

	<b>GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS</b>		<b>CÓDIGO</b>	FO-GS-15
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		<b>VERSIÓN</b>	02
			<b>FECHA</b>	03/04/2017
			<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): JUAN DAVID APELLIDOS: RICO LESMES

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL.

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JORGE FERNANDO APELLIDOS: MARQUEZ PEÑARANDA

NOMBRE(S): CARLOS HUMBERTO APELLIDOS: FLOREZ GONGORA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ESTUDIO CUALITATIVO DE VULNERABILIDAD SISMICA DE VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS DEL BARRIO MORICHAL DEL MUNICIPIO DE ACACIAS - META

Este proyecto estudió el estado estructural y arquitectónico en el que se encontraban 7 viviendas del municipio de Acacías -Meta aplicando la ficha ATC-21 del método ATC-21 desarrollado por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA) el cual se define como un método cualitativo que tiene como objetivo principal identificar las estructuras que deben ser sometidas a investigaciones más detalladas para determinar su comportamiento ante un eventual sismo. En dicha ficha se recopilaban datos tales como año de construcción, área construida de la vivienda, observaciones estructurales y arquitectónicas que tuviesen consideración tales como grietas en los muros y deterioro de los mismos, en el estudio se pudo determinar y clasificar las viviendas desde la más expuesta a la menos expuesta ante la eventualidad de un sismo. Al final del estudio se concluyó que de las 7 viviendas tres se encuentran en un estado de vulnerabilidad alto, por lo cual se recomendó a los propietarios de dichas viviendas someterlas a estudios más detallados.

PALABRAS CLAVES:

VULNERABILIDAD SISMICA, VIVIENDA, SISTEMA ESTRUCTURAL, NSR-10, ATC-21

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 97 PLANOS:      ILUSTRACIONES: 52 CD ROOM:

ESTUDIO CUALITATIVO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS  
DE UNO Y DOS PISOS DEL BARRIO MORICHAL DEL MUNICIPIO DE  
ACACIAS - META

JUAN DAVID RICO LESMES

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

ESTUDIO CUALITATIVO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS  
DE UNO Y DOS PISOS DEL BARRIO MORICHAL DEL MUNICIPIO DE  
ACACIAS - META

JUAN DAVID RICO LESMES

Director:

JORGE FERNANDO MARQUE PEÑARANDA

Ingeniero Civil, Sp, MSc, PhD

Codirector:

CARLOS HUMBERTO FLÓREZ GÓNGORA

Ingeniero Civil, Sp, MSc

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

## ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 10 DE FEBRERO DE 2022 **HORA:** 8:00 a. m.

**LUGAR:** VIDEO CONFERENCIA GOOGLE

**MEET PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA CIVIL

**TITULO DE LA TESIS:** "ESTUDIO CUALITATIVO DE VULNERABILIDAD SISMICA DE VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS DEL BARRIO MORICHAL DEL MUNICIPIO DE ACACIAS - META".

**JURADOS:** ING. ANDREA JOVANNA CACIQUE ARIAS  
ING. JOSE DANIEL PALACIOS PABON

**DIRECTOR:** INGENIERO JORGE FERNANDO MARQUEZ PEÑARANDA

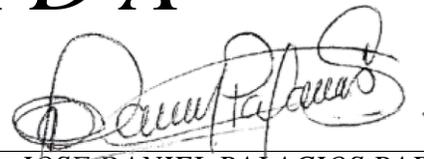
**CODIRECTOR:** INGENIERO CARLOS HUMBERTO FLOREZ GONGORA

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
JUAN DAVID RICO LESMES	1112980	4,0	CUATRO, CERO

# APROBADA

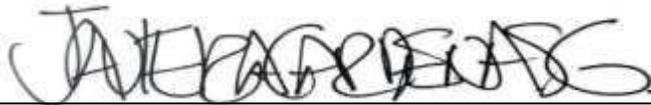


ING. ANDREA JOVANNA CACIQUE ARIAS



ING. JOSE DANIEL PALACIOS PABON

Vo. Bo.



JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

## Contenido

Introducción	11
1. Problema	12
1.1 Título	12
1.2 Planteamiento del problema	12
1.3 Formulación del problema	13
1.4 Objetivos	13
1.4.1 Objetivo general	13
1.4.2 Objetivos específicos	14
1.5 Justificación	14
1.6 Alcances y limitaciones	16
1.6.1 Los alcances	16
1.6.2 Las limitaciones	16
1.7 Delimitaciones	17
1.7.1 Delimitación espacial	17
1.7.2 Delimitación temporal	17
1.7.3 Delimitación conceptual	18
2. Marco referencial	19

2.1 Antecedentes y estado del arte	19
2.2 Marco teórico	25
2.2.1 Vulnerabilidad Sísmica	25
2.2.2 Estudios de Vulnerabilidad Sísmica	25
Análisis de vulnerabilidad NSR-10 A.10.5	26
2.2.3 Método ATC-21	26
2.2.4 Aplicación.	28
2.3 Marco conceptual	35
2.3.1 Sismo.	35
2.3.2 Vivienda	35
2.3.3 NSR-10.	36
2.3.4 Suelo	36
2.3.5 Sistema Estructural	36
2.3.6 Vulnerabilidad Sísmica	36
2.4 Marco contextual	36
2.5 Marco legal	37
3. Diseño metodológico	38
3.1 Tipo de investigación	38
3.2 Población y muestra	38
3.2.1 Población	38

3.2.2 Muestra	38
3.3 Instrumento para la recolección de información	40
3.4 técnica de análisis y procedimiento de datos	40
3.5 Faces y actividades específicas del proyecto	40
4. Informe Técnico	42
4.1. Evaluación con método ATC 21.	42
4.1.1. Vivienda 1.	42
4.1.2. Vivienda 2	47
4.1.3. Vivienda 3	53
4.1.4. Vivienda 4	57
4.1.5. Vivienda 5	63
4.1.6. Vivienda 6	67
4.1.7. Vivienda 7	73
4.2. Clasificación de las viviendas	79
5. Recomendaciones	82
Conclusiones	83
7. Referencias bibliográficas	85

## Anexos

A.1. Ficha en físico aplicada para cada vivienda	87
A.1.1. Ficha ATC-21 Vivienda 1	87
A.1.2. Ficha ATC-21 Vivienda 2	89
A.1.3. Ficha ATC-21 Vivienda 3	91
A.1.4. Ficha ATC-21 Vivienda 4	93
A.1.5. Ficha ATC-21 Vivienda 5	95
A.1.6. Ficha ATC-21 Vivienda 6	96
A.1.7. Ficha ATC-21 Vivienda 7	97

## Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Barrio Morichal. Imagen tomada de: Google Earth	17
Ilustración 2. Proceso general ATC-21. Tomada de: Programa de Capacitación para la Estimación del Riesgo – PCER	28
Ilustración 3. Viviendas seleccionadas. Imagen tomada de: Geoportal IGAC	42
Ilustración 4. Vivienda 1 fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia	43
Ilustración 5. Vivienda 1 perfil. Imagen tomada de: Elaboración propia	43
Ilustración 6. Vivienda 1 cocina. Imagen tomada de: Elaboración propia	44
Ilustración 7. Vivienda 1 muros. Imagen tomada de: Elaboración propia	44
Ilustración 8. Vivienda 1 pasillo. Imagen tomada de: Elaboración propia	45
Ilustración 9. Vivienda 2. Imagen tomada de: Elaboración propia	47
Ilustración 10. Vivienda 2 cocina. Imagen tomada de: Elaboración propia	48
Ilustración 11. Vivienda 2 estudio. Imagen tomada de: Elaboración propia	48
Ilustración 12. Vivienda 2 pasillo. Imagen tomada de: Elaboración propia	49
Ilustración 13. Vivienda 2 pasillo 1. Imagen tomada de: Elaboración propia	49
Ilustración 14. Vivienda 2 planos cimientos. Imagen tomada de: Elaboración propia	50
Ilustración 15. Cimentación AutoCAD. Imagen tomada de: Elaboración propia	50
Ilustración 16. Vivienda 3 fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia	53
Ilustración 17. Vivienda 3 perfil. Imagen tomada de: Elaboración propia	53
Ilustración 18. Vivienda 3 Planos. Imagen tomada de: Elaboración propia	54
Ilustración 19. Vivienda 3 Cimentación AutoCAD. Imagen tomada de: Elaboración propia	
Ilustración 20. Vivienda 4 Fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia	57
Ilustración 21. Vivienda 4 sala. Imagen tomada de: Elaboración propia	58

