



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN TESIS DE GRADO

AUTOR (ES):

NOMBRE (S): CARLOS ALIRO **APELLIDOS:** NIEBLES SANTIAGO

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE (S): ÁLVARO ORLANDO **APELLIDOS:** PEDROZA ROJAS

TITULO DE LA TESIS: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA EDIFICACIÓN URBANA EN LOS BARRIOS DE LA COMUNA 2 DE LA CIUDAD DE CÚCUTA, A LA LUZ DE LAS NORMAS SISMORESISTENTES COLOMBIANAS, A PARTIR DE EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

RESUMEN:

Investigación realizada para evaluar la vulnerabilidad sísmica del mobiliario residencial del sector centro oriental de la Comuna 2 de la ciudad de Cúcuta. Aplicaciones estadísticas para el manejo de los datos propios de las variables físicas elegidas como elementos de análisis de las edificaciones evaluadas y el uso de software propio de Sistemas de Información Geográfico (SIG), fueron las herramientas empleadas para valorar la vulnerabilidad.

La metodología cualitativa de evaluación consiste en un conjunto de factores, características e indicadores que sirven como parámetros de valoración de los elementos que influyen la apreciación comprensiva de la vulnerabilidad de una edificación.

PALABRAS CLAVE:

Vulnerabilidad sísmica, comuna 2, aplicaciones estadísticas, sistemas de información geográfica.

CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS: 277 **PLANOS:** **ILUSTRACIONES:** **CD-ROM:** 1

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA EDIFICACIÓN URBANA
EN LOS BARRIOS DE LA COMUNA 2 DE LA CIUDAD DE CÚCUTA, A LA LUZ
DE LAS NORMAS SISMORESISTENTES COLOMBIANAS, A PARTIR DE
EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

CARLOS ALIRO NIEBLES SANTIAGO
GABRIEL ORLANDO SANGUINO PAEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FALCULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA CIVIL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2013

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA EDIFICACIÓN URBANA
EN LOS BARRIOS DE LA COMUNA 2 DE LA CIUDAD DE CÚCUTA, A LA LUZ
DE LAS NORMAS SISMORESISTENTES COLOMBIANAS, A PARTIR DE
EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

CARLOS ALIRO NIEBLES SANTIAGO
GABRIEL ORLANDO SANGUINO PAEZ

Proyecto presentado como requisito para optar el título de Ingeniero civil

M.Sc. ÁLVARO ORLANDO PEDROZA ROJAS
INGENIERO CIVIL- UFPS
DIRECTOR PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FALCULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA CIVIL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2013

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 21 DE FEBRERO DE 2013 HORA: 10:00 a. m.

LUGAR: SALA 4 – TERCER PISO EDIFICIO CREAD - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA EDIFICACIÓN URBANA EN LOS BARRIOS DE LA COMUNA 2 DE LA CIUDAD DE CÚCUTA, A LA LUZ DE LAS NORMAS SISMORRESISTENTES COLOMBIANAS, A PARTIR DE EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE".

JURADOS: ING. JOSE RAFAEL CACERES RUBIO
ING. CARLOS HUMBERTO FLOREZ GONGORA

DIRECTOR: INGENIERO ALVARO ORLANDO PEDROZA ROJAS.

| NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES: | CODIGO | NUMERO | CALIFICACION LETRA |
|-------------------------------|---------|--------|-----------------------|
| CARLOS ALIRO NIEBLES SANTIAGO | 1110401 | 4,8 | CUATRO, OCHO |

MERITORIA

FIRMA DE LOS JURADOS

ING. JOSÉ RAFAEL CACERES RUBIO

ING. CARLOS HUMBERTO FLOREZ GONGORA

Vo. Bo.

JAVIER ANDRES ZAMBRANO GALVIS
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

A mi Dios: por ser mi guía, fortaleza y fuente de sabiduría en este arduo proceso de formación profesional.

A mis padres María de Socorro Santiago Santana y Celso José Niebles Gutiérrez por esfuerzo, apoyo, compromiso y confianza depositada en mí, durante los años de estudio; a mis hermanos Yorley, Lorena y Juan Camilo, por el continuo acompañamiento y amor brindado, y a mis sobrinos Andrés Felipe y Josué que se convirtieron en un motivo para seguir adelante.

A mi familia, profesores, amigos y todas aquellas personas que siempre quisieron un mejor futuro para mi vida, en especial a Natalia Giraldo Bautista por el apoyo y compañía.

A mi compañero de tesis, amigo y hermano Gabriel Sanguino, por el buen trabajo en equipo y dedicación.

Aliro Niebles Santiago.

A Dios por darme fortaleza y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional porque a pesar de cada una de las dificultades siempre estuviste presente con tu gloria divina padre santo.

