN MADERAS Y PANELES EN OTRO MATERIAL																
BAHAREQUE O TAPIA																
MUROS EN BAHAREQUE																
MUROS EN ADOBE																

SISTEMA ESTRUCTURAL PREDOMINANTE EN LA EDIFICACIÓN																							

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Tipos de entrepiso.** Se muestra el tipo de placa con que fue construida la edificación, en concreto como placa maciza, placa aligerada, reticular; en acero como lamina colaborante, vigas, cerchas y en madera como vigas, mixta. Es de gran importancia que placa existe en la edificación al momento de un sismo por su comportamiento.

Ilustración 40. Formato de tipos de entrepiso

TIPO	S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ENTREPISO PREDOMINANTE
CONCRETO REFORZADO																	
PLACA MACIZA																	
PLACA ALIGERADA																	
RETICULAR CELULADO																	
ACERO																	
LAMINA COLABORANTE (STEEL DECK)																	
VIGAS																	
CERCHAS																	
MADERA																	
VIGAS																	
MIXTA																	

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Tipos de cubierta.** Según el tipo de cubierta que se caracteriza dependiendo su material y el comportamiento que pueda tener al momento que se presente un sismo.

Ilustración 41. Formato de tipos de cubierta

4.3 TIPOS DE CUBIERTA	
Teja de barro ____ Fibro cemento ____ Losa concreto (Azotéa) ____ Cubierta metálica ____ Teja plástica ____ Otros ____ Cual? ____	
TIPO DE CUBIERTA PREDOMINANTE	
Teja de barro ____ Fibro cemento ____ Losa concreto (Azotéa) ____ Cubierta metálica ____ Teja plástica ____ Otros ____ Cual? ____	

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.5 Estado de la edificación. Se divide en daños que tiene la estructura como colapso, desviación o inclinación de la edificación o algún entrepiso, falla o asentamiento de la edificación y problemas geotécnicos como falla en talud o movimiento de masa, asentamiento o licuación, levantamiento o expansión del terreno. Estos ítems ayudaran a identificar que problemas pueden tener la edificación para analizar en qué estado pueda estar para la presencia de un sismo.

Ilustración 42. Formato de estado de la edificación

5.1. Existe Colapso (□)	No		Parcial		Total		Donde?	
5.2. Desviación o inclinación de la edificación o de algún entrepiso (▲)	Si		No		No se puede determinar		Donde?	
5.3. Falla o asentamiento de la edificación (X)	Si		No		No se puede determinar		Donde?	
5.4. Problemas geotécnicos								
5.4.1. Falla en talud o movimiento de masa (o)	No		Puntual		General		Donde?	
5.4.2. Asentamiento subsidencia o licuación (=)	No		Puntual		General		Donde?	
5.4.3. Levantamiento o expansión del terreno (+)	No		Puntual		General		Donde?	
Con convenciones para dibujar en esquema □ o ▲ X = + Planta de la Edificación								

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Daños en la estructura.** Clasificación sobre el estado actual de la estructura medida en parámetros los cuales son ninguno, leve, moderado, fuerte y severo, esta evaluación se hace para ver en qué peligro puede estar la integridad humana.

Ilustración 43. Formato de daños en la estructura

5.5 DAÑOS EN LA ESTRUCTURA				
NINGUNO	LEVE	MODERADO	FUERTE	SEVERO

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Mantenimiento general de la edificación.** Su clasificación es de bueno, regular y malo, esto depende de cómo los habitantes hagan mejoras y mantengan los elementos estructurales y no estructurales en buen estado.

Ilustración 44. Formato de mantenimiento general de la edificación

5.6 MANTENIMIENTO GENERAL DE LA EDIFICACIÓN			
	BUENO	REGULAR	MALO

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Daño en elementos no estructurales.** Se mide el daño en elementos no estructurales teniendo en cuenta que al momento de un sismo también pueden afectar la integridad humana.

Ilustración 45. Formato de daños en elementos no estructurales

	NINGUNO	LEVE	MODERADO	FUERTE	SEVERO
CIELO RASO					
PANELES					
VENTANAS					
PUERTAS					
CERRAMIENTOS					
INSTALACIONES SANITARIAS					
MUROS DE FACHADA					
MUROS DIVISORIOS					
CUBIERTA					
ESCALERAS					
OTROS					

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Porcentaje de daño global de la edificación.** Tiene un rango el cual mide el daño en elementos estructurales y no estructurales de toda la edificación, esto se clasifica en ninguno, leve, moderado, fuerte, severo y colapso total.

Ilustración 46. Formato de porcentaje de daño global de la edificación

RANGO	%	CLASIFICACIÓN GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN
0%		Ninguno
0-10 %		Leve
10-30 %		Moderado
30-60%		Fuerte
60-100 %		Severo
100%		Colapso Total

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.6 Tipos de escalera. Se clasifica en escaleras de madera, concreto, metálica y otros materiales en los que puedan ser construidas.

Ilustración 47. Formato de tipos de escalera

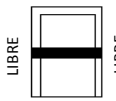
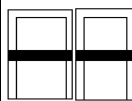
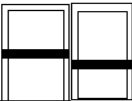
MADERA	CONCRETO	METÁLICA	NO EXISTE	OTRO. CUAL?
ESCALERA PREDOMINANTE				

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.7 Configuración de placas.

- ✓ **Favorabilidad o desfavorabilidad entre placas.** Se compara con las estructuras vecinas para ver si son favorables, desfavorables o están libres las placas para tener en cuenta los diferentes comportamientos de las edificaciones ante un sismo.

Ilustración 48. Formato de favorabilidad o desfavorabilidad entre placas

Libre		Favorabilidad		Desfavorabilidad	
-------	---	---------------	--	------------------	---

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Presenta juntas de separación entre edificaciones vecinas.** Consiste en saber qué tan separadas están entre sí las edificaciones vecinas con el fin de que las estructuras puedan dilatarse y contraerse por efectos de temperatura sin que una perjudique a la otra.

Ilustración 49. Formato de presencia de juntas de separación

NO		SI	Costado izquierdo	(m)	Costado Derecho	(m)
----	--	----	-------------------	-----	-----------------	-----

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.8 Piso flexible. Para saber la presencia de piso flexible hay que tener en cuenta si son diferenciales o no la altura entre placas de cada nivel de piso, en caso de ser diferencial la rigidez de la estructura va a disminuir y podría ser más vulnerable ante un sismo.

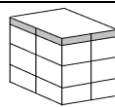
Ilustración 50. Formato de presencia o no de piso flexible

8. PISO FLEXIBLE					
Presenta piso flexible?			No presenta piso flexible		
Pisos					

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.9 Irregularidad en masa. Se tiene en cuenta, que tanto se puede afectar la estructura donde existan cambios bruscos de masa en cada nivel de piso más si son niveles superiores los que pesen más que los inferiores.

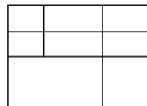
Ilustración 51. Formato de presencia o no de irregularidad en masa

9. IRREGULARIDAD DE LA MASA							
Irregularidad en la masa		Si		> 30%		No	
		Pisos		< 30%			

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.10 Irregularidad en rigidez. Suspensión de elementos estructurales como columnas y muros lo cual puede comprometer la edificación por pérdida de rigidez.

Ilustración 52. Formato de presencia de irregularidad o no en la rigidez

10. IRREGULARIDAD EN LA RIGIDEZ					
Los elementos estructurales se suspenden en altura. (Columnas, Muros)		Si		No	
		Pisos			

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.11 Inspección a la edificación. Este ítem define si la inspección de la edificación se realizó interna o externamente.

Ilustración 53. Formato de inspección de la edificación

11. INSPECCIÓN A LA EDIFICACIÓN			
Exterior		Interior	

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

Evaluación de la estructura dependiendo de la calidad y estado de la estructura definidas en a.10.2.2.1 y a.10.2.2.2 (evaluación de acuerdo al criterio).

- ✓ **Calidad de diseño ϕ_c .** Esta calificación se define en términos de la mejor tecnología existente en la época en que se construyó la edificación. Al respecto se puede utilizar información tal como: registros de interventoría la construcción y ensayos realizados especialmente para ello. Dentro de la calificación debe tenerse en cuenta el potencial de mal comportamiento de la edificación debido a distribución irregular de la masa o la rigidez, ausencia de diafragmas, anclajes, amarres y otros elementos necesarios para garantizar su buen comportamiento de ella ante las distintas solicitaciones. La calidad del diseño y la construcción de la estructura original deben calificarse como buena, regular o mala. “NSR-10”.⁵⁴

Ilustración 54. Formato de calidad de diseño de la edificación

12.1 CALIDAD DE DISEÑO			
		Buena 1.0	Regular 0.8
	ϕ_c		Mala 0.6

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

- ✓ **Estado de la edificación ϕ_e .** Debe hacerse una calificación del estado actual de la estructura de la edificación, basada en aspectos tales como: sismos que la puedan haber afectado, fisuración por cambios de temperatura, corrosión de las armaduras, asentamientos diferenciales, reformas, deflexiones excesivas, estado de elementos de unión y otros aspectos que permitan determinar su estado actual. El estado de la estructura existente debe calificarse como bueno, regular o malo.⁵⁵

Ilustración 55. Formato de estado de la edificación

12.2 ESTADO DE LA EDIFICACIÓN			
		Buena 1.0	Regular 0.8
	ϕ_e		Mala 0.6

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.12 Recomendaciones. Se necesita visita especializada por aspectos. Dependiendo de la valoración de los puntos anteriores se puede dar criterio de la

⁵⁴ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería. Bogotá: 2001.

⁵⁵ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería. Bogotá: 2001.

visita por parte estructural, geotécnico, instalación de gas, instalación de electricidad, acueducto o ninguno para su respectiva revisión por alguna patología presente en la edificación.

Ilustración 56. Formato de recomendaciones

13.1 SE NECESITA VISITA ESPECIALIZADA POR ASPECTOS									
Estructural		Geotécnico	Instalación de Gas		Instalación de electricidad		Acueducto		Ninguno

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.1.13 Comentarios. Para dar evaluaciones y observaciones sobre casos relevantes y estructuras que realmente sufren daños importantes.

Ilustración 57. Formato de comentarios

14. COMENTARIOS
Ampliar la evaluación con observaciones que ayuden a darle claridad al formulario, indicar los elementos donde los daños fueron más importantes :

Fuente: Semillero SIEC, SIPAV, Ing. Wilson Medina, Ing. Néstor Rojas.

5.1.2 Microsoft Excel. Este programa informático se utilizó para ingresar, ordenar y tabular los datos obtenidos en las encuestas diligenciadas en cada uno de los barrios de estudio, con el fin de tener una hoja de cálculo organizada y de fácil acceso a la información permitiendo actualizar o modificar datos. A su vez fue necesario para la elaboración de gráficas circulares que muestran claramente cada porción del total de los ítems analizados en el formato de encuesta.

Luego de tener completa la hoja de Excel con la información correspondiente, esta será importada a ArcGIS por medio de ArcMap y allí se generará una serie de planos ilustrativos de acuerdo a los datos ingresados.

5.1.3 Geoportal del IGAC. Esta herramienta se utilizó para tomar pantallazos de cada una de las zonas de estudio en las que aparece la imagen del área construida de cada lote en forma de polígonos, estos pantallazos fueron geo referenciados en el software ArcGIS, sirviendo de apoyo para crear nuevos polígonos que fueron calcándolos de la imagen del geoportal.

5.1.4 ArcGIS. El software ArcGIS permite organizar, analizar y administrar información de forma que pueda ser geo referenciada, este programa fue utilizado para graficar polígonos de cada uno de los lotes construidos teniendo en cuenta el área construcción, posteriormente a cada polígono se le asignó un atributo que corresponde al código catastral de cada vivienda.

El paso a seguir consiste en importar la información previamente organizada en Excel donde también se encuentra un atributo que corresponde al código catastral el cual será enlazado con el código anteriormente asignado a los polígonos, de esta manera todos los ítems de la hoja de Excel pasaran a ser atributos de cada polígono.

Finalmente se generan planos interactivos donde se muestra cada lote construido con sus correspondientes atributos, lo anterior permite tener una base de datos de fácil acceso, donde se logra identificar las características de cada una de las edificaciones de estudio.

5.1.5 Otras herramientas. Para el buen desarrollo del trabajo fue necesario hacer uso de materiales de papelería (lápiz, bolígrafo, borrador, impresiones, etc) para la realización de las encuestas, así como un flexo-metro y una cámara fotográfica. También se necesitó de una computadora para el manejo de los programas mencionados anteriormente y de internet para buscar, guardar y descargar información.

5.2 MÉTODOS

5.2.1 Marco metodológico. Con el objetivo de tener un proceso y desarrollo apropiado del trabajo se tomaron en cuenta varios métodos de investigación como cualitativo, cuantitativo, descriptivo y explicativo que son descritos a continuación.

- ✓ **Método cualitativo.** Este método aplica a la fase de recolección de la información, donde por medio del formato de encuesta se identificaba y caracterizaba cada edificación, mediante la inspección visual realizada.
- ✓ **Método cuantitativo.** En este caso se aplican herramientas matemáticas e informáticas, con el fin de examinar y clasificar la información obtenida, generando gráficas, porcentajes y estadísticas que cuantifican los datos registrados en las encuestas.

- ✓ **Método analítico.** Este método permite conocer con profundidad el caso de estudio, para esto se necesita de la observación que constituye la fase de recolección de información, donde se hace una inspección visual de la zona de estudio y se analizan las posibles causas de las patologías encontradas.
- ✓ **Método descriptivo.** Abarca la fase donde se reconoce y detalla el estado y las condiciones en que se encuentran las edificaciones de estudio y se describe cada una de sus características por medio del formato de encuesta utilizado.
- ✓ **Método explicativo.** En este caso se busca fundamentar de forma clara cada uno de los aspectos analizados y descritos en las diferentes fases del trabajo, inquirendo acerca de las posibles causas y condiciones que hacen que se presenten algunas patologías en las edificaciones de estudio. Además con este método se busca justificar y explicar los datos y resultados obtenidos a lo largo de toda la investigación.

5.2.2 Metodología. El primer paso para la realización de este proyecto fue presentar a la facultad de ingeniería civil de la universidad Santo Tomás el anteproyecto con la propuesta de trabajo de grado con el título de tipología estructural y caracterización de las edificaciones de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte y urbanización Villa María de la ciudad de Tunja, con el fin de ser estudiado por el comité de grado siendo aprobado posteriormente.

Después de obtener la respuesta positiva por parte del comité de grado, se procedió a redactar las respectivas cartas dirigidas a los presidentes de junta de acción comunal de cada barrio, a la oficina de planeación municipal y a la policía nacional donde se les informó en qué consistía el proyecto con el fin de no tener inconvenientes en la realización del mismo.

Al tener el recibido de cada carta, se procedió a realizar las encuestas en cada uno de los barrios de estudio, basados en el formato de encuesta establecido por el semillero SIEC, SIPAV y los Ingenieros Wilson Medina y Néstor Rojas. A continuación se tomó el registro fotográfico de cada una de las edificaciones y de los casos de estudio más representativos.

Con el fin de obtener un registro de los planos de algunas edificaciones de los barrios se realizó una visita a archivo municipal de la ciudad de Tunja, donde fueron facilitados planos de los barrios Coompes, Santa Catalina y Trinidad.

Luego de obtener toda la información correspondiente, se procedió a tabular los datos obtenidos en cada encuesta por medio de Microsoft Excel, donde a su vez se graficaron los ítems descritos en el formato de encuesta. Posteriormente se exportaron los datos descritos en Excel a una base de datos apoyados del software ArcGis, allí se generó una serie de mapas temáticos que representan mediante polígonos de diferentes colores cada una de las edificaciones encuestadas y sus respectivas características.

Teniendo en cuenta toda la investigación realizada previamente y apoyados en la norma sismo resistente colombiana NSR-10, se realizó el análisis, descripción y clasificación de las estructuras teniendo en cuenta principalmente los parámetros de calidad de diseño y el estado de la edificación.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 ANÁLISIS GENERAL DE LAS EDIFICACIONES

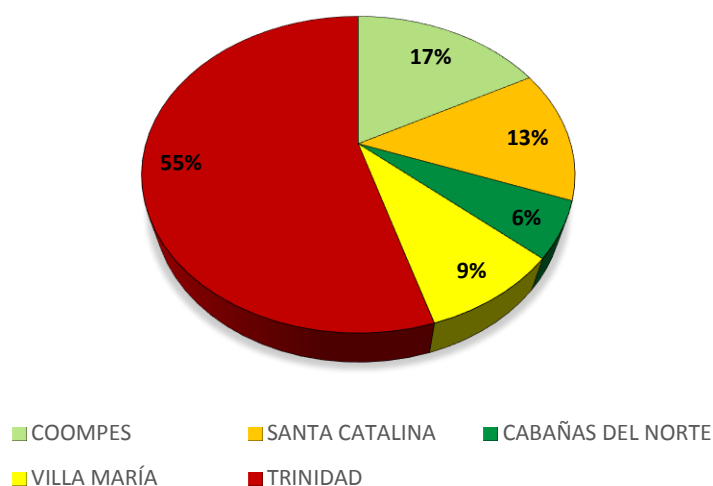
6.1.1 Barrios. En los siguientes barrios de la ciudad de Tunja se obtuvo información de 437 predios en el proceso de encuestas, los cuales el 55% de las edificaciones analizadas pertenecen al barrio Trinidad, 17% Coompes, 14% Santa Catalina, 9% Villa María y 9% Cabañas del Norte el cual es un barrio nuevo.

Tabla 11. Barrios

EDIFICACIONES TOTALES	Nº	%
COOMPES	75	17%
SANTA CATALINA	59	14%
CABAÑAS DEL NORTE	25	6%
VILLA MARÍA	39	9%
TRINIDAD	239	55%
TOTAL	437	100%

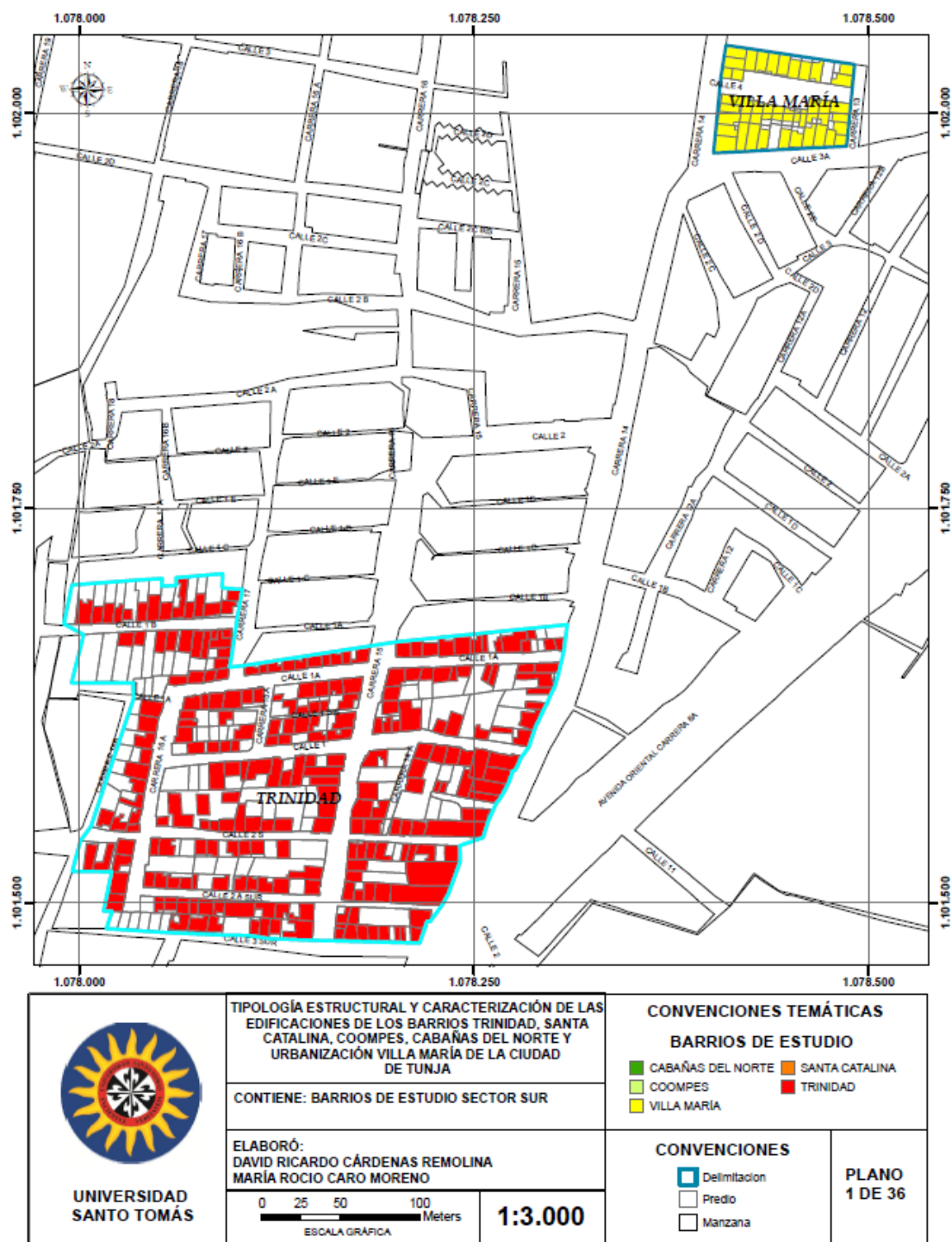
Fuente: Autores

Gráfica 1. Barrios



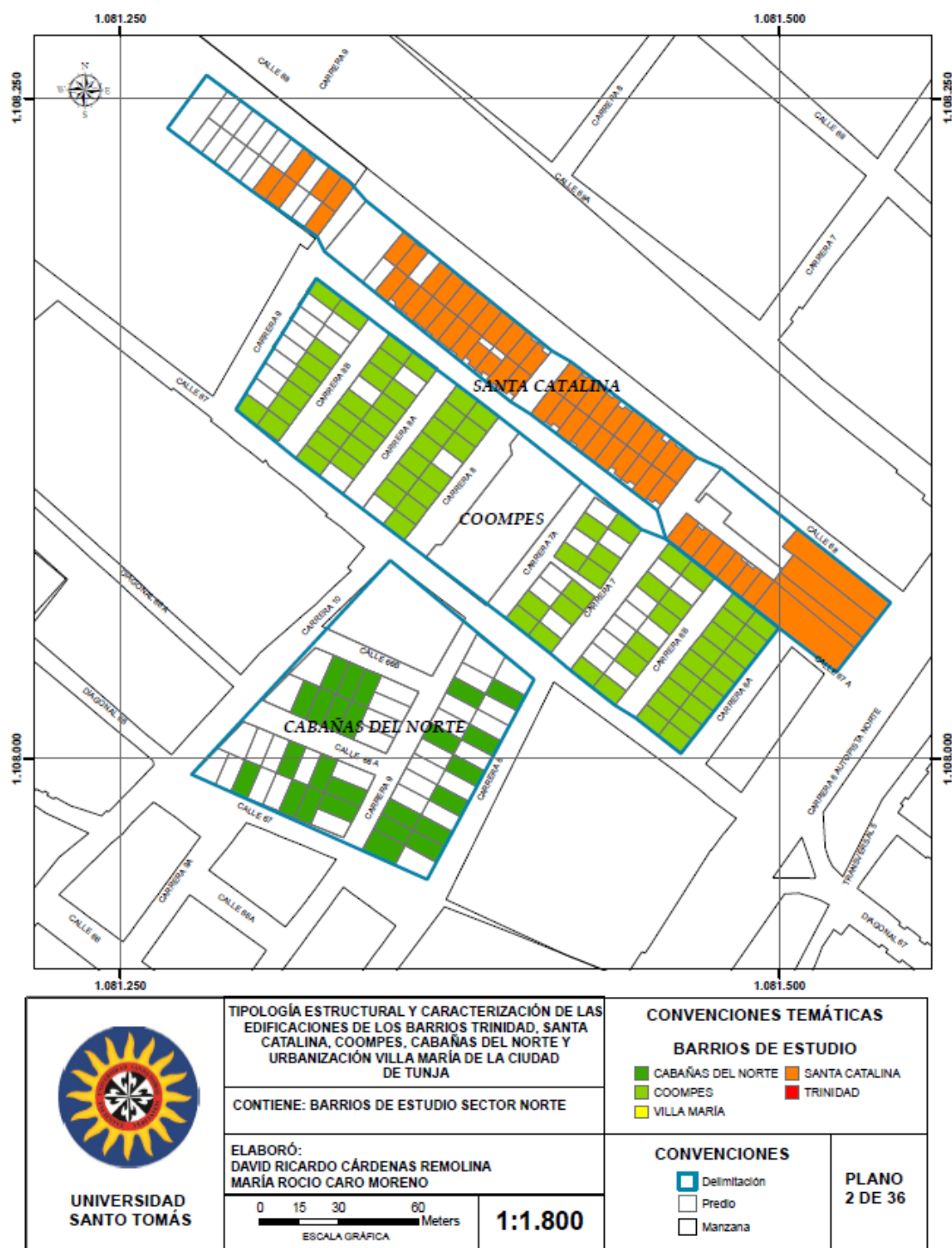
Fuente: Autores

Mapa 1. Identificación de los barrios sector sur



Fuente: Autores

Mapa 2. Identificación de los barrios sector norte



Fuente: Autores

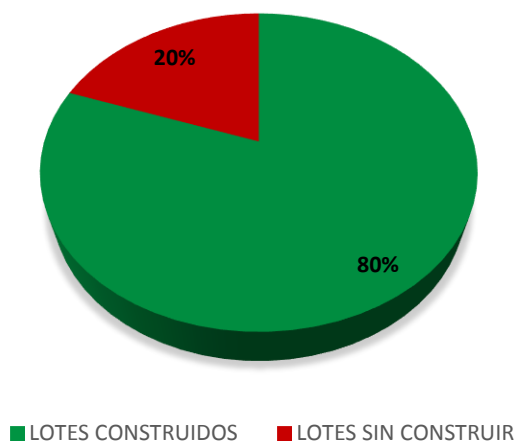
6.1.2 Total de predios. De los barrios encuestados se pudo determinar que en sus manzanas catastrales existe un 80% de lotes sobre los cuales se ha construido una edificación, quedando así un porcentaje restante que corresponde a un 20% al total de lotes que se encuentran sin construir.

Tabla 12. Total de predios

TOTAL PREDIOS	N°	%
LOTES CONSTRUIDOS	437	80%
LOTES SIN CONSTRUIR	106	20%
TOTAL	543	100%

Fuente: Autores

Gráfica 2. Total de predios



Fuente: Autores

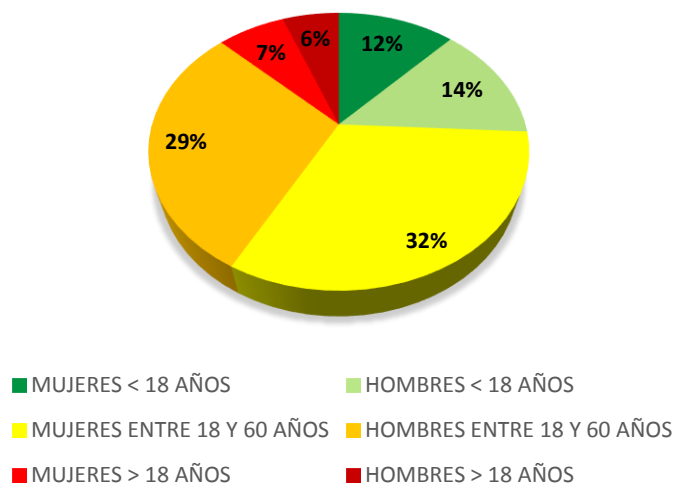
6.1.3 Número de habitantes. Teniendo en cuenta los datos obtenidos se pudo establecer que existe más población masculina y femenina en el rango de edad de los 18 a 60 años, sabiendo que el total de habitantes de los barrios son 2430 personas, es decir que viven en promedio de 5 a 6 personas por casa.

Tabla 13. Número de habitantes

NÚMERO DE HABITANTES	Nº
MUJERES < 18 AÑOS	291
HOMBRES < 18 AÑOS	335
MUJERES ENTRE 18 Y 60 AÑOS	776
HOMBRES ENTRE 18 Y 60 AÑOS	712
MUJERES > 18 AÑOS	168
HOMBRES > 18 AÑOS	140
TOTAL	2422

Fuente: Autores

Gráfica 3. Número de habitantes



Fuente: Autores

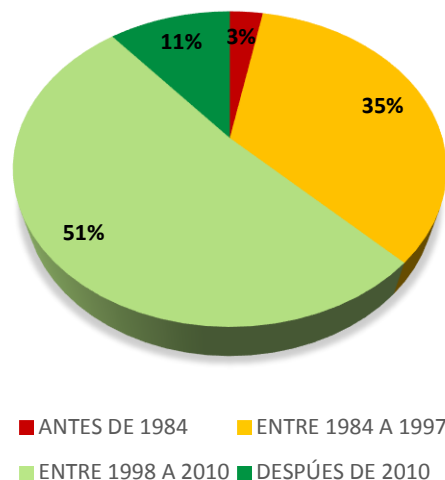
6.1.4 Año de construcción. Se obtiene como resultado que los predios de los barrios fueron contruidos un 3% cuando no regia ninguna norma en Colombia sobre construcciones sismo resistentes, 35% cuando estaba vigente el Código Colombiano de Construcciones Sismos Resistentes de 1984 (CCCSR-84), 51% con la norma sismo resistente de 1998 (NSR-98) y un 11% fueron construidas bajo la actualización de la misma es decir con la norma sismo resistente de 2010 (NSR-10), esto quiere decir que todas estas construcciones deben regirse a la norma según su año de construcción y por consiguiente deberán cumplir con la debida reglamentación.

Tabla 14. Año de construcción

AÑO DE CONSTRUCCIÓN	N°	%
ANTES DE 1984	13	3%
ENTRE 1984 A 1997	151	35%
ENTRE 1998 A 2010	225	51%
DESPÚES DE 2010	48	11%
TOTAL	437	100%

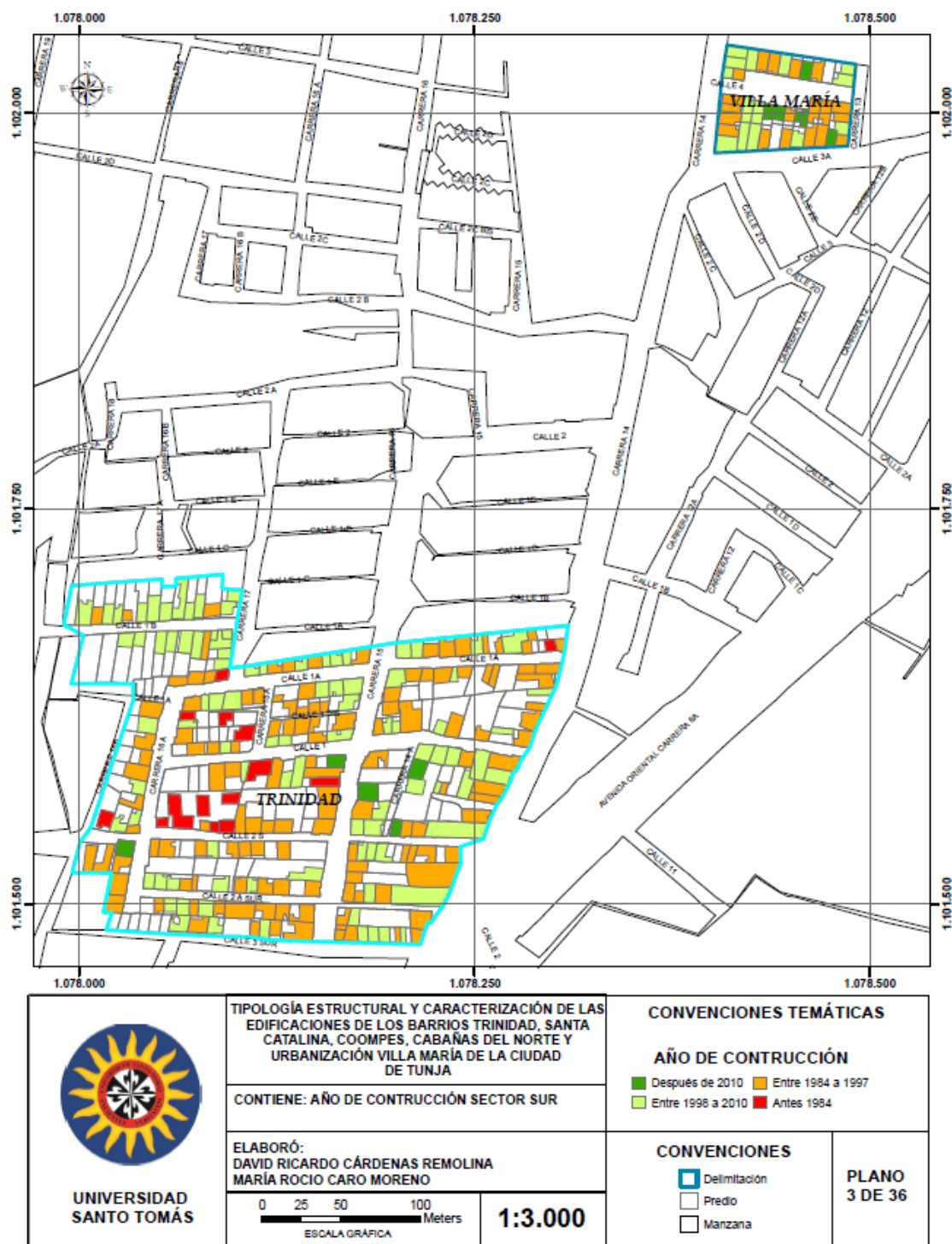
Fuente: Autores

Gráfica 4. Año de construcción



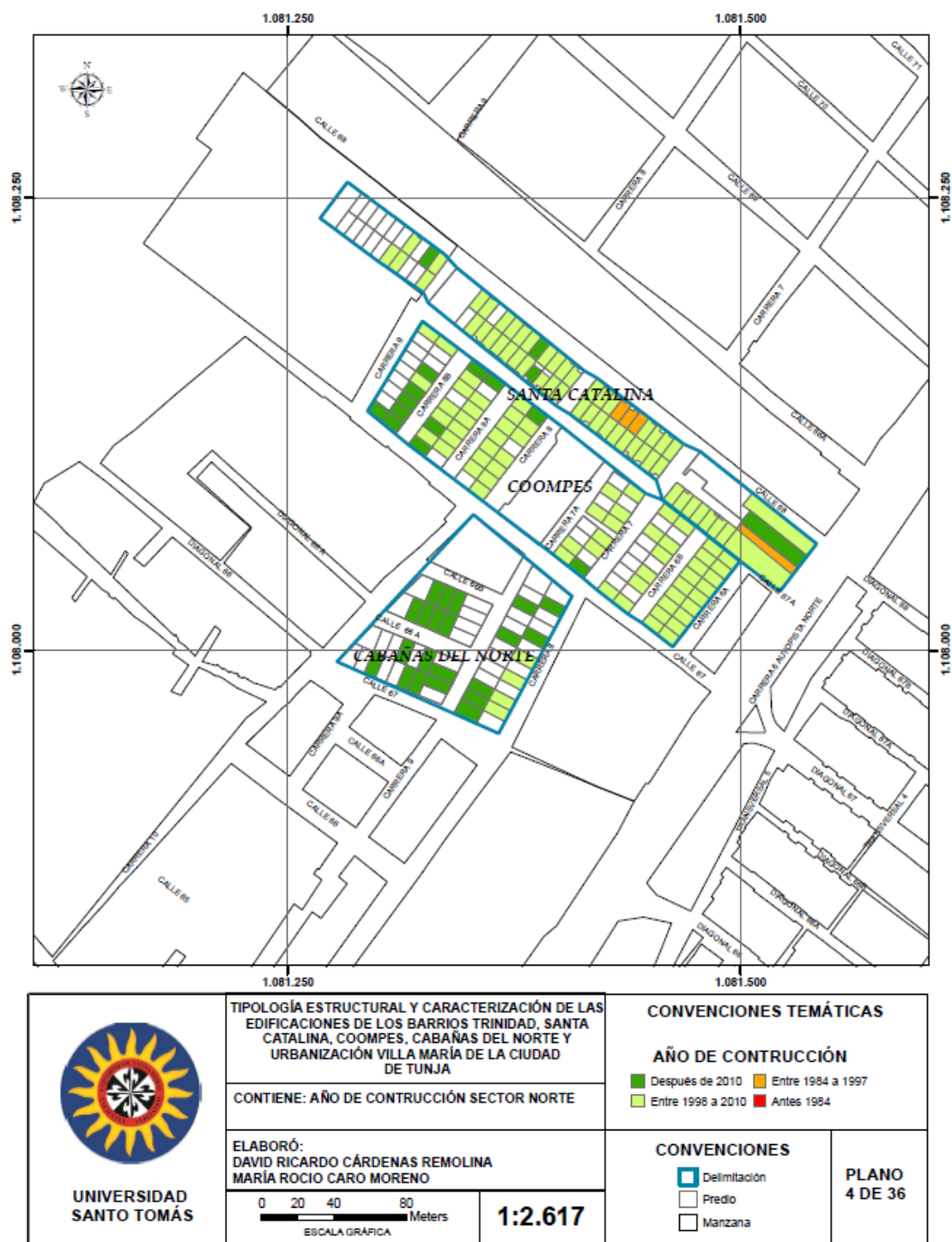
Fuente: Autores

Mapa 3. Año de construcción sector sur



Fuente: Autores

Mapa 4. Año de construcción sector norte



Fuente: Autores

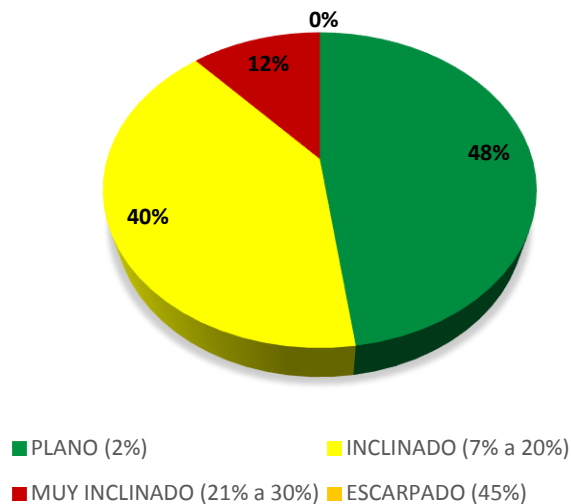
6.1.5 Inclinación del terreno. Este factor es de gran importancia ya que puede favorecer o agravar los acontecimientos ante la presencia de un evento natural, debido a la diferencia de nivel en que se encuentran posicionadas las edificaciones. Para las variadas zonas de estudio se presenta una topografía en su mayoría plana que corresponde a un 48%, inclinada con un 41% y muy inclinada en un 12%.