Ilustración 22. Vivienda 4 grieta en muro. Imagen tomada de: Elaboración propia	58
Ilustración 23. Vivienda 4 grieta. Imagen tomada de: Elaboración propia	59
Ilustración 24. Vivienda 4 entrada. Imagen tomada de: Elaboración propia	59
Ilustración 25. Vivienda 4 muro. Imagen tomada de: Elaboración propia	59
Ilustración 26. Vivienda 4 muro deteriorado. Imagen tomada de: Elaboración propia	60
Ilustración 27. Vivienda 5 fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia	63
Ilustración 28. Vivienda 5 Patio. Imagen tomada de: Elaboración propia	64
Ilustración 29. Vivienda 5 Habitación. Imagen tomada de: Elaboración propia	64
Ilustración 30. Vivienda 5 sala. Imagen tomada de: Elaboración propia	64
Ilustración 31. Vivienda 5 deteriora de revestimiento. Imagen tomada de: Elaboración propia	65
Ilustración 32. Vivienda 6 fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia	67
Ilustración 33. Vivienda 6 perfil. Imagen tomada de: Elaboración propia	67
Ilustración 34. Vivienda 6 muro. Imagen tomada de: Elaboración propia	68
Ilustración 35. Vivienda 6 cubierta. Imagen tomada de: Elaboración propia	69
Ilustración 36. Vivienda 6 vigas discontinuas. Imagen tomada de: Elaboración propia	69
Ilustración 37. Vivienda 6 sala. Imagen tomada de: Elaboración propia	70
Ilustración 38. Vivienda 6 acero expuesto. Imagen tomada de: Elaboración propia	70
Ilustración 39. Vivienda 7 fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia	73
Ilustración 40. Vivienda 7 perfil. Imagen tomada de: Elaboración propia	73
Ilustración 41. Vivienda 7 interior. Imagen tomada de: Elaboración propia	74
Ilustración 42. Vivienda 7 patio. Imagen tomada de: Elaboración propia	74
Ilustración 43. Vivienda 7 viga de cubierta. Imagen tomada de: Elaboración propia	75
Ilustración 44. Vivienda 7 viga. Imagen tomada de: Elaboración propia	75

Ilustración 45. Vivienda 7 sala. Imagen tomada de: Imagen tomada de: Elaboración propia	
Ilustración 46. Toma de datos Vivienda 1. Imagen tomada de: Elaboración propia	88
Ilustración 47. Medición vivienda 1. Imagen tomada de: Elaboración propia	88
Ilustración 48. Medición Vivienda 2. Imagen tomada de: Elaboración propia	90
Ilustración 49. Medición Vivienda 3. Imagen tomada de: Elaboración propia	92
Ilustración 50. Toma de datos Vivienda 3. Imagen tomada de: Elaboración propia	92
Ilustración 51. Medición vivienda 4. Imagen tomada de: Elaboración propia	94
Ilustración 52. Medición vivienda 7. Imagen tomada de: Elaboración propia	98

## Lista de Tablas

Tabla 1. FICHA ATC-21. Método ATC-21	32
Tabla 2. Ficha ATC-21 Vivienda 1. Método ATC-21	46
Tabla 3. Ficha ATC-21 vivienda 2. Método ATC-21	52
Tabla 4. Ficha ATC-21 Vivienda 3. Método ACTC-21	56
Tabla 5. Ficha ATC-21 Vivienda 4. Método ATC-21	62
Tabla 6. Ficha ATC-21 Vivienda 5. Método ATC-21	66
Tabla 7. Ficha ATC-21 Vivienda 6. Método ATC-21	72
Tabla 8. Ficha ATC-21 Vivienda 7. Método ATC-21	78
Tabla 9. Calcificación de viviendas	79
Tabla 10. FICHA 1	87
Tabla 11. FICHA 2	89
Tabla 12. FICHA 3	91
Tabla 13. FICHA 4	93
Tabla 14. FICHA 5	95
Tabla 15. FICHA 6	96
Tabla 16. FICHA 7	97

## **Introducción**

Los sismos son eventos naturales provocados por movimientos internos del planeta tierra, los cuales liberan gran cantidad de energía que viaja hasta la superficie ocasionando vibraciones de pequeñas o grandes magnitudes en la misma, tales eventos son inevitables para el ser humano, ya que aún no existe la tecnología para poder detener un sismo o si quiera saber con un tiempo o lugar determinado donde ocurrirá tal evento. Los sismos a lo largo de la historia han afectando desde pequeñas a grandes poblaciones, ocasionando desastres considerables y números de víctimas mortales, lo cual nos lleva a pensar en prevenirnos de alguna manera antes de que ocurra, es por eso que en el presente proyecto se pretende aplicar el método ATC 21, método que ayudará a conocer el riesgo que se corre ante la presencia de un sismo sobre un número de viviendas del barrio morichal en el municipio de Acacías en el departamento del Meta, ya que según la NSR-10 la zona donde se encuentra el municipio es una zona de alta sismicidad. El método ayudara a identificar el nivel de vulnerabilidad en que se encuentran las viviendas ante un sismo, en el cual se toma en cuenta el tipo de estructura, su uso, año de construcción, entre otros, que permitirán la evaluación del estado físico de las viviendas, para finalmente clasificarlas en un rango de vulnerabilidad, donde según la vulnerabilidad en la que se encuentre se dan recomendaciones para así conocer el riesgo que se corre y tomar acción lo antes posible.

## **1. Problema**

### **1.1 Título**

ESTUDIO CUALITATIVO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS DEL BARRIO MORICHAL DEL MUNICIPIO DE ACACIAS – META

### **1.2 Planteamiento del problema**

Los humanos como habitantes del planeta tierra estamos expuestos a muchos peligros provocados por la naturaleza, entre ellos podemos nombrar los incendios forestales, los huracanes, los tsunamis y entre otros los terremotos, siendo estos últimos movimientos en la superficie terrestre de gran magnitud provocados por la acumulación de esfuerzos que se mantienen hasta la liberación de los mismos (Herráiz, 1997).

Según IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology) basado en una escala logarítmica se miden las magnitudes de los sismos ocurridos en diferentes partes del mundo de 0 a 10 donde más de 6 se considera importante y más de 8 se consideran raros y pueden ser destructivos, siendo los sismos de magnitudes de 0 a 4 los que con más frecuencia ocurren a nivel mundial.

En septiembre del 2017 ocurre un sismo de magnitud 7.1 afectando 8 estados de México y su capital, dejando como consecuencia varias estructuras dañadas y colapsadas además de centenares de víctimas fatales y miles de damnificados siendo uno de los sismos más desastrosos que se ha registrado en la historia moderna de México (Manuel, Sánchez, & Angulo, 2019).

Por otra parte, Colombia ha sido escenario de varios eventos sísmicos entre los cuales se destaca el terremoto de Armenia, Quindío, ocurrido el 25 de enero de 1999 con una magnitud de 6.1 MW, según cifras del DANE dejando un saldo de 1.185 muertos, 8.536 heridos y 3.5927 viviendas totalmente destruidas (Servicio Geológico Colombiano)

Ahora bien, Acacías es un municipio que se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica alta según la figura A.2.3.1 del Título A de la NSR-10, donde también se han evidenciado movimientos telúricos que afortunadamente han sido de bajas magnitudes pero que causan temor en sus habitantes. Así mismo el municipio no cuenta con un registro de los sismos ocurridos o un estudio formal y detallado que brinde información al municipio sobre los daños o consecuencias de un posible evento sísmico, es así como este estudio pretende aportar información al municipio sobre los efectos de un posible evento sísmico en determinada zona del mismo.

### **1.3 Formulación del problema**

¿Qué grado de vulnerabilidad tienen las viviendas del barrio Morichal del municipio de Acacías ante la ocurrencia de un sismo descrito por los parámetros de NSR-10?

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Realizar un estudio cualitativo de vulnerabilidad sísmica en viviendas existentes en el barrio Morichal del municipio de Acacías

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Revisar la bibliografía relacionada con el tema de investigación con el fin de direccionar el proyecto.
2. Diagnosticar el sistema estructural de las viviendas y posibles deficiencias que sean vulnerables ante un sismo aplicando la ficha ATC-21
3. Consultar información del municipio que pueda brindar conocimiento sobre el suelo.
4. Plantear un modelo aproximado que permita dar una idea de cuál puede ser el comportamiento en términos cualitativos de las viviendas observadas.
5. Proponer recomendaciones según la vulnerabilidad cualitativa de las viviendas para estudios formales u otras soluciones pertinentes.

### **1.5 Justificación**

Los sismos también conocidos como terremotos han ocasionado desastres a las poblaciones a lo largo de la historia, se tiene registro del terremoto de Chile en el 2010, (Montes, R. 2015) El terremoto dejó daños importantes en la infraestructura de grandes ciudades y pequeños pueblos, desde las regiones de Valparaíso a la Araucanía, donde se concentra cerca del 80% de la población chilena, aunque los mayores daños se dieron en El Maule y Biobío. Hubo destrozos en cerca de 500.000 viviendas y 2.000.000 de damnificados, aunque la mayor pérdida fue la humana: a causa del tsunami que azotó a las costas chilenas y a islas como Juan Fernández, hubo 156 personas fallecidas, 82 hombres y 74 mujeres, además de 25 desaparecidos.

En México, en el año 2017 se registra un sismo y se hace referencia a las malas construcciones de los edificios damnificados, (Nájar, A. 2018) el sismo que azotó México el 19 de septiembre de 2017, provocando la muerte de 369 personas en el centro del país, evidenció lecciones no aprendidas, o que se olvidaron en poco tiempo. Se hace necesario el diagnóstico de las estructuras ya construidas así como el mantenimiento de las mismas ya que la mala práctica de la construcción afecta en gran parte la calidad del edificio y su buen comportamiento ante un evento sísmico, es por esto que se hace importante realizar al menos una observación, la aplicación de un método cualitativo que nos permita conocer como primera medida de prevención el estado de las estructuras en las cuales habitamos y poder evitar posibles daños y muertes como lo menciona Nájar en su artículo “Sismo 2017 en México: las lecciones no aprendidas que dejó el terremoto del 19 de septiembre” publicado en BBC News Mundo.