A nuestro Cristo aparecido “El gran poder de dios me valga la fortaleza, la fe y la purificación de maría Santísima me libre de todo mal y peligro; ni me toquen, ni me dañen, de vencerme a mí, venzan primero los clavos de la cruz, Jesús sea conmigo ahora y en la hora de mi muerte. Amén”

A mis padres Eliana patricia Páez Pérez, Yesid Orlando Sanguino Chinchilla por brindarme el apoyo infinito en este proceso de formación como profesional porque con sus principios y valores inculcados fui capaz de establecer criterios importantes a la hora de escoger lo que en realidad sirve para mi vida, gracias por confiar en mí y darme esta valiosa oportunidad.

A mi hermano Yesid Fernando Sanguino Páez por sus buenos deseos.

A mi familia por estar pendiente durante mis estudios como profesional y el apoyo incondicional de cada uno de ellos.

A mi gran amigo y hermano Aliro Niebles Santiago, por su buena energía, dedicación y compromiso en este trabajo de investigación, mis mejores deseos en esta nueva etapa, porque con su sacrificio, inteligencia y la fe puesta en Dios va a cumplir cada una de sus metas.

Gabriel Sanguino Páez.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de Universidad Francisco de Paula Santander, por despertar el espíritu investigativo, especialmente al Director del proyecto Ms.C Álvaro O. Pedroza, y al Ing. Especialista Freddy Fontiveros, por sus oportunas y valiosas asesorías.

Al Ing. Alejandro Peñaranda, Asesor del proyecto en el Software ArcGis, por la experiencia de aprendizaje.

A la Lic. Olga Lucy Rincón, por su aporte en el área estadística.

A los estudiantes de cuarto y quinto año de ingeniería civil de la Universidad Francisco de Paula Santander, que se vincularon al proyecto de investigación.

A los líderes comunitarios por permitir la socialización del proyecto con la comunidad, en especial a Sr. Alfredo Maldonado, Presidente de la junta de acción comunal de la Comuna 2.

CONTENIDO

| | pág. |
|--|-------------|
| INTRODUCCIÓN | 24 |
| 1. EL PROBLEMA | 27 |
| 1.1 TITULO | 27 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 27 |
| 1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 29 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN | 29 |
| 1.5 OBJETIVOS | 30 |
| 1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES | 31 |
| 1.6.1 Alcances. | 31 |
| 1.6.2 Limitaciones. | 31 |
| | |
| 2. REFERENTES TEÓRICOS | 33 |
| 2.1 ANTECEDENTES | 33 |
| 2.2 MARCO CONCEPTUAL | 35 |
| 2.2.1 Fundamentos sobre sismos. | 35 |
| 2.2.2 Componentes descriptivas de un sismo. | 36 |
| 2.2.3 Diseño sismo resistente. | 43 |
| 2.2.4 Características de la estructuración en términos sismoresistentes. | 44 |
| 2.2.4.1 Sistema de muros de carga. | 44 |
| 2.2.4.2 Sistema combinado. | 44 |

| | |
|--|----|
| 2.2.4.3 Sistema de pórtico. | 44 |
| 2.2.4.4 Sistema dual. | 44 |
| 2.3 MARCO TEÓRICO | 45 |
| 2.3.1 Concepto de vulnerabilidad. | 45 |
| 2.3.2 Causas de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. | 48 |
| 2.3.2 Carácter de la vulnerabilidad sísmica. | 48 |
| 2.3.3 Evaluación de la vulnerabilidad y del riesgo. | 49 |
| 2.3.4 Vulnerabilidad de centros urbanos. | 50 |
| 2.3.5 Efecto de los sismos en las edificaciones. | 52 |
| 2.3.6 Metodologías para el estudio de vulnerabilidad sísmica en edificaciones. | 52 |
| 2.3.6.1 Metodología cuantitativa o analítica. | 52 |
| 2.3.6.2 Metodologías cualitativas. | 54 |
| 2.3.7 Sistemas de información geográfica (SIG). | 57 |
| 2.3.7.1 Tipos de datos. | 59 |
| 2.3.8 Método de muestreo. | 59 |
| 2.3.8.1 Muestreo aleatorio simple. | 59 |
| 2.3.8.2 Muestreo aleatorio sistemático. | 60 |
| 2.3.8.3 Muestreo aleatorio estratificado. | 60 |
| 2.3.8.4 Muestreo aleatorio por conglomerado. | 60 |
| 3. CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOAMBIENTAL DE LA ZONA DE ESTUDIO | 64 |