Tabla 15. Inclinación del terreno

INCLINACIÓN EN EL TERRENO	N°	%
PLANO (2%)	209	48%
INCLINADO (7% a 20%)	177	41%
MUY INCLINADO (21% a 30%)	51	12%
ESCARPADO (45%)	0	0%
TOTAL	437	100%

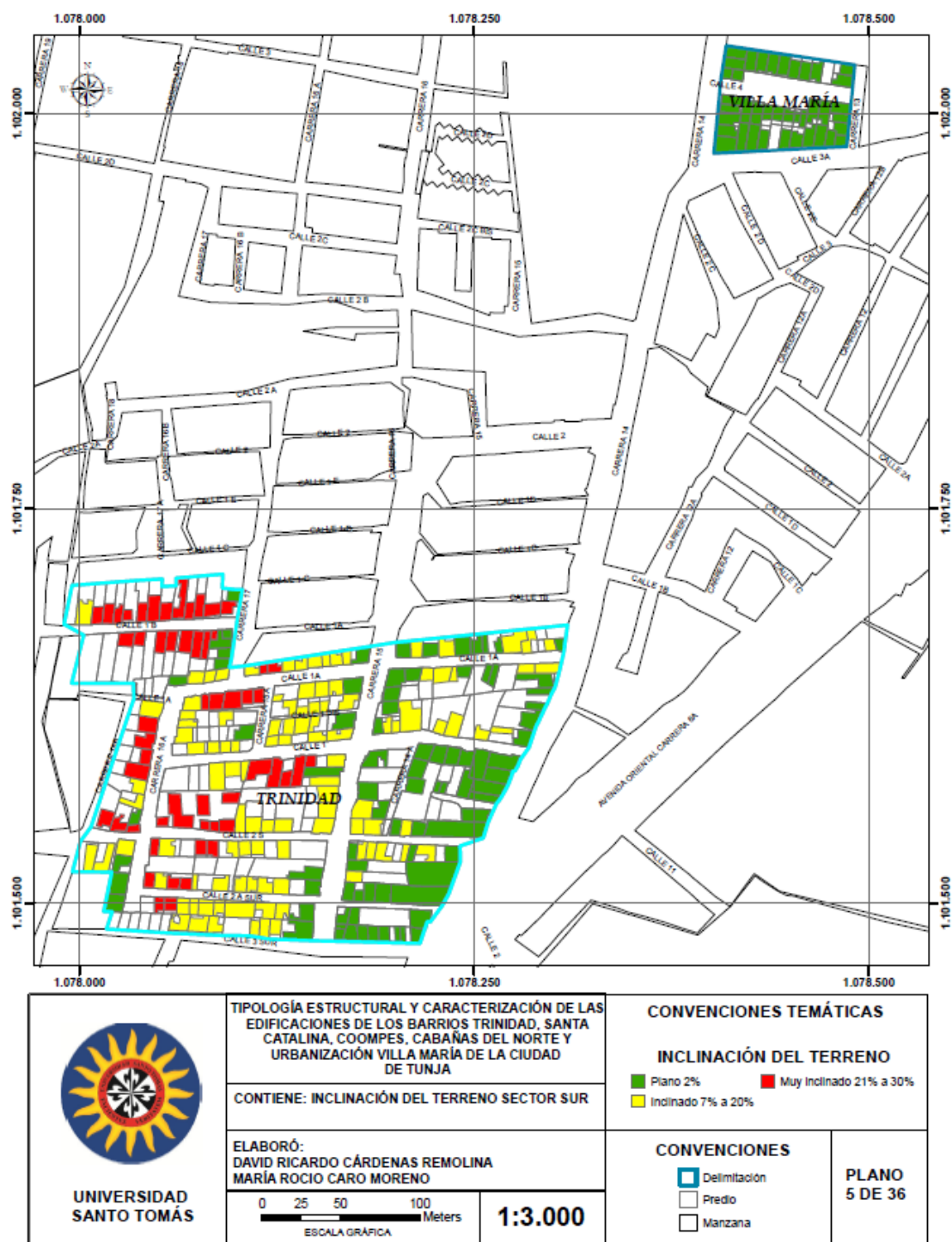
Fuente: Autores

Gráfica 5. Inclinación del terreno



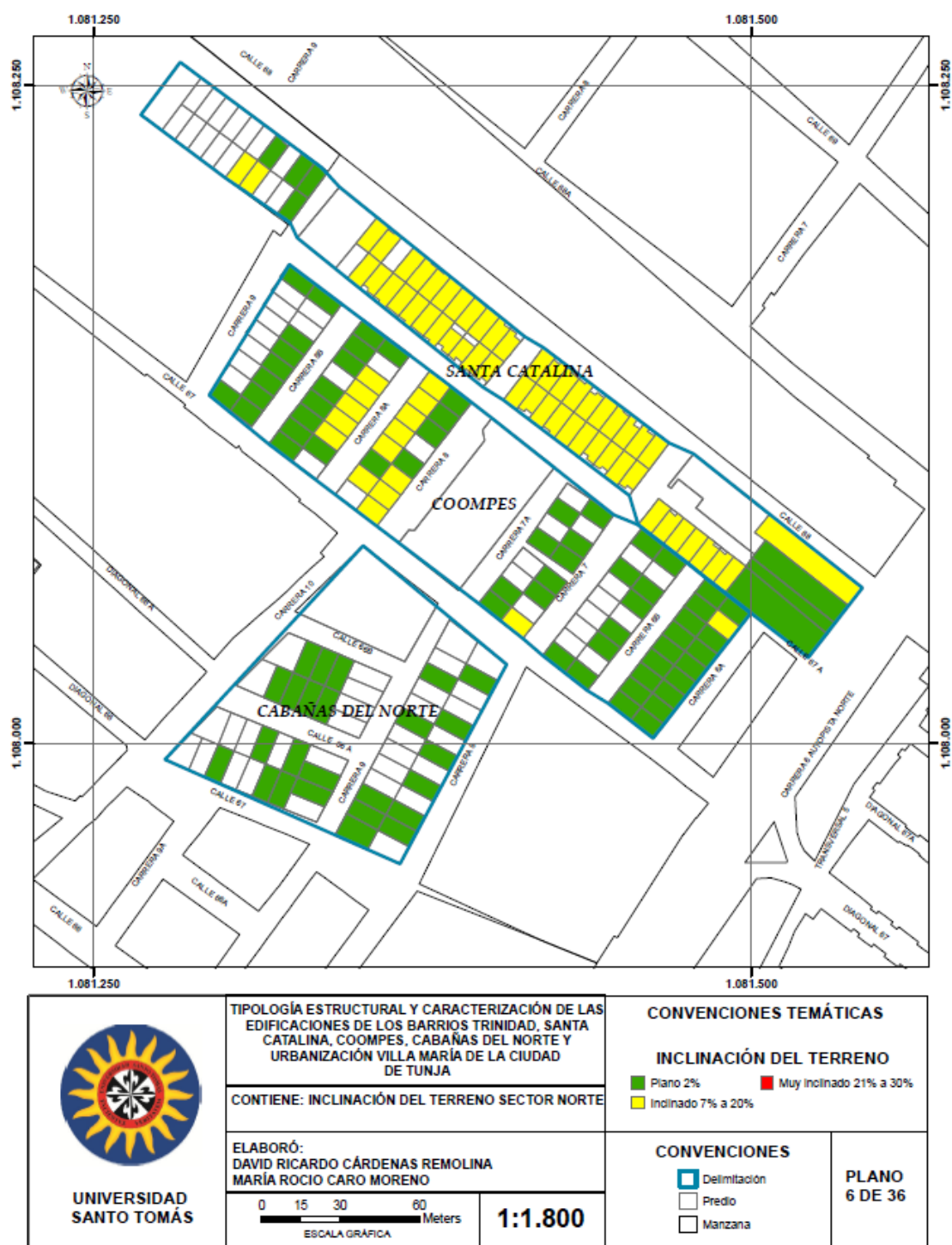
Fuente: Autores

Mapa 5. Inclínación del terreno sector sur



Fuente: Autores

Mapa 6. Inclínación del terreno sector norte



Fuente: Autores

6.1.6 Presencia de inundaciones. Debido al buen ordenamiento de los predios en los barrios y con ayuda de la inclinación del terreno en algunos sectores, el agua lluvia no ha causado inundaciones en un 98%, el 2% presenta ya sea por el posicionamiento en la manzana, por patologías de la estructura o condiciones geológicas que hacen que se filtre el agua por las casas.

Tabla 16. Presencia de inundaciones

PRESENCIA DE INUNDACIONES	N°	%
SE HAN PRESENTADO INUNDACIONES	9	2%
NO SE HAN PRESENTADO INUNDACIONES	428	98%
TOTAL	437	100%

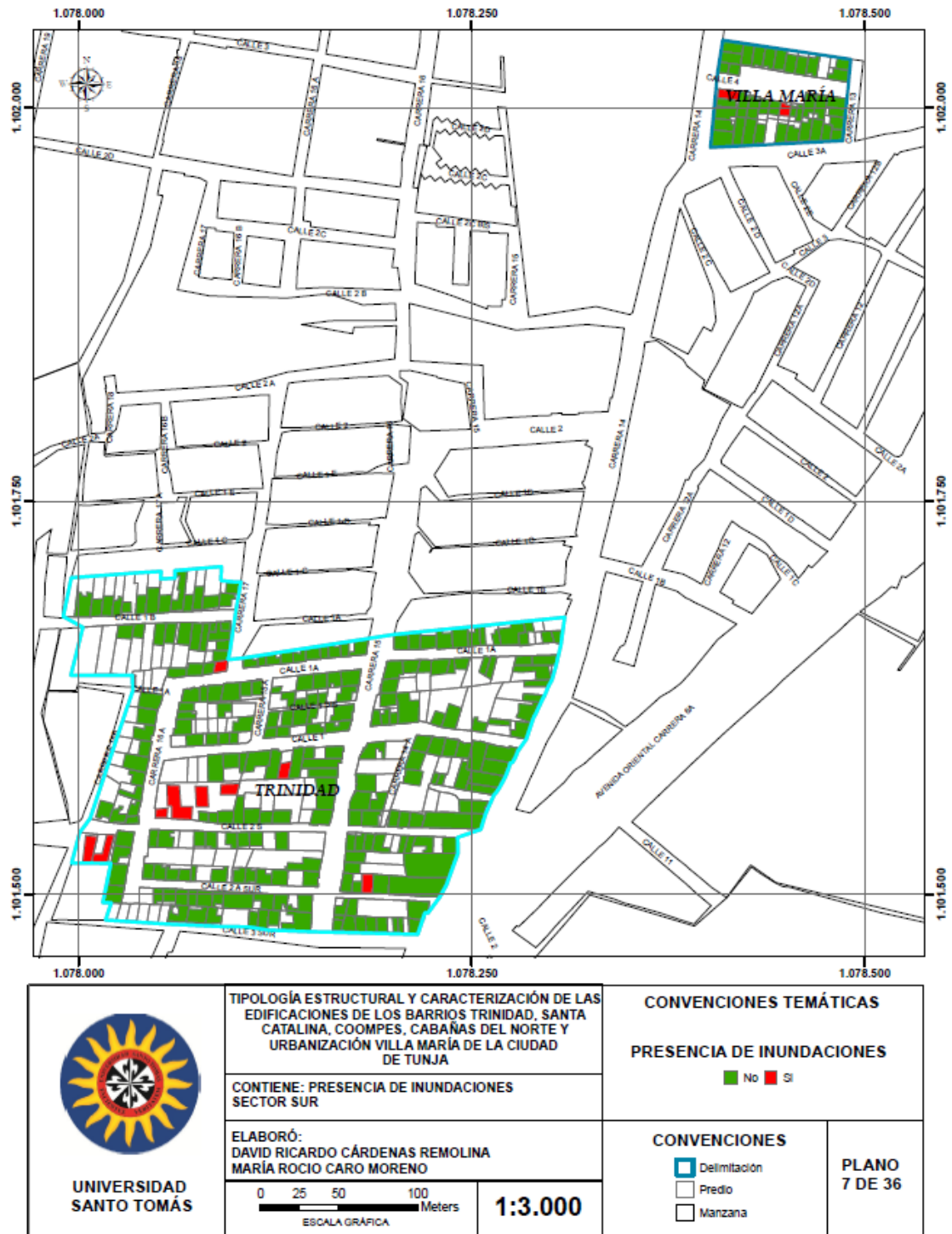
Fuente: Autores

Gráfica 6. Presencia de inundaciones



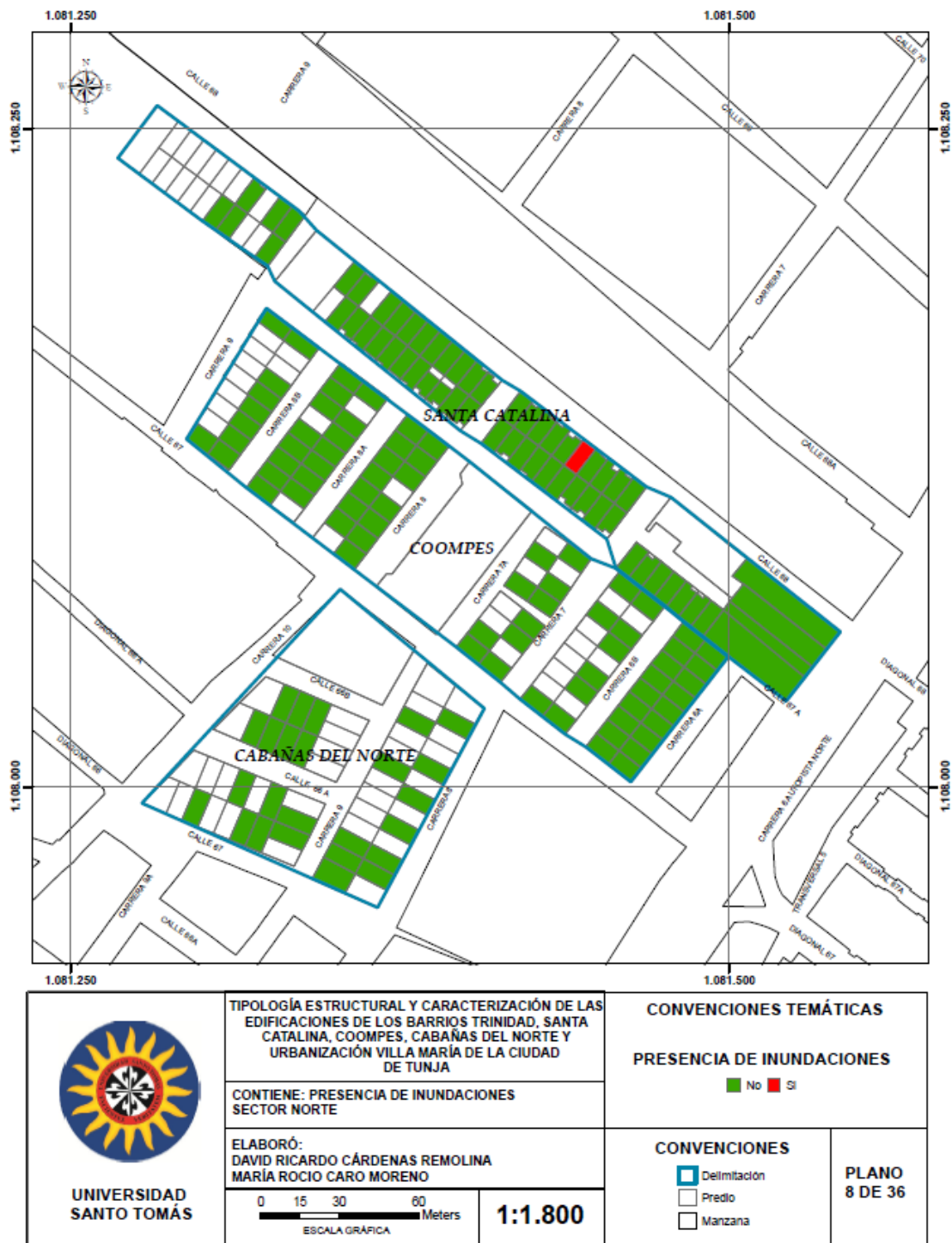
Fuente: Autores

Mapa 7. Presencia de inundaciones sector sur



Fuente: Autores

Mapa 8. Presencia de inundaciones sector norte



Fuente: Autores

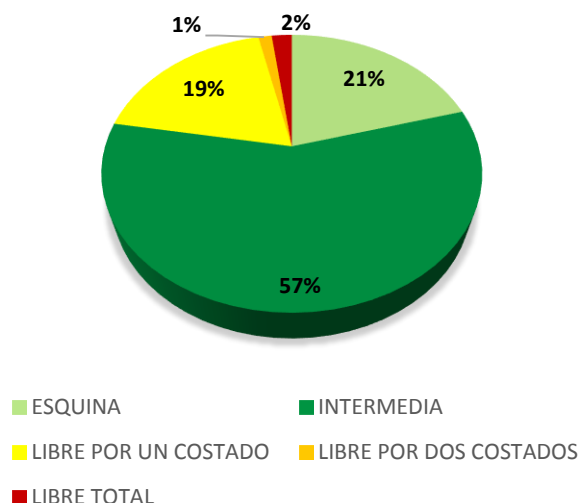
6.1.7 Posición de la edificación en la manzana. Este factor tiene gran incidencia en la estructura pues determina su comportamiento ante un evento sísmico debido a que se obtienen diferentes resultados y daños dependiendo de la posición en que se encuentre ubicada. En este caso existen lotes sin construir generando un 22% entre edificaciones libre por un costado, libre por dos costados y libre total, y el 78% restante se ubica entre edificaciones intermedias y esquineras.

Tabla 17. Posición de la edificación en la manzana

POSICIÓN DE LA EDIFICACIÓN EN LA MANZANA	N°	%
ESQUINA	90	21%
INTERMEDIA	250	57%
LIBRE POR UN COSTADO	82	19%
LIBRE POR DOS COSTADOS	6	1%
LIBRE TOTAL	9	2%
TOTAL	437	100%

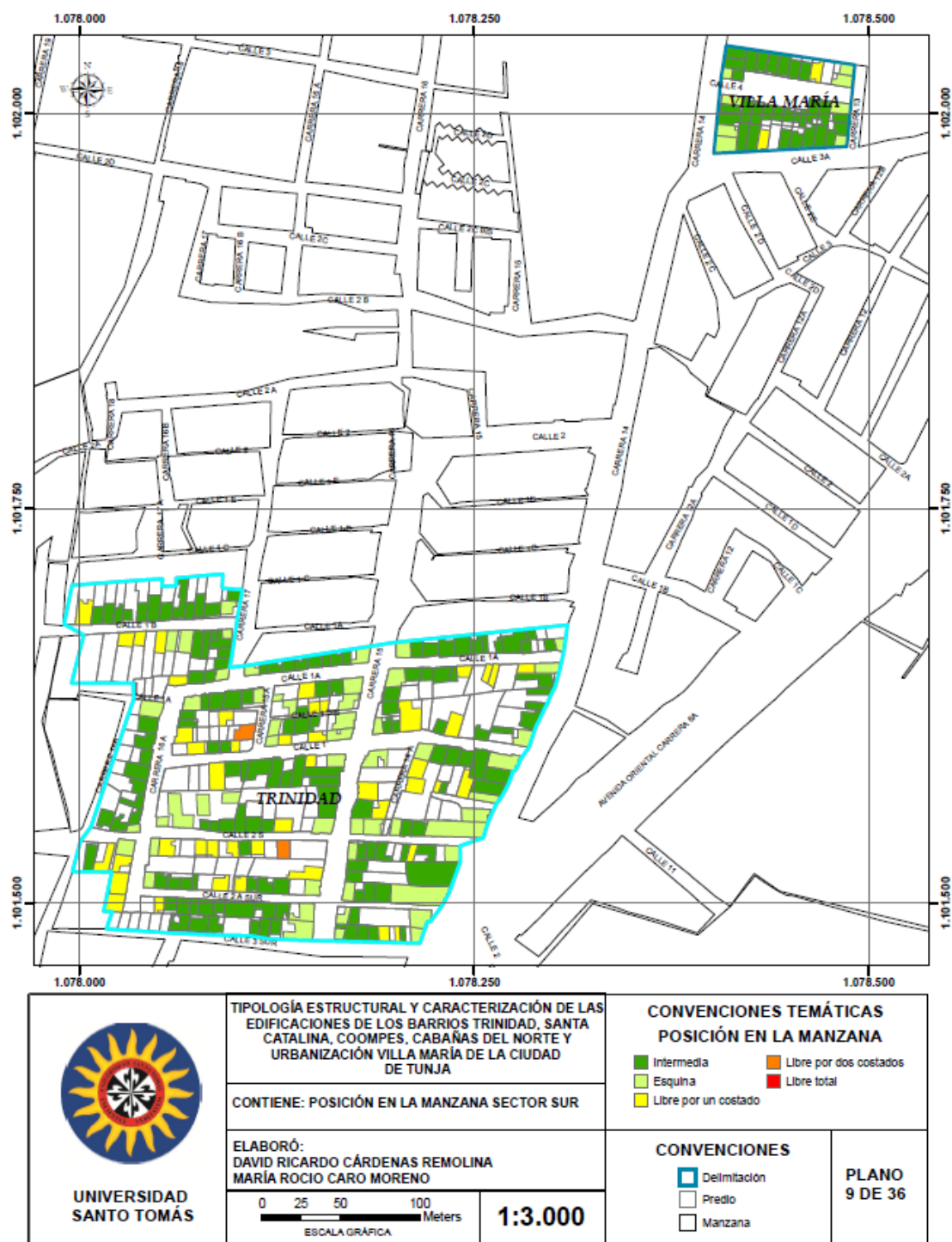
Fuente: Autores

Gráfica 7. Posición de la edificación en la manzana



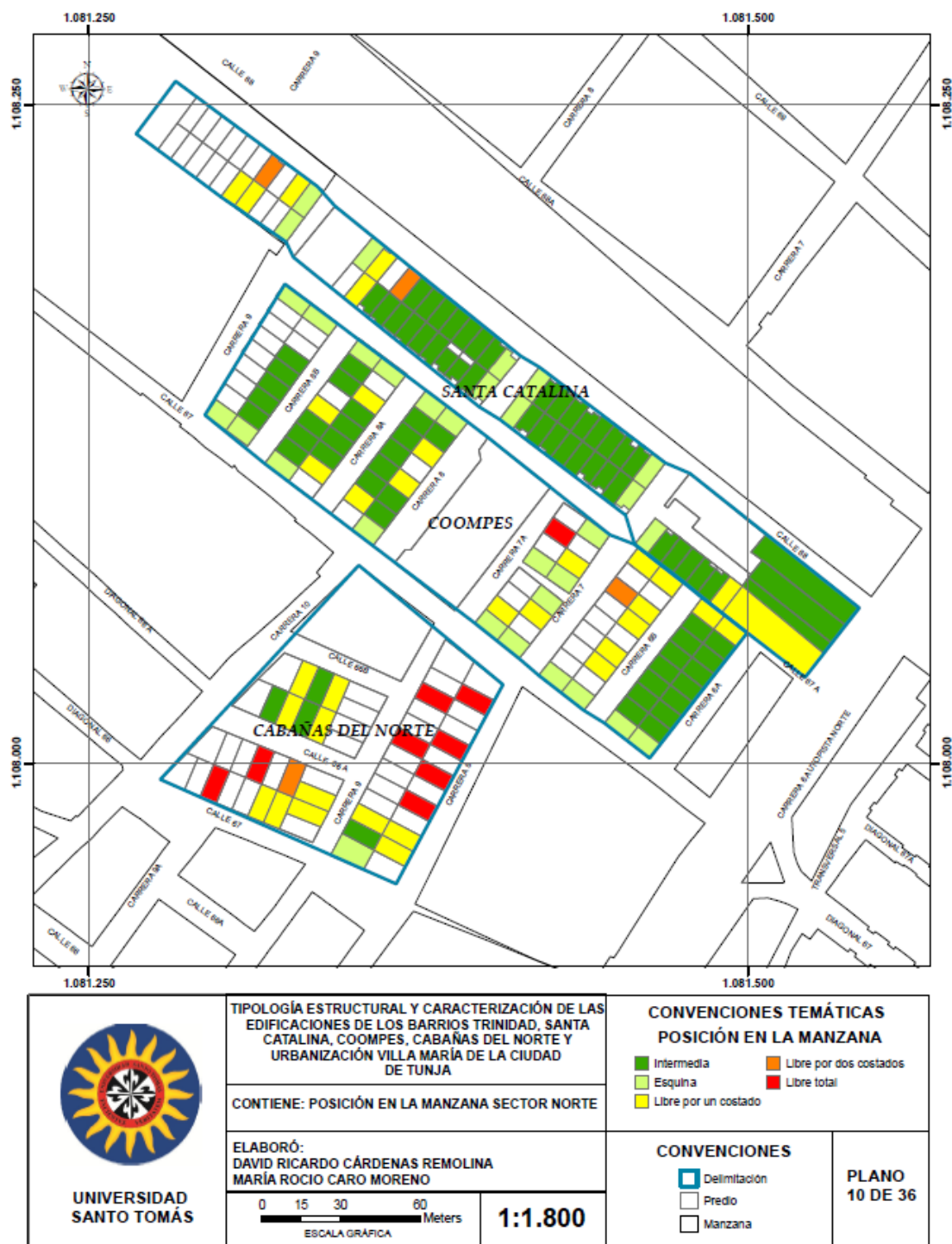
Fuente: Autores

Mapa 9. Posición de la edificación en la manzana sector sur



Fuente: Autores

Mapa 10. Posición de la edificación en la manzana sector norte



Fuente: Autores

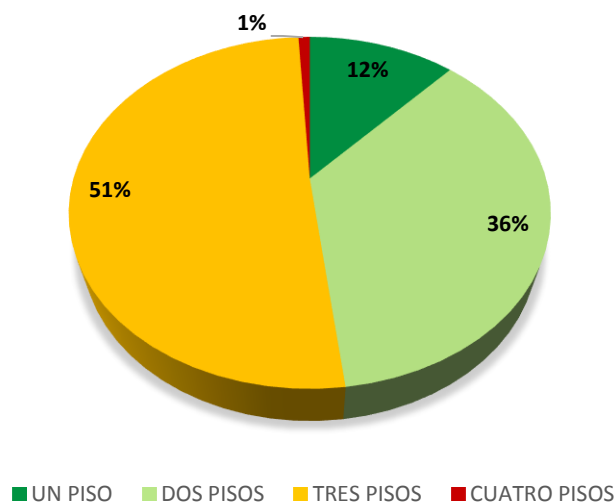
6.1.8 Número de pisos. Teniendo en cuenta los datos obtenidos en las encuestas se puede observar que el 51% de las edificaciones están conformadas por tres pisos, seguido de 36% de dos pisos, 12% de un piso y 1% de 4 pisos.

Tabla 18. Número de pisos

NÚMERO DE PISOS	N°	%
UN PISO	52	12%
DOS PISOS	158	36%
TRES PISOS	223	51%
CUATRO PISOS	4	1%
TOTAL	437	100%

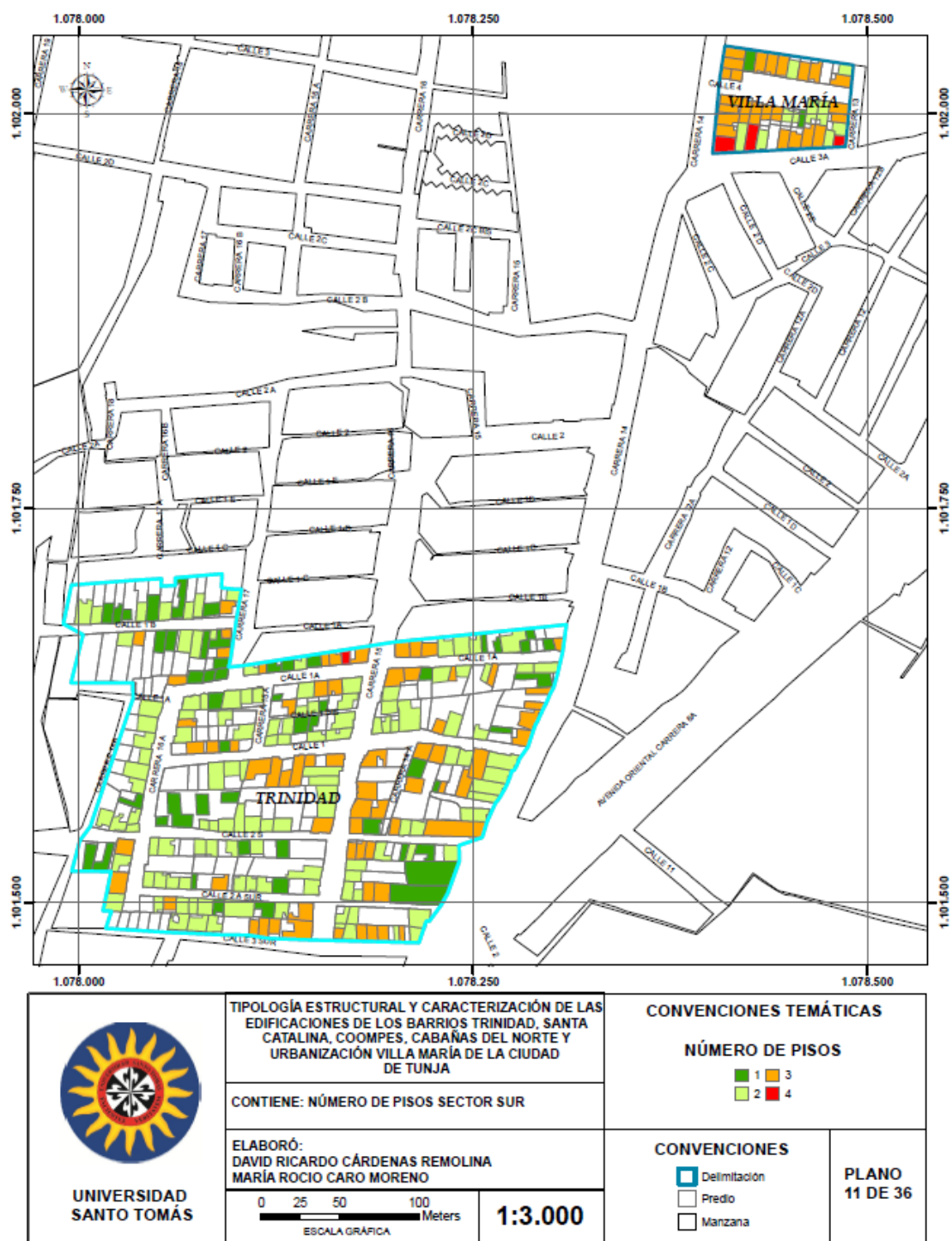
Fuente: Autores

Gráfica 8. Número de pisos



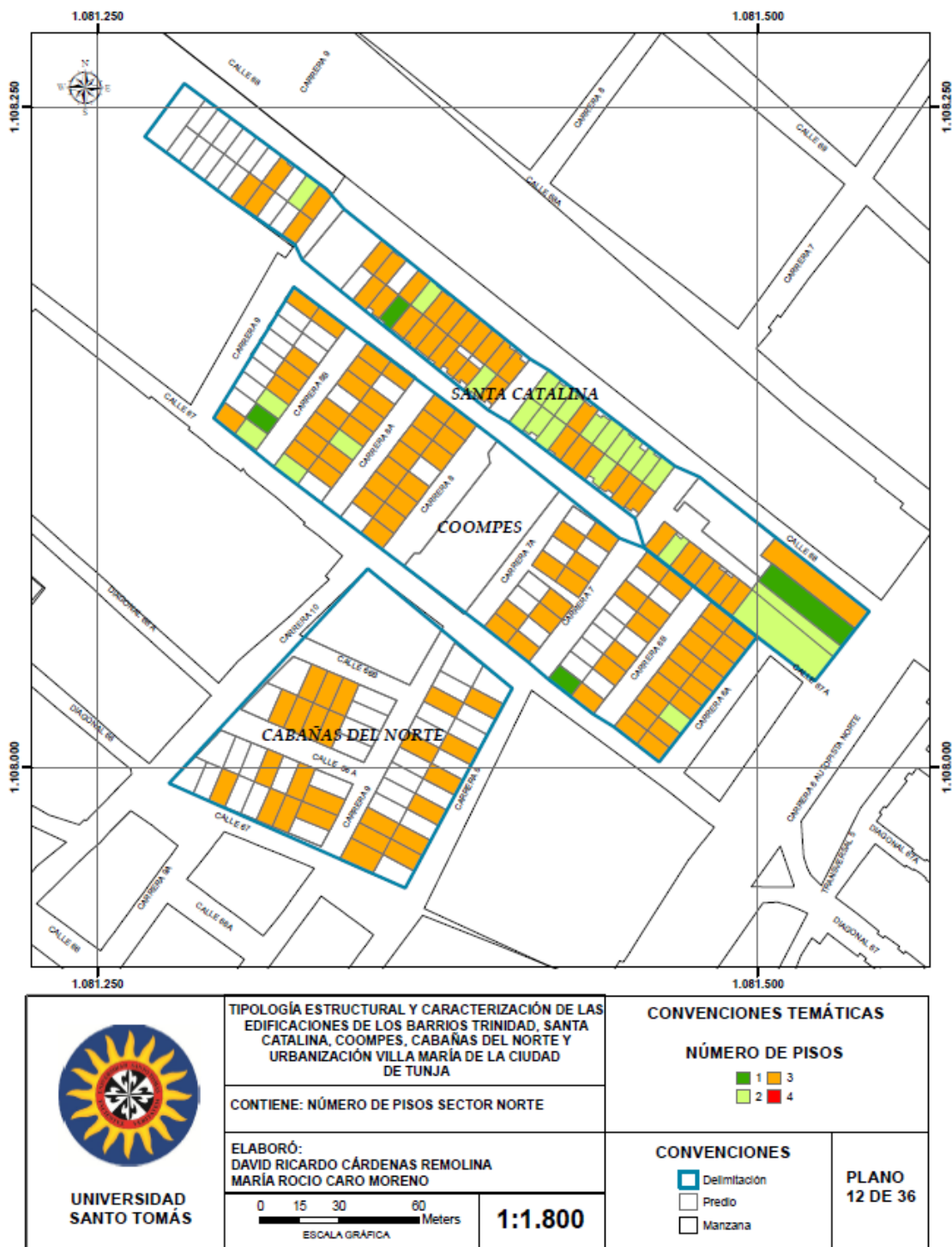
Fuente: Autores

Mapa 11. Número de pisos sector sur



Fuente: Autores

Mapa 12. Número de pisos sector norte



Fuente: Autores

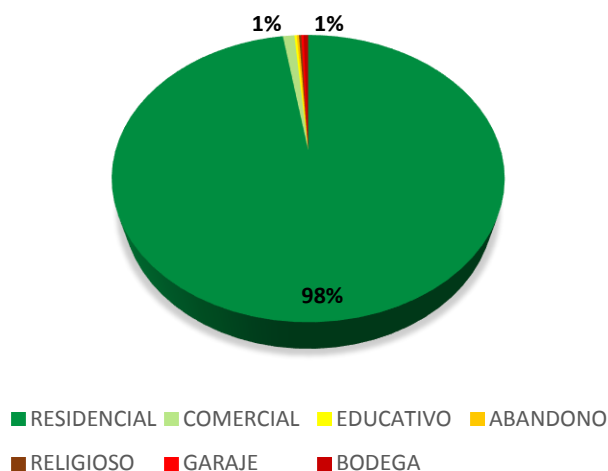
6.1.9 Grupo de uso. Se refiere al uso que se le da a la estructura en su mayoría de área, para este caso se encontró que predomina el uso residencial en un 97% de las viviendas, teniendo en cuenta que se encontraron otros usos que predominan como el comercial, educativo, abandono, religioso, garaje y bodega pero no representan poco porcentaje entre la totalidad de predios encuestados.