Por otro lado, se registra en Haití un terremoto de 7 grados en la escala de Richter siendo 10 el grado mayor, (BBC News Mundo. 2021) Un terremoto de magnitud 7,2 sacudió el sur de Haití causando más de 2.100 muertos y miles de heridos. La oficina de Protección Civil de Haití actualizó la cifra de víctimas mortales y señaló también que hay casi 10.000 heridos. En el peor de los casos la cifra de muertes es elevada y los desastres y pérdidas son totales, por tal motivo se hace necesario considerar un estudio de iniciación que pueda abrir lugar a estudios más detallados para prevenir y reducir el número de personas afectadas.

Acacías es un municipio ubicado en el noroccidente del departamento del Meta y en la zona central de Colombia, zona de alta sismicidad (NSR-10), en su último reporte con una población total de 76.873 habitantes y un total de viviendas con personas presentes

de 22.871 (DANE, 2016). Por su ubicación, es un municipio considerado de amenaza sísmica alta como se menciona anteriormente. Además, las viviendas del barrio morichal en su mayoría son de uno y dos pisos por lo cual se propone realizar un estudio observando las viviendas y clasificándolas en un rango de vulnerabilidad para dar una posible solución y así mitigar el impacto que llegase a tener un evento sísmico sobre la población del barrio conociendo las condiciones actuales de las viviendas y tomando acción en caso de ser necesario.

## **1.6 Alcances y limitaciones**

### **1.6.1 Los alcances**

El presente estudio pretende clasificar las viviendas en un rango de vulnerabilidad cualitativa ante un posible evento sísmico y proponer recomendaciones para reducir el impacto sobre las viviendas

### **1.6.2 Las limitaciones**

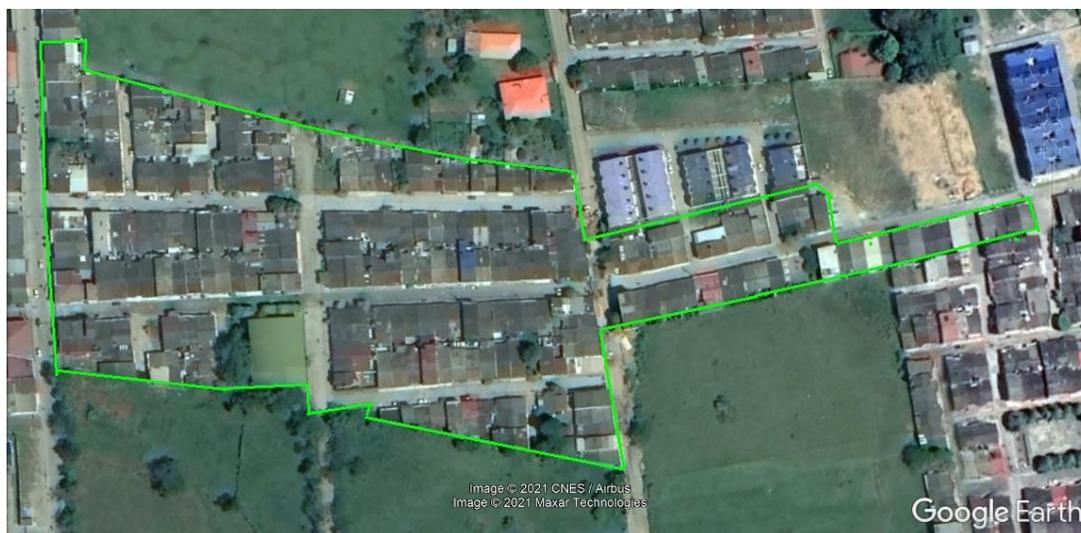
La clasificación de las viviendas se determina en base a la observación ya que no se cuenta con equipos específicos para la recolección de datos que nos brinden mayor información. Esto quiere decir que el estudio es de naturaleza cualitativa, ya que, aunque usa modelos matemáticos y operaciones numéricas, se basa en aproximaciones gruesas de los posibles parámetros de materiales y geometría de cada estructura. Por lo anterior, los resultados de este estudio no pueden ser tomados como concluyentes y no deben ser usados para tomar decisiones definitivas en los entes gubernamentales. Además, el

muestreo de las viviendas se realiza de manera intencionada como estudio de casos de viviendas accesibles para la recolección de información.

## 1.7 Delimitaciones

### 1.7.1 Delimitación espacial

Este estudio se realizará en el barrio morichal del municipio de Acacías ubicado a 28,8 km de la capital del departamento del Meta, Villavicencio. El barrio morichal se comprende dentro de un área de cuatro hectáreas con setecientos sesenta y cinco metros cuadrados (4ha+765m<sup>2</sup>) dentro de los cuales se cuentan un total de 246 viviendas. El barrio cuenta con un polideportivo como zona comunal.



*Ilustración 1. Barrio Morichal. Imagen tomada de: Google Earth*

### 1.7.2 Delimitación temporal

El estudio tendrá un plazo de cuatro (4) meses, iniciando con la presentación del anteproyecto y finalizando con la ejecución del proyecto.

### **1.7.3 Delimitación conceptual**

NSR-10

Sismo

Sistema estructural

Suelo

Vulnerabilidad sísmica

Vivienda

## 2. Marco referencial

### 2.1 Antecedentes y estado del arte

Aguilar Carboney, J. A., González Herrera, R., Guerrero Juárez, V., & Jara Díaz, M. (2020). Comportamiento de templos coloniales en el sismo del 7 de septiembre de 2017 en Chiapas. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, Universidad Autónoma de Chiapas, México. Se revisaron los edificios coloniales en Chiapas dañados por el sismo ocurrido en 2017, los daños y procesos de intervención a los que han sido sometidos. Como resultado final se obtuvo que las técnicas de intervención estructural han tenido un efecto positivo en la estructuración, también establece que es importante utilizar un programa de monitoreo permanente para conocer mejor el comportamiento ante un sismo.

Manuel, L., Sánchez, B., & Angulo, E. R. (2019). Análisis de los daños en viviendas y edificios comerciales durante la ocurrencia del sismo del 19 de septiembre de 2017. Revista de Ingeniería Sísmica No (Vol. 101). Se analizan los daños en estructuras de los estados de México, Morelos, Puebla y la Ciudad de México durante la ocurrencia del sismo del 19 de septiembre de 2017, mediante datos recolectados en diversas fuentes como reportes, visitas técnicas y redes sociales, entre otros, para geo-localizar cada estructura a nivel predio e identificar las características de cada inmueble tales como el número de pisos y el sistema estructural, además de posibles agravantes de los daños presentados tales como irregularidades geométricas y daños previos. Como resultado se obtiene que, en todos los casos, las edificaciones destinadas a viviendas fueron las más

afectadas, los tipos estructurales que resultaron con daños, son los que están compuestos con muros, debido a la poca ductilidad con la que cuentan estas estructuras, se pudo observar que para el caso de la CDMX la mayoría de las estructuras dañadas fueron construidas entre los años 60's y 80's, siendo las de los años 70's las que presentaron un mayor número de estructuras dañadas.

Moya, J. C. (2013). Calcular Y Diseñar La Solución Estructural De Una “Casa Tipo” Planteada Para El Sistema Constructivo De Paredes Portantes. Quito. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, Universidad Internacional Del Ecuador Facultad De Ingeniería Civil. Realiza el análisis y diseño estructural en concreto armado para una “casa tipo” económicamente accesible, cuyo sistema estructural está definido a partir de muros portantes de concreto armado, el diseño y análisis de la casa tipo, estuvo basada en las recomendaciones que emite la nueva Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-11), la misma que contempla la implementación de normas que deberán cumplirse en los distintos campos de la industria de la construcción para precautelar las vidas humanas, garantizando la calidad de las viviendas y de las construcciones ejecutadas mediante inversiones tanto nivel público como privado.

Garcés, J. R. (2017). Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá, Colombia), En este estudio se emplea el método de observación rápida o ATC 21, el cual consiste en realizar una inspección desde el exterior de las

viviendas, de sus condiciones estructurales y no estructurales existentes. El método ATC 21 establece un nivel de vulnerabilidad sísmica calificando la edificación entre una vulnerabilidad mínima, significativa, alta y muy alta. Se plantean soluciones a las deficiencias encontradas, fundamentadas en la norma NSR10, específicamente el título E, brindando una propuesta de vivienda segura y económica, se logró identificar la falta de conceptos de estructuración para la seguridad sísmica como lo son: la carencia de una viga o cinta de amarre en cubiertas, la falta de continuidad en los elementos estructurales y falencias en el confinamiento de los muros.

ZORA, F. & ACEVEDO, A., (2019). Índice de vulnerabilidad sísmica de escuelas del Área Metropolitana de Medellín, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Eafit. (Medellín, Colombia), presenta la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un inventario de escuelas ubicadas en las ciudades de Medellín, Itagüí y Sabaneta, Colombia, a través de la aplicación del método del Índice Prioritario desarrollado por Hassan y Sözen (1997). El procedimiento del Índice Prioritario permite identificar, de un grupo de estructuras de pórticos de hormigón reforzado, aquellas que podrían sufrir daño severo o colapso en caso de un evento sísmico importante y, por lo tanto, requieren de una evaluación de vulnerabilidad sísmica detallada, un 61% de las estructuras evaluadas como estructuras que pueden sufrir daño severo o colapso en caso de un evento sísmico consistente con la amenaza de la región. Lo anterior clasifica estas estructuras como prioritarias, es decir estructuras que requieren rápidamente de una evaluación detallada de vulnerabilidad que permita identificar las medidas necesarias para reducir su vulnerabilidad y, por lo tanto, mitigar el riesgo.