| | |
|--|----|
| 3.1 RASGOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS DE LA CIUDAD DE CÚCUTA | 66 |
| 3.2 AMENAZAS NATURALES IDENTIFICADAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA | 67 |
| 3.2.1 Amenaza sísmica. | 70 |
| 3.2.2 Amenaza por erosión, meteorización, expansividad de suelos y movimientos en masa. | 73 |
| 3.2.3 Amenaza por inundación. | 74 |
| 3.3 ESPECIFICIDAD DE LA ZONA DE ESTUDIO | 74 |
| 3.4 CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS DE LAS ÁREAS OCUPADAS POR LA COMUNA 2 | 76 |
| 3.5 REFERENTE DE PROPIEDADES DINÁMICAS DE LOS GEOMATERIALES CONSIDERADAS | 78 |
| 4. DISEÑO METODOLÓGICO | 82 |
| 4.1 POBLACIÓN Y MUESTRA | 82 |
| 4.1.1 Población. | 82 |
| 4.1.2 Muestra. | 83 |
| 4.1.3 Tipo de Muestreo. | 84 |
| 4.1.4 Tamaño de la Muestra. | 84 |
| 4.2 APLICABILIDAD Y PARÁMETROS PROPUESTOS POR LOS MÉTODOS CUALITATIVOS PARA EL DISEÑO DE LA ENCUESTA | 87 |
| 4.2.1 Método del ATC – 21. | 88 |
| 4.2.2 Método NAVFAC. | 88 |
| 4.2.3 Métodos Japoneses. | 88 |
| 4.2.4 Método Venezolano. | 88 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.5 Método FEMA – 178 = FEMA – 310. | 88 |
| 4.2.6 Método de la AIS. | 89 |
| 4.2.7 Método del índice de vulnerabilidad. | 89 |
| 4.3 MÉTODO PROPUESTO | 91 |
| 4.3.1 Introducción. | 91 |
| 4.3.2 Definición de los parámetros de evaluación. | 92 |
| 4.3.2.1 Edad. | 92 |
| 4.3.2.2 Suelos. | 93 |
| 4.3.2.3 Entorno y ubicación. | 94 |
| 4.3.2.4 Calidad del sistema y estado de conservación. | 95 |
| 4.3.2.5 Geometría. | 96 |
| 4.3.2.6 Cubierta. | 97 |
| 4.3.2.7 Cambios de usos y modificaciones. | 98 |
| 4.3.2.8 Estructura. | 99 |
| 4.3.3 Diseño de los formatos de calificación. | 103 |
| 4.3.4 Ponderación. | 104 |
| 4.3.5 Formatos de calificación y Criterios de Asignación de puntajes. | 109 |
| 4.3.6 Diligenciamiento de la encuesta. | 112 |
| 4.4 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN | 115 |
| 4.4.1 Productos que componen ArcGIS. | 122 |
| 4.4.2 Funcionalidad ArcGIS. | 122 |
| 4.4.2.1 Requerimientos del sistema (mínimos). | 123 |
| 4.4.3 Diseño de la plataforma. | 123 |

| | |
|---|------------|
| 4.4.3.1 Etapa I. | 124 |
| 4.4.3.2 Etapa II. | 128 |
| 4.4.4 Productos obtenidos con base en el programa ArcGis. | 133 |
| 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 134 |
| 5.1 FORMATO DE CALIFICACIÓN 1. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LAS EDIFICACIONES DE LA COMUNA 2 | 134 |
| 5.1.1 Análisis de las respuestas a las preguntas diseñadas para ponderar la percepción de los habitantes respecto a la estabilidad de sus edificaciones frente a amenaza sísmica. | 138 |
| 5.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CAPTADA EN LOS FORMATOS DE CALIFICACIÓN 2, 3 y 4 PARA DEFINICIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES | 141 |
| 5.2.1 Edad. | 142 |
| 5.2.2 Suelos. | 143 |
| 5.2.3 Entorno y ubicación. | 145 |
| 5.2.4 Calidad del sistema y estado de conservación. | 147 |
| 5.2.5 Geometría. | 148 |
| 5.2.6. Cubierta. | 149 |
| 5.2.7 Cambios de uso y modificaciones. | 151 |
| 5.2.8 Estructura. | 153 |
| 5.3 CALIFICACIÓN DEL GRADO INTEGRAL DE VULNERABILIDAD | 156 |
| 5.4 OTRAS RELACIONES DE VULNERABILIDAD | 157 |
| 5.4.1 Mampostería simple. | 157 |
| 5.4.2 Estudio de suelos. | 160 |
| 5.4.3 Tipo de Cubierta. | 160 |

| | |
|---|-----|
| 6. CONCLUSIONES | 163 |
| 6.1 APORTES AL CONOCIMIENTO | 164 |
| 6.2 PROCEDIMIENTO BÁSICO DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA | 165 |
| 7. RECOMENDACIONES | 173 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 175 |
| ANEXOS | 179 |