Tabla 19. Grupo de uso

GRUPO DE USO	N°	%
RESIDENCIAL	426	97%
COMERCIAL	5	1%
EDUCATIVO	1	0%
ABANDONO	1	0%
RELIGIOSO	1	0%
GARAJE	1	0%
BODEGA	2	0%
TOTAL	437	100%

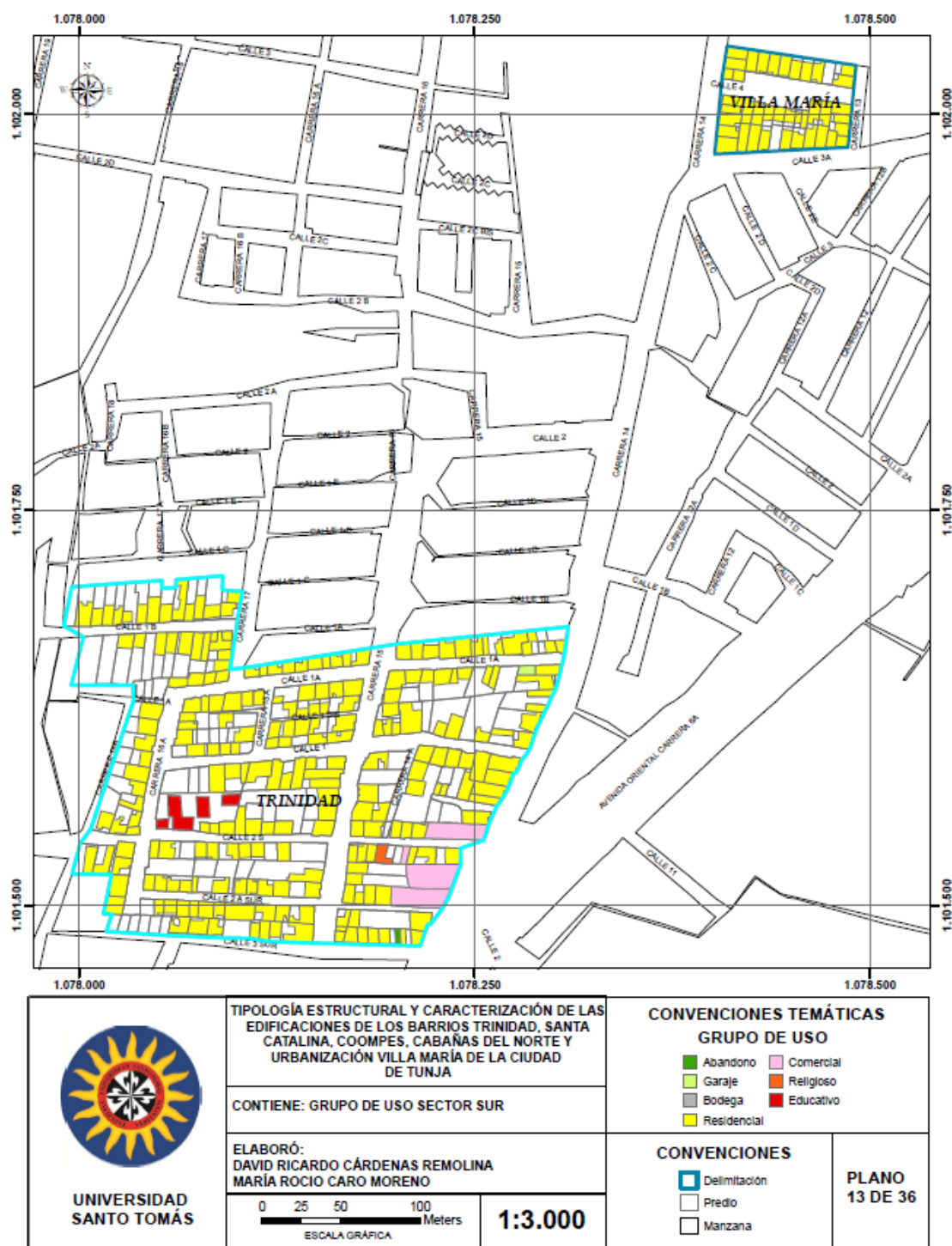
Fuente: Autores

Gráfica 9. Grupo de uso



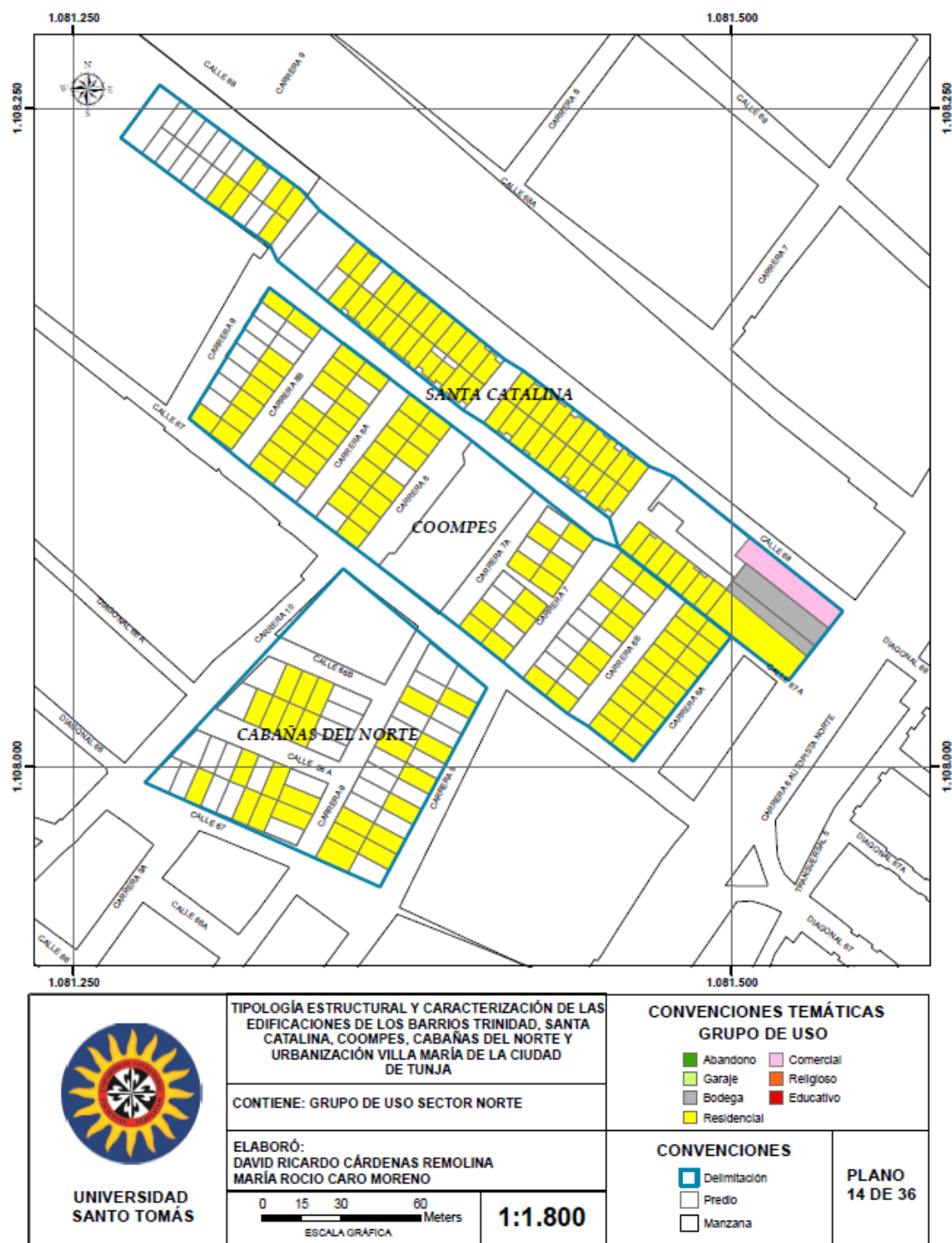
Fuente: Autores

Mapa 13. Grupo de uso sector sur



Fuente: Autores

Mapa 14. Grupo de uso sector norte



Fuente: Autores

6.1.10 Sistema estructural. Hace referencia al acople de elementos independientes que van a conformar una estructura única, lo cual definirá el comportamiento apropiado de la misma. Esta estructura única tendrá que soportar diferentes cargas lo cual según el título A.3.2 de la NSR-10 dependerá de los tipos de elementos verticales utilizados para resistir las fuerzas sísmicas y el grado de disipación de energía del material estructural empleado.

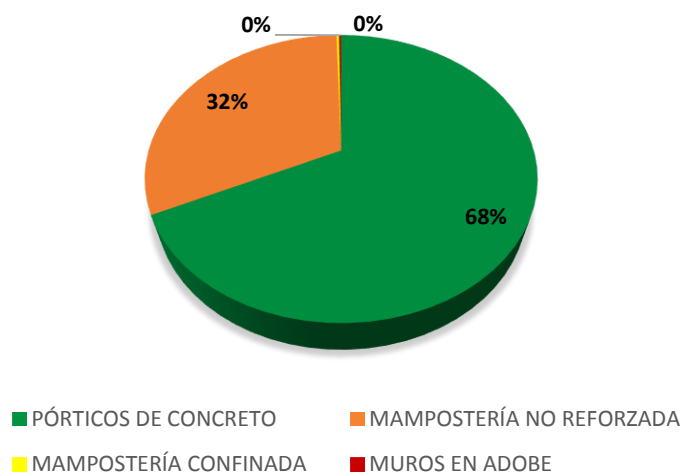
El sistema estructural que se encontró en los barrios encuestados comprende en su mayoría con pórticos de concreto en un 68% debido a la similitud en el diseño de las casas de los barrios Coompes, Santa Catalina y Cabañas del norte, así mismo se encontraron construcciones inapropiadas como la mampostería no reforzada en gran parte del barrio la Trinidad en un 32% de y una casa en muros de adobe.

Tabla 20. Sistema estructural

SISTEMA ESTRUCTURAL	N°	%
PÓRTICOS DE CONCRETO	297	68%
MAMPOSTERÍA NO REFORZADA	138	32%
MAMPOSTERÍA CONFINADA	1	0%
MUROS EN ADOBE	1	0%
TOTAL	437	100%

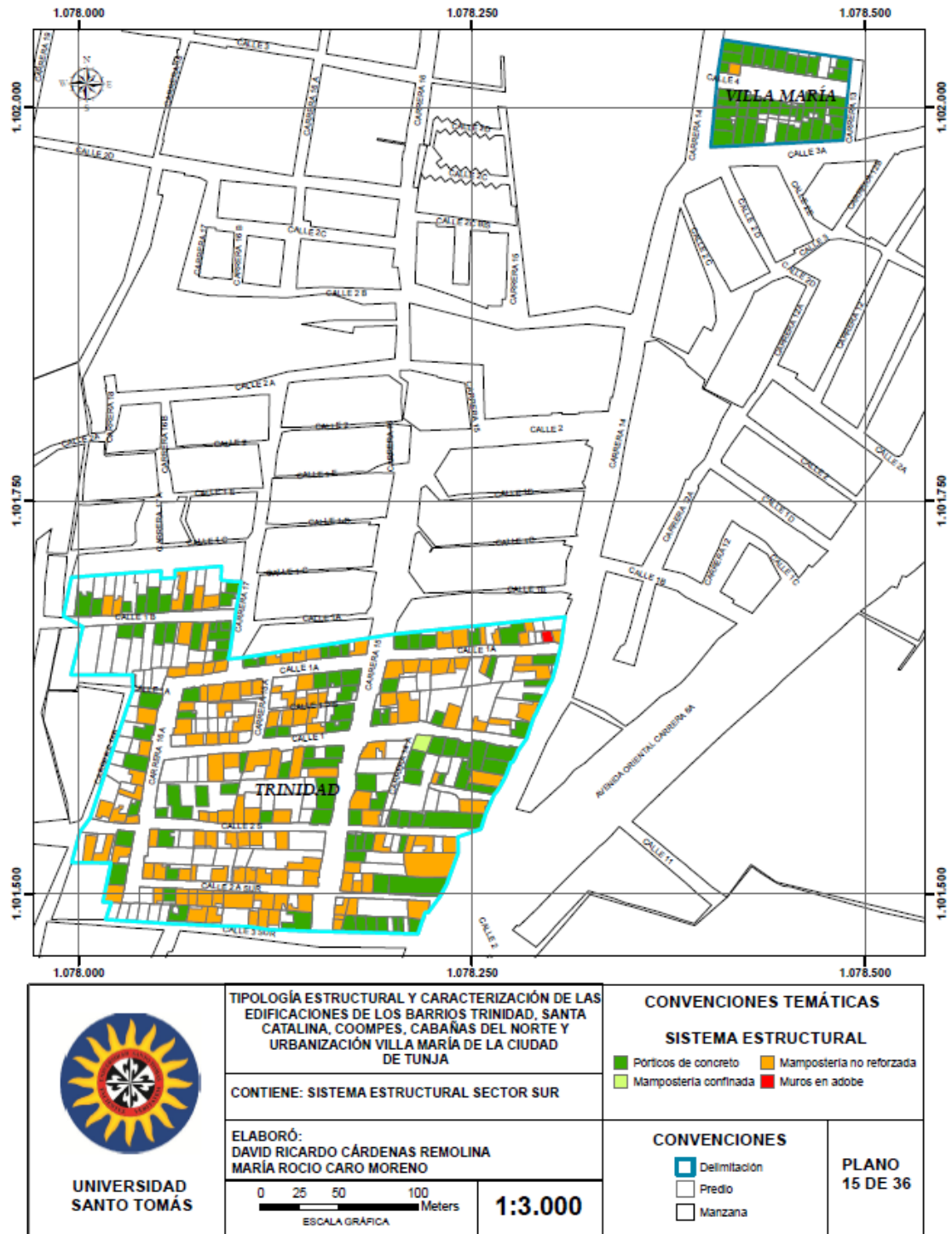
Fuente: Autores

Gráfica 10. Sistema estructural



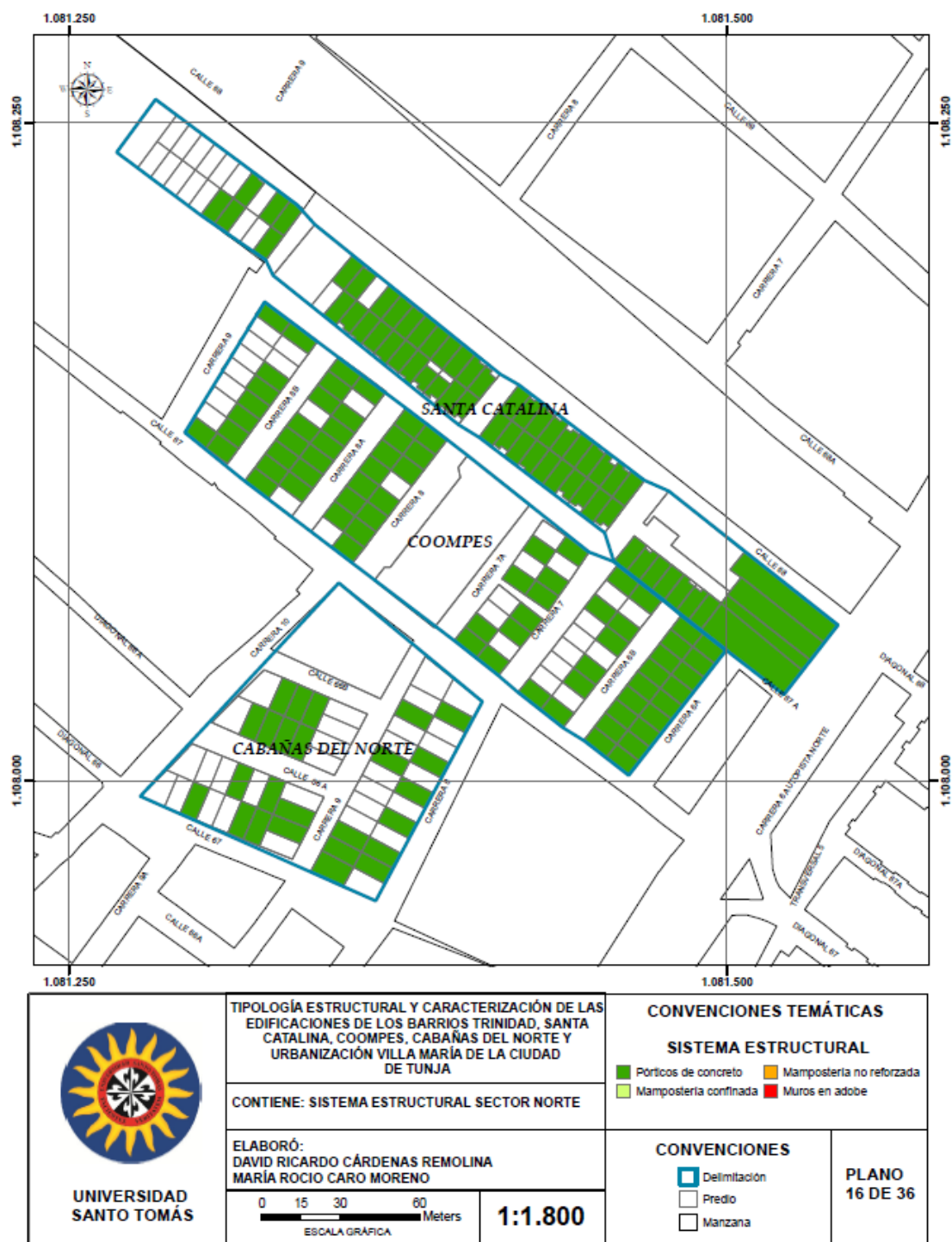
Fuente: Autores

Mapa 15. Sistema estructural sector sur



Fuente: Autores

Mapa 16. Sistema estructural sector norte



Fuente: Autores

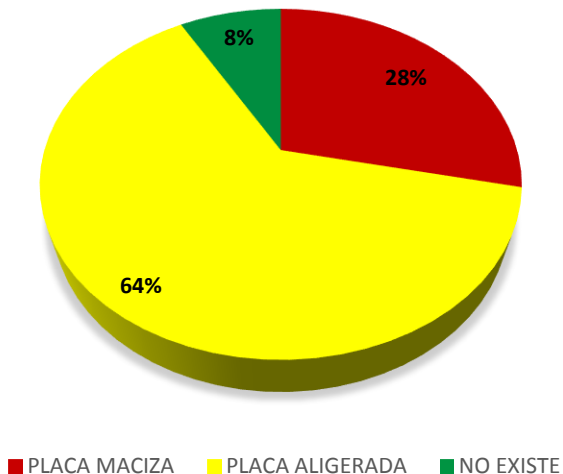
6.1.11 Tipos de entrepiso. Estos elementos rígidos se encuentran apoyados sobre los elementos verticales de la estructura, tienen como función separar un piso de otro y deben ser capaces de soportar las diferentes cargas que le sean impuestas. Las edificaciones de estudio para los barrios presentan dos tipos de placa de entrepiso, como lo son placa maciza con un 28% y la placa aligerada con un 64%, el 8% restante no existe entrepiso, es decir, la vivienda solo tiene 1 piso construido.

Tabla 21. Tipos de entrepiso

TIPOS DE ENTREPISO	N°	%
PLACA MACIZA	124	28%
PLACA ALIGERADA	277	63%
NO EXISTE	36	8%
TOTAL	437	100%

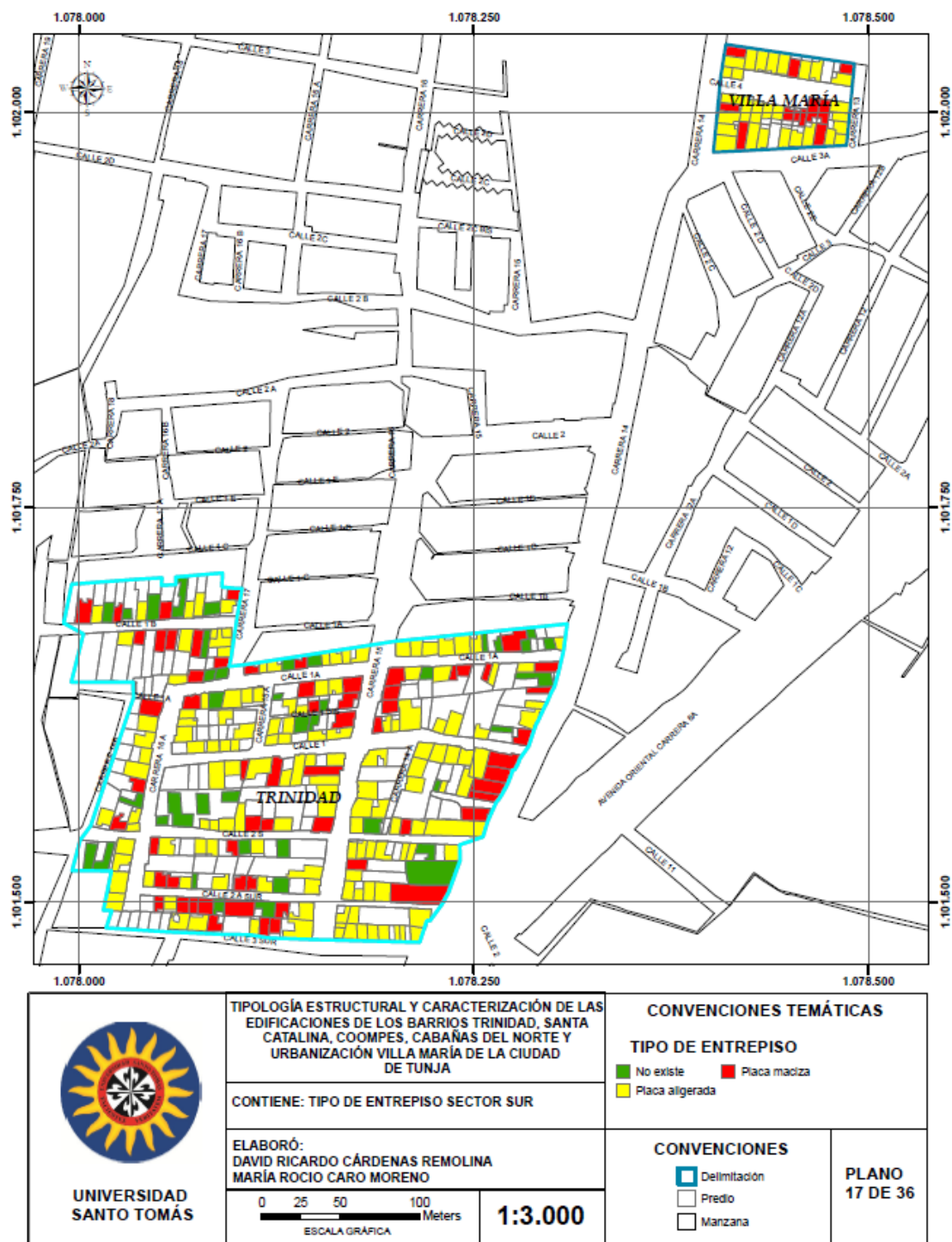
Fuente: Autores

Gráfica 11. Tipos de entrepiso



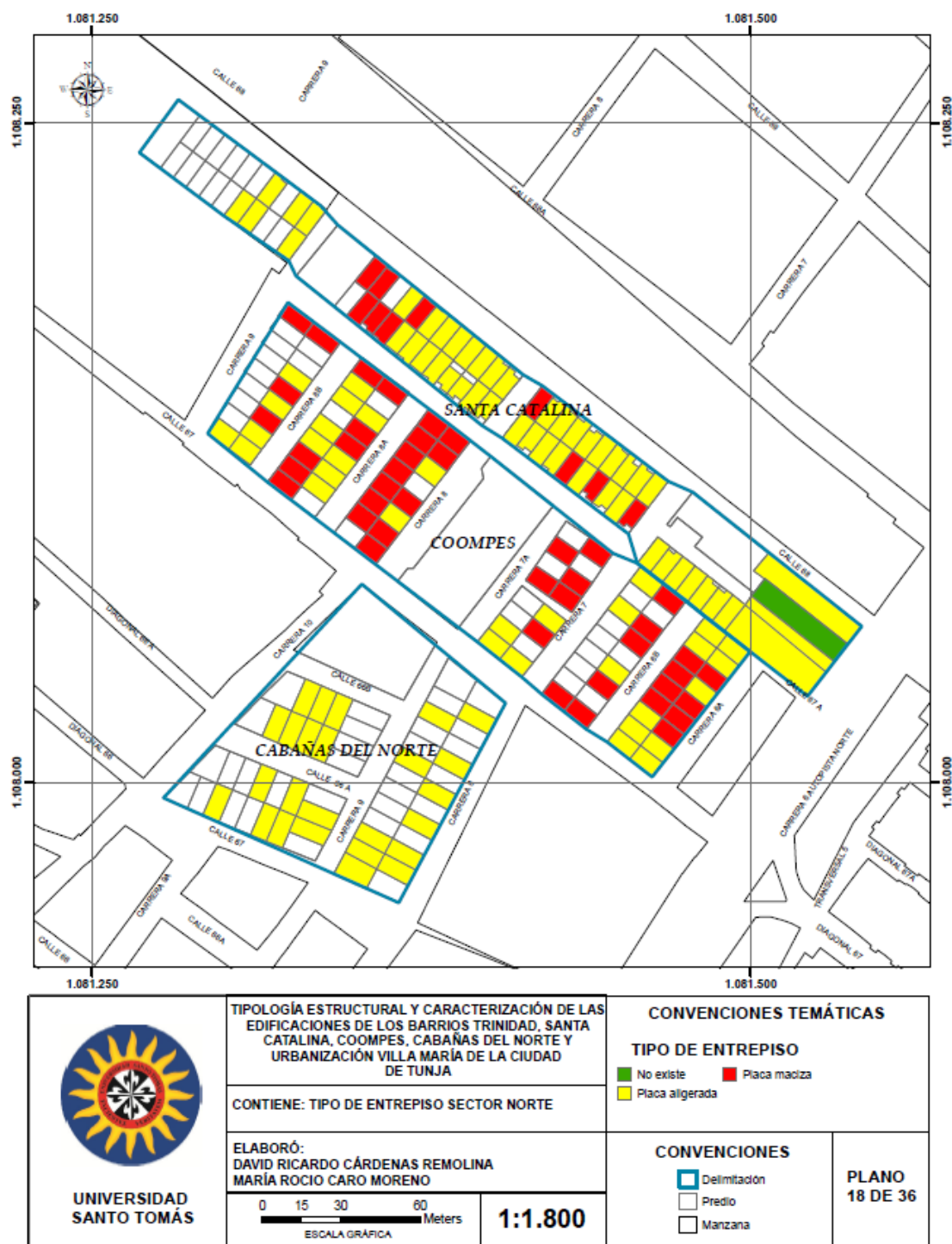
Fuente: Autores

Mapa 17. Tipos de entepiso sector sur



Fuente: Autores

Mapa 18. Tipos de entepiso sector norte



Fuente: Autores

6.1.12 Tipos de cubierta. La cubierta en una edificación es de gran importancia pues esta cumple la función de cerramiento que impide el paso del agua, sol y partículas al interior de la vivienda. Es importante que el tipo de cubierta cumpla con unos estándares mínimos de calidad, durabilidad, resistencia, entre otros.

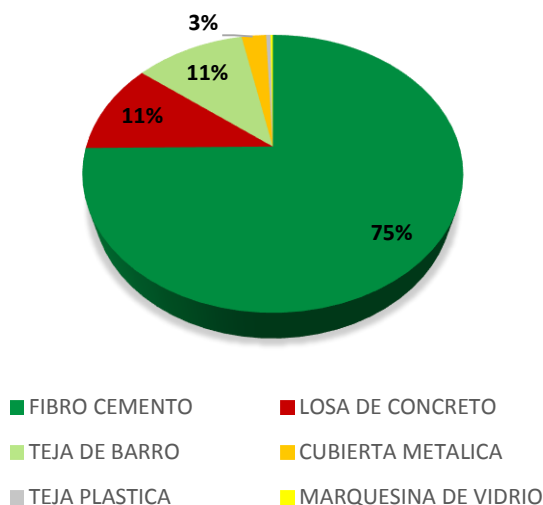
Los tipos de cubierta que predominan en estas viviendas es fibrocemento con un 75% debido a la similitud de las estructuras, 11% a losa de concreto, quiere decir que predomina la azotea en el último piso, 11% teja de barro, 3% cubierta metálica, teja plástica y marquesina de vidrio en 3 casas de la totalidad.