Cadena Alarcón, S. H., Hernández Lurán, J. J., & Parra Meneses, D. A. (2017). Evaluación de vulnerabilidad sísmica del edificio de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad La Gran Colombia. Seminario de grado, Universidad La Gran Colombia.

La investigación consistió en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de la facultad de ingeniería civil de la Universidad La Gran Colombia, para verificar el cumplimiento de los parámetros exigidos en el REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10). Durante el proceso se encontraron varios inconvenientes, uno de ellos de tipo económico ya que los ensayos de Ferroskan son muy costosos y solo se realizaron 2, los cuales no son suficientes para obtener datos representativos de cuantía de acero en las columnas; de igual manera la universidad no tiene planos estructurales de la facultad de ingeniería civil que permitiera modelar la estructura y realizar anticipadamente un levantamiento estructura.

Tibabuzo Jiménez, M. J., & Sánchez Cardona, J. D (2019). Estudio indicativo de la vulnerabilidad frente a las amenazas naturales de la parte alta de la comuna dos del municipio de Villavicencio Meta. Documento final presentado como opción de grado para optar al título profesional de ingeniero civil, Universidad Santo Tomás. Tiene como objetivo determinar las zonas que presentan alto riesgo frente al estado constructivo actual de las viviendas en lo referente a la norma NSR-10, vulnerabilidad sísmica y remoción en masa, mediante la recopilación de estudios preliminares ya existentes en la zona, cartografía básica, fotografías aéreas y toda la información referente que servirá como apoyo para la realización de mapas de vulnerabilidad por remoción de masa, mapa

geológico, geomorfológico y vulnerabilidad sísmica exponiendo las características del suelo y la relación suelo vivienda, mediante la ayuda del sistema de información geográfica ArcGIS. Se concluye que la parte alta de la comuna dos es la más susceptible a procesos de remoción en masa y deslizamientos de la ciudad, ya que este sector se caracteriza por las altas pendientes y la variedad de materiales de suelos asentados sobre esta, suelos como los fluvioaluviales, aluviales y coluviales presentan grado de meteorización alto y moderada y estabilidad en las laderas baja que por ende conllevan a la susceptibilidad de deslizamientos y socavación, siendo así la alta pluviosidad de la región combinado con la meteorización de la roca y la escorrentía superficial, desencadena un proceso en la zona de tipo flujo de escombros.

Perez Rodríguez, J. F., & López Parrado, C. A (2021). Análisis de vulnerabilidad sísmica y valoración de patologías estructurales, caso de estudio: edificio balcones de la 30. Villavicencio, Meta. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad Santo Tomás. Expone lo resultados obtenidos al evaluar las condiciones estructurales del edificio Balcones De La 30, con la finalidad de preservar su funcionamiento mediante un evento sísmico. Lo anterior se llevó a cabo rigiéndose bajo los procedimientos establecidos en el capítulo A-10 de la norma colombiana de construcción sismo resistente (NSR 10), en donde se establece el estado de la estructura mediante la evaluación de su comportamiento sísmico. Se realizó una calificación cualitativa del estado actual del Edificio Balcones de 30, con el cual se deduce que la edificación no presenta mayores afectaciones en el sistema estructural,

mediante la inspección visual, además se detalla que solamente se encuentran patologías de humedad en los muros no estructurales.

Sanchez Garcia, K. V., & Ospina Cárdenas, S. (2018). Diagnóstico y evaluación de vulnerabilidad sísmica para construcción patrimonial, caso de estudio Edificio Nacional de Villavicencio (DIAN). Documento final presentado como opción de grado para optar al título profesional de ingeniero civil, Universidad Santo Tomás. Se llevó a cabo una valoración cualitativa y cuantitativa del Edificio Nacional de Villavicencio ubicado en la esquina de la calle real, declarado como bien inmueble de interés cultural de la nación, se identificaron las características de esta edificación, su estabilidad estructural, los daños presentes, las causas y el desarrollo de la patología a través del tiempo y las acciones de intemperismo; con los datos recopilados se realizó análisis elástico y otros procedimientos que permitieron evaluar técnicamente la vulnerabilidad a la que se encuentra expuesta dicha construcción. Se concluyó que se encuentra en buen estado aparente, visualmente el edificio está en buenas condiciones, con lesiones leves con respecto al estado de conservación, es necesario realizar un estudio de rehabilitación sísmica para el edificio Nacional teniendo en cuenta los procedimientos establecidos por el NSR-10, para el caso de edificaciones declaradas como patrimonio histórico en el capítulo A.10.9.2.5.

## 2.2 Marco teórico

### 2.2.1 Vulnerabilidad Sísmica

La Vulnerabilidad sísmica se puede definir como el grado al cual está expuesta una o un grupo de estructuras ante un evento sísmico en cual se define el daño que puede causar este clasificando las estructuras según el método aplicado.

### 2.2.2 Estudios de Vulnerabilidad Sísmica

En la norma NSR-10 existe el capítulo A.10 la cual hace referencia a la evaluación e intervención de edificaciones construidas antes de la vigencia de la norma, donde entre otros aspectos se toma en cuenta el estado del sistema estructural donde menciona que debe calificarse el estado del sistema estructural de la edificación de una manera totalmente cualitativa con base en la calidad del diseño y construcción de la estructura original y en su estado actual, también se tiene en cuenta 12 etapas que hacen parte del procedimiento de evaluación de la intervención donde se refiere a un estudio más detallado de la estructura teniendo en cuenta solicitaciones equivalentes, resistencia existente de la estructura, análisis elástico, entre otros aspectos.

También se toma en cuenta el movimiento sísmico de diseño con seguridad limitada el cual se define para una probabilidad del veinte por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años en función de la aceleración pico efectiva, representado por el parámetro **A<sub>a</sub>** (Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, dado en A.2.2, NSR-10), el cual se obtiene de la tabla A.10.3-1 en función del número de la región.

### **Análisis de vulnerabilidad NSR-10 A.10.5**

- a) Determinación de los índices de sobreesfuerzo individual de todos los elementos estructurales de la edificación, considerando las relaciones entre la demanda sísmica de esfuerzos y la capacidad de resistirlos
- b) Formulación de una hipótesis de secuencia de falla de la edificación con base en la línea de menor resistencia, identificando la incidencia de la falla progresiva de los elementos, iniciando con aquellos con un mayor índice de sobreesfuerzo
- c) Definición de un índice de sobreesfuerzo general de la edificación, definido con base en los resultados de (b). El inverso del índice de sobreesfuerzo general de la edificación expresa la vulnerabilidad de la edificación como una fracción de la resistencia que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con los requisitos de la presente versión del reglamento
- d) Obtención de un índice de flexibilidad general de la edificación, definido con base en el procedimiento definido en A.10.4.3.5. El inverso del índice de flexibilidad general expresa la vulnerabilidad sísmica de la edificación como una fracción de la rigidez que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con los requisitos de la presente versión del reglamento.

### **2.2.3 Método ATC-21**

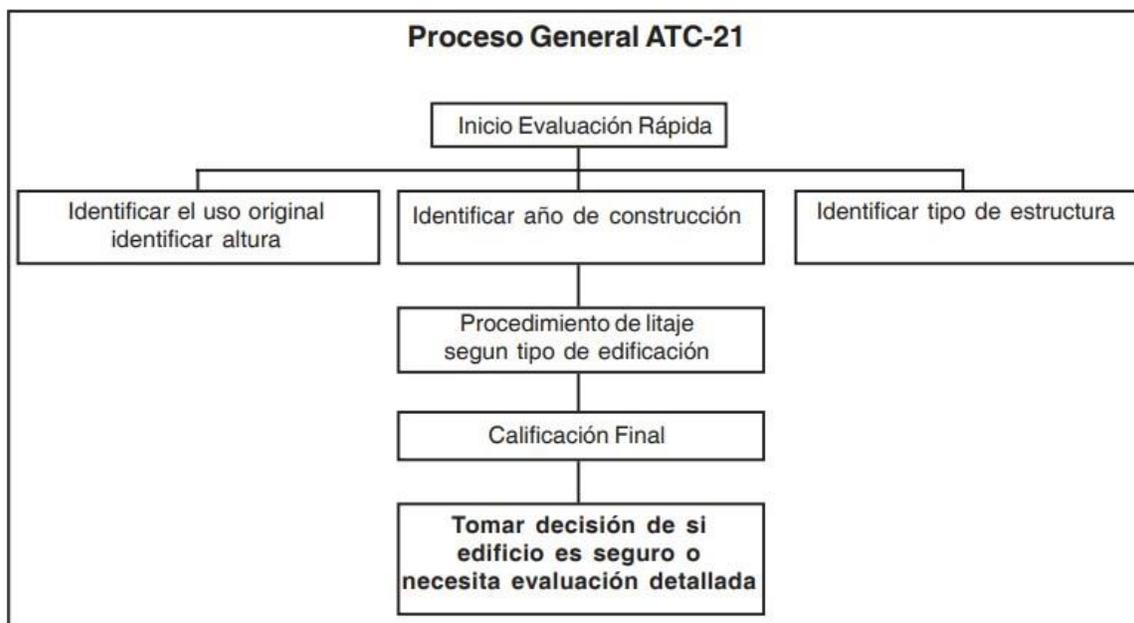
El método ATC-21, Método de revisión por filtro de Peligros sísmicos Potenciales en edificaciones existentes, fue desarrollado por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA) para determinar la seguridad sísmica de las

estructuras civiles que ya están en uso (FEMA 154, 2002) es un método analítico muy sencillo que se basa simplemente en darle una calificación inicial a una edificación por medio de una ficha técnica (Ficha ATC-21) y a medida que se avanza en la revisión, se van filtrando las características estructurales de la edificación y así mismo se le van restando o sumando puntos a la calificación inicial para al final determinar un valor “S” denominado como calificador estructural, si este valor da como resultado mayor o igual a dos se considera que la vivienda tendrá un buen comportamiento sísmico vulnerabilidad mínima, si el valor esta entre dos y uno se considera que tendrá un comportamiento regular vulnerabilidad significativa y si el valor está entre uno y cero se considera un comportamiento débil vulnerabilidad alta y si el valor es negativo se considera una vulnerabilidad muy alta. El procedimiento comienza por identificar el sistema estructural que resiste las fuerzas sísmicas, así como los materiales de los que está compuesto. El puntaje se le irá sumando o restando a la calificación inicial dependiendo de factores tales como:

- Si es de gran altura.
- Si está deteriorado.
- Si tiene irregularidades geométricas.
- Si existen pisos flexibles dentro de la edificación.
- Si existe torsión en planta.