Tabla 22. Tipos de cubierta

TIPOS DE CUBIERTA	N°	%
FIBRO CEMENTO	327	75%
LOSA DE CONCRETO	47	11%
TEJA DE BARRO	49	11%
CUBIERTA METALICA	11	3%
TEJA PLASTICA	2	0%
MARQUESINA DE VIDRIO	1	0%
TOTAL	437	100%

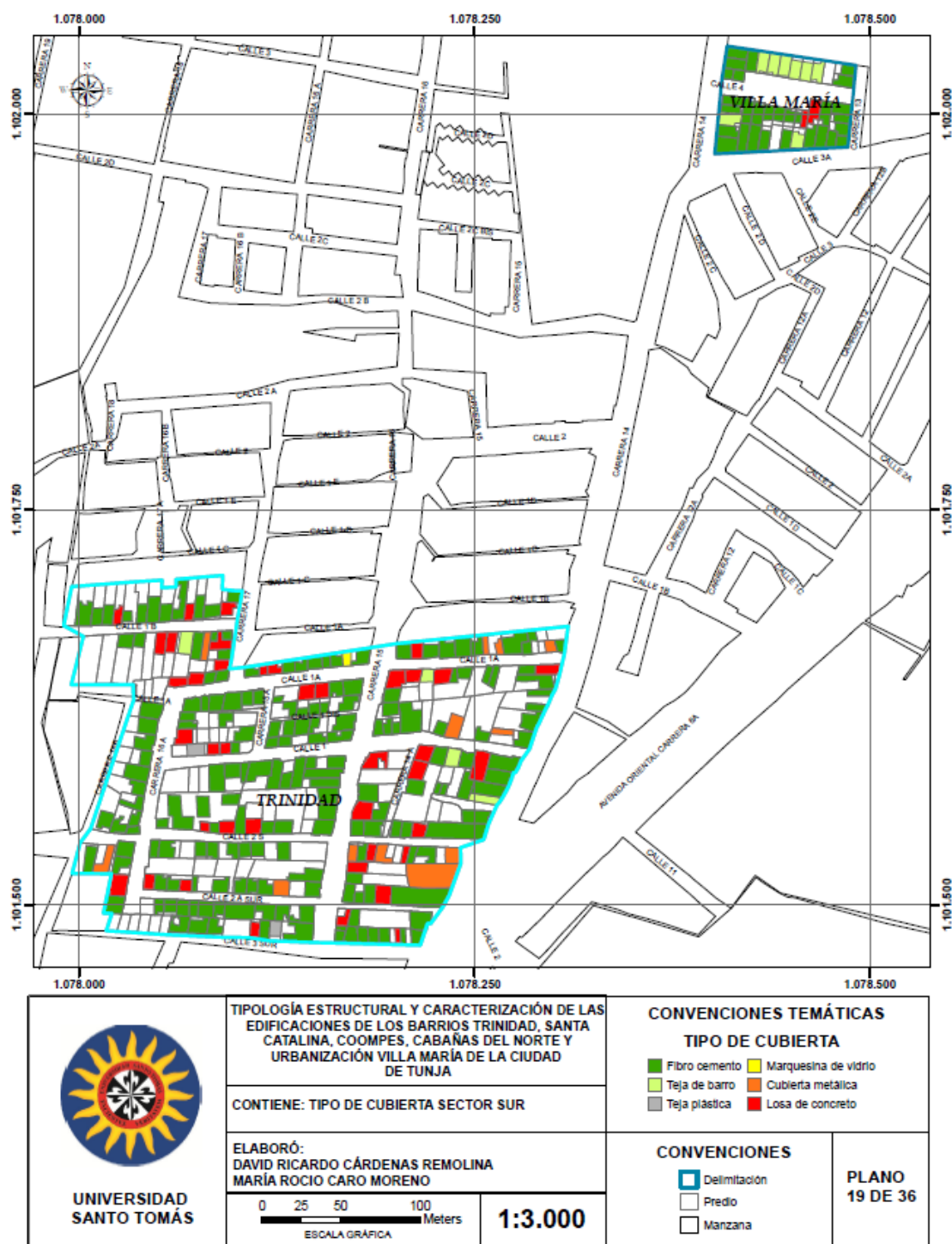
Fuente: Autores

Gráfica 12. Tipos de cubierta



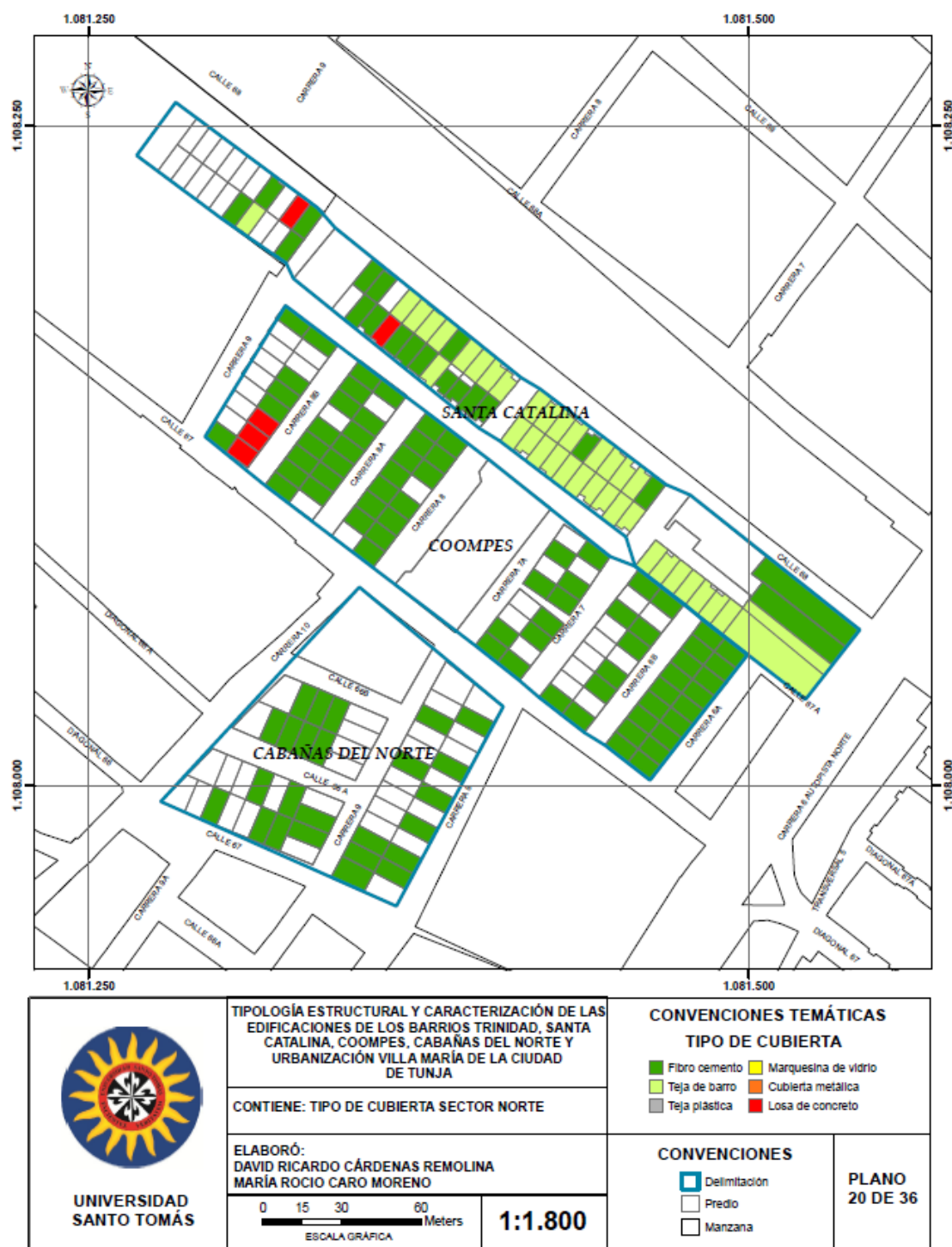
Fuente: Autores

Mapa 19. Tipos de cubierta sector sur



Fuente: Autores

Mapa 20. Tipos de cubierta sector norte



Fuente: Autores

6.1.13 Daños en la estructura. Es necesario identificar el tipo de daño que presentan los elementos estructurales y no estructurales de una edificación para poder dar una clasificación correspondiente a ninguno, leve, moderado, fuerte o severo según corresponda dependiendo que tan relevante sea este en el comportamiento de la estructura.

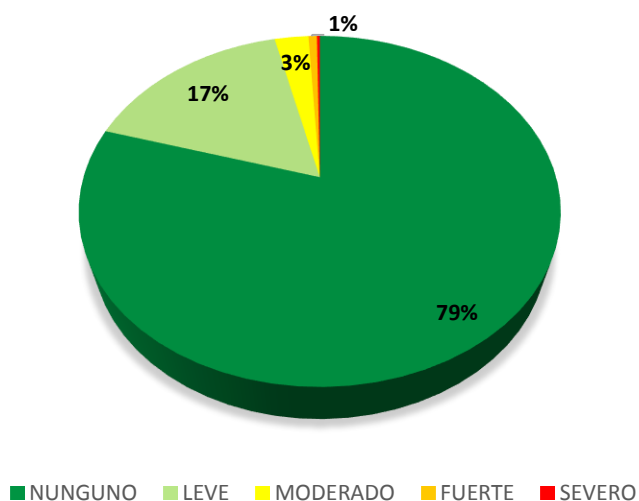
De acuerdo a los datos obtenidos se determinó para los barrios encuestados que las estructuras presentan un buen comportamiento pues según las estadísticas solo 1 casa presenta daños en la estructura de rango severo, moderado y fuerte 4%, leve 17% y ninguno el 80%.

Tabla 23. Daños en la estructura

DAÑOS EN LA ESTRUCTURA	N°	%
NUNGUNO	348	80%
LEVE	73	17%
MODERADO	12	3%
FUERTE	3	1%
SEVERO	1	0%
TOTAL	437	100%

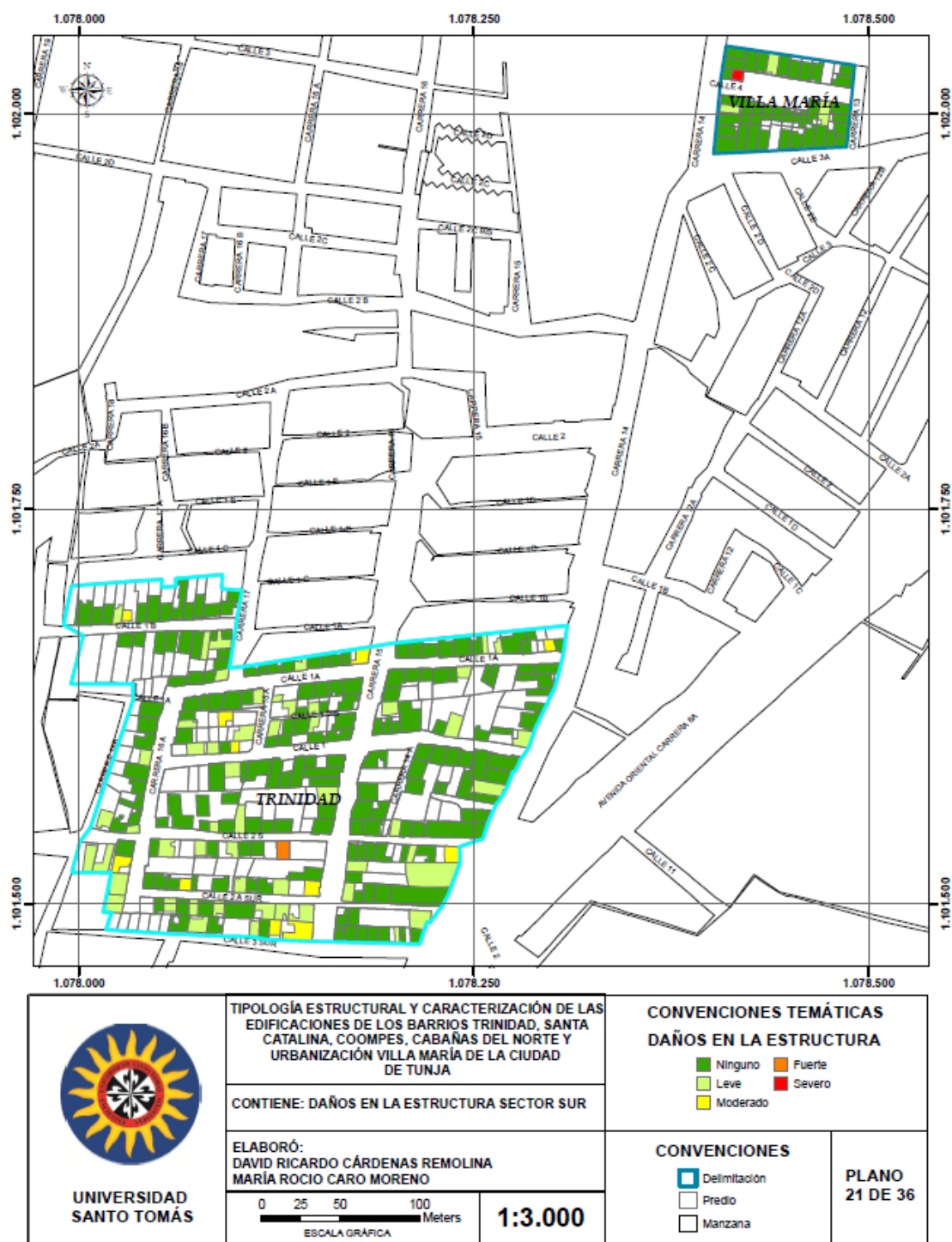
Fuente: Autores

Gráfica 13. Daños en la estructura



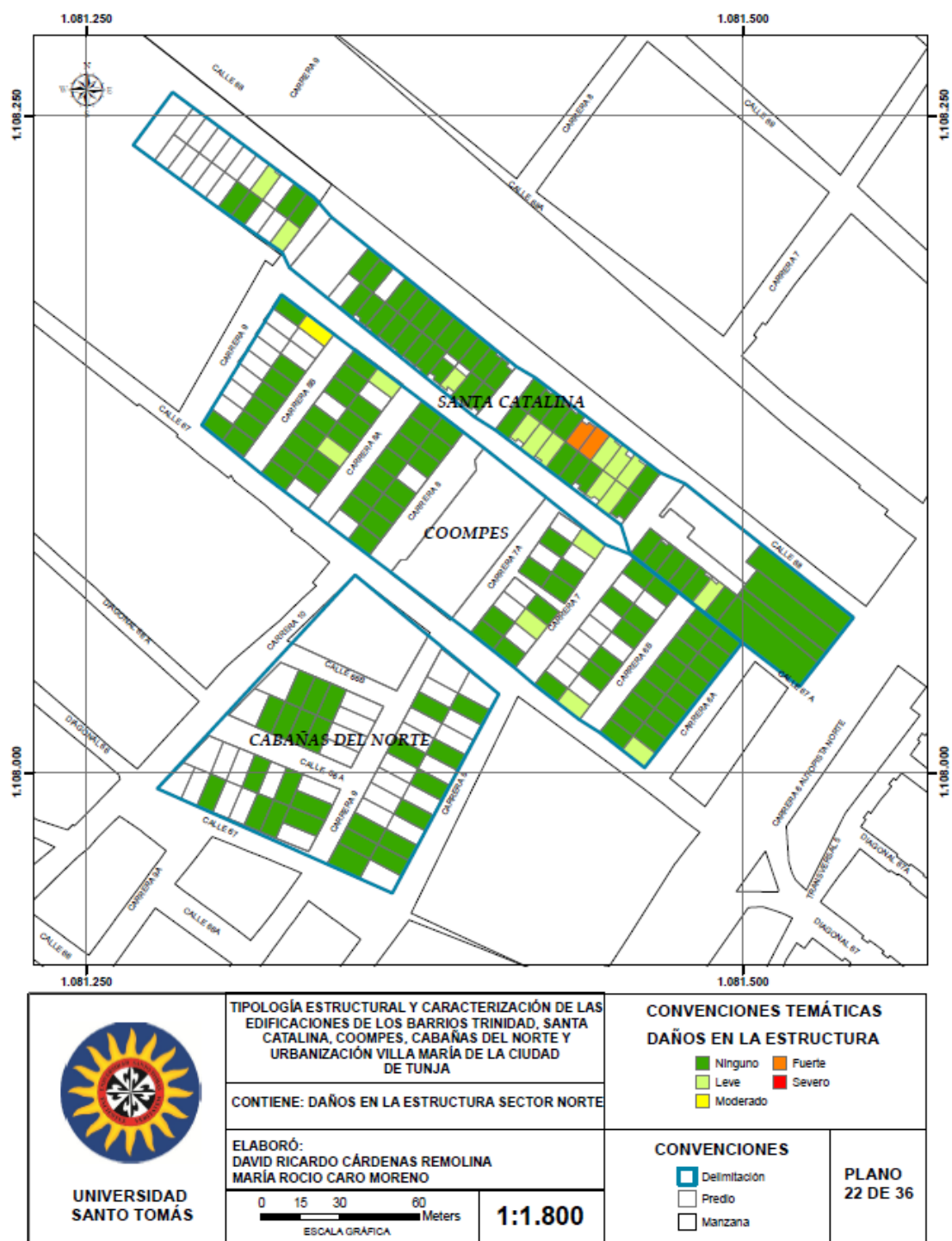
Fuente: Autores

Mapa 21. Daños en la estructura sector sur



Fuente: Autores

Mapa 22. Daños en la estructura sector norte



Fuente: Autores

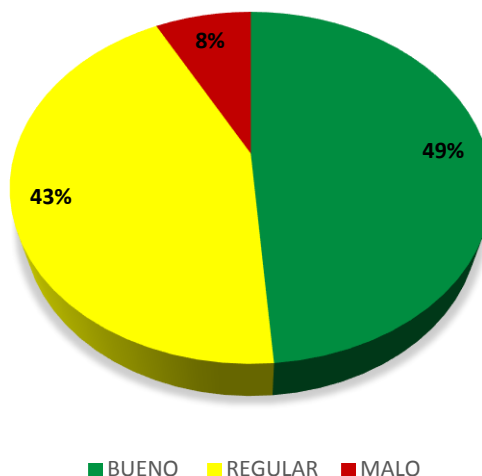
6.1.14 Mantenimiento de la edificación. La mayoría de las viviendas se encuentran en buen estado, gracias al mantenimiento regular hecho por sus propietarios lo cual ofrece a la estructura una mayor durabilidad, manteniendo su resistencia y brindando un mejor aspecto físico. En menor cantidad se encuentran edificaciones con daños en los elementos estructurales y no estructurales debido a la exposición al ambiente y poco mantenimiento, pero que no afectan a grandes rasgos las estructuras, en otros casos por falta de mantenimiento más que todo a estructuras viejas las cuales se ven deterioradas.

Tabla 24. Mantenimiento de la edificación

MANTENIMIENTO DE LA EDIFICACIÓN	N°	%
BUENO	213	49%
REGULAR	190	43%
MALO	34	8%
TOTAL	437	100%

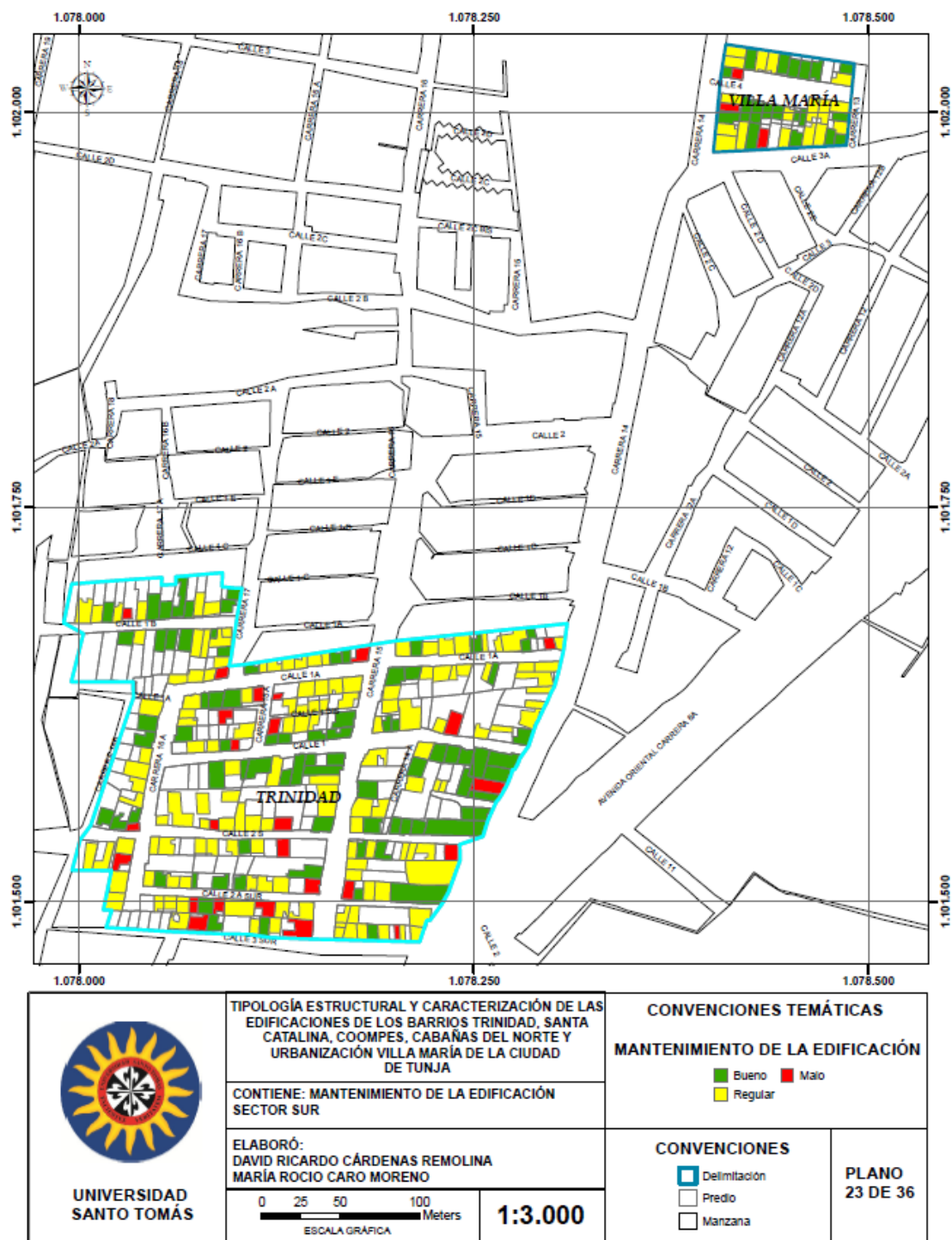
Fuente: Autores

Gráfica 14. Mantenimiento de la edificación



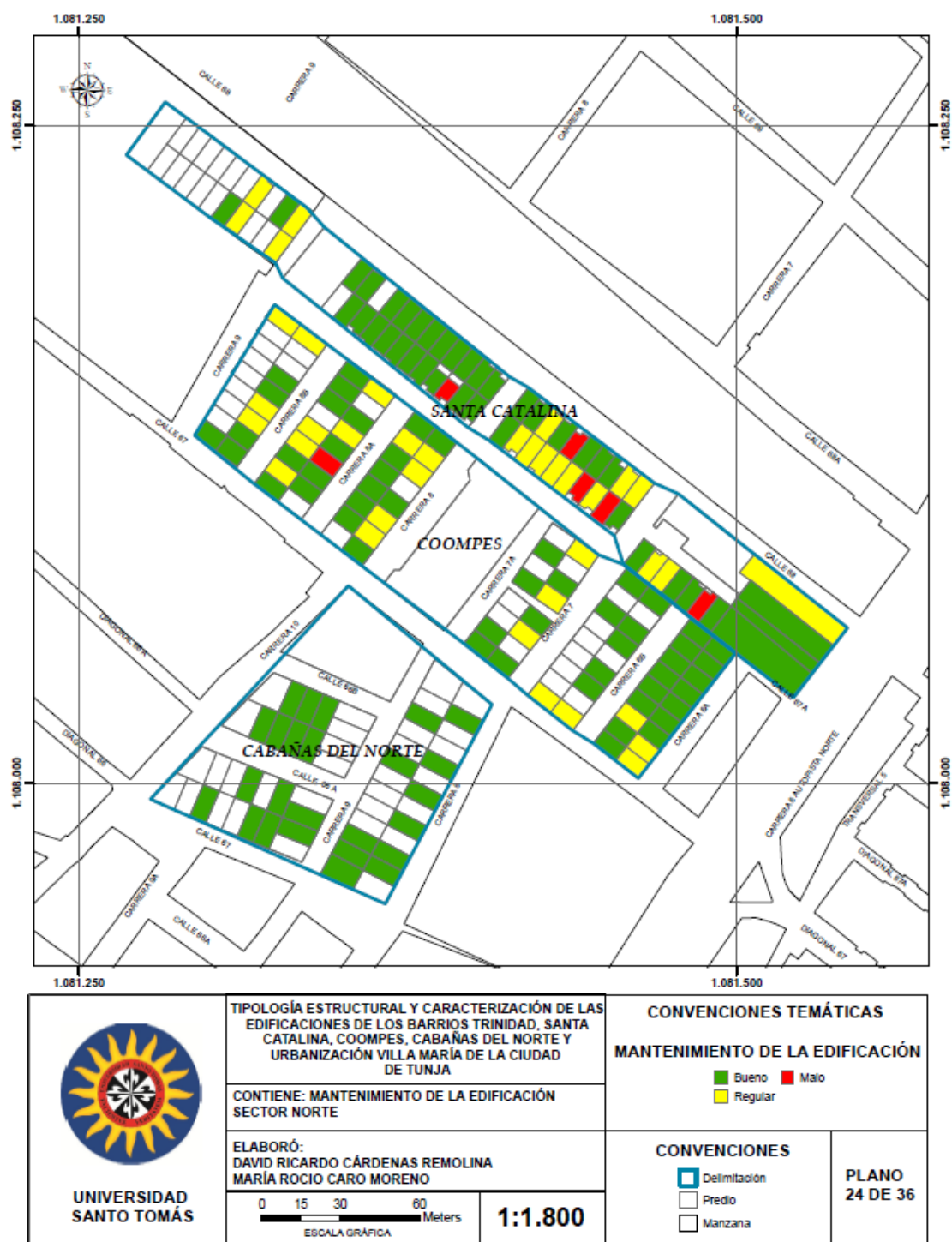
Fuente: Autores

Mapa 23. Mantenimiento de la edificación sector sur



Fuente: Autores

Mapa 24. Mantenimiento de la edificación sector norte



Fuente: Autores

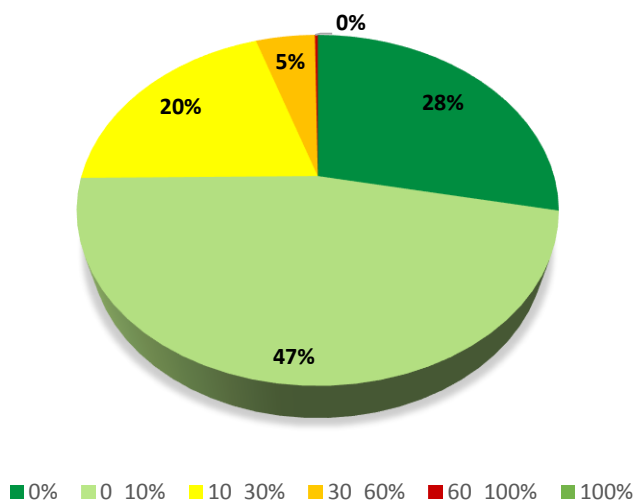
6.1.15 Porcentaje de daño. Después de observar y analizar los daños presentes en cada estructura, el rango predominante es de 0-10% que corresponde a la clasificación de leve, este valor obtuvo mayor porcentaje debido a la falta de mantenimiento que varias estructuras presentan, también a algún tipo de daño menor presente en elementos estructurales y/o no estructurales que no comprometen la seguridad de sus habitantes, 28% no presentan ningún daño ya que hay variedad de estructuras en un buen estado debido a que están construidas después del 2010.

Tabla 25. Porcentaje de daño

PORCENTAJE DE DAÑO	N°	%
0%	123	28%
0_10%	204	47%
10_30%	88	20%
30_60%	21	5%
60_100%	1	0%
100%	0	0%
TOTAL	437	100%

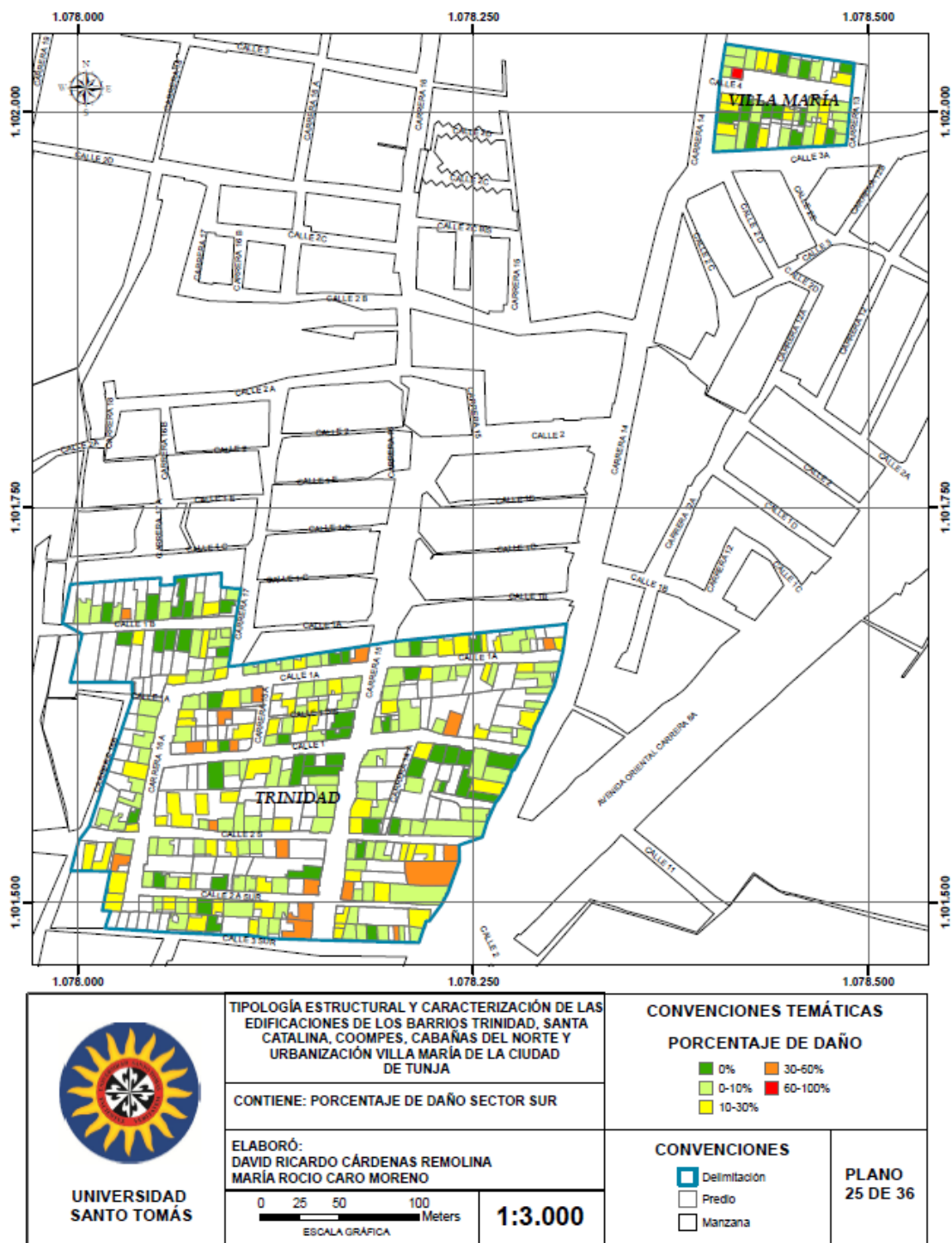
Fuente: Autores

Gráfica 15. Porcentaje de daño



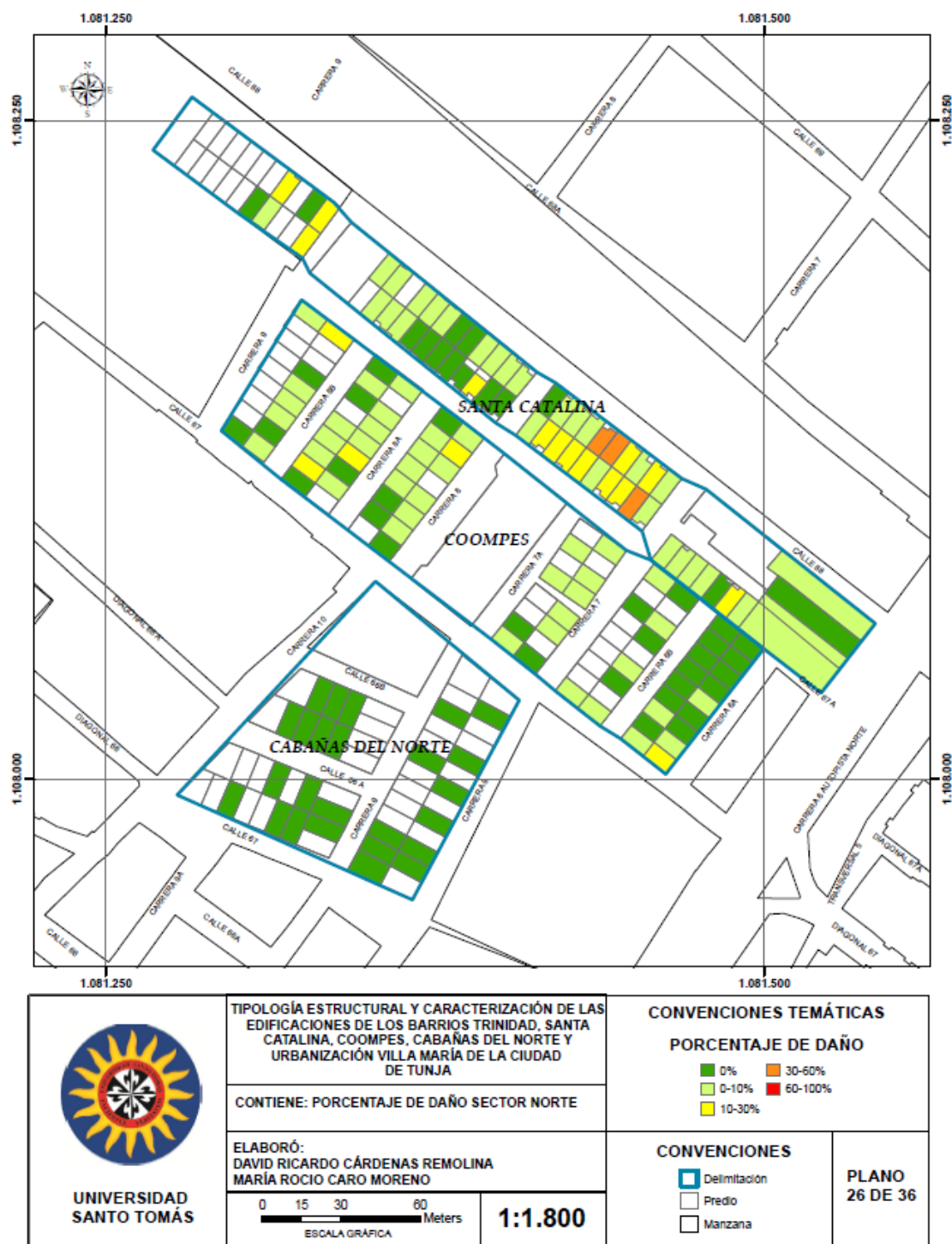
Fuente: Autores

Mapa 25. Porcentaje de daño sector sur



Fuente: Autores

Mapa 26. Porcentaje de daño sector norte



Fuente: Autores

6.1.16 Tipo de escalera. Estas cumplen la función de comunicar entre placas con diferencia de niveles, lo cual las hace de vital importancia tanto en el desarrollo de actividades habituales como en momentos inesperados en los que sea necesario evacuar con urgencia. Por esta razón deben cumplir con un diseño óptimo y ser capaces de soportar las cargas impuestas en cualquier situación.

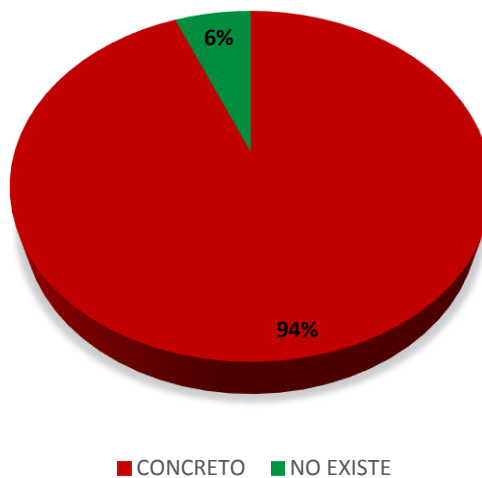
En los barrios cerca de su totalidad existe escaleras de concreto, ya que este es el diseño tipo propuesto en la construcción de estos predios, solo el 6% de las edificaciones no presenta escaleras pues su diseño es de un piso.