La escala en este método va desde 0 (mal comportamiento sísmico), hasta 6 (muy buen comportamiento). Si un edificio resulta con una calificación inferior o igual a 2, se requiere que se lleve a cabo una evaluación más detallada tal como la del FEMA-273,

método donde se especifican tres diferentes distribuciones de fuerzas laterales que son: Distribución Uniforme, Fuerzas Laterales Equivalentes (ELF) y Raíz Cuadrada de la Suma de los Cuadrados. Del resultado de la evaluación preliminar los edificios que resulten deficientes deben ser estudiados y analizados por ingenieros estructurales especialistas en diseño sismorresistente, como lo dice el método ATC-21 en ser necesario una evaluación detallada.



*Ilustración 2. Proceso general ATC-21. Tomada de: Programa de Capacitación para la Estimación del Riesgo – PCER*

#### **2.2.4 Aplicación.**

Se inicia el estudio con la visita a cada una de las viviendas, se observa el estado actual de la mismas y el sistema estructural que las compone el cual representa un valor inicial o de partida en la ficha ATC-21 la cual se explicará más adelante. Los sistemas estructurales se clasifican en los siguientes según el método ATC-21:

W: Estructuras en cualquier tipo de madera

S1: Estructura de acero resistente a momento

S2: Estructura de acero arriostrada

S3: Estructura de metal ligero

S4: Estructura de acero con muros de corte

S5: Estructura de acero con muros de relleno de albañilería no reforzada

C1: Pórticos de concreto armado

C2: Pórticos de concreto armado con placas

C3: Pórticos de concreto armado con muros de relleno confinado

PC1: Estructuras inclinadas y elevadas

PC2: Estructuras de concreto pre-moldeado

URM: Albañilería no reforzada

RU: Albañilería reforzada y confinada

Para el presente proyecto, la muestra son viviendas que, según la inspección y el criterio del autor siguiendo la clasificación anterior, corresponden a “RU: Albañilería reforzada y confinada”, que para este caso no está reforzada, pero sí confinada, por lo que se considera el comportamiento más cercano a la realidad con respecto a la ficha ATC-21.

Una vez definido el sistema estructural se consideran las siguientes características:

- Edificio de gran altura: Si la vivienda es de gran altura se le restará al valor inicial según el sistema estructural
- Fallas observables: Si tiene fallas observables se restará valor
- Irregularidad vertical: la irregularidad vertical hará que se reste valor
- Piso blando o dúctil: si existe piso blando o dúctil restará al valor inicial
- Torsión: si existe torsión en la estructura hará que se reste valor a la inicial
- Planta irregular: Si es una planta irregular se restará valor
- Año posterior al reglamento: Si la vivienda fue construida años posteriores a 1998 se le suma al valor inicial
- Suelo: Según el tipo de suelo sobre el cual está la vivienda hará que se reste al valor inicial.

Estas características junto con el sistema estructural del cual se compone la vivienda hará que se determine un valor final "S", el cual clasificará la vivienda desde mínima vulnerabilidad a muy alta vulnerabilidad sísmica, a parte se considera en la misma ficha, información que no influye en el cálculo del valor "S" pero que se tiene en cuenta para considerar la vulnerabilidad desde un punto cualitativo, tal como, dirección de la vivienda, número de personas que la habitan, zona sísmica en la cual se encuentra (baja, media o alta), año de construcción, área, número de pisos, uso y propietario de la misma.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente mencionados se tiene la ficha ATC-21, ficha en la cual se registra toda la información suministrada y que se explica a continuación:

ATC-21 (NEHRP MAPA DE ALTA SISMICIDAD)															
FICHA DE INSPECCION VISUAL RAPIDA DEL RIESGO SISMICO DE EDIFICACIONES															
MAPA DE AREAS		DIRECCIÓN:													
		No. PISOS:							AÑO DE CONSTRUCCIÓN:						
		AREA DEL LOTE:							FECHA:						
		USO RESIDENCIAL:							ZIP*ALTA SISMICIDAD						
		INSPECTOR: JUAN DAVID RICO LESMES													
CLASIFICACIÓN		PUNTAJE ESTRUCTURAL Y MODIFICADORES													
RESIDENCIAL			W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/C5	PC1	PC2	RU	URM	
COMERCIAL		TIPO DE CONSTRUCCIÓN	MRF	BR	LM	RC/SW	MRF	SW	URF/NF	TU					
		PUNTAJE BASICO	4,5	4,5	3	5,5	3,5	2	3	1,5	2	1,5	3	1	
		INDUSTRIAL	N/A	-2	-1	N/A	-1	-1	-1	-0,5	N/A	-0,5	-1	-0,5	
		SALA PUBLICA	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
		CENTRO EDUCATIVO	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,1	-0,1	-0,5	-0,5	
		EDIFICIO GUBERNAMENTAL	-0,1	-2,5	-2	-1	-2	-2	-2	-0,1	-0,1	-2	-2	-1	
		SERVICIOS EMERGENCIA	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
		EDIFICIO HISTORICO	-1	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1	
		OTROS	N/A	-0,5	-0,5	N/A	-0,5	-0,5	N/A	N/A	N/A	-0,5	N/A	N/A	
	No. DE PERSONAS	ESTRUCTURA DE GRAN PESO	N/A	-2	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	
	0 - 10	COLUMNA CORTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	-1	-1	N/A	-1	N/A	N/A	
	11 - 100														
	> 100	AÑO POSTERIOR REGLAMENTO	2	2	2	2	2	2	2	N/A	2	2	2	N/A	
		RIESGO DE FALLA EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	
		SL3 & 1- PISOS	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	
		SLA3 & 8-20 PISOS	N/A	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8	
	DATO CONFIDENCIAL ESTIMACIÓN	PUNTAJE FINAL S													
	SUBJETIVA DE DATOS DNK=No se sabe	RANGO MAXIMO	6,5	6,5	5	7,5	5,5	4	5	1,5	4	3,5	5	1	
		RANGO MINIMO	-0,1	-6,6	-3,6	1,4	-3,1	-7,1	-4,1	-4,1	-3,1	-7,6	-3,6	-4,1	
COMENTARIOS:										REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA					
										SI		NO			

En la figura 3 se muestra la ficha de inspección visual ATC-21 en la cual, lo que se sombrea en color azul representa los campos donde se registra la información básica de la vivienda, información que se toma con ayuda del propietario tal como:

- Dirección
- Número de pisos
- Año de construcción
- Fecha en que se realiza la aplicación de la ficha
- Área que ocupa la vivienda
- Si es de uso residencial o no
- ZIP, que define el nivel de sismicidad en el cual se encuentra registrado en la NSR-10 según la región
- Plano a mano alzada en planta de la vivienda

Lo que se sombrea en color gris es información que no influye en el puntaje final para determinar el valor “S” que clasificará a la vivienda según su vulnerabilidad pero que permite conocer detalles a tener en cuenta para una mejor evaluación tales como:

- Uso de la vivienda (residencial, comercial, industrial, entre otros)
- Número de personas que habitan la vivienda
- Si existe riesgo de falla en elementos estructurales

Lo que se sombrea en color rojo corresponde a la clasificación según el sistema estructural o tipo de construcción, los cuales se mencionan anteriormente, una vez se

clasifica su sistema estructural y la columna de la ficha que se utilizará para obtener el puntaje final, se asigna un puntaje básico según el sistema estructural como se muestra en la última fila del recuadro rojo. Por ejemplo, si el sistema estructural fuese URM, su puntaje básico empezaría en 1, si fuese S3 su puntaje empezaría en 5.5 y de esta manera según el sistema estructural que se elija, al puntaje básico se le sumará o restará valor según las características encontradas en la vivienda como se explica más adelante, para efectos de este estudio, una vez tomada y analizada la información el puntaje básico será 3 siendo RU el sistema estructural encontrado en las viviendas.

Una vez conocido el puntaje básico se procede con los datos que encierra el recuadro verde. De arriba hacia abajo en el mismo recuadro se observan las características antes mencionadas que puede presentar en la vivienda estudiada. Ya teniendo el sistema estructural definido también se define la columna de la ficha a utilizar, sobre esta columna se ira marcando el puntaje que corresponde a la característica que la vivienda presentó.