Tabla 26. Tipo de escalera

TIPO DE ESCALERA	N°	%
CONCRETO	410	94%
NO EXISTE	27	6%
TOTAL	437	100%

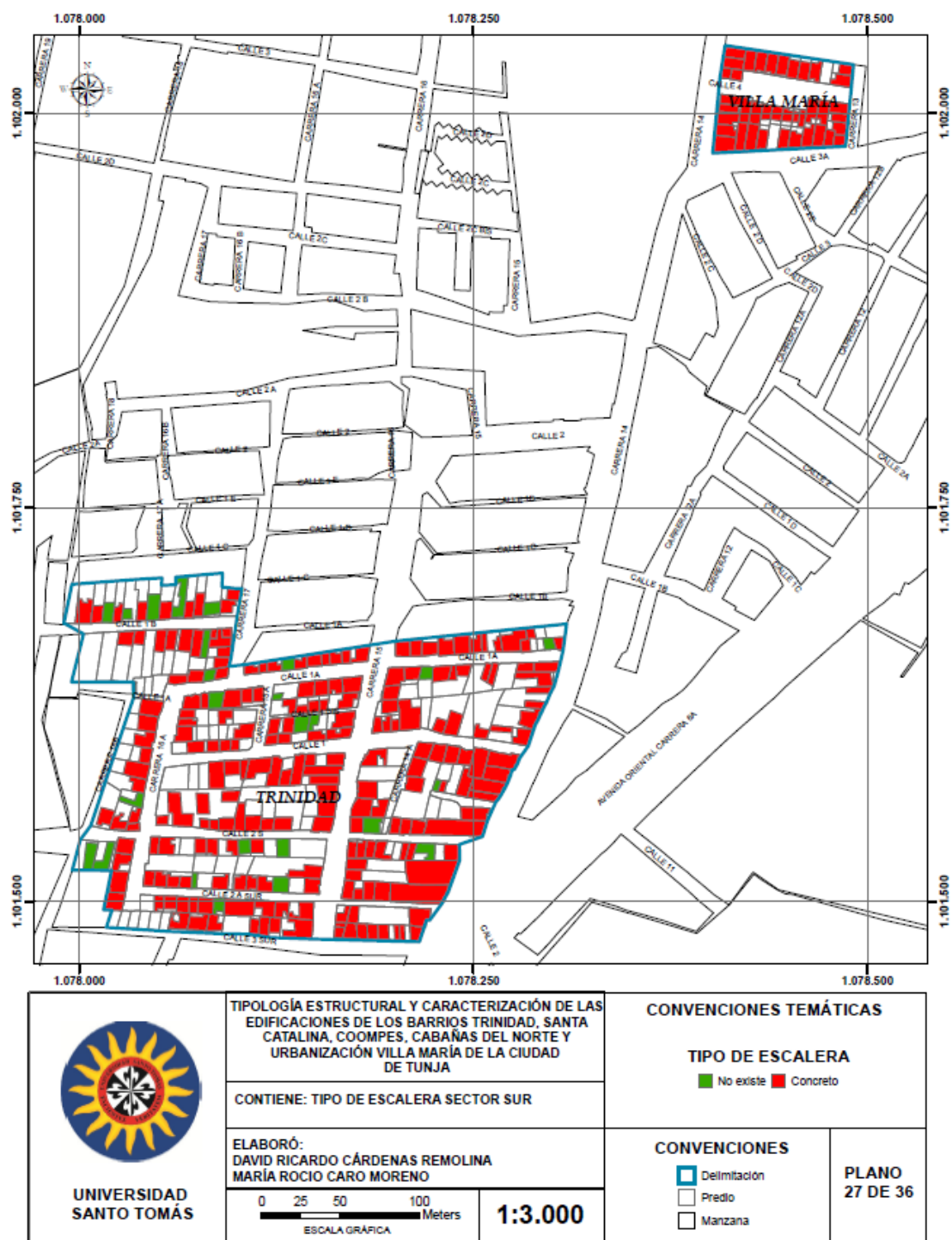
Fuente: Autores

Gráfica 16. Tipo de escalera



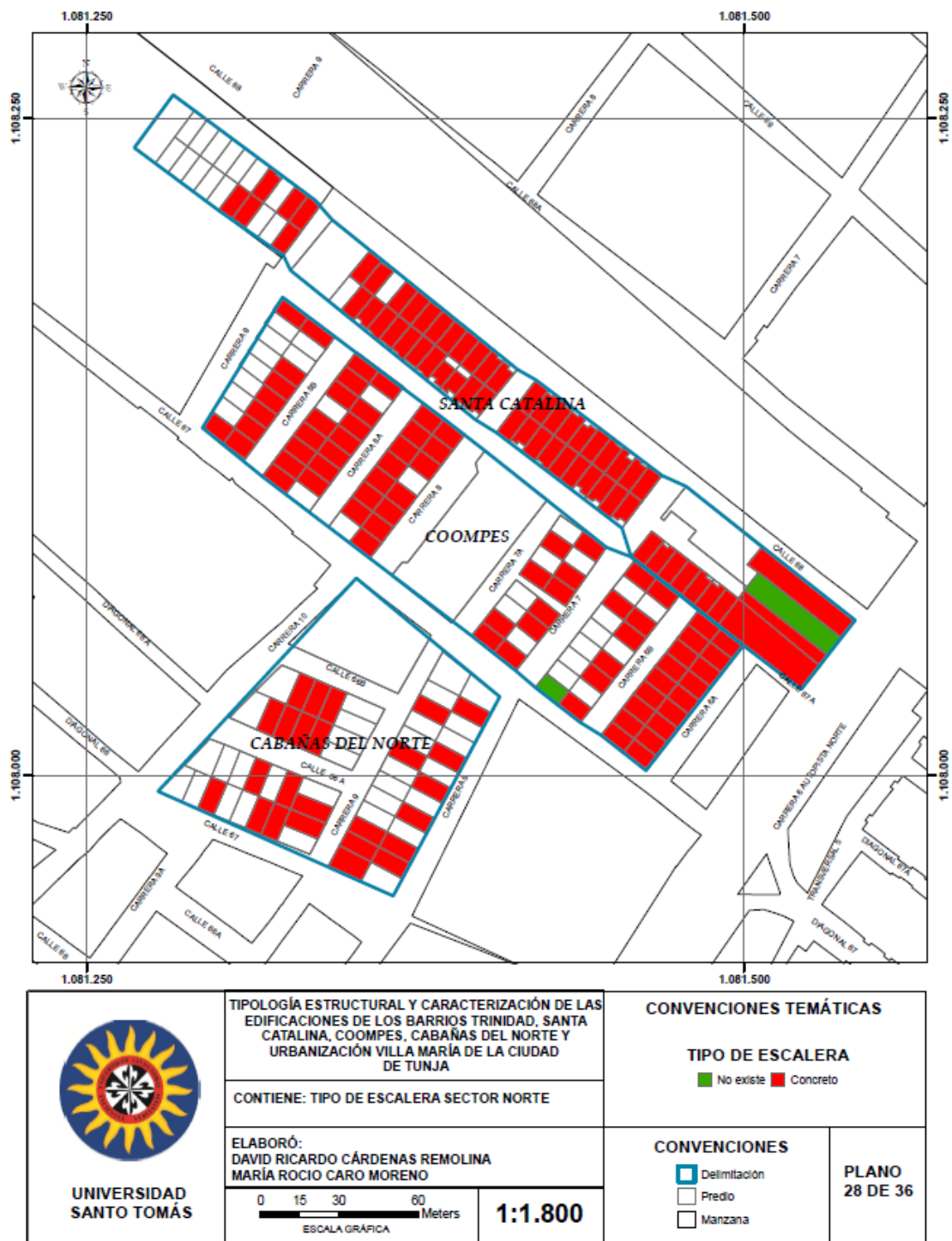
Fuente: Autores

Mapa 27. Tipos de escalera sector sur



Fuente: Autores

Mapa 28. Tipos de escalera sector norte



Fuente: Autores

6.1.17 Configuración de placas. Este ítem se determina dependiendo de la ubicación del predio y si es colindante o no con otra vivienda, además influye el grado de inclinación en el terreno lo cual hace que una estructura tenga favorabilidad o des favorabilidad entre placas.

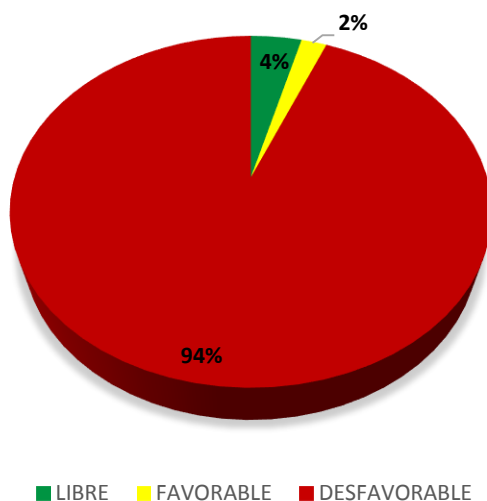
En este caso se determinó la presencia de des favorabilidad de placas entre casas vecinas en un 94%, lo cual ante la presencia de un sismo puede generar un golpeteo a las estructuras y crear daños entre ellas, ya que comprometería elementos rígidos y no rígidos, generando inseguridad, 2% favorable lo que hace que se puedan comportar las estructuras mejor ante un evento sísmico y 4% libres, es decir que no hay presencia de construcciones vecinas por ninguno de sus lados.

Tabla 27. Configuración de placas

CONFIGURACIÓN DE PLACAS	N°	%
LIBRE	18	4%
FAVORABLE	9	2%
DESFAVORABLE	410	94%
TOTAL	437	100%

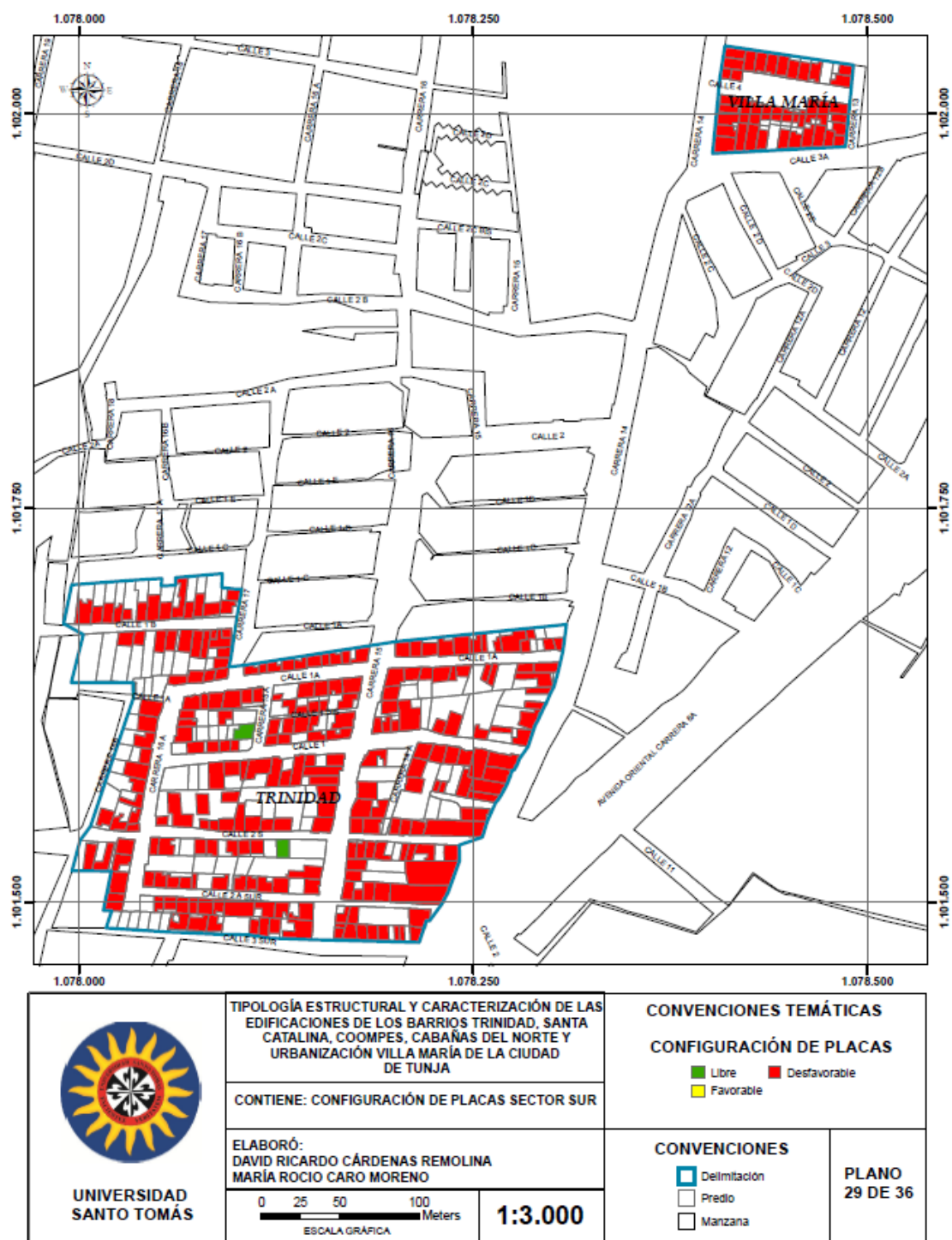
Fuente: Autores

Gráfica 17. Configuración de placas



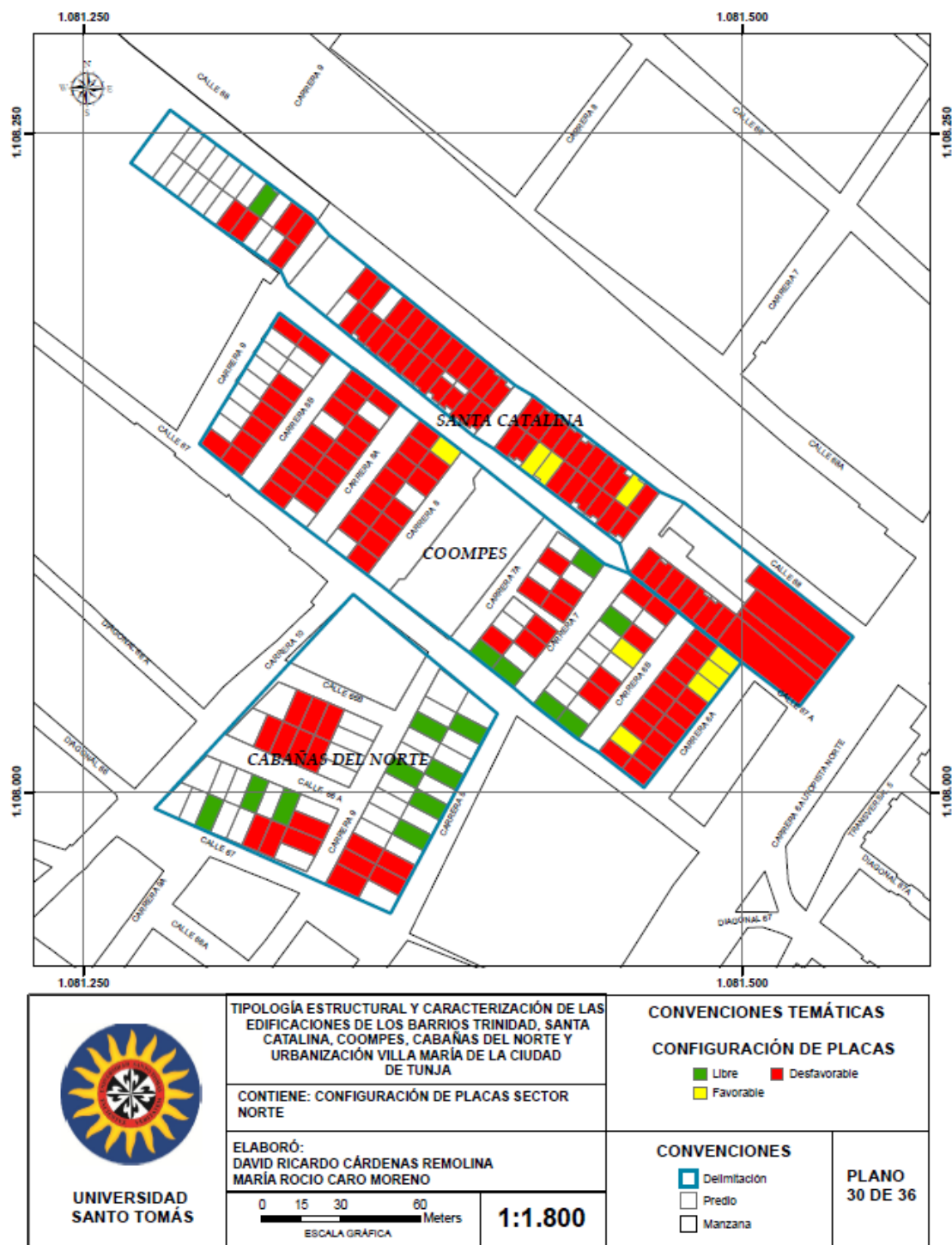
Fuente: Autores

Mapa 29. Configuración de placas sector sur



Fuente: Autores

Mapa 30. Configuración de placas sector norte



Fuente: Autores

6.1.18 Juntas de separación. Teniendo en cuenta que hay estructuras que se rigen bajo la norma sismo resistente NSR-98 y el CCCSR-84 de acuerdo al año en que fueron construidas, se encontró que la mayoría de las viviendas no cumplen con la construcción juntas de separación, provocando que las casas no tengan un grado de independencia para asentarse libremente sin perjudicar las construcciones vecinas. En este caso no se han presentado complicaciones por juntas de separación.

Tabla 28. Juntas de separación

JUNTAS DE SEPARACIÓN	N°	%
PRESENTA JUNTAS DE SEPARACIÓN	5	1%
NO PRESENTA JUNTAS DE SEPARACIÓN	414	95%
LIBRE	18	4%
TOTAL	437	100%

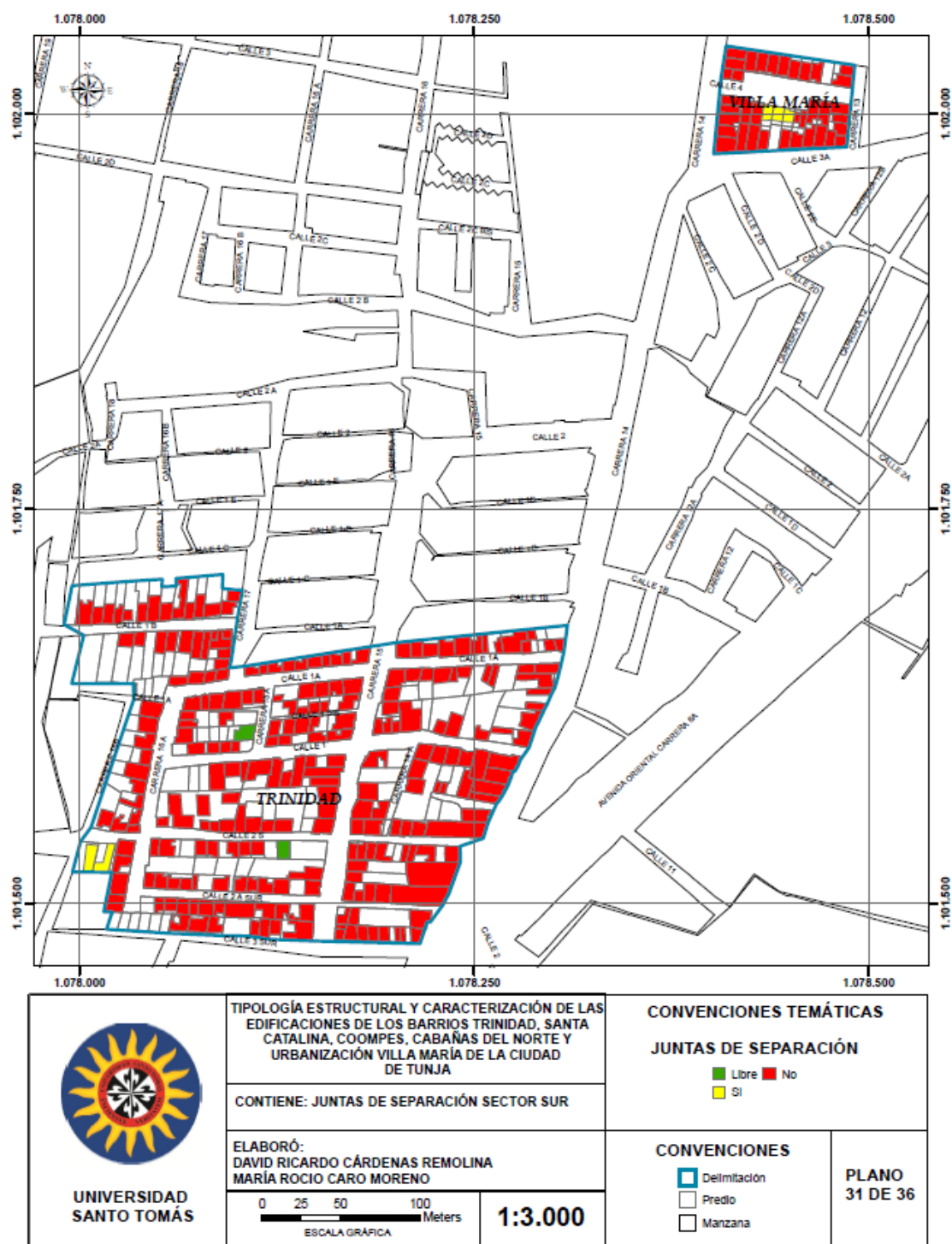
Fuente: Autores

Gráfica 18. Juntas de separación



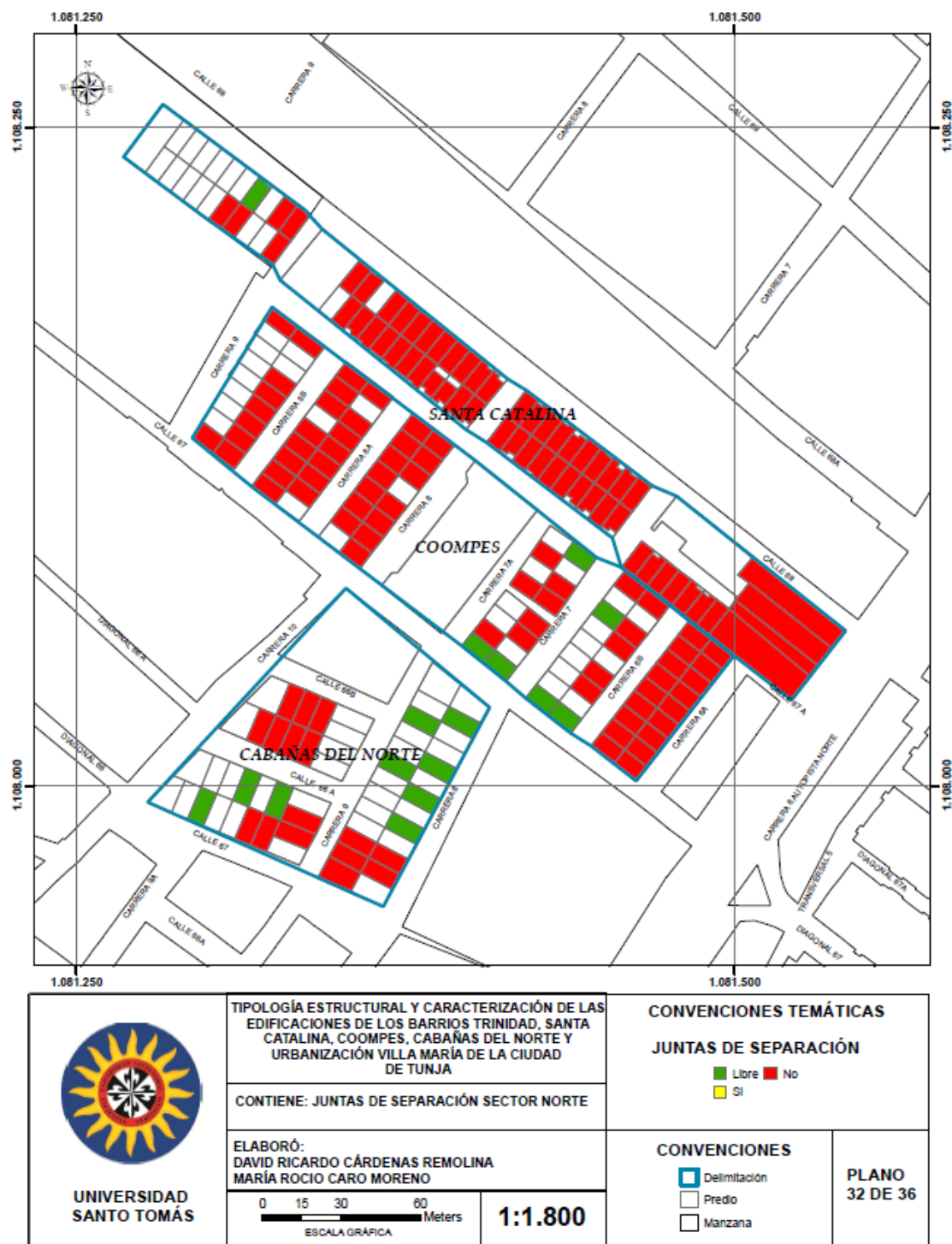
Fuente: Autores

Mapa 31. Juntas de separación sector sur



Fuente: Autores

Mapa 32. Juntas de separación sector norte



Fuente: Autores

6.1.19 Calidad de diseño. Parámetro cualitativo que califica el sistema estructural de una edificación, según la norma sismo resistente NSR-10 (Titulo A.10.2.2.1) este parámetro se define en términos de la mejor tecnología existente en la época en que se construyó la edificación y se debe calificar como buena 1.0, regular 0.8, y mala 0.6 según corresponda.

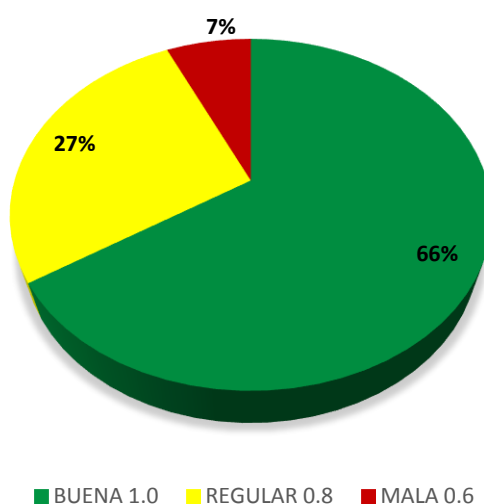
El 66% de las estructuras observadas tienen buena calidad de diseño, esto se determinó teniendo en cuenta el potencial de comportamiento de la estructura, irregularidades en masa o rigidez y la ausencia de elementos que garanticen su buen comportamiento, todo esto basado en el título mencionado anteriormente de la NSR-10.

Tabla 29. Calidad de diseño

CALIDAD DE DISEÑO	N°	%
BUENA 1.0	288	66%
REGULAR 0.8	119	27%
MALA 0.6	30	7%
TOTAL	437	100%

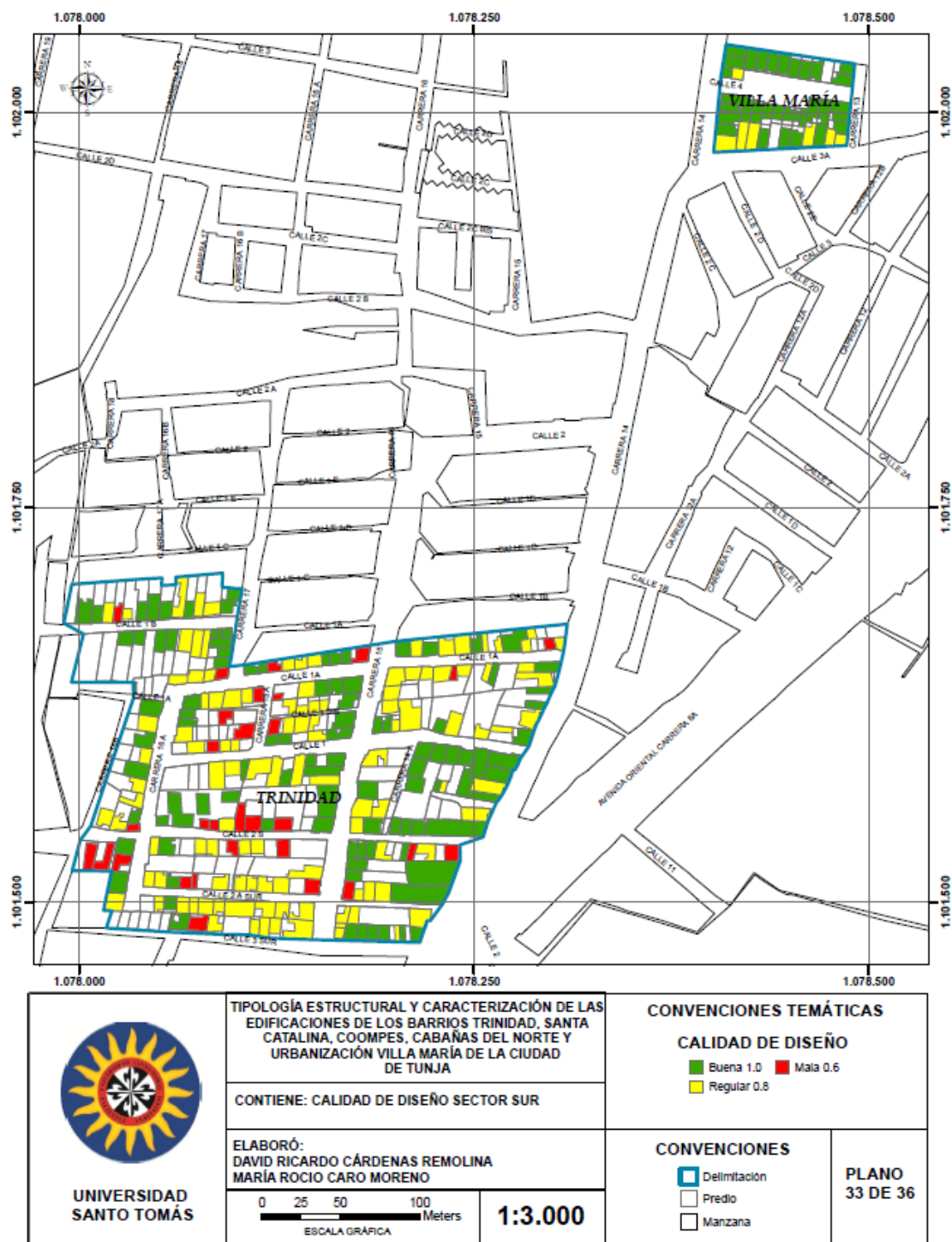
Fuente: Autores

Gráfica 19. Calidad de diseño



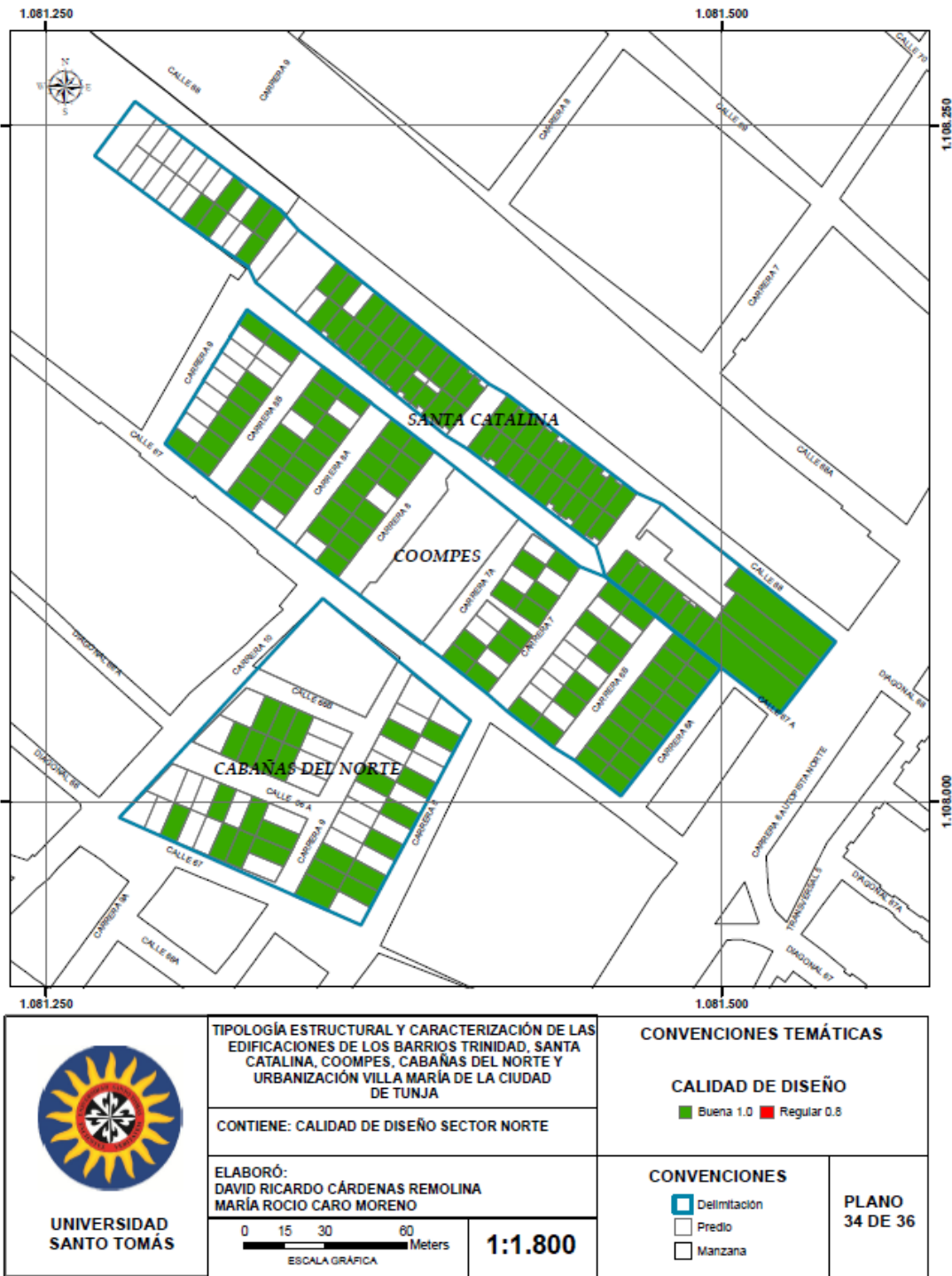
Fuente: Autores

Mapa 33. Calidad de diseño sector sur



Fuente: Autores

Mapa 34. Calidad de diseño sector norte



Fuente: Autores

6.1.20 Estado de la edificación. Corresponde a la calificación del estado actual de la estructura teniendo en cuenta aspectos como sismos que puedan haber afectado la estructura, fisuración por cambios de temperatura, corrosión de las armaduras, asentamientos diferenciales, reformas, deflexiones excesivas, elementos de unión y otros aspectos que contempla la norma sismo resistente NSR-10 en su Título A.10.2.2.2.

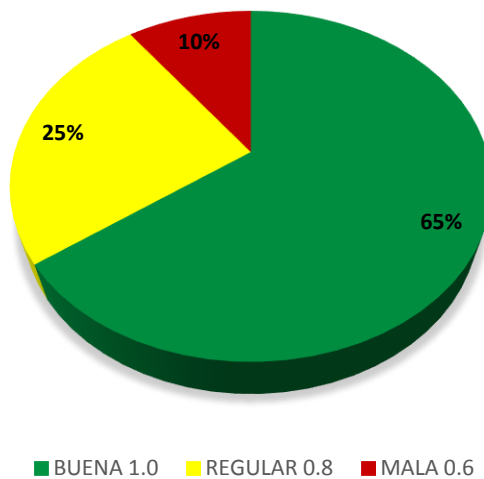
Con lo anterior se determinó que el 10% se calificó como mala, el 25% regular, esto quiere decir que las edificaciones sufren algunos de estos factores mencionados.