El recuadro amarillo encierra lo referente al tipo de suelo en el cual se encuentra la vivienda, este se divide en tres tipos:

- SL1: Roca o arcilla con profundidades  $< 0.60\text{m}$
- SL2: Suelo cohesivo o arcilla dura con profundidad  $>$  de  $0.60\text{m}$
- S13 & 1-7 Pisos: Arcilla medianamente dura a blanda con profundidad =  $9.00\text{m}$
- SL3 & 8-20 pisos: Edificación de 8 a 20 con perfil de suelo SL3, se usa cuando no se conoce el tipo de suelo

Para efectos de este estudio no se conoce el tipo de suelo, por lo tanto, se marca el puntaje referente al suelo SL3 & 8-20 pisos.

La fila resaltada con color naranja hace referencia al puntaje final “S” el cual representa la vulnerabilidad de la vivienda, resultado que se obtiene de la suma del puntaje básico definido por el sistema estructural con los valores marcados según las características que presenta la vivienda y el suelo en el cual se apoya la misma.

Las filas que siguen debajo del puntaje final “S” representan el rango máximo y mínimo en el cual debe estar dicho puntaje, no puede estar menor ni mayor al rango establecido que de no cumplirse conlleva a la nulidad de la misma, además, donde se registran aspectos cualitativos que no contiene la estructura de la ficha, tales como observación de grietas, fallas en los muros, humedad y demás.

Por último, el recuadro que se resalta en color morado, representa la decisión final entre si se debe realizar un estudio más detallado de la vivienda o no, según el puntaje final “S” obtenido.

## **2.3 Marco conceptual**

**2.3.1 Sismo.** Es la vibración de la Tierra producida por una rápida liberación de energía a causa del deslizamiento de la corteza terrestre a lo largo de una falla. La energía liberada se propaga en todas las direcciones desde su origen (foco o hipocentro) en forma de ondas (Tarbuck, E. & Lutgens, F., 2001)

**2.3.2 Vivienda.** Lugar condicionado y protegido para que vivan personas

**2.3.3 NSR-10.** el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10 contiene las disposiciones y consideraciones que se deben tener en cuenta al erigir una construcción, en especial en lo que se refiere a los aspectos estructurales que, en definitiva, son claves para garantizar tanto la estabilidad de la misma como la seguridad, bienestar e integridad de sus ocupantes o usuarios. (Equipo de Redactores Legis, 2021)

**2.3.4 Suelo.** Es la porción más superficial de la corteza terrestre, constituida en su mayoría por residuos de roca provenientes de procesos erosivos y otras alteraciones físicas y químicas, así como de materia orgánica fruto de la actividad biológica que se desarrolla en la superficie. (Equipo editorial, Etecé, 2022)

**2.3.5 Sistema Estructural.** Son las estructuras compuestas de varios miembros, que soportan las edificaciones y tienen además la función de soportar las cargas que actúan sobre ellas transmitiéndolas al suelo. (Aguado Crespo, F, 1987)

**2.3.6 Vulnerabilidad Sísmica.** Grado en que se encuentra una estructura frente a un evento sísmico.

## **2.4 Marco contextual**

El presente estudio tiene como contexto desarrollarse en el barrio morichal del municipio de Acacías, zona noroccidental del departamento del Meta.

Acacías en su zona Urbana está compuesta por 97 Barrios y Urbanizaciones, de igual manera la zona rural se compone de cuarenta y ocho (48) veredas en las que se incluye Chichimene, Dinamarca y Manzanares, antiguas inspecciones de policía.

La población proyectada para el 2012 según EL Departamento Administrativo Nacional de Estadística 30430 - DANE es de 64,287 habitantes, de los cuales el 49,5% son mujeres (31,853) y el 50,5% hombres (32,434). El mayor porcentaje de población se ubica en el rango de edad de 15 a 44 años con un 47,3% (30,430) de la población que al sumarle la población menor a 14 años suma el 75,2% de la población. Es decir, la mayoría de la población Acacireña es relativamente joven.

## **2.5 Marco legal**

Para realizar el presente estudio se sigue la norma NSR-10 con la cual se identifican posibles deficiencias en las estructuras de las viviendas comparando la realidad con lo estipulado en la norma. Especialmente el Título A, el capítulo A.10 donde hace referencia a los análisis de vulnerabilidad sísmica, el título D que hace referencia a la mampostería y el título C que se refiere al concreto y título E referente a casa de uno y dos pisos. Se tiene en cuenta que según el literal A.10.2.2 de la NSR-10 debe calificarse el estado del sistema estructural de la edificación de una manera totalmente cualitativa con base en la calidad del diseño y construcción de la estructura original y en su estado actual, lo cual permite y acepta aplicar un método cualitativo como lo es el ATC 21 como estudio superficial e inicial para el diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica a la cual se exponen las viviendas objeto de estudio.

### 3. Diseño metodológico

#### 3.1 Tipo de investigación

La presente propuesta se clasifica como investigación de tipo exploratoria, debido a que esta comprende un estudio inicial del cual pueden partir nuevos estudios más detallados

#### 3.2 Población y muestra

##### 3.2.1 Población

La población de estudio correspondiente está referida al número de viviendas existentes en el barrio Morichal del municipio de Acacías. De acuerdo con esto la población está constituida por 246 viviendas contadas desde imagen aérea de Google Earth.

##### 3.2.2 Muestra

Para obtener la muestra se tiene en cuenta lo siguiente.

Según Díaz, N (2006) en el caso que la población que se desea estudiar sea finita y con un tamaño conocido (N) se utiliza la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 w^2 N}{e^2(N - 1) + Z^2 w^2}$$

Donde:

$n$ = Muestra

$Z$ = Se toma como 2.58 siendo este el equivalente a un 99% en grado de confianza

$w$ = Desviación estándar de la población, se utiliza un valor constante de 0.5

$N$ = Equivale a 246 viviendas

$e$ = Limite aceptable de error muestral, se utiliza un valor del 5% (0.5)

Esta misma fórmula la han utilizado Sánchez-López, N. M., & Benavides-Cadena, M. J. (2015) en su proyecto “Caracterización de las condiciones estructurales en algunas viviendas residenciales del Barrio San Antonio en Bogotá según NSR-10”, Nieto Montañez, E. M. (2021) en su proyecto “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Acuerdo a la Condición Estructural de Viviendas Autoconstruidas de Tres Pisos” y Salas Ccoyllar, P. P. (2019) en su proyecto “Evaluación De La Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas del Distrito De Huayucachi–Huancayo-2016”, siendo esta una fórmula aplicable para hallar la muestra de este estudio teniendo en cuenta que la mayoría de viviendas del barrio morichal son de un piso y cuentan con un área similar.

Realizando el cálculo para este estudio se obtiene una muestra de:

$$n = 6.5 \cong 7 \text{ Viviendas}$$

Es importante aclarar que las 7 viviendas objeto de estudio se seleccionan de manera intencional de las cuales solo una es de dos pisos, sobre una de las 9 cuadras que cuenta el barrio debido a que el acceso a las viviendas es limitado.

### **3.3 Instrumento para la recolección de información**

Para la recolección de información inicialmente se revisa la bibliografía referente al estudio, por otra parte, se aplica la observación visual ya que el método empleado así lo establece, también se toma en cuenta las mediciones en campo, toma de fotografías y entrevistas a propietarios y constructores de las viviendas que nos puedan generar mayor información de las mismas

### **3.4 técnica de análisis y procedimiento de datos**

Una vez teniendo la información necesaria de la vivienda se procede a la clasificación de la misma por el método aplicado ATC-21 y se hace el análisis estructural aproximado considerando lo establecido por NSR-10

### **3.5 Faces y actividades específicas del proyecto**

- Fase 1: Revisión de la bibliografía y estado del arte:

Se realiza una búsqueda de proyectos similares en los se encontró que el municipio de Acacías no se cuenta con estudios similares, por otro lado, en el departamento del Meta sí se han realizado estudios de vulnerabilidad sísmica los cuales fueron antecedentes bibliográficos para el presente proyecto

- Fase 2: Observar el sistema estructural de las viviendas contempladas en el estudio. Recopilar información de materiales, configuración arquitectónica y estructural, edad de la vivienda, entre otras:

Se hace la visita a cada una de las viviendas y se registra en la ficha ATC-21 las características observadas tales como daños o fallas en los componentes de la vivienda y sistema estructural

- Fase 3: Consultar información que pueda brindar conocimiento sobre el suelo en el cual se encuentran las viviendas:

El municipio no cuenta con información sobre el suelo, sin embargo, en la ficha ATC-21 se considera un tipo de suelo para efectos del estudio, siendo este un suelo que se permite considerar en el estudio cuando no se conoce el suelo en la realidad

- Fase 4: Evaluar, comparar y clasificar las viviendas en un grado de vulnerabilidad con los datos e información recolectada

Una vez tomados los datos se procede a clasificar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas según la información recogida en las visitas a las viviendas pro medio de la ficha ATC-21

- Fase 5: Proponer recomendaciones según el grado de vulnerabilidad de las viviendas:

Se identifican las viviendas con mayor grado de vulnerabilidad y se dan recomendaciones según los factores de riesgo observados en las viviendas

## 4. Informe Técnico

### 4.1. Evaluación con método ATC 21.

Se seleccionaron 7 viviendas de las cuales 6 son de un piso y 1 es de 2 pisos, en la ilustración 3 se puede observar la selección intencional de las 7 viviendas siendo estas de una misma cuadra y en una distribución improvisada



Ilustración 3. Viviendas seleccionadas. Imagen tomada de: Geoportal IGAC

#### 4.1.1. Vivienda 1.

Se toma como primer objeto de estudio la vivienda ubicada en la carrera 16 # 23-04 Barrio Morichal, es de un piso, de uso residencial con un área de  $147m^2$ , construida en 1996

A continuación, en la ilustración 4 y 5 se representa el estado actual de la vivienda.