Tabla 30. Estado de la edificación

ESTADO DE LA EDIFICACIÓN	N°	%
BUENA 1.0	284	65%
REGULAR 0.8	109	25%
MALA 0.6	44	10%
TOTAL	437	100%

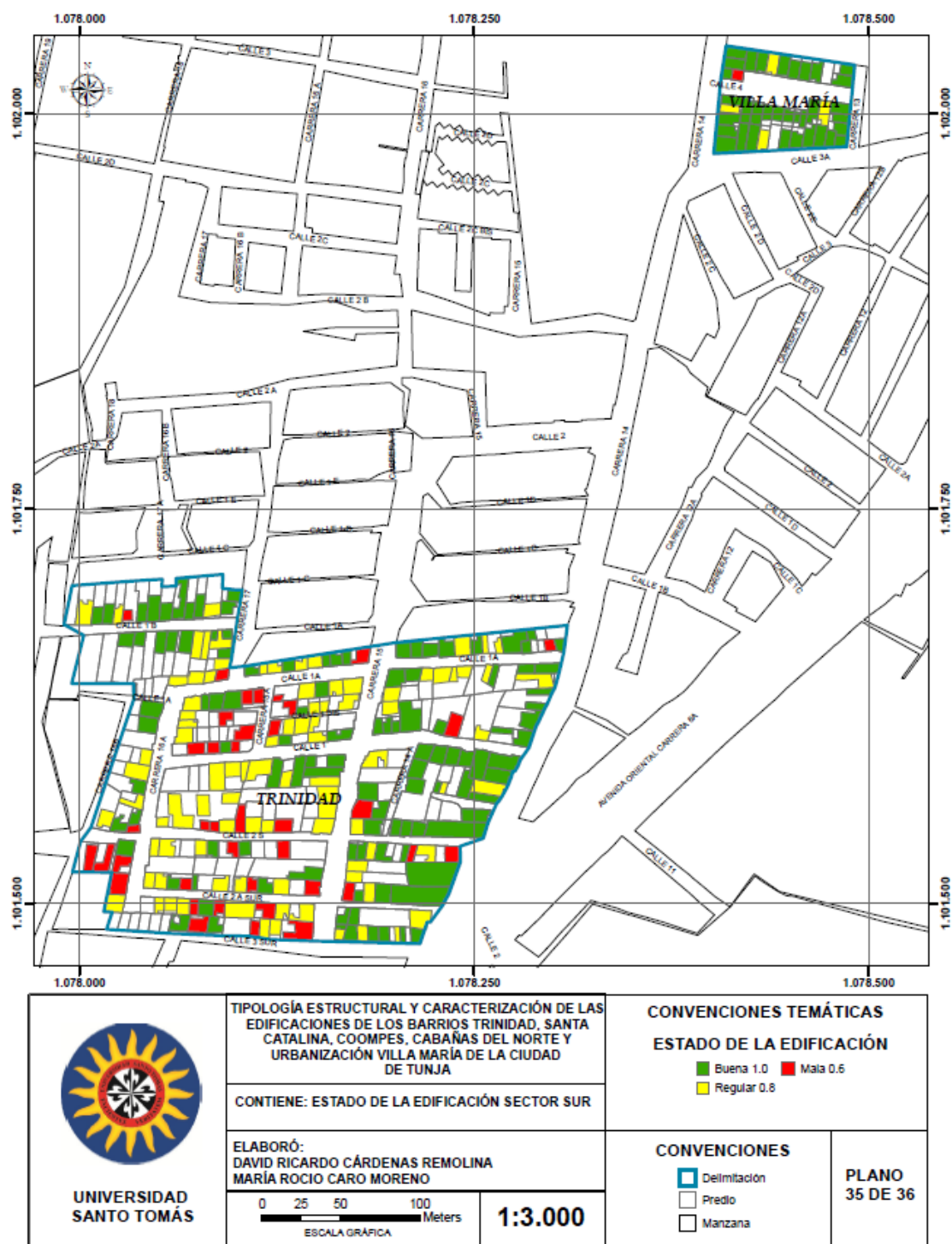
Fuente: Autores

Gráfica 20. Estado de la edificación



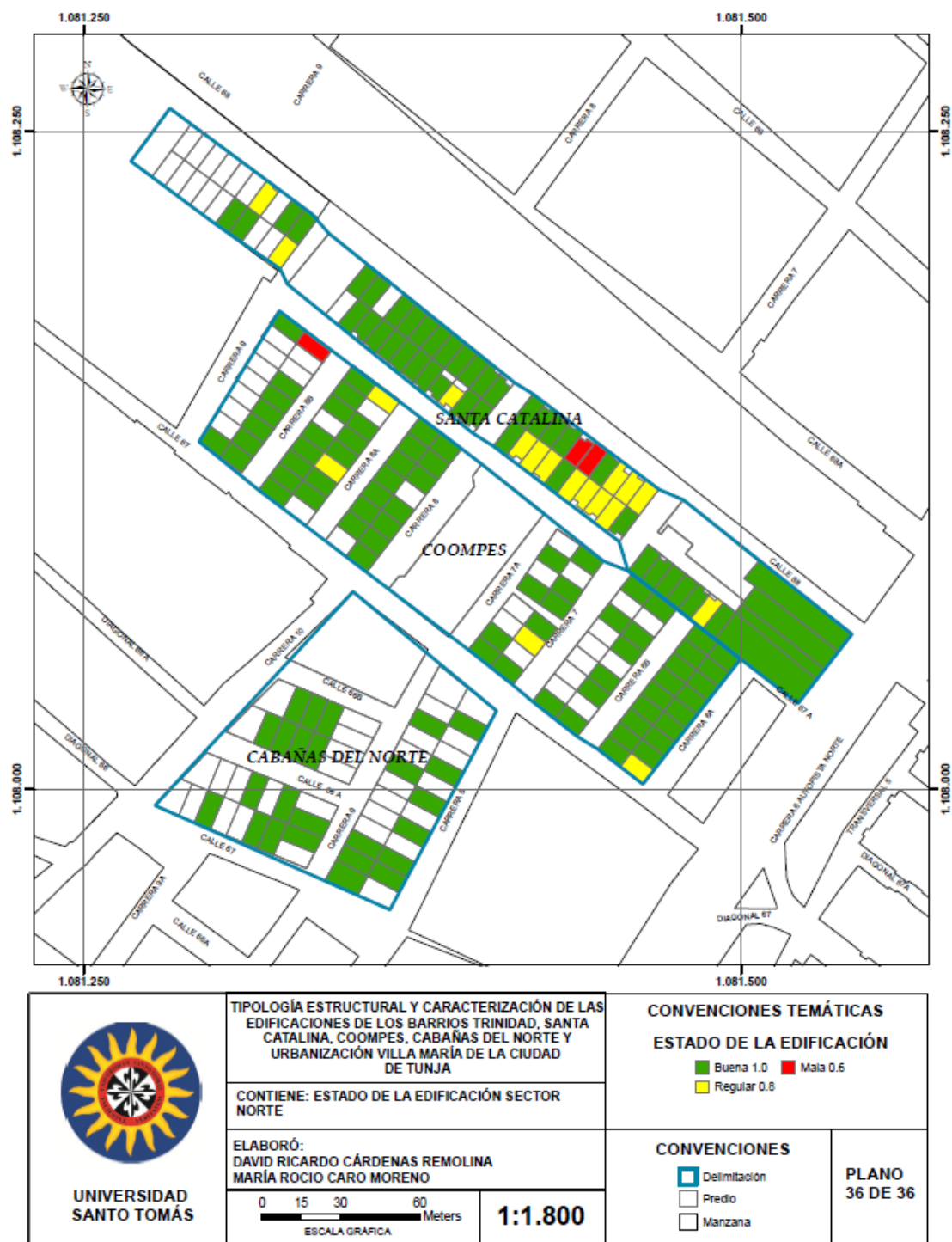
Fuente: Autores

Mapa 35. Estado de la edificación sector sur



Fuente: Autores

Mapa 36. Estado de la edificación sector norte



Fuente: Autores

7. CASOS MÁS RELEVANTES

7.1 CASOS BARRIO COOMPES

7.1.1 La casa C-10 (Cra 9 N° 67-55) y casa C_28 (Cra 8 N° 67-55). Estas viviendas se encuentran ubicadas en suelos de la formación Tilata compuesta por capas de gredas, capas arcillosas y cascajos. En la parte posterior de las viviendas se presenta una grieta que va del primer al tercer piso en ambos casos, estos daños en la estructura posiblemente se dan por asentamientos que ocurren cuando una carga actúa sobre la superficie del terreno. Existen diferentes hipótesis por las cuales se presenta este problema, como lo son los movimientos sísmicos, el socavamiento en la base, las excavaciones en terrenos adyacentes y erosión subterránea. Para este caso una de las hipótesis más acertadas se encuentra en las excavaciones en terrenos adyacentes ya que estas viviendas han sido construidas en diferentes años y con diferentes procesos constructivos causando este tipo de afectación a edificaciones vecinas. Además cabe resaltar que estas construcciones no presentan juntas de separación lo cual hace que la edificación sea más susceptible a este tipo de daños.

Foto 1. Casa C-10 (Cra 9 N° 67-55) barrio Coompes



Fuente: Autores

Foto 2. Casa C-28 (Cra 8 N° 67-55) barrio Coompes

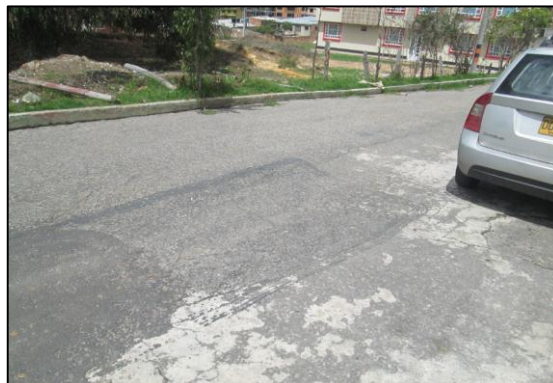


Fuente: Autores

7.2 CASOS BARRIO SANTA CATALINA

7.2.1 Casas Sc-049 (Calle 68 N° 7-33), Sc-050 (Calle 68 N° 7-27) y Sc-051 (Calle 68 N° 7-21). En el barrio Santa Catalina se presenta un caso que está afectando tres casas haciendo que se presenten patologías en su estructura, como grietas, humedad y deflexión en placas de entepiso. Según el plan de ordenamiento territorial (POT) sobre el mapa de amenazas de la zona urbana de Tunja, el barrio Santa Catalina no representa ningún problema de erosión superficial, sub-superficial o cárcavas, con lo cual se puede hacer una hipótesis de que posiblemente este terreno presente suelos expansivos, haciéndose notorio en sus vías como se observa en la siguiente fotografía donde se evidencia asentamientos diferenciales.

Foto 3. Vía barrio Santa Catalina



Fuente: Autores

Foto 4. Casa Sc-049 (Calle 68 N° 7-33) barrio Santa Catalina



Fuente: Autores

Foto 5. Casa Sc-050 (Calle 68 N° 7-27) barrio Santa Catalina



Fuente: Autores

Foto 6. Casa Sc-051 (Calle 68 N° 7-21) barrio Santa Catalina



Fuente: Autores

7.3 CASOS URBANIZACIÓN VILLA MARÍA

7.3.1 Casa VM-031 (Calle 3 a N° 13-76). La casa fue edificada entre el año 1984 a 1997, se encuentra construida en mampostería no reforzada representando un mal proceso constructivo ya que sus mampuestos se hallan mezclados observando ladrillo macizo y bloque en un mismo muro dejando a un lado la secuencia del cual pueda trabajar monolíticamente, además se identifica deterioro del concreto de las placas de entrepiso posiblemente causado por la exposición al ambiente, así como la ausencia de ventanas, cubierta y la mala conexión del sistema hidrosanitario ya que existe un tubo de PVC atravesando la fachada de la vivienda.

Foto 7. Casa VM-031 (Calle 3 a N° 13-76) urbanización Villa María



Fuente: Autores

7.4 CASOS BARRIO TRINIDAD.

7.4.1 Casa T-8 (Cra 15 N° 1C -05). En esta vivienda se puede observar que la placa de entrepiso presenta una deflexión, la cual posiblemente fue causada por su mal proceso constructivo, este problema se hace notorio principalmente en el costado izquierdo de la vivienda. También se observa deterioro, descamación y manchas en el concreto que son causadas por la falta de mantenimiento, por humedad, por la acción de agentes químicos que transporta el ambiente y por la polución presente en el sector debido al alto tráfico de buses urbanos. En cuanto a la fachada de la edificación se observa el caso de una estructura no redundante.

Foto 8. Casa T-8 (Cra 15 N° 1C -05) barrio Trinidad



Fuente: Autores

7.4.2 Casa T-31 (Calle 2 N° 15-84). En esta edificación se presenta hormigueros en el concreto de la placa de entepiso, observándose un desgaste y desprendimiento del mismo, el cual probablemente es causado por la exposición que este tiene con el medio ambiente provocando ataques químicos por componentes presentes en el agua, los gases atmosféricos, el aire y demás sustancias que transporta el medio, o también por malas prácticas constructivas. Este caso con el tiempo puede representar un peligro para sus habitantes ya que puede involucrar el resto de la estructura.

Foto 9. Casa T-31 (Calle 2 N° 15-84) barrio Trinidad



Fuente: Autores

7.4.3 Casa T-100 (Cra 16 N° 3-04). La casa fue construida antes de 1984, representa mampostería no reforzada, su construcción fue sobre suelos con presencia de limos orgánicos y arcillas, dando así un asentamiento puntual sobre esa zona a causa de la socavación que está generando en la viga de cimentación, mal proceso constructivo en cuanto al mampuesto ya que se usó ladrillo macizo, bloque de concreto y de arcilla en un mismo muro dejando a un lado la secuencia del cual pueda trabajar monolíticamente.

Foto 10. Casa T-100 (Cra 16 N° 3-04) barrio Trinidad



Fuente: Autores

7.4.4 Casa T-106 (Cra 15 a N° 1-16). La casa fue construida entre el año 1984 a 1997, comprende en el primer y segundo piso mampostería mal confinada y el altillo mampostería no reforzada, se observan síntomas de deterioro del concreto en la placa de entepiso y mala conexión del sistema hidrosanitario, además de presentarse diferencia en los componentes del ladrillo macizo ya que el primer piso presenta un color amarillo y el segundo piso un color rojizo.

Foto 11. Casa T-106 (Cra 15 a N° 1-16) barro Trinidad



Fuente: Autores

7.4.5 Casa T-151 (Calle 1 a N° 16-64). La casa fue construida entre el año 1984 a 1997, sistema de pórticos mal hechos, se ve que en la columna que el proceso constructivo no estuvo bien elaborado, además hay síntomas de deterioro del concreto dejando la armadura de la columna sometiendo a la intemperie lo cual puede generar corrosión en el acero y crear más patologías al concreto a largo plazo, ausencia de sistemas no estructurales como ventanas y la cubierta, hay mal mantenimiento de la estructura.

Foto 12. Casa T-151 (Calle 1 a N° 16-64) barrio Trinidad



Fuente: Autores

7.4.6 Casa T-251 (Calle 1 N° 14-59). La casa fue construida entre el año 1998 a 2010, representa mampostería no reforzada, es una estructura no redundante ya que cuenta en una parte con dos ejes por su poco espacio de la base respecto al largo del lote, en caso de un sismo que afecte paralelamente hacia alguna de sus paredes laterales podría ocasionar algún desastre por su desfavorabilidad en la configuración en planta de la misma.

Foto 13. Casa T-251 (Calle 1 N° 14-59) barrio Trinidad



Fuente: Autores

7.4.7 Casa T-267 (Calle 1 N° 14-10). En esta vivienda se presenta un caso grave de socavacion donde se observa una degradacion en la base de la estructura que pudo ser causada por agentes externos de la naturaleza o por el hombre, y de erosion del suelo ocasionado por la remocion o arrastre de material superficial debida a la accion del agua o del viento, lo que pone en peligro la estructura y la vida de sus habitantes ya que esta podria colapsar. Tambien se puede observar que sobre el muro del lado izquierdo en la parte superior se encuentran ladrillos sobrepuestos sin ningun tipo de pega, haciendo de estos un peligro para los transeuntes y para los mismos habitantes de esta casa, ya que un fuerte viento o un sismo podria hacerlos caer. Otro aspecto relevante en esta vivienda es la presencia de un muro en material de adobe que por su antigüedad tambien representaria un peligro para los habitantes del sector.

Foto 14. Casa T-267 (Calle 1 N° 14-10) barrio Trinidad



Fuente: Autores

8. CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó un diagnóstico cualitativo y cuantitativo de las viviendas de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte Y Urbanización Villa María de la ciudad de Tunja donde se calificó la calidad de diseño y estado de la estructura y se creó una base de datos en el sistema de información geográfica (SIG).
- ✓ Al comparar los resultados del sistema estructural de las edificaciones analizadas se determinó que en los barrios Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte y Villa María predomina el sistema estructural de pórticos en concreto, siendo el barrio la Trinidad la excepción donde se encontró gran cantidad de viviendas construidas en mampostería no estructural.
- ✓ Se identificó que las edificaciones situadas en el barrio la Trinidad no presentan un apropiado sistema constructivo ya que el 58% de estas tienen como sistema estructural la mampostería no reforzada que es inapropiada para una ciudad con amenaza sísmica intermedia como lo es Tunja. Además es de resaltar que un 54 % de las viviendas de este barrio fueron construidas entre 1984 a 1997 lo que significa que para este año las construcciones ya se regían bajo el decreto 1400 de 1984 lo que demuestra que no se cumplió con la normativa correspondiente a esa época.
- ✓ Al evaluar el coeficiente preliminar de reducción de resistencia por la calidad del diseño ϕ_c , se determinó que en los barrios Coompes, Santa Catalina, Cabañas del Norte y urbanización Villa María predomina una calidad de diseño calificada como buena 1.0 y en el barrio Trinidad presenta una clasificación predominante como regular 0.8 de acuerdo a los parámetros especificados en el título A.10.2.2.1 de la norma sismo resistente NSR-10.
- ✓ Al apreciar el coeficiente preliminar de reducción de resistencia por el estado de la estructura ϕ_e , se identificó que los barrios Coompes, Santa Catalina, Cabañas del Norte y urbanización Villa María predomina un estado actual de la estructura calificado como buena 1.0, con un porcentaje superior al 50% en cada uno de estos, y en el barrio Trinidad se presenta un alto porcentaje de construcciones clasificadas como regular 0.8, en un 37%.
- ✓ Se determinó que el sistema estructural predominante para el barrio la Trinidad es mampostería no reforzada con un 58%, en la Urbanización Villa María se

presenta en su mayoría el sistema de pórticos de concreto con un 97% y en los barrios Santa Catalina, Coompes y Cabañas del Norte predomina el sistema estructural de pórticos de concreto con un 100% en cada uno de ellos.

- ✓ En el barrio Santa Catalina ubicado al noroeste de la ciudad, se identificaron edificaciones que han sufrido asentamientos por problemas geotécnicos, lo cual afecta el sistema estructural y los elementos no estructurales, comprometiendo grandes áreas de la edificación lo que representa un riesgo para sus habitantes ya que estas estructuras no se comportaría adecuadamente ante cualquier evento sísmico.
- ✓ Se pudo observar que en el barrio cabañas del norte todas las edificaciones han sido construidas después del año 2010 lo cual demuestra que presentan una calidad de diseño y estado de la edificación optimo calificado en este caso como buena 1.0, a su vez se establece que deben cumplir con la norma vigente NSR-10 la cual contempla que todas las edificaciones deben tener juntas de separación que en este caso no se le da cumplimiento en un 84% de sus viviendas.
- ✓ En los barrios Coompes y cabañas del Norte no se han presentado inundaciones en las edificaciones, pues se destaca que los predios en este sector se ven favorecidos por su buen ordenamiento predial y el grado de inclinación que presenta la topografía del terreno, lo cual brinda un factor de seguridad a las viviendas haciéndolas menos susceptibles a posibles daños por factores climáticos como la lluvia.
- ✓ En el barrio la Trinidad posiblemente se presenta un caso de construcción que no cuenta con los debidos procesos de registro y permisos ya que varias de las construcciones encontradas en campo no se encuentran incluidas en la base de datos de predios del IGAC, lo que posiblemente se debe a que no se realizó el debido tramite de las licencias de construcción o que probablemente la base de datos del IGAC se encuentra desactualizada.

9. RECOMENDACIONES

- ✓ Es de vital importancia que los habitantes de la ciudad tengan conocimiento del estado de sus viviendas, pues esto hace que asuman alguna prevención en caso de un evento natural, ya que nos encontramos en una zona de amenaza sísmica intermedia que requiere de una atención especial.
- ✓ Es necesario obtener información de estudios geotécnicos disponibles para los habitantes de la ciudad ya que Tunja presenta varias fallas geológicas, siendo un terreno sinclinal con presencia de suelos inestables, por esta razón se debe conocer el suelo antes de construir sobre este para evitar futuras patologías en las construcciones, como es el caso del barrio Santa Catalina.
- ✓ Es preciso que las entidades gubernamentales encargadas de gestión de riesgos brinden información a la población acerca de las normas y requisitos que se deben cumplir antes de iniciar una construcción y que recomendaciones aplican para cada sector, con el fin de tener edificaciones que presenten un buen comportamiento ante eventualidades naturales.
- ✓ Es importante que los diferentes agentes responsables de otorgar las licencias de construcción, vigilen detalladamente cada una de las edificaciones que se encuentran en ejecución, con el fin de evitar obras ilegales y que no cumplan con los debidos requisitos de diseño y construcción.
- ✓ Es indispensable realizar estudios de suelos de las zonas más inestables de la ciudad de Tunja, con el fin de tener información actualizada acerca de la estratificación de los mismos, permitiendo conocer que zonas de la ciudad son adecuadas para la construcción y en cuales se debe tener mayor precaución.
- ✓ Es formal dar a conocer a los habitantes de los barrios Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte, Trinidad y Villa María los resultados de este estudio con el fin de que tengan conocimiento del estado y mantenimiento de sus estructuras y los posibles riesgos a los que se encuentran expuestos si no se toman medidas preventivas que puedan evitar futuros daños irreversibles.
- ✓ En el caso del gran porcentaje de estructuras construidas con mampostería no reforzada en las zonas de estudio, para una posible solución sísmica y de

integridad de las edificaciones se pueden reforzar con el método de mampostería reforzada externamente para aumentar la resistencia a flexión de la construcción, que es el uso de mallas electrosoldadas que se colocan dentro de mortero de recubrimiento o revoque (pañete) y serán fijados a los muros mediante conectores y/o clavos de acero mediante las especificaciones del título D Mampostería Estructural de la NSR-10. De igual manera este tipo de refuerzo se puede hacer para construcciones de adobe.

- ✓ Teniendo en cuenta estudios de laboratorio realizados en la Universidad de los Andes y la Pontificia Universidad Javeriana por Yamin, Luis E.; Rodriguez, Angel E.; Fonseca, Luis R.; Reyes, Juan C.; Phillips, Camilo A.; y Ruiz, Daniel, quienes estudiaron dos posibles alternativas de reforzamiento externo para los muros de adobe, los cuales son el método de mampostería reforzada externamente con malla electrosoldada colocada dentro de mortero de recubrimiento y refuerzo con maderas de confinamiento que consiste en instalar secciones horizontales y verticales de madera, se demostró que el refuerzo con maderas de confinamiento presenta una mejor ductilidad y características generales de disipación de energía, presentando mayor eficacia que la mampostería reforzada externamente para el caso de muros de adobe y tapia pisada.
- ✓ La presencia de suelos orgánicos y arcillas debajo de las construcciones ocasiona socavación y asentamientos diferenciales poniendo en riesgo la integridad de la estructura, una posible solución es retirar este tipo de suelos e introducir algún material más resistente como mortero que sería una buena opción para resistir las cargas y evitar patologías de las edificaciones.
- ✓ En el caso de grietas superficiales presentes en el sistema estructural y no estructural es posible utilizar epóxicos para su reparación y/o rehabilitación, teniendo en cuenta la profundidad y espesor de la abertura lo cual determina la viscosidad de la pasta ayudando a la adherencia de los materiales.
- ✓ En los casos de las construcciones que presentan desgaste en el concreto quedando el refuerzo a la intemperie se puede realizar un parcheo donde los materiales utilizados tengan características similares a las ya existentes de modo que genere una buena adherencia, se pueden utilizar materiales inorgánicos como el concreto modificado con látex o materiales orgánicos como epóxicos y poliéster según requiera el caso.

GLOSARIO

AMENAZA SÍSMICA: Probabilidad de la ocurrencia de cierta intensidad sísmica en un determinado sitio, durante un periodo de tiempo.

ANALÍTICO: Reflexión Sobre algo o la separación de los elementos de una cosa para descubrir cómo se compone.

ANILLO CIRCUMPACÍFICO: Designa una zona de gran actividad sísmica, también llamada Anillo de Fuego del Pacífico, donde se registran un 80% de los sismos terrestre y ocurren numerosos fenómenos de vulcanismo. Situado en el norte del Océano Pacífico, cubre una extensión de 40.000 kilómetros y presenta forma de herradura. Está asociado con una serie casi continua de trincheras oceánicas, arcos volcánicos, cinturones de volcanes y movimientos de placas tectónicas. El Cinturón de Fuego es constituido por las cadenas montañosas de la parte occidental del continente americano, cruza para Asia, se extiende hacia el sur a través de Japón, Filipinas, Nueva Guinea e islas Fiyi hasta Nueva Zelanda.

ARCGIS: Es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios.

ASENTAMIENTO ESTRUCTURAL: Hundimientos diferenciales por el peso de la estructura a causa de la deformación del suelo en el que está ubicada.

BASE DE DATOS: Información que contienen datos relativos a diversas temáticas y categorizados de distinta manera, pero que comparten entre sí algún tipo de vínculo o relación.

CÁRCAVA: Socavamientos producidos en rocas y suelos de lugares con pendiente a causa de las avenidas de agua de lluvia. Estas producen la llamada erosión remontante. Se concretan, normalmente, en abarrancamientos formados en los materiales blandos por el agua de arroyada que, cuando falta una cobertura vegetal suficiente, ataca las pendientes excavando largos surcos de bordes vivos.

COLAPSO ESTRUCTURAL: Cualquier condición externa o interna que incapacita a una estructura o elemento estructural a cumplir la función para la que ha sido diseñada.

CUALITATIVO: Se refiere a los aspectos de calidad, valor o ponderación de un objeto, individuo, entidad o estado.

CUANTITATIVO: Se emplea para determinar la cantidad de un ingrediente, elemento o variable en una entidad dada.

CORTEZA TERRESTRE: Es la capa de roca o rocosa externa de la Tierra.

DISCONTINUIDAD: Capa de la estructura de la Tierra que separa los distintos sectores de la corteza terrestre cuyas propiedades físicas difieren; las modificaciones en sus propiedades físicas se traducen en modificaciones de la velocidad de las ondas sísmicas que las atraviesan.

EDIFICACIÓN: Todas aquellas construcciones realizadas artificialmente por el ser humano con diversos pero específicos propósitos. Las edificaciones son obras que diseña, planifica y ejecuta el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de los casos para habitarlas o usarlas como espacios de resguardo.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES: Se conoce como elemento estructural a las diferentes partes en que se puede dividir una estructura atendiendo a su diseño. El trazo de estos elementos se lleva a cabo siguiendo los principios de la resistencia de materiales y de la ingeniería estructural. Cada uno de los elementos estructurales poseen nombres propios que los identifican.

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES: Partes que componen la estructura pero no tienen funciones de soportar su propio peso y otras acciones naturales, tales como cielorraso, paneles, ventanas, puertas, etc.

ENCUESTA: Serie de preguntas que se hace a muchas personas para reunir datos o para detectar la opinión pública sobre un asunto determinado.

EPICENTRO: Punto de la superficie terrestre situado en la vertical del foco o hipocentro de un movimiento sísmico y donde este adquiere su máxima intensidad.

ESTRUCTURA: Es el conjunto de elementos resistentes, convenientemente vinculados entre sí, que accionan y reaccionan bajo los efectos de las cargas. Su finalidad es resistir y transmitir las cargas del edificio a los apoyos manteniendo el espacio arquitectónico, sin sufrir deformaciones incompatibles.

EXCEL: Es una aplicación desarrollado por Microsoft y distribuido en el paquete Office para usarse en Windows y Macintosh. Excel se utiliza para la creación de hojas cálculo.

FENOMENO NATURAL: Es un cambio de la naturaleza que sucede por sí solo. Son aquellos procesos permanentes de movimientos y de transformaciones que sufre la naturaleza y que pueden influir en la vida humana.

GEOREFERENCIACIÓN: Es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella.

JUNTAS DE SEPARACIÓN: Junta de separación entre dos estructuras adyacentes que no están en contacto físico.

LICUACIÓN: Fenómenos donde se dan excesivas deformaciones o movimientos como resultado de transitorias o repetidas perturbaciones de suelos saturados poco cohesivos.

LOSA ALIGERADA: Losa de hormigón armado moldeada con una serie de nervios asentados en un conjunto de vigas paralelas. También llamada losa nervada.

LOSA MACIZA: Losa de hormigón pretensado empleada en aberturas cortas y cargas que se distribuyen uniformemente.

MAGNITÚD SÍSMICA: La magnitud más conocida es la propuesta por Charles Richter y lleva su nombre. Richter fue un científico que observó que la amplitud de las ondas sísmicas tendía a disminuir en forma predecible con la distancia. Él elaboró una ecuación para relacionar tanto la distancia como la amplitud de la onda S en un tipo de sismógrafo ampliamente utilizado en California y así fue como nació la “Escala de Richter”.

ONDAS P: Ondas longitudinales, compresiones y dilataciones del material por donde viajan; estas recorren sólidos y líquidos pero no se pueden transportar en un vacío, esto quiere decir que en el caso del planeta tierra las ondas p pueden viajar por toda la corteza terrestre y sus interiores, estas son medidas a través de sismógrafos.

ONDAS S: Ondas transversales, deforman los materiales que están a su alrededor, estas ondas no viajan a través del líquido, esto quiere decir que las ondas s se suspenden en el manto acuático de la tierra pero si pasan alrededor del suelo y rocas que conforma la corteza terrestre.

PATOLOGÍA ESTRUCTURAL: Posibles problemas que puede llegar a tener una edificación en su sistema estructural o en elementos no estructurales, bien sea por factores internos o externos.

PLACA TECTÓNICA: Son planchas rígidas de roca sólida que conforman la superficie de la Tierra, flotando sobre una capa de roca fundida que conforma el manto, la siguiente capa del planeta. La mayor parte de los terremotos se produce en las zonas ubicadas en los límites entre las placas.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL: Un POT se define como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo.

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos.

SISMO: Serie de vibraciones de la superficie terrestre generadas por un movimiento brusco y repentino de las capas internas (corteza y manto).

SUBSIDENCIA DEL SUELO: Movimiento de una superficie en la que la componente vertical del desplazamiento es claramente predominante sobre la horizontal.

SOCAVAMIENTO: Debilitamiento del suelo debido a la erosión que ocurre dañando la infraestructura.

SUELOS EXPANSIVOS: Los cuales son suelos arcillosos inestables en presencia de humedad, ya que su característica principal es experimentar cambios de volumen cuando varía su contenido en líquido, esto significa que cuando un suelo está compuesto de materiales muy susceptibles a desmoronarse con la presencia de algún líquido (generalmente agua) y en caso de que hubiera una edificación sobre esta zona con este tipo de suelos produciría que esta tendiera a fracturarse produciendo grietas en las paredes o bien que la cimentación cediera y que toda la edificación colapsara.

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL: Tipo de estructura a la cual tendrá diseños y construcción adecuados a su armadura para soportar su propio peso y cargas sometidas al ambiente al que va a ser construida.

VULNERABILIDAD SÍSMICA: Constituye la consideración conjunta de la peligrosidad sísmica en el emplazamiento, la vulnerabilidad de las edificaciones y el valor económico.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDÍA DE TUNJA. (2013). *Plan de Ordenamiento Territorial. Anexo gestion del riesgo*. Tunja.
- ALCALDÍA DE TUNJA. (2013). *Plan de Ordenamiento Territorial. Anexo técnico físico biótico*. Tunja.
- ALCALDÍA DE TUNJA. (s.f.). *Mapa de amenazas zona urbana*. Obtenido de http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf
- ALCALDÍA DE TUNJA. (s.f.). *Mapa de geología*. Obtenido de boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf
- ALCALDÍA DE TUNJA. (s.f.). *Mapa de geomorfología*. Obtenido de http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf
- ALCALDÍA DE TUNJA. (s.f.). *Mapa de pendientes*. Obtenido de http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf
- ALCALDÍA DE TUNJA. (s.f.). *Mapa de susceptibilidad a la inundación*. Obtenido de http://tunja-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30306336653731623764356264663261/pendientes_prt1.pdf
- Aragón Cárdenas, J., Flores Corona, L. E., & López Bátiz, Ó. A. (2011). *Manual del formato de captura de datos para evaluación estructural*. .
- ARCOS, L. (2015). *Tipología estructural y caracterización de las edificaciones de los barrios La Sierra, Urazandy, La Frontera, Centenario y Nueva Santa Bárbara de la ciudad de Tunja*. Tunja: Universidad Santo Tomás.
- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. (2001). *Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería*. Bogotá D.C.
- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. (2002). *Guía técnica para inspección de edificaciones después de un sismo- manual de campo*. Bogotá D.C: FOPAE.

- ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10*. Bogotá: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.
- Buelvas Moya, H. A. (2012). *Estudio del comportamiento mecánico de los muros de mampostería reforzados externamente con FRP basado en el análisis de modelos históricos: estado del arte*. Bucaramanga.
- Carreño , M. L., Cardona, O. D., & Barbat, A. H. (2011). Evaluación de la habitabilidad de edificios afectados por sismo utilizando la teoría de conjuntos difusos y las redes neuronales artificiales . *Elsevier Doyma*, 16.
- CARREÑO, L. (2013). *Estudio preliminar de vulnerabilidad sísmica del barrio Las Américas de la ciudad de Tunja*. Tunja: Universidad Santo Tomás.
- COMBARIZA, E., & ROJAS, J. (2014). *Tipología estructural del barrio los Muiscas de la ciudad de Tunja*. Tunja: Universidad Santo Tomás.
- desarrollo, p. d. (s.f.). *el terremoto de enero de 1999 en Colombia: impacto socioeconómico del desastre en la zona del Eje Cafetero* . Obtenido de <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/6/10136/colombia.pdf>
- Enciclopedia de geografía de secundaria*. (s.f.). Obtenido de el bibliote.com: https://issuu.com/elbibliotecom/docs/01_001_045_geografia_secundaria_geografia_secundar
- Gallego , S. M., & Sarria, M. A. (2010). *El concreto y los terremotos, conceptos, comportamientos, patologías y rehabilitación*. Bogotá: ASOCRETO.
- Gama Garcia, A., Juárez García, H., & Arroyo Matus, R. (2012). Avances recientes en las metodologías para la evaluación estructural de edificaciones típicas. *Sociedad mexicana de ingeniería estructural* , 17.
- HISTORIA, C. (Agosto de 2005). *Biblioteca Luis Angel Arango*. Obtenido de <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/revistas/credencial/agosto2005/temblores.htm>
- HSI-HSIEN, W., SHOHET, I., SKIBNIEWSKI , M., LEVY, R., STAV, S., LIMOR AHARONSON, D., . . . LEVI, O. (2014). Economic Feasibility Analysis of Pre-Earthquake Strengthening of Buildings in a Moderate Seismicity / High Vulnerability Area. *ELSEVIER*, 8.