*Ilustración 4. Vivienda 1 fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Estado actual de la parte posterior, se evidencia su buen estado



*Ilustración 5. Vivienda 1 perfil. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Se evidencia que el estado de la vivienda está en buenas condiciones como se muestra en las siguientes imágenes, donde se muestra una buena distribución de espacio dentro de la misma, con un sistema estructural de muros confinados, sin fallas en muros o elementos estructurales expuestos.

En la ilustración 6 se observa el buen estado de los muros y la distribución arquitectónica entre la cocina, la sala y el garaje.



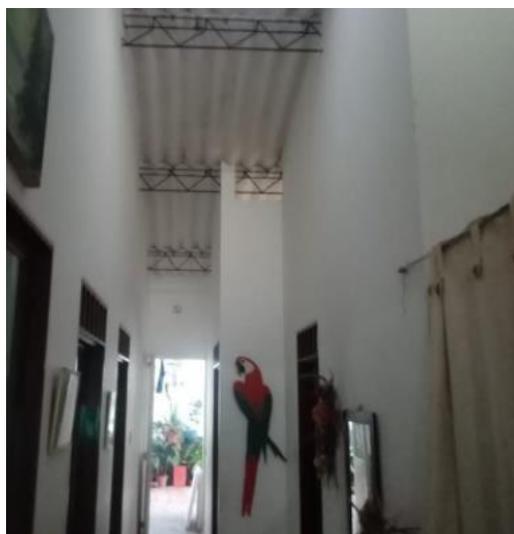
*Ilustración 6. Vivienda 1 cocina. Imagen tomada de: Elaboración propia*

En la ilustración 7 se puede observar que la cubierta se encuentra amarrada a los muros



*Ilustración 7. Vivienda 1 muros. Imagen tomada de: Elaboración propia*

En la ilustración 8 se puede evidenciar la buena distribución arquitectónica entre el pasillo de la vivienda, las habitaciones y el baño.



*Ilustración 8. Vivienda 1 pasillo. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Aplicando la ficha ATC 21 se evidencia que la vivienda no necesita una evaluación detallada debido a que el puntaje final  $S$  es igual a 2,2 como se muestra en los anexos, siendo este un valor que queda dentro del rango máximo y mínimo demostrando que la vivienda se encuentra en un estado de vulnerabilidad mínima, aunque se tiene en cuenta que el valor del suelo se asume en la tabla como un SLA3 debido a que el barrio no cuenta con microzonificación sísmica según el municipio y también que la vivienda no tiene junta sísmica con respecto a las viviendas colindantes.

Según el valor de  $S$  se toma en cuenta que ante la eventualidad de un sismo en esta zona denominada, según NSR-10, como alta se clasifica en una vulnerabilidad mínima, se esperan pérdidas materiales menores al 5% de las existentes en la vivienda y un potencial número de muertes y heridos menor al 10% de los habitantes de la vivienda.

A continuación, se muestra la ficha aplicada para la vivienda 1.

ATC-21 (NEHRP MAPA DE ALTA SISMICIDAD)																	
FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL RÁPIDA DEL RIESGO SISMICO DE EDIFICACIONES																	
MAPA DE AREAS			DIRECCIÓN: CRA 16 # 23-04 MORICHAL					MARINA LESMES									
			No. PISOS: 1					AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1996									
			AREA DEL LOTE: 147m2 7X21					FECHA: 5/10/2021									
			USO RESIDENCIAL:					ZIP*ALTA SISMICIDAD									
			INSPECTOR: JUAN DAVID RICO LESMES														
CLASIFICACIÓN			PUNTAJE ESTRUCTURAL Y MODIFICADORES														
RESIDENCIAL	SI		W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/C5	PC1	PC2	RU	URM			
COMERCIAL		TIPO DE CONSTRUCCIÓN		MRF	BR	LM	RC/SW	MRF	SW	URF/NF	TU						
OFICINA		PUNTAJE BASICO	4,5	4,5	3	5,5	3,5	2	3	1,5	2	1,5	3	1			
INDUSTRIAL		EDIFICIO DE GRAN ALTURA	N/A	-2	-1	N/A	-1	-1	-1	-0,5	N/A	-0,5	-1	-0,5			
SALA PUBLICA		FALLAS OBSERVABLES	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5			
CENTRO EDUCATIVO		IRREGULARIDAD VERTICAL	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,1	-0,1	-0,5	-0,5			
EDIFICIO GUBERNAMENTAL		PISO BLANDO/DUCTIL	-0,1	-2,5	-2	-1	-2	-2	-2	-0,1	-0,1	-2	-2	-1			
SERVICIOS EMERGENCIA		TORSION	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
EDIFICIO HISTORICO		PLANTA IRREGULAR	-1	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1			
OTROS		POSIBILIDAD DE GOLPEO	N/A	-0,5	-0,5	N/A	-0,5	-0,5	N/A	N/A	N/A	-0,5	N/A	N/A			
No. DE PERSONAS		ESTRUCTURA DE GRAN PESO	N/A	-2	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A			
0 - 10	SI	COLUMNA CORTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	-1	-1	N/A	-1	N/A	N/A			
11 - 100																	
> 100		AÑO POSTERIOR REGLAMENTO	2	2	2	2	2	2	2	N/A	2	2	2	N/A			
RIESGO DE FALLA EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		SL2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3			
		SL3 & 1- PISOS	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6			
		SLA3 & 8-20 PISOS	N/A	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8			
DATO CONFIDENCIAL ESTIMACIÓN SUBJETIVA DE DATOS DNK=No se sabe		PUNTAJE FINAL S											2,2				
		RANGO MAXIMO	6,5	6,5	5	7,5	5,5	4	5	1,5	4	3,5	5	1			
		RANGO MINIMO	-0,1	-6,6	-3,6	1,4	-3,1	-7,1	-4,1	-4,1	-3,1	-7,6	-3,6	-4,1			
COMENTARIOS: LA VIVIENDA MUESTRA UNBUEN ESTADO, LA PROPIETARIA MANIFIESTA QUE EL CONSTRUCTOR DE LA VIVIENDA ES EL MISMO DE LA No.2, No.4 y No.5											REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA						
											SI		NO	X			

#### 4.1.2. Vivienda 2

La vivienda 2 se ubica en la carrera 16 #23-10, es de un piso, de uso residencial con un área de  $147m^2$ , construida en 1996

Condiciones actuales, la ilustración 9 nos deja ver la parte frontal de la vivienda la cual aparenta un buen estado



*Ilustración 9. Vivienda 2. Imagen tomada de: Elaboración propia*

La vivienda se encuentra en buenas condiciones, donde se evidencia una buena distribución de espacios, sistema estructural de muros confinados, muros en buen estado, sin elementos estructurales expuestos. Además, los planos de la vivienda se observa un sistema de cimentación es reticular y simétrico.

Los muros de lo que comprende la cocina y la sala se encuentran en buenas condiciones tal como lo muestra la ilustración 10.



*Ilustración 10. Vivienda 2 cocina. Imagen tomada de: Elaboración propia*

En la ilustración 11 se evidencia que los muros se encuentran en buenas condiciones, sin humedad o alguna patología que ocasione daños iniciales



*Ilustración 11. Vivienda 2 estudio. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Se puede notar una buena distribución arquitectónica de los muros entre el pasillo y las habitaciones como se observa en las ilustraciones 12 y 13, lo cual se tiene en cuenta

para determinar su vulnerabilidad y se descartan posibles fallas en muros o algún otro elemento



*Ilustración 12. Vivienda 2 pasillo. Imagen tomada de: Elaboración propia*



*Ilustración 13. Vivienda 2 pasillo 1. Imagen tomada de: Elaboración propia*

En las ilustraciones 14 y 15 se evidencia que el sistema de cimentación cumple con lo establecido en el título E de la NSR-10, lo cual se tiene en cuenta para determinar su comportamiento ante un sismo formando entre si circuitos cerrados