- INSTITUTO GEOFÍSICO , U. (2000). *Estudio de amenaza y microzonificación sísmica vulnerabilidad estructural y evaluación de escenarios de daño-microzonificación sísmica preliminar de Tunja. Consultoría colombiana*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/microzonificacion-sismica-preliminar-tunja/microzonificacion-sismica-preliminar-tunja.pdf>
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. (2016). *Geoportal del IGAC*. Obtenido de <http://geoportal.igac.gov.co/ssigl2.0/visor/galeria.req?mapald=23>
- JIGE QUAN, S., ECONOMOU, A., GRASL, T., & PEI-JUYANG, P. (2014). Computing Energy Performance Of Building Density, Shape and Typology in Urban Context. *ELSEVIER*, 4.
- MOHAMED E., S., & MAHA A., N. (2012). A proposed methodology for seismic risk evaluation of existing reinforced school buildings. *HBRC*, 8.
- MOLINA M, G. P., & ALFARO C, A. J. (2009). Evaluación de la acción sísmica para Tunja- Colombia. *scielo*.
- MOLINA, G., & ALFARO, A. (10 de Julio de 2009). Evaluación de la acción sísmica para Tunja Colombia. *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702009000200002&script=sci_arttext
- Molina, M., Gladys, P., Alfaro, C., & Andres, J. (2009). Evaluación de la acción sísmica para Tunja-Colombia. *Scielo*.
- MUÑOZ MUÑOZ, H. A. (2015). *CONSTRUCCIÓN, INTERVENTORÍA Y SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LAS EDIFICACIONES DE CONCRETO ESTRUCTURAL*. BOGOTÁ: ASOCRETO.
- PERRONE, D., AIELLO, M., PECCE, M., & ROSS, F. (2015). Rapid visual screening for seismic evaluation of RC hospital buildings. *ELSEVIER*, 14.
- PIÑA, J., & VALBUENA, M. (2014). *Tipología estructural de los barrios Santa Inés, Remansos de Santa Inés y Terrazas de Santa Inés de la ciudad de Tunja*. Tunja: Universidad Santo Tomás.
- PITOCCO, M. (2011). Information technology and management of diagnostics for analysis of seismic vulnerability in buildings. *ELSEVIER*, 9.

- RIBÓN A, S. X., & VÉLEZ S, J. E. (2007). *MANUAL DE CONSEJOS PRÁCTICOS SOBRE EL CONCRETO*. BOGOTÁ: ASOCRETO.
- ROMEU, V., FERREIRA, T., & RUI, M. (2014). Seismic Risk at the Urban Scale: Assessment, Mapping and Planning. *Elsevier*, 10.
- SARRIA M., A., & GALLEGOS, M. (2010). *El concreto y los terremotos, conceptos, comportamientos, patologías y rehabilitación*. Bogotá D.C: ASOCRETO.
- Yamin, L. E., Rodríguez, Á. E., Fonseca, L. R., Reyes, J. C., & Phillips, C. A. (s.f.). Comportamiento sísmico y alternativas de rehabilitación de edificaciones en adobe y tapia pisada con base en modelos a escala reducida ensayados en mesa vibratoria. 16.
- Yamin, L. E., Rodríguez, Á. E., Fonseca, L. R., Reyes, J. C., Phillips, C. A., & Ruiz, D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. 19.

ANEXOS

Anexo A. Anteproyecto presentado a facultad



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Experiencia y Calidad.

FORMATO DE PRESENTACION
DE ANTEPROYECTO DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Revisado
Oscar Saez

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO			
Facultad o Departamento Académico:		Fecha de presentación:	
Facultad de Ingeniería Civil		DD	MMM AAAA
		20	10 2015
Título del proyecto: Tipología estructural de las edificaciones de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja			
Línea de investigación: Análisis, Patología y Vulnerabilidad de las Estructuras			
Lugar de ejecución del proyecto: Barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja.			
Duración del proyecto (en meses): 6 Meses			
INFORMACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO			
Director del proyecto:	Wilson medina sierra	C.C. N°	7172708
Correo electrónico:	Wilson.medina@usantoto.edu.co	Teléfono:	314-2013476
Formación Académica:	Especialista en Estructuras – Especialista en Gestión Ambiental		
INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE			
Nombres y Apellidos	Facultad o Departamento Académico	Correo Electrónico	Teléfono
María Rocío Caro Moreno	Ingeniería Civil	rochi.carom@gmail.com	3123924740
David Ricardo Cárdenas Remolina	Ingeniería Civil	ing.remolina93@gmail.com	3133096471
TIPO DE PROYECTO			
Investigación básica:	Investigación aplicada:	X	Desarrollo Tecnológico:

Nombre y firma del Director y Codirector:

Nombre y firma de los estudiantes:

WILSON MEDINA S.

NESTOR I. BOTAS

María Rocío Caro Moreno

David Ricardo Cárdenas

o/n seminario



2. RESUMEN DEL PROYECTO.

Se realizará un estudio de tipología estructural dirigido a barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja, por medio de visitas e inspecciones visuales a cada una de las viviendas, con el fin de obtener una caracterización de cada una de estas, apoyados de los reglamentos establecidos en el título A de la norma sismo resistente colombiana NSR 10.

Para llevar a cabo esta investigación y recolectar la información pertinente se empleará una encuesta dirigida a los habitantes de cada una de las viviendas de estudio, donde se tendrán en cuenta diferentes aspectos como lo es el uso de la edificación, ubicación, año de construcción, número de habitantes, sistema constructivo, estado visual que presenta, y otros parámetros necesarios para realizar un análisis adecuado y lo más acertado posible de acuerdo a la NSR 10.

Después de recolectar la información necesaria se tabularán los resultados en Excel, se realizará la respectiva caracterización de los tipos de estructuras habiendo recopilando toda la información y llevándola a una base de datos mediante el sistema de información geográfica SIG apoyados del software ArcGis, además de presentar de forma interactiva una serie de planos donde se podrá observar las respectivas edificaciones de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja.



3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación.

América del sur tiene tres regiones climáticas, las zonas geológicas más antiguas del mundo, el río más caudaloso y el manto freático más grande del planeta, hay gran variedad de biodiversidad en los países que abarcan al sur de este continente y está ubicado sobre la placa tectónica Sudamericana que abarca alrededor de nueve (9) millones de Km² donde limita con placas del Caribe y Norteamericana al norte, placa Antártica al sur, placa Africana al este, placa de Nazca al oeste. La placa Sudamericana tiene constante rozamiento y convergencia con la Nazca, lo que conlleva a la creación de la cordillera de los Andes, apropiando grandes actividades sísmicas en América del sur, teniendo en cuenta el proceso de la formación de cordilleras en América de sur, esta zona hace parte del "Cinturón de Fuego del Pacífico" o "Anillo Circunpacifico".

Colombia es un país que tiene amenazas sísmicas alta, intermedia y baja, catalogadas por la NSR-10, cap A.2.3 (Zonas de amenaza sísmica), los cuales otorgan valores que son ampliamente estudiados a través del tiempo para dar registros del nivel de amenaza sísmica, estos valores se representan como Aa (coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva) y Av (coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva), los cuales son valores importantes para poder usarlos en diseños estructurales.

En caso de zona de amenaza sísmica baja, los coeficientes Aa y Av establecen valores menores o iguales a 0,10, en zona de amenaza sísmica intermedia los coeficientes Aa y Av deben ser mayores a 0,10 y menores que 0,2, en zona de amenaza sísmica alta los coeficientes Aa y Av deben ser mayores que 0,2; así se cataloga el nivel de amenaza sísmica en Colombia según la NSR-10.

Con estudios realizados por diferentes entidades se tiene en cuenta que un 39,7% de la población Colombiana se encuentra en zona de amenaza sísmica alta, un 47,3% en zona de amenaza sísmica intermedia y un 13% en zona de amenaza sísmica baja, a consecuencia de dichos porcentajes Colombia está expuesta a un riesgo de vulnerabilidad sísmica representativa.

Tunja, capital del departamento de Boyacá, cuenta con el nivel de amenaza sísmica intermedia teniendo en cuenta el mapa de zonificación sísmica que otorga la NSR-10, esta ciudad cuenta con construcciones antiguas, las cuales son las más vulnerables ante la llegada de un sismo, generando posibles daños a las estructuras, las cuales pueden tener un mal comportamiento y generan riesgo contra la vida humana y la economía tanto de las personas afectadas como de la ciudad en general.

Existen varios estudios de tipología y vulnerabilidad de las estructuras que se han venido desarrollando en los diferentes sectores de la ciudad de Tunja. Siguiendo el mismo propósito y teniendo en cuenta estos estudios, serán analizados los barrios Santa Catalina Cabañas del Norte y Coompes ubicados al norte de la ciudad, el barrio la Trinidad y urbanización Villa María ubicada en el sur de la ciudad.

Los datos que sean obtenidos pueden ser utilizados como fundamentos iniciales y material necesario que sirvan de base para futuros estudios de vulnerabilidad sísmica.

Con lo anteriormente planteado se presentaran una serie de preguntas relevantes para el estudio de los sectores anteriormente dichos.



- ¿Qué tipo de estructuras están ubicadas en los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja?

Colombia es un país que se encuentra ubicado en una zona de alta actividad sísmica. Durante la historia se han presentado numerosos terremotos en el país, lo que ha causado grandes pérdidas humanas y materiales. En particular, en la ciudad de Tunja, se han registrado varios terremotos, lo que ha causado grandes pérdidas humanas y materiales. En particular, en la ciudad de Tunja, se han registrado varios terremotos, lo que ha causado grandes pérdidas humanas y materiales. En particular, en la ciudad de Tunja, se han registrado varios terremotos, lo que ha causado grandes pérdidas humanas y materiales.

Teniendo en cuenta lo anterior con este proyecto se pretende realizar un estudio detallado de las edificaciones de los barrios la Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja, con el fin de determinar la tipología estructural de los mismos. Posteriormente poder generar un plano georreferenciado que contenga información de las edificaciones propuestas a efectos de poderse presentar un plano de gran magnitud y así brindar a la población información sobre el estado actual de las estructuras y su posible vulnerabilidad sísmica. Información que pueda ser utilizada por diferentes entes municipales y los mismos propietarios con el fin de evitar grandes pérdidas humanas y materiales y brindar los mismos posibles recomendaciones que sirven para poderse reforzar las estructuras.

Además este estudio brindará información valiosa para el área de ingeniería civil ya que estos revelan el estado actual de las estructuras de los diferentes sectores de la ciudad de Tunja, siendo un fundamento para determinar el comportamiento de las estructuras ante la presencia de fenómenos naturales de gran magnitud como los sismos los cuales se presentan con mayor frecuencia en esta zona del país y de esta forma brindar información que sea útil al momento de proteger el patrimonio histórico de la ciudad y la humanidad.

105



3.2 Justificación del proyecto.

Altos ¿A quén?

Colombia es un país que se encuentra ubicado en una zona con mayor índices sísmicos, ^{en} donde convergen varias placas tectónicas como la placa nazca, la placa ~~caribe~~ y la placa suramericana, además posee unas características especiales en su geología, lo que conlleva a que existan algunas zonas de falla sísmicamente activas y zonas de subducción causando eventos sísmicos repentinos como el que ocurrió en Quindío el 25 de enero de 1999 el cual fue uno de los sismos con mayor magnitud que se han presentado, causando graves daños a las ciudades de Armenia y Pereira, dejando daños en más de 100.000 edificaciones y causando la pérdida de 1186 vidas humanas y 8500 personas heridas. En cuanto al departamento de Boyacá, se encuentra que está afectada por la falla Bucaramanga – Santa Marta y la falla de la Cordillera Oriental y dentro de este se ubica la ciudad de Tunja, la cual está en una zona sísmica intermedia, que representa una gran importancia y responsabilidad al momento de construir una edificación ya que requiere un diseño especial y reforzado de forma apropiada.

Teniendo en cuenta lo anterior con este proyecto se pretende realizar un estudio detallado de las edificaciones de los barrios la Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja, con el fin de determinar la tipología estructural de los mismos. Posteriormente poder generar un plano georreferenciado que contenga información de las edificaciones propensas a daños en caso de presentarse un sismo de gran magnitud y así brindar a la población información sobre el estado actual de las estructuras y su posible vulnerabilidad sísmica, información que pueda ser utilizada por diferentes entes municipales y los mismos propietarios con el fin de evitar grandes catástrofes, pérdidas humanas y materiales y brindar a los mismos posibles recomendaciones que sirvan para posteriores reforzamientos a las estructuras.

Además este estudio brindará información valiosa para el área de ingeniería civil, ya que estos revelan el estado actual de las estructuras de los diferentes sectores de la ciudad de Tunja, siendo un fundamento para determinar el comportamiento de las estructuras ante la presencia de fenómenos naturales de gran magnitud como los sismos los cuales se presentan con mayor frecuencia en esta zona del país y de esta forma brindar información que sea útil al momento de proteger el patrimonio histórico de la ciudad y la integridad humana.



3.3 Objetivos:

Objetivo general:

Realizar un diagnóstico de manera cualitativa mediante encuestas de cada una de las viviendas en los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja., calificando la calidad de diseño, construcción y estado actual de dichas edificaciones, con base en el título A.10 de la Norma Sismo Resistente NSR-10, para así construir una base de datos de información geográfica (SIG) con la información obtenida.

Objetivos específicos:

- Realizar un análisis de los datos obtenidos sobre la tipología estructural.
- Establecer el e_c (coeficiente preliminar de reducción de resistencia por la calidad del diseño) y e_e (coeficiente preliminar de reducción de resistencia por el estado de la estructura) de acuerdo a la NSR10, para las edificaciones de estos barrios.
- Determinar cuál sistema estructural es el más predominante en los barrios de este estudio.



3.5 Metodología propuesta.

El presente proyecto tendrá como metodología de investigación las técnicas cuantitativa como el conteo de las construcciones, tabulación de datos, número de habitantes por residencia entre otros y cualitativa como tipologías estructurales, características de los materiales, ubicación de los barrios dentro de la ciudad.

Teniendo en cuenta lo anterior se llevará a cabo una visita a cada vivienda de los barrios de estudio donde se realizaran encuestas a los habitantes de dichas casas, acompañado de una inspección visual de la estructura, tomando registros fotográficos y escritos de lo observado que nos ayudarán al momento de clasificar el tipo de estructura.

El primer paso en la investigación es la redacción de los oficios respectivos donde se presenten a los estudiantes al presidente de la junta de acción comunal del barrio, autoridades policivas y otras entidades.

Luego de dicha aprobación estos permisos serán dirigidos al presidente de la junta de acción comunal de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja, además se remiten cartas para los diferentes agentes policivos y militares.

Posteriormente se realizará una visita con fin de tener una perspectiva de los barrios a estudiar, acompañado de la junta directiva de acción comunal y las entidades policivas para tener más familiaridad con la comunidad de cada sector. Además se buscará la posibilidad de una reunión con la comunidad de los mismos donde se les dé a conocer el propósito de nuestra investigación.

Con el formato de encuestas se tendrán en cuenta los datos más relevantes e importantes como tipología de la estructura, uso, ocupación, estado físico, ubicación y demás parámetros necesarios que pida la encuesta para realizar los respectivos estudios de la investigación.

Habiendo realizado un recorrido previo por los barrios y apoyados de los mapas de cada zona, se realizará una trayecto organizado que nos facilite el recorrido con el fin de hacer más rápido y eficiente las visitas a los encuestados y el registro fotográfico, sin causar molestia a los habitantes del sector.

Teniendo finalizadas las encuestas a los habitantes de los sectores a estudiar, se procederá a tabular los resultados en una hoja de Microsoft Excel para analizar los datos obtenidos en campo.

Apoyados de la norma sismo resistente colombiana NSR 10, se realizará la clasificación de las estructuras estudiadas teniendo en cuenta cada uno de los parámetros recomendados en esta norma.

Con los datos de la tipología de la estructura, se procede a calificar la estructura estudiada de acuerdo a la calidad de diseño, construcción y estado de la estructura.

Finalizando el estudio y análisis cuantitativo de la investigación se tendrá en cuenta el uso del software ArcGis, exportando los datos obtenidos de Excel y generar mapas temáticos que permitan una búsqueda más práctica contribuyendo al Sistema de información geográfica de la ciudad de Tunja.



4. BIBLIOGRAFÍA:

- CONSORCIO EVALUACION DE RIESGOS NATURALES DE AMÉRICA LATINA (ERN). "Metodología de modelación probabilística de riesgos naturales, Vulnerabilidad de edificaciones e infraestructuras". Tomo I. Noviembre 2011.
- CARREÑO, Lina, MEDINA, Wilson, ROJAS, Néstor. "Estudio preliminar de vulnerabilidad sísmica para la ciudad de Tunja mediante sistemas de información geográfica".
- ARANGO, J. D. y QUINTERO, B. E. "Diagnóstico de los Procesos Erosivos Acelerados por el Sismo del 25 de enero de 1999 en Chinchiná Caldas". Boletín de la Red Sismológica del Eje Cafetero. Vol.8 Manizales: 2000 46 – 53 p.
- Normas Sismo Resistente, 2010.
- ALCALDÍA DE TUNJA – BOYACÁ. "Plan de Ordenamiento Territorial Tunja".
- CASTELLANOS PINILLA, Heliana Margoth, SARMENTO DAZA, Óscar Raúl. Tesis de pregrado: "Estudio preliminar de vulnerabilidad estructural de los barrios Suarez, Aquitmin y San Laureano de la ciudad de Tunja ante evento sísmico". Universidad Santo Tomas. Tunja 2013.
- INSTITUTO GEOFISICO UNIVERSIDAD JAVERIANA. "Microzonificación sísmica preliminar de Tunja". Resumen ejecutivo julio 2000.
- RODRIGUEZ, Daniel. Tesis de pregrado: "Análisis del estado de las edificaciones del barrio Kennedy de la ciudad de Tunja a través de un sistema de información geográfica". Universidad Santo Tomas. Tunja 2012.
- DUARTE, Daniel. Tesis de pregrado: "estudio de patología y evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificaciones pertenecientes al municipio de Duitama". Universidad Santo Tomas. Tunja 2010.
- CARREÑO PÉREZ, Lina Lorena. Tesis de pregrado: "estudio preliminar de vulnerabilidad sísmica del barrio las américas de la ciudad de Tunja". Universidad Santo Tomas. Tunja 2013.
- RODRIGUEZ, Ana Sofía, ALBA FIGUEREDO, Juan Pablo. "estudio de patología, vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural de la E.S.E. centro de salud de Sachica – Boyacá".
- BARBIERI, Gaia, BIOLZI, Luigi, BOCCIARELLI, Massimiliano, FREGONESE, Luigi, FRIGERI, Aronne. "evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios históricos". Politécnico de Milán. Año 2013.
- CABALLERO GUERRERO, Álvaro. Tesis de maestría: "determinación de la vulnerabilidad



sísmica por medio del método del índice de vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica". Fundación Universidad del Norte de Sincelejo. 15 de julio del 2007.

- INSTITUTO GEOFISICO, CONSULTORIA COLOMBIANA. "microzonificación sísmica preliminar de Tunja". Universidad Javeriana. Julio del 2000.
- GOMEZ, Jorge, QUIROGA, Vanessa. "Sistemas de información geográfica". Universidad Industrial de Santander, facultad de ingeniería civil. Bucaramanga – Colombia 2005.
- MALDONADO, Esperanza, CHIO, Gustavo. "visión estructural de las edificaciones de la ciudad de Bucaramanga". Universidad Industrial de Santander, facultad de ingeniería fisiomecánica. Bucaramanga – Colombia 2007.
- MALDONADO, Esperanza, CHIO, Gustavo. "vulnerabilidad sísmica en centros urbanos". Universidad Industrial de Santander, facultad de ingeniería fisiomecánica. Bucaramanga – Colombia 2010.

✓ 0.5



5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

ACTIVIDADES	MESES																			
	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO			
	SEMANAS																			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
FASE 1																				
EJECUCION DEL PROYECTO																				
Elaboracion del Anteproyecto																				
Selección de barrios a investigar																				
FASE 2																				
RECOPIACION DE INFORMACION																				
Aprobacion de cartas y permisos por parte de la universidad																				
Busqueda, selección y lectura de informacion																				
Conteo de viviendas de los barrios seleccionados																				
Comunicado a la junta directiva y comunidad de cada barrio																				
Reconocimiento de los barrios y elaboracion de ruteos																				
Realizacion de encuestas																				
Toma de evidencias fotograficas																				
FASE 3																				
ANALISIS DE LA INFORMACION																				
Tabulacion de la informacion recopilada																				
Analisis de resultados																				
Valoracion y clasificacion de las estructuras																				
FASE 4																				
USO DE SOFTWARE																				
Creacion de base de datos en ArcGis																				
Generar planos tematicos																				
FASE 5																				
ENTREGA FINAL																				
Elaboracion del libro																				
Presentacion del libro																				



6. PRESUPUESTO

NOTA: Se debe presupuestar sólo aquellos recursos que sean necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación. Los siguientes cuadros de presupuesto deben totalizarse (cada columna y fila) **en pesos colombianos**.

RUBROS	FUENTES		TOTAL
	USTA	ESTUDIANTE	
PERSONAL (20 horas / semana)	150.000	150.000	300.000
EQUIPOS	100.000	100.000	200.000
SOFTWARE	200.000	100.000	300.000
MATERIALES	300.000	200.000	500.000
SALIDAS DE CAMPO	0	150.000	150.000
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	200.000	100.000	300.000
TOTAL	650.000	800.000	1'750.000

Nombre y firma del Estudiante:

Maria Rocio Caro Moreno
M. Caro

Nombre y firma del estudiante:

David Ricardo Corderos R.
D. Corderos

Nombre y firma del Director:

WILSON MEDINA SIORRA
W. Medina

Nombre y firma del Codirector:

NÉSTOR ALVÁN ROPAS
N. Ropas

✓
Vas.

Anexo B. Anteproyecto presentado a facultad con correcciones

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO				
Facultad o Departamento Académico: Facultad de Ingeniería Civil		Fecha de presentación:		
		DD	MMM	AAAA
		20	10	2015
Título del proyecto: Tipología estructural de las edificaciones de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja.				
Línea de investigación: Análisis, Patología y Vulnerabilidad de las Estructuras				
Lugar de ejecución del proyecto: Barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes, Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja.				
Duración del proyecto (en meses): 6 Meses				
INFORMACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO				
Director del proyecto:	Wilson Medina Sierra	C.C. N°	7172708	
Correo electrónico:	Wilson.medina@usantoto.edu.co	Teléfono:	314-2013476	
Formación Académica:	Especialista en Estructuras – Especialista en Gestión Ambiental			
INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE				
Nombres y Apellidos	Facultad o Departamento Académico	Correo Electrónico	Teléfono	
María Rocío Caro Moreno	Ingeniería Civil	rochi.carom@gmail.com	3123924740	
David Ricardo Cárdenas Remolina	Ingeniería Civil	ing.remolina93@gmail.com	3133096471	
TIPO DE PROYECTO				
Investigación básica:	Investigación aplicada:	X	Desarrollo Tecnológico:	

Nombre y firma del Director:

Nombre y firma de los estudiantes:

2. RESUMEN DEL PROYECTO.

Se realizará un estudio de tipología estructural dirigido a barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja, por medio de visitas e inspecciones visuales a cada una de las viviendas, con el fin de obtener una caracterización de cada una de estas, apoyados de los parámetros establecidos en el título A de la norma sismo resistente colombiana NSR 10.

Para llevar a cabo esta investigación y recolectar la información pertinente se empleará una encuesta dirigida a los habitantes de cada una de las viviendas de estudio, donde se tendrán en cuenta diferentes aspectos como lo es el uso de la edificación, ubicación, año de construcción, número de habitantes, sistema constructivo, estado visual que presenta, y otros parámetros necesarios para realizar un análisis adecuado y lo más acertado posible de acuerdo a la NSR 10.

Después de recolectar la información necesaria se tabularán los resultados en Excel, se realizará la respectiva caracterización de los tipos de estructuras y se llevará a una base de datos mediante el sistema de información geográfica SIG apoyados del software ArcGis, con el fin de presentar de forma interactiva una serie de planos donde se podrá observar las respectivas edificaciones de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación.

América del sur tiene tres regiones climáticas, las zonas geológicas más antiguas del mundo, el río más caudaloso y el manto freático más grande del planeta, hay gran variedad de biodiversidad en los países que abarcan al sur de este continente y está ubicado sobre la placa tectónica Sudamericana que abarca alrededor de nueve (9) millones de Km² donde limita con placas del Caribe y Norteamericana al norte, placa Antártica al sur, placa Africana al este, placa de Nazca al oeste. La placa Sudamericana tiene constante rozamiento y convergencia con la Nazca, lo que conlleva a la creación de la cordillera de los Andes, apropiando grandes actividades sísmicas en América del sur, teniendo en cuenta el proceso de la formación de cordilleras en América de sur, esta zona hace parte del “Cinturón de Fuego del Pacífico” o “Anillo Circunpacifico”.

Colombia es un país que tiene amenazas sísmicas alta, intermedia y baja, catalogadas por la NSR-10, cap A.2.3 (Zonas de amenaza sísmica), los cuales otorgan valores que son ampliamente estudiados a través del tiempo para dar registros del nivel de amenaza sísmica, estos valores se representan como Aa (coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva) y Av (coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva), los cuales son valores importantes para poder usarlos en diseños estructurales.

En caso de zona de amenaza sísmica baja, los coeficientes Aa y Av establecen valores menores o iguales a 0,10, en zona de amenaza sísmica intermedia los coeficientes Aa y Av deben ser mayores a 0,10 y menores que 0,2, en zona de amenaza sísmica alta los coeficientes Aa y Av deben ser mayores que 0,2; así se cataloga el nivel de amenaza sísmica en Colombia según la NSR-10.

Con estudios realizados por diferentes entidades se tiene en cuenta que un 39,7% de la población Colombiana se encuentra en zona de amenaza sísmica alta, un 47,3% en zona de amenaza sísmica intermedia y un 13% en zona de amenaza sísmica baja, a consecuencia de dichos porcentajes Colombia está expuesta a un riesgo de vulnerabilidad sísmica representativa.

Tunja, capital del departamento de Boyacá, cuenta con el nivel de amenaza sísmica intermedia teniendo en cuenta el mapa de zonificación sísmica que otorga la NSR-10, esta ciudad cuenta con construcciones antiguas, las cuales son las más vulnerables ante la llegada de un sismo, generando posibles daños a las estructuras, las cuales pueden tener un mal comportamiento y generan riesgo contra la vida humana y la economía tanto de las personas afectadas como de la ciudad en general.

Existen varios estudios de tipología y vulnerabilidad de las estructuras que se han venido desarrollando en los diferentes sectores de la ciudad de Tunja. Siguiendo el mismo propósito y teniendo en cuenta estos estudios, serán analizados los barrios Santa Catalina Cabañas del Norte y Coompes ubicados al norte de la ciudad, el barrio la Trinidad y urbanización Villa María ubicada en el sur de la ciudad.

Los datos que sean obtenidos pueden ser utilizados como fundamentos iniciales y material necesario que sirvan de base para futuros estudios de vulnerabilidad sísmica.

Con lo anteriormente planteado se presentaran una serie de preguntas relevantes para el estudio de los sectores anteriormente dichos.

- ¿Qué tipo de estructuras están ubicadas en los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja?

3.2 Justificación del proyecto.

Colombia es un país que se encuentra ubicado en una zona con altos índices sísmicos, en donde convergen varias placas tectónicas como la placa nazca, la placa caribe y la placa suramericana, además posee unas características especiales en su geología que conlleva a que existan algunas zonas de falla sísmicamente activas y zonas de subducción causando eventos sísmicos repentinos como el que ocurrió en Quindío el 25 de enero de 1999 el cual fue uno de los sismos con mayor magnitud que se han presentado, causando graves daños a las ciudades de Armenia y Pereira y dejando daños en más de 100.000 edificaciones, causando la pérdida de 1186 vidas humanas y 8500 personas heridas. En cuanto al departamento de Boyacá, se encuentra afectado por la falla Bucaramanga – Santa Marta y la falla de la Cordillera Oriental, la ciudad de Tunja siendo su capital presenta una zona sísmica intermedia, generando una gran responsabilidad al momento de construir una edificación pues estas requieren un diseño especial y un reforzamiento adecuado.

Teniendo en cuenta lo anterior con este proyecto se pretende realizar un estudio detallado de las edificaciones de los barrios la Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja, con el fin de determinar la tipología estructural de los mismos. Posteriormente poder generar un plano georreferenciado que contenga información de las edificaciones propensas a daños en caso de presentarse un sismo de gran magnitud y así brindar a la población información sobre el estado actual de las estructuras y su posible vulnerabilidad sísmica, información que pueda ser utilizada por diferentes entes municipales y los mismos propietarios con el fin de evitar grandes catástrofes, pérdidas humanas y materiales y brindar a los mismos posibles recomendaciones que sirvan para posteriores reforzamientos a las estructuras..

Además este estudio brindará información valiosa para el área de ingeniería civil, ya que estos revelan el estado actual de las estructuras de los diferentes sectores de la ciudad de Tunja, siendo un fundamento para determinar el comportamiento de las estructuras ante la presencia de fenómenos naturales de gran magnitud como los sismos los cuales se presentan con mayor frecuencia en esta zona del país y de esta forma brindar información que sea útil al momento de proteger el patrimonio histórico de la ciudad y la integridad humana.

3.3 Objetivos:

Objetivo general:

Realizar un diagnóstico de manera cualitativa mediante encuestas de cada una de las viviendas en los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja., calificando la calidad de diseño, construcción y estado actual de dichas edificaciones, con base en el título A.10 de la Norma Sismo Resistente NSR-10, para así construir una base de datos de información geográfica (SIG) con la información obtenida.

Objetivos específicos:

- Realizar un análisis de los datos obtenidos sobre la tipología estructural.
- Establecer el θ_c (coeficiente preliminar de reducción de resistencia por la calidad del diseño) y θ_e (coeficiente preliminar de reducción de resistencia por el estado de la estructura) de acuerdo a la NSR10, para las edificaciones de estos barrios.
- Determinar cuál sistema estructural es el más predominante en los barrios de este estudio.

3.5 Metodología propuesta.

El presente proyecto tendrá como metodología de investigación las técnicas cuantitativa como el conteo de las construcciones, tabulación de datos, número de habitantes por residencia entre otros y cualitativa como tipologías estructurales, características de los materiales, ubicación de los barrios dentro de la ciudad.

Teniendo en cuenta lo anterior se llevará a cabo una visita a cada vivienda de los barrios de estudio donde se realizaran encuestas a los habitantes de dichas casas, acompañado de una inspección visual de la estructura, tomando registros fotográficos y escritos de lo observado que nos ayudarán al momento de clasificar el tipo de estructura.

El primer paso en la investigación es la redacción de los oficios respectivos donde se presenten a los estudiantes al presidente de la junta de acción comunal del barrio, autoridades policivas y otras entidades.

Luego de dicha aprobación estos permisos serán dirigidos al presidente de la junta de acción comunal de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes Cabañas del Norte y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja, además se remiten cartas para los diferentes agentes policivos y militares.

Posteriormente se realizará una visita con fin de tener una perspectiva de los barrios a estudiar, acompañado de la junta directiva de acción comunal y las entidades policivas para tener más familiaridad con la comunidad de cada sector. Además se buscará la posibilidad de una reunión con la comunidad de los mismos donde se les dé a conocer el propósito de nuestra investigación.

Con el formato de encuestas se tendrán en cuenta los datos más relevantes e importantes como tipología de la estructura, uso, ocupación, estado físico, ubicación y demás parámetros necesarios que pida la encuesta para realizar los respectivos estudios de la investigación.

Habiendo realizado un recorrido previo por los barrios y apoyados de los mapas de cada zona, se realizará una trayecto organizado que nos facilite el recorrido con el fin de hacer más rápido y eficiente las visitas a los encuestados y el registro fotográfico, sin causar molestia a los habitantes del sector.

Teniendo finalizadas las encuestas a los habitantes de los sectores a estudiar, se procederá a tabular los resultados en una hoja de Microsoft Excel para analizar los datos obtenidos en campo.

Apoyados de la norma sismo resistente colombiana NSR 10, se realizará la clasificación de las estructuras estudiadas teniendo en cuenta cada uno de los parámetros recomendados en esta norma.

Con los datos de la tipología de la estructura, se procede a calificar la estructura estudiada de acuerdo a la calidad de diseño, construcción y estado de la estructura.

Finalizando el estudio y análisis cuantitativo de la investigación se tendrá en cuenta el uso del software ArcGis, exportando los datos obtenidos de Excel y generar mapas temáticos que permitan una búsqueda más práctica contribuyendo al Sistema de información geográfica de la ciudad de Tunja.

4. BIBLIOGRAFÍA:

- CONSORCIO EVALUACION DE RIESGOS NATURALES DE AMÉRICA LATINA (ERN). “Metodología de modelación probabilística de riesgos naturales, Vulnerabilidad de edificaciones e infraestructuras”. Tomo I. Noviembre 2011.
- CARREÑO, Lina, MEDINA, Wilson, ROJAS, Néstor. “Estudio preliminar de vulnerabilidad sísmica para la ciudad de Tunja mediante sistemas de información geográfica”.
- ARANGO, J. D. y QUINTERO, B. E. “Diagnóstico de los Procesos Erosivos Acelerados por el Sismo del 25 de enero de 1999 en Chinchiná Caldas”. Boletín de la Red Sismológica del Eje Cafetero. Vol.8 Manizales: 2000 46 – 53 p.
- Normas Sismo Resistente, 2010.
- ALCALDÍA DE TUNJA – BOYACÁ. “Plan de Ordenamiento Territorial Tunja”.
- CASTELLANOS PINILLA, Heliana Margoth, SARMENTO DAZA, Óscar Raúl. Tesis de pregrado: “Estudio preliminar de vulnerabilidad estructural de los barrios Suarez, Aquitmin y San Laureano de la ciudad de Tunja ante evento sísmico”. Universidad Santo Tomas. Tunja 2013.
- INSTITUTO GEOFISICO UNIVERSIDAD JAVERIANA. “Microzonificación sísmica preliminar de Tunja”. Resumen ejecutivo julio 2000.
- RODRIGUEZ, Daniel. Tesis de pregrado: “Análisis del estado de las edificaciones del barrio Kennedy de la ciudad de Tunja a través de un sistema de información geográfica”. Universidad Santo Tomas. Tunja 2012.
- DUARTE, Daniel. Tesis de pregrado: “estudio de patología y evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificaciones pertenecientes al municipio de Duitama”. Universidad Santo Tomas. Tunja 2010.
- CARREÑO PÉREZ, Lina Lorena. Tesis de pregrado: “estudio preliminar de vulnerabilidad sísmica del barrio las américas de la ciudad de Tunja”. Universidad Santo Tomas. Tunja 2013.
- RODRIGUEZ, Ana Sofía, ALBA FIGUEREDO, Juan Pablo. “estudio de patología, vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural de la E.S.E. centro de salud de Sachica – Boyacá”.
- BARBIERI, Gaia, BIOLZI, Luigi, BOCCIARELLI, Massimiliano, FREGONESE, Luigi, FRIGERI, Aronne. “evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios históricos”. Politécnico de Milán. Año 2013.
- CABALLERO GUERRERO, Álvaro. Tesis de maestría: “determinación de la vulnerabilidad sísmica por medio del método del índice de vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica”. Fundación Universidad del Norte de Sincelejo. 15 de julio del 2007.