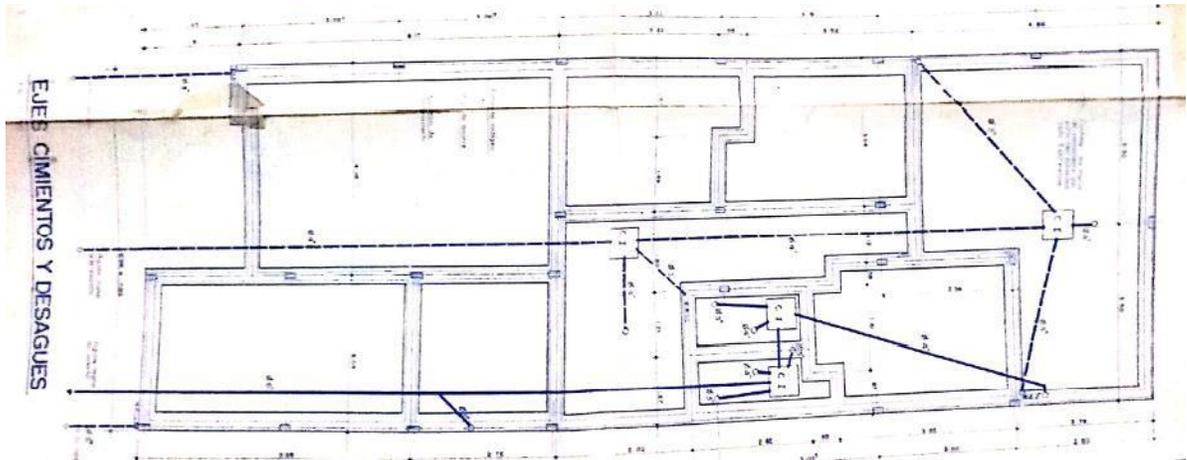


Ilustración 14. Vivienda 2 planos cimientos. Imagen tomada de: Elaboración propia

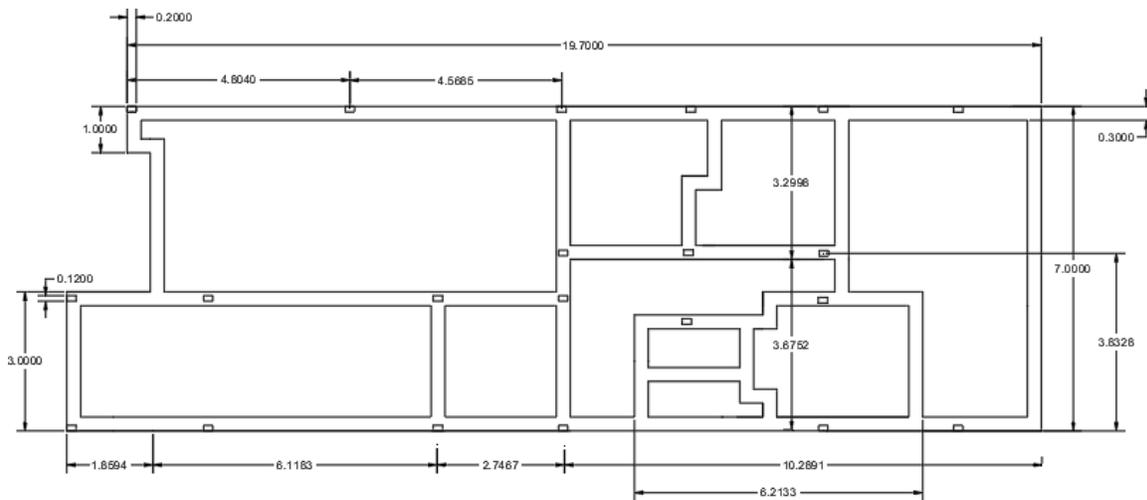


Ilustración 15. Cimentación AutoCAD. Imagen tomada de: Elaboración propia

Aplicando la ficha ATC 21 se observa que la vivienda no necesita una evaluación detallada debido a que el puntaje final  $S$  es igual a 2,2 como se muestra en los anexos, siendo este un valor que queda dentro del rango permitido demostrando que la vivienda se encuentra en un estado de vulnerabilidad mínima.

Según el valor de  $S$  se toma en cuenta entonces que ante la eventualidad de un sismo en esta zona denominada según NSR-10 como alta, se clasifica en una vulnerabilidad mínima, se esperan pérdidas materiales menores al 5% de las existentes en la vivienda y

un potencial número de muertes y heridos menor al 10% de los habitantes de la vivienda.

A continuación, se muestra la ficha aplicada para la vivienda 2

ATC-21 (NEHRP MAPA DE ALTA SISMICIDAD)														
FICHA DE INSPECCION VISUAL RAPIDA DEL RIESGO SISMICO DE EDIFICACIONES														
MAPA DE AREAS		DIRECCIÓN: CRA 16 #23-10 MORICHAL				FERNANDO MONTOYA								
		No.PISOS: 1						AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1996						
		AREA DEL LOTE: 147m2 7X21						FECHA: 5/10/2021						
		USO RESIDENCIAL: SI						ZIP*ALTA SISMICIDAD						
		INSPECTOR: JUAN DAVID RICO LESMES												
CLASIFICACIÓN		PUNTAJE ESTRUCTURAL Y MODIFICADORES												
RESIDENCIAL	SI	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/CS	PC1	PC2	RU	URM
COMERCIAL				MRF	BR	LM	RC/SW	MRF	SW	URF/NF	TU			
OFICINA		PUNTAJE BASICO	4,5	4,5	3	5,5	3,5	2	3	1,5	2	1,5	3	1
INDUSTRIAL		EDIFICIO DE GRAN ALTURA	N/A	-2	-1	N/A	-1	-1	-1	-0,5	N/A	-0,5	-1	-0,5
SALA PUBLICA		FALLAS OBSERVABLES	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CENTRO EDUCATIVO		IRREGULARIDAD VERTICAL	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,1	-0,1	-0,5	-0,5
EDIFICIO GUBERNAMENTAL		PISO BLANDO/DUCTIL	-0,1	-2,5	-2	-1	-2	-2	-2	-0,1	-0,1	-2	-2	-1
SERVICIOS EMERGENCIA		TORSION	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
EDIFICIO HISTORICO		PLANTA IRREGULAR	-1	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1
OTROS		POSIBILIDAD DE GOLPEO	N/A	-0,5	-0,5	N/A	-0,5	-0,5	N/A	N/A	N/A	-0,5	N/A	N/A
No. DE PERSONAS		ESTRUCTURA DE GRAN PESO	N/A	-2	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A
0 - 10	SI	COLUMNA CORTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	-1	-1	N/A	-1	N/A	N/A
11 - 100														
> 100		AÑO POSTERIOR REGLAMENTO	2	2	2	2	2	2	2	N/A	2	2	2	N/A
RIESGO DE FALLA EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		SL2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
		SL3 & 1- PISOS	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
		SLA3 & 8-20 PISOS	N/A	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8
DATO CONFIDENCIAL ESTIMACIÓN		PUNTAJE FINAL S											2,2	
SUBJETIVA DE DATOS DNK=No se sabe		RANGO MAXIMO	6,5	6,5	5	7,5	5,5	4	5	1,5	4	3,5	5	1
		RANGO MINIMO	-0,1	-6,6	-3,6	1,4	-3,1	-7,1	-4,1	-4,1	-3,1	-7,6	-3,6	-4,1
COMENTARIOS: LA VIVIENDA SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES, TIENE ESPACIOS BIEN DISTRIBUIDOS, NO TIENE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXPUESTOS. LA PROPIETARIA MANIFIESTA TENER PLANOS APROBADOS POR LA SECRETARIA DE PLANEACIÓN											REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA			
											SI		NO	X

### 4.1.3. Vivienda 3

La vivienda 3 se ubica en la carrera 16 #23-03, es de dos pisos, de uso residencial con un área de  $126m^2$ , construida en 2006

Condiciones actuales de la vivienda, en las ilustraciones 16 y 17 se muestra que es de uso comercial y residencial y que está en buen estado



*Ilustración 16. Vivienda 3 fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Aunque se encuentra en buenas condiciones, se observa irregularidad vertical



*Ilustración 17. Vivienda 3 perfil. Imagen tomada de: Elaboración propia*

La distribución arquitectónica que se muestra en la ilustración 18, en los planos, no es la misma que se contempla en la realidad

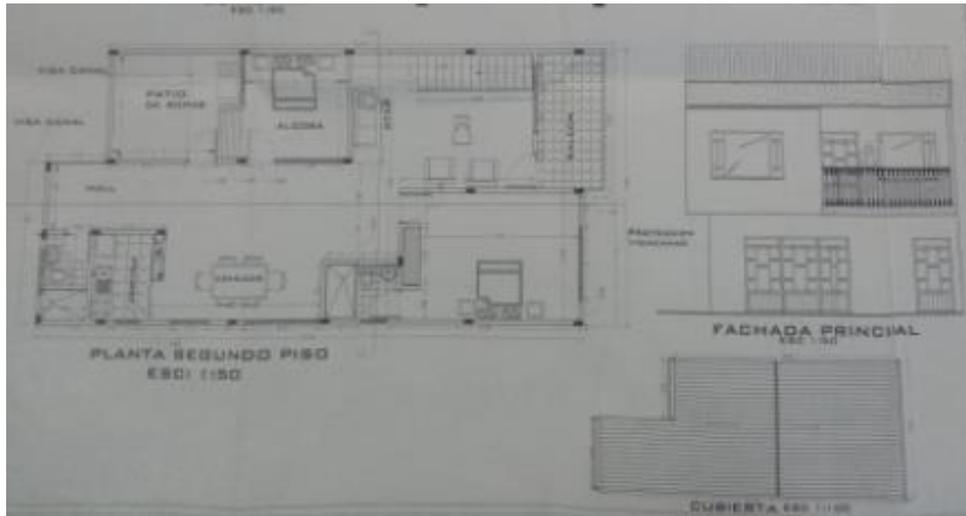


Ilustración 18. Vivienda 3 Planos. Imagen tomada de: Elaboración propia

En la ilustración 19 se evidencia la cimentación de la vivienda la cual se compone de zapatas aisladas