- INSTITUTO GEOFISICO, CONSULTORIA COLOMBIANA. “microzonificación sísmica preliminar de Tunja”. Universidad Javeriana. Julio del 2000.
- GOMEZ, Jorge, QUIROGA, Vanessa. “Sistemas de información geográfica”. Universidad Industrial de Santander, facultad de ingeniería civil. Bucaramanga – Colombia 2005.
- MALDONADO, Esperanza, CHIO, Gustavo. “visión estructural de las edificaciones de la ciudad de Bucaramanga”. Universidad Industrial de Santander, facultad de ingeniería fisiomecánica. Bucaramanga – Colombia 2007.
- MALDONADO, Esperanza, CHIO, Gustavo. “vulnerabilidad sísmica en centros urbanos”. Universidad Industrial de Santander, facultad de ingeniería fisiomecánica. Bucaramanga – Colombia 2010.

5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

ACTIVIDADES	MESES																											
	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE							
	SEMANAS																											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
FASE 1																												
RECOPIACION DE INFORMACION																												
Búsqueda, selección y lectura de información																												
Selección de barrios a investigar																												
Conteo de viviendas de los barrios seleccionados																												
FASE 2																												
EJECUCION DEL PROYECTO																												
Elaboración del Anteproyecto																												
Aprobación de cartas y permisos por parte de la universidad																												
Comunicado a la junta directiva y comunidad de cada barrio																												
Reconocimiento de los barrios y elaboración de ruteos																												
Realización de encuestas																												
Toma de evidencias fotográficas																												
FASE 3																												
ANALISIS DE LA INFORMACION																												
Tabulación de la información recopilada																												
Análisis de resultados																												
Valoración y clasificación de las estructuras																												
FASE 4																												
USO DE SOFTWARE																												
Creación de base de datos en ArcGis																												
Generar planos temáticos																												
FASE 5																												
ENTREGA FINAL																												
Elaboración del libro																												
Presentación del libro																												

6. PRESUPUESTO

NOTA: Se debe presupuestar sólo aquellos recursos que sean necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación. Los siguientes cuadros de presupuesto deben totalizarse (cada columna y fila) **en pesos colombianos**.

RUBROS	FUENTES		TOTAL
	USTA	ESTUDIANTE	
PERSONAL (20 horas / semana)	150.000	150.000	300.000
EQUIPOS	100.000	100.000	200.000
SOFTWARE	200.000	100.000	300.000
MATERIALES	300.000	200.000	500.000
SALIDAS DE CAMPO	0	150.000	150.000
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	200.000	100.000	300.000
TOTAL	650.000	800.000	1'750.000

Nombre y firma del Estudiante:

Nombre y firma del estudiante:

Nombre y firma del Director:

**Anexo C. Cartas dirigidas a oficina de
planeación, policía nacional y presidentes de
junta de acción comunal**



ALCALDÍA DE TUNJA



Alcaldía
Mayor
de Tunja

Control Interno
Disciplinario

OFICINA DE ATENCIÓN CIUDADANA
CERTIFICADO DE RADICACIÓN

NÚMERO DE RADICADO: 1.3.8-4-1/2016/E/1154

El remitente UNIVERSIDAD SANTO TOMAS USTA identificado(a) con número de documento 8600123127, radicó su solicitud con Número de Registro 1154 el día 22/01/2016 a las 15:36, con las siguientes características:

Asunto del Registro: SOLICITUD DE INFORMACION PARA PROYECTO QUE VAN A REALIZAR ESTUDIANTES DE INGENIERIA CIVIL DE LA USTA CON FINES ACADEMICOS

Observaciones de entrega: 1 FOLIO

Documentos anexos: SOLICITUD DE INFORMACION;

La presente se expide a solicitud del interesado en Tunja el 22/01/2016

Entregado por:

Narsairely

Dirección: Calle 19 # 9 -95 Piso 1 Edificio Municipal Tunja, Boyacá - Teléfono: (57 8) 7 40 57 70 ext. 1713
Correo electrónico: atencionalciudadano@tunja.gov.co web: <http://www.tunja-boyaca.gov.co>
Código postal: 150001

También les informamos que los estudiantes van a estar identificados con sus respectivos carnets que certifican que son parte de nuestra Institución.

De ante mano agradecemos su colaboración y apoyo con nuestra Institución y con los estudiantes en el suministro de información que será en beneficio de la Universidad Santo Tomas de Tunja y de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes y Urbanización Villa María.

Atentamente:

Maria Rocio Caro Moreno
Maria Roció Caro Moreno
c.c. 1049638106
Estudiante.
Celular:3123924740

David Ricardo Cárdenas Remolina
David Ricardo Cárdenas Remolina
c.c. 1049635954
Estudiante.
Celular:3138096471

Ing. Wilson Medina Sierra
Ing. Wilson Medina Sierra
Docente - Director trabajo de grado.

Ing. Néstor Iván Rojas
Ing. Néstor Iván Rojas
Docente - Codirector trabajo de grado

Ing. Calos Andrés Caro Camargo
Ing. Calos Andrés Caro Camargo
Decano Facultad de Ingeniería Civil



Sede Centro, Cll 19 N° 11 - 64 Sede Campus: Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235
este

Santoto Librería Local 1-106. Centro Comercial UNICENTRO





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A

Reacreditación Institucional: Bogotá modalidad presencial y a distancia.

● Acreditación Institucional: Bucaramanga, Medellín, Tunja y Villavicencio.

Tunja, 04 de Diciembre de 2015.

Señor

Giovanni Andrés Gómez Palomino

Comandante de estación de policía de Tunja

La ciudad.

Recibido
Jun 10
22-01-2016
14:57 PM

Respetado señor:

Por medio de la presente, nos dirigimos respetuosamente a Usted con el fin de informar que se va a realizar un proyecto de grado, por parte de los estudiantes **MARÍA ROCÍO CARO MORENO** identificada con la cedula de ciudadanía **1049638106** y código: 2116659 **DAVID RICARDO CARDENAS REMOLINA** identificado con cedula de ciudadanía **1049635954** y código: 2116705 quienes realizarán dicho trabajo para optar el título profesional, este se realizará en los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes y Urbanización Villa María, con el nombre "*Tipología estructural y caracterización de las edificaciones de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja*", los estudiantes para esta investigación estarán realizando encuestas y registro fotográfico en la viviendas.

La información que se suministre por parte de los habitantes del sector será utilizada exclusivamente para investigación académica y será referenciada respectivamente en el documento final de investigación. **NO HACE PARTE DE NINGUNA INSTITUCION PÚBLICA DE LA CIUDAD, (ALCALDIA, DIAN, DANE, EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS, AGUSTIN CODAZZI, ETC);** esto solo será con fines netamente académicos.

También les informamos que los estudiantes van a estar identificados con sus respectivos carnets que certifican que son parte de nuestra Institución.

De ante mano agradecemos su colaboración y apoyo con nuestra Institución y con los estudiantes en el suministro de información que será en beneficio de la Universidad Santo Tomás de Tunja y de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes y Urbanización Villa María.

Atentamente:

María Roció Caro Moreno

c.c. 1049638106

Estudiante.

Celular: 3123924740

David Ricardo Cárdenas Remolina

c.c. 1049635954

Estudiante.

Celular: 3133096471

Ing. Wilson Medina Sierra

Docente - Director trabajo de grado.

Ing. Néstor Iván Rojas

Docente - Codirector trabajo de grado

Ing. Carlos Andrés Caro Camargo

Decano Facultad de Ingeniería Civil



Sede Centro, Cll 19 N° 11 - 64 Sede Campus: Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235

este

Santoto Librería Local 1-106. Centro Comercial UNICENTRO

PBX: (8) 744 04 04 / Línea Nacional: 018000932340

súmate
a la acreditación
2014 - 2015
EXPERIENCIA Y CALIDAD





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A

Reacreditación Institucional: Bogotá modalidad presencial y a distancia.

● Acreditación Institucional: Bucaramanga, Medellín, Tunja y Villavicencio.

Tunja, 04 de Diciembre de 2015.

Señora.

Susana Aidé León López
Presidenta Junta de Acción Comunal.
Barrio Santa Catalina
La ciudad.

Respetada señora:

Por medio de la presente, nos dirigimos respetuosamente a Usted con el fin de informar que se va a realizar un proyecto de grado, por parte de los estudiantes **MARÍA ROCÍO CARO MORENO** identificada con la cedula de ciudadanía **1049638106** y código: 2116659 **DAVID RICARDO CARDENAS REMOLINA** identificado con cedula de ciudadanía **1049635954** y código: 2116705 quienes realizarán dicho trabajo para optar el título profesional, este se realizará en el barrio Santa Catalina con el nombre *"Tipología estructural y caracterización de las edificaciones de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja"*, los estudiantes para esta investigación estarán realizando encuestas y registro fotográfico en la viviendas.

La información que se suministre por parte de los habitantes del sector será utilizada exclusivamente para investigación académica y será referenciada respectivamente en el documento final de investigación. **NO HACE PARTE DE NINGUNA INSTITUCION PÚBLICA DE LA CIUDAD, (ALCALDIA, DIAN, DANE, EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS, AGUSTIN CODAZZI, ETC);** esto solo será con fines netamente académicos.

También les informamos que los estudiantes van a estar identificados con sus respectivos carnets que certifican que son parte de nuestra Institución.

De ante mano agradecemos su colaboración y apoyo con nuestra Institución y con los estudiantes en el suministro de información que será en beneficio de la Universidad Santo Tomas de Tunja y del barrio Santa Catalina.

Atentamente:

María Roció Caro Moreno
c.c. 1049638106
Estudiante.
Celular:3123924740

David Ricardo Cárdenas Remolina
c.c. 1049635954
Estudiante.
Celular:3133096471

Ing. Wilson Medina Sierra
Docente - Director trabajo de grado.

Ing. Néstor Iván Rojas
Docente - Codirector trabajo de grado

Ing. Calos Andrés Caro Camargo
Decano Facultad de Ingeniería Civil



Sede Centro, Cll 19 N° 11 - 64 Sede Campus: Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235
este

Santoto Librería Local 1-106. Centro Comercial UNICENTRO
PBX: (8) 744 04 04 / Línea Nacional: 018000932340

www.ustatunja.edu.co





Tunja, 04 de Diciembre de 2015.

Señor
Arturo Medina
Presidente Junta de Acción Comunal.
Barrio Coompes
La ciudad.

Respetado señor:

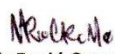
Por medio de la presente, nos dirigimos respetuosamente a Usted con el fin de informar que se va a realizar un proyecto de grado, por parte de los estudiantes **MARÍA ROCÍO CARO MORENO** identificada con la cedula de ciudadanía **1049638106** y código: 2116659 **DAVID RICARDO CARDENAS REMOLINA** identificado con cedula de ciudadanía **1049635954** y código: 2116705 quienes realizarán dicho trabajo para optar el título profesional, este se realizará en el barrio Coompes con el nombre *"Tipología estructural y caracterización de las edificaciones de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja"*, los estudiantes para esta investigación estarán realizando encuestas y registro fotográfico en la viviendas.

La información que se suministre por parte de los habitantes del sector será utilizada exclusivamente para investigación académica y será referenciada respectivamente en el documento final de investigación. **NO HACE PARTE DE NINGUNA INSTITUCION PÚBLICA DE LA CIUDAD, (ALCALDIA, DIAN, DANE, EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS, AGUSTIN CODAZZI, ETC);** esto solo será con fines netamente académicos.

También les informamos que los estudiantes van a estar identificados con sus respectivos carnets que certifican que son parte de nuestra Institución.

De ante mano agradecemos su colaboración y apoyo con nuestra Institución y con los estudiantes en el suministro de información que será en beneficio de la Universidad Santo Tomás de Tunja y del barrio Coompes.

Atentamente:


María Roció Caro Moreno
c.c. 1049638106
Estudiante.
Celular: 3123924740


David Ricardo Cardenas Remolina
c.c. 1049635954
Estudiante.
Celular: 3133096471


Ing. Wilson Medina Sierra
Docente - Director trabajo de grado.


Ing. Néstor Iván Rojas
Docente - Codirector trabajo de grado


Ing. Carlos Andrés Caro Camargo
Decano Facultad de Ingeniería Civil



Sede Centro, Cll 19 N° 11 - 64 Sede Campus: Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235
este

Santoto Librería Local 1-106. Centro Comercial UNICENTRO
PBX: (8) 744 04 04 / Línea Nacional: 018000932340





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A

Reacreditación Institucional: Bogotá modalidad presencial y a distancia.

● Acreditación Institucional: Bucaramanga, Medellín, Tunja y Villavicencio.

Tunja, 04 de Diciembre de 2015.

Señor

Carlos Israel Romero

Presidente Junta de Acción Comunal.

Barrio Trinidad

La ciudad.

Respetado señor:

Por medio de la presente, nos dirigimos respetuosamente a Usted con el fin de informar que se va a realizar un proyecto de grado, por parte de los estudiantes **MARÍA ROCÍO CARO MORENO** identificada con la cedula de ciudadanía **1049638106** y código: 2116659 **DAVID RICARDO CARDENAS REMOLINA** identificado con cedula de ciudadanía **1049635954** y código: 2116705 quienes realizarán dicho trabajo para optar el título profesional, este se realizará en el barrio Trinidad con el nombre *"Tipología estructural y caracterización de las edificaciones de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja"*, los estudiantes para esta investigación estarán realizando encuestas y registro fotográfico en la viviendas.

La información que se suministre por parte de los habitantes del sector será utilizada exclusivamente para investigación académica y será referenciada respectivamente en el documento final de investigación. **NO HACE PARTE DE NINGUNA INSTITUCION PÚBLICA DE LA CIUDAD, (ALCALDIA, DIAN, DANE, EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS, AGUSTIN CODAZZI, ETC);** esto solo será con fines netamente académicos.

También les informamos que los estudiantes van a estar identificados con sus respectivos carnets que certifican que son parte de nuestra Institución.

De ante mano agradecemos su colaboración y apoyo con nuestra Institución y con los estudiantes en el suministro de información que será en beneficio de la Universidad Santo Tomás de Tunja y del barrio Trinidad.

Atentamente:

María Roció Caro Moreno

c.c. 1049638106

Estudiante.

Celular: 3123924740

David Ricardo Cárdenas Remolina

c.c. 1049635954

Estudiante.

Celular: 3133096471

Ing. Wilson Medina Sierra

Docente - Director trabajo de grado.

Ing. Néstor Iván Rojas

Docente - Codirector trabajo de grado

Ing. Carlos Andrés Caro Camargo

Decano Facultad de Ingeniería Civil

cc. 6° 764.131 Tunja



Sede Centro, Cll 19 N° 11 - 64 Sede Campus: Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235

este

Santoto Librería Local 1-106. Centro Comercial UNICENTRO

PBX: (8) 744 04 04 / Línea Nacional: 018000932340





UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A

Reacreditación Institucional: Bogotá modalidad presencial y a distancia.

● Acreditación Institucional: Bucaramanga, Medellín, Tunja y Villavicencio.

Tunja, 04 de Diciembre de 2015.

Señor

Pedro Kujabante Bautista
Presidente Junta de Acción Comunal.
Urbanización Villa María
La ciudad.

Respetado señor:

Por medio de la presente, nos dirigimos respetuosamente a Usted con el fin de informar que se va a realizar un proyecto de grado, por parte de los estudiantes **MARÍA ROCÍO CARO MORENO** identificada con la cedula de ciudadanía **1049638106** y código: 2116659 **DAVID RICARDO CARDENAS REMOLINA** identificado con cedula de ciudadanía **1049635954** y código: 2116705 quienes realizarán dicho trabajo para optar el título profesional, este se realizará en la Urbanización Villa María con el nombre *"Tipología estructural y caracterización de las edificaciones de los barrios Trinidad, Santa Catalina, Coompes y Urbanización Villa María de la Ciudad de Tunja"*, los estudiantes para esta investigación estarán realizando encuestas y registro fotográfico en la viviendas.

La información que se suministre por parte de los habitantes del sector será utilizada exclusivamente para investigación académica y será referenciada respectivamente en el documento final de investigación. **NO HACE PARTE DE NINGUNA INSTITUCION PÚBLICA DE LA CIUDAD, (ALCALDIA, DIAN, DANE, EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS, AGUSTIN CODAZZI, ETC);** esto solo será con fines netamente académicos.

También les informamos que los estudiantes van a estar identificados con sus respectivos carnets que certifican que son parte de nuestra Institución.

De ante mano agradecemos su colaboración y apoyo con nuestra Institución y con los estudiantes en el suministro de información que será en beneficio de la Universidad Santo Tomas de Tunja y de la Urbanización Villa María.

Atentamente:

María Roció Caro Moreno
c.c. 1049638106
Estudiante.
Celular:3123924740

David Ricardo Cárdenas Remolina
c.c. 1049635954
Estudiante.
Celular:3133096471

Ing. Wilson Medina Sierra
Docente - Director trabajo de grado.

Ing. Néstor Iván Rojas
Docente - Codirector trabajo de grado

Ing. Carlos Andrés Caro Camargo
Decano Facultad de Ingeniería Civil

1049605785 TUNJA



Sede Centro, Cll 19 N° 11 - 64 Sede Campus: Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235
este

Santoto Librería Local 1-106. Centro Comercial UNICENTRO
PBX: (8) 744 04 04 / Línea Nacional: 018000932340



Anexo D. Formato de encuesta

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Código catastral		Foto No.	
------------------	--	----------	--

Área Construida: _____ Fecha de Inspección: Día _____ Mes: _____ Año: _____

Real encuestado		Estimado	
-----------------	----------------------	----------	----------------------

3. USO DE LA EDIFICACIÓN

Grupo de uso según título A.2.5.1	Sótano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RESIDENCIAL																
COMERCIAL																
SALUD																
INDUSTRIAL																
EDUCATIVO																
ABANDONO																
BODEGA																
TANQUES																
DEPORTIVO																
RELIGIOSO																
OFICIAL																
OTRO																

DEFINICIÓN DE OTRO TIPO:

USO PREDOMINANTE

4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

4.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

PISO	PÓRTICOS DE CONCRETO	MUROS ESTRUCTURALES	SISTEMAS DUALES	COLUMNAS AISLADAS	SISTEMA DE MUROS CON PLACAS	MAMPOSTERÍA NO REFORZADA	MAMPOSTERÍA CONFINADA	MAMPOSTERÍA REFORZADA	MUROS DIAFRAGMA	MUROS REFORZADOS EXTERNAMENTE	CAVIDAD REFORZADA	PÓRTICOS ARRIOSTRADOS	PÓRTICOS NO ARRIOSTRADOS	PÓRTICOS Y PANELES DE MADERA	PÓRTICOS EN MADERAS Y PANELES EN OTRO MATERIAL	BAHAREQUE O TAPIA	MUROS EN BAHAREQUE	MUROS EN ADOBE
5																		
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		

SISTEMA ESTRUCTURAL PREDOMINANTE EN LA EDIFICACIÓN

4.2 TIPOS DE ENTREPISO

Existe entrepiso ☐

NO existe entrepiso ☐

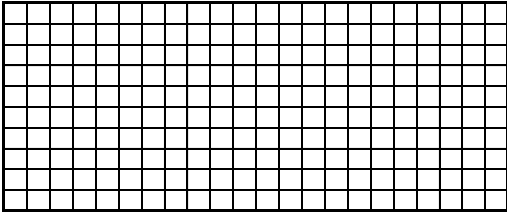
TIPO	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ENTREPISO PREDOMINANTE
CONCRETO REFORZADO																	
PLACA MACIZA																	
PLACA ALIGERADA																	
RETICULAR CELULADO																	
ACERO																	
LAMINA COLABORANTE (STEEL DECK)																	
VIGAS																	
CERCHAS																	
MADERA																	
VIGAS																	
MIXTA																	

4.3 TIPOS DE CUBIERTA

Teja de barro ___ Fibro cemento ___ Losa concreto (Azotéa) ___ Cubierta metálica ___ Teja plástica ___ Otros ___ Cual? ___

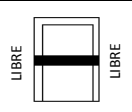
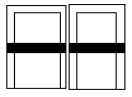
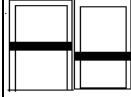
TIPO DE CUBIERTA PREDOMINANTE

Teja de barro ___ Fibro cemento ___ Losa concreto (Azotéa) ___ Cubierta metálica ___ Teja plástica ___ Otros ___ Cual? ___

5. ESTADO DE LA EDIFICACIÓN							
5.1. Existe Colapso (△)	No		Parcial		Total	Donde?	
5.2. Desviación o inclinación de la edificación o de algún entrepiso (▲)	Si		No		No se puede determinar	Donde?	
5.3. Falla o asentamiento de la edificación (X)	Si		No		No se puede determinar	Donde?	
5.4 Problemas geotécnicos							
5.4.1 Falla en talud o movimiento de masa (○)	No		Puntual		General	Donde?	
5.4.2 Asentamiento subsidencia o licuación (=)	No		Puntual		General	Donde?	
5.4.3 Levantamiento o expansión del terreno (+)	No		Puntual		General	Donde?	
 Planta de la Edificación Convenciones para dibujar en esquema △ ○ ▲ X = +							
5.5 DAÑOS EN LA ESTRUCTURA							
NINGUNO		LEVE		MODERADO		FUERTE	
5.6 MANTENIMIENTO GENERAL DE LA EDIFICACIÓN							
BUENO		REGULAR		MALO			
5.7 DAÑO EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES							
	NINGUNO	LEVE	MODERADO	FUERTE	SEVERO		
CIELO RASO							
PANELES							
VENTANAS							
PUERTAS							
CERRAMIENTOS							
INSTALACIONES SANITARIAS							
MUROS DE FACHADA							
MUROS DIVISORIOS							
CUBIERTA							
ESCALERAS							
OTROS							
5.8 PORCENTAJE DE DAÑO GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN							
Estimar el porcentaje del área afectada con relación al área total construida de edificación							
RANGO	%	CLASIFICACIÓN GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN					
0%		Ninguno					
0-10 %		Leve					
10-30 %		Moderado					
30-60 %		Fuerte					
60-100 %		Severo					
100%		Colapso Total					
6. TIPOS DE ESCALERA							
MADERA	CONCRETO	METÁLICA	NO EXISTE	OTRO. CUAL?			
ESCALERA PREDOMINANTE _____							

7. CONFIGURACIÓN DE PLACAS

7.1 FAVORABILIDAD O DESFAVORABILIDAD ENTRE PLACAS

Libre		Favorabilidad		Desfavorabilidad	
-------	---	---------------	--	------------------	---

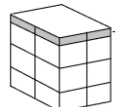
7.2 PRESENTA JUNTAS DE SEPARACIÓN ENTRE EDIFICACIONES VECINAS

NO	SI	Costado izquierdo	(m)	Costado Derecho	(m)
----	----	-------------------	-----	-----------------	-----

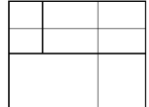
8. PISO FLEXIBLE

Presenta piso flexible?		No presenta piso flexible	
Pisos			

9. IRREGULARIDAD DE LA MASA

Irregularidad en la masa		Si	> 30%	No
		Pisos	< 30%	

10. IRREGULARIDAD EN LA RIGIDEZ

Los elementos estructurales se suspenden en altura. (Columnas, Muros)		Si	No
		Pisos	

11. INSPECCIÓN A LA EDIFICACIÓN

Exterior	Interior
----------	----------

12. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEPENDIENDO DE LA CALIDAD Y ESTADO DE LA ESTRUCTURA DEFINIDAS EN A.10.2.2.1 Y A.10.2.2.2 (EVALUACIÓN DE ACUERDO AL CRITERIO)

12.1 CALIDAD DE DISEÑO

	Buena 1.0	Regular 0.8	Mala 0.6
ϕ_c			

12.2 ESTADO DE LA EDIFICACIÓN

	Buena 1.0	Regular 0.8	Mala 0.6
ϕ_e			

13. RECOMENDACIONES

13.1 SE NECESITA VISITA ESPECIALIZADA POR ASPECTOS

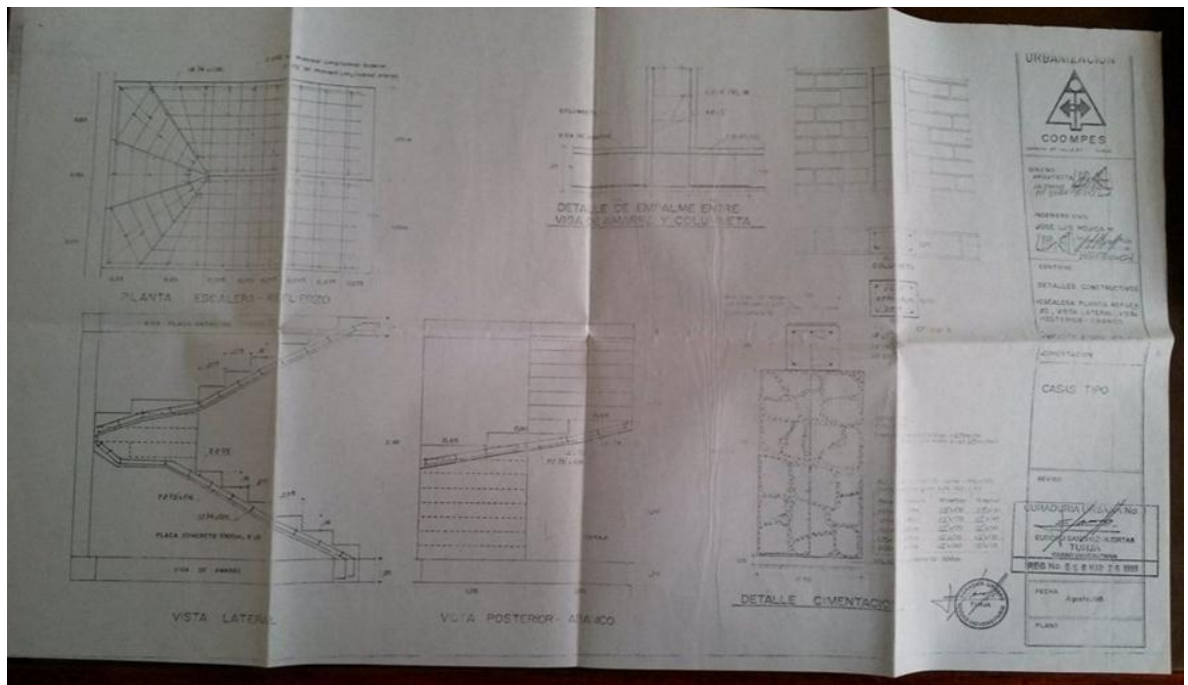
Estructural	Geotécnico	Instalación de Gas	Instalación de electricidad	Acueducto	Ninguno
-------------	------------	--------------------	-----------------------------	-----------	---------

14. COMENTARIOS

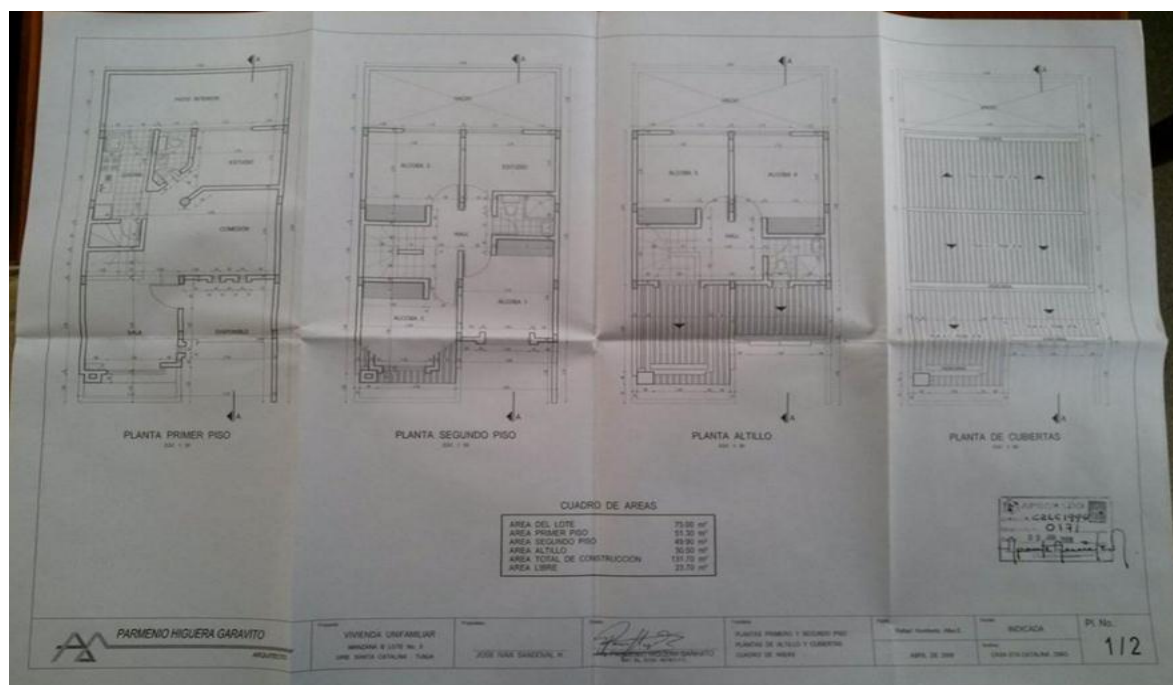
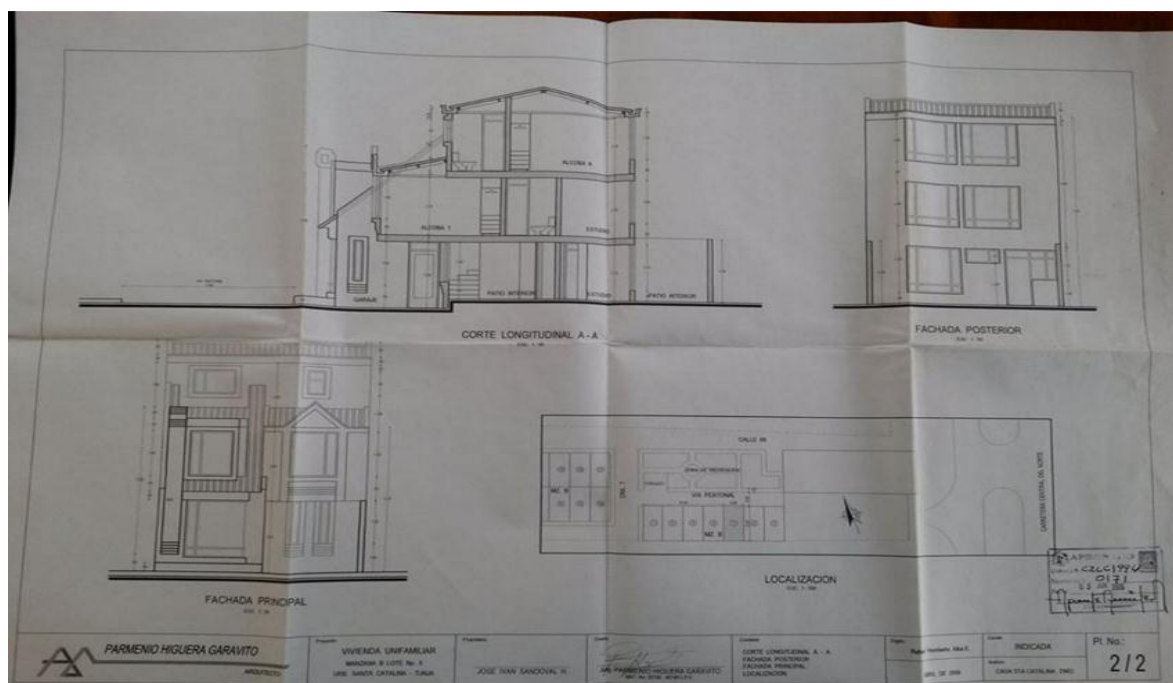
Ampliar la evaluación con observaciones que ayuden a darle claridad al formulario, indicar los elementos donde los daños fueron más importantes :

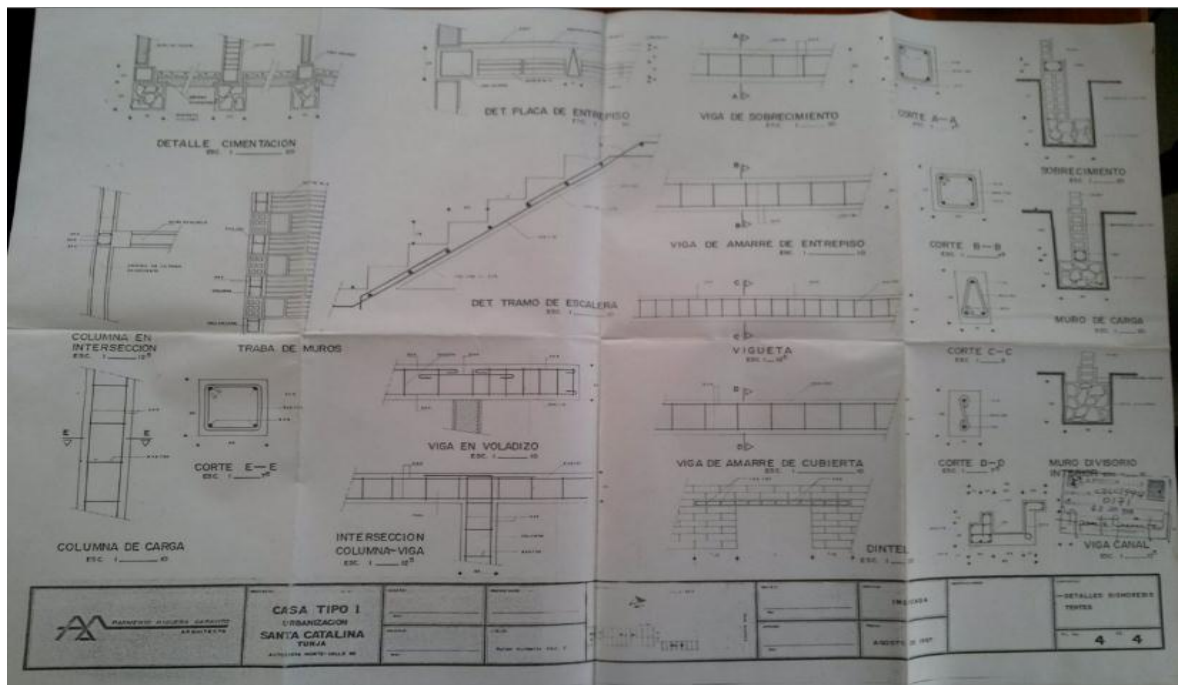
Anexo E. Planos edificaciones barrios (tomados de archivo municipal)

[illegible]



Planos edificaciones barrio Santa Catalina





Architectural drawings of the 'CASA DE LOS CHAMUZO Y SERRANO' project. The drawings include a site plan (PLANTA DE SUELO), a cross-section (CORTA), and two floor plans (PLANTA PRIMER PISO and PLANTA SEGUNDO PISO). The site plan shows the building's location within a larger plot. The cross-section shows the building's profile and internal structure. The floor plans show the layout of the rooms and spaces on the first and second floors. The drawings are signed by the architect, 'J. SERRANO', and dated '25 NOV. 1977'.





**Anexo F. CD con análisis detallado de cada
barrio, registro fotográfico de las
edificaciones.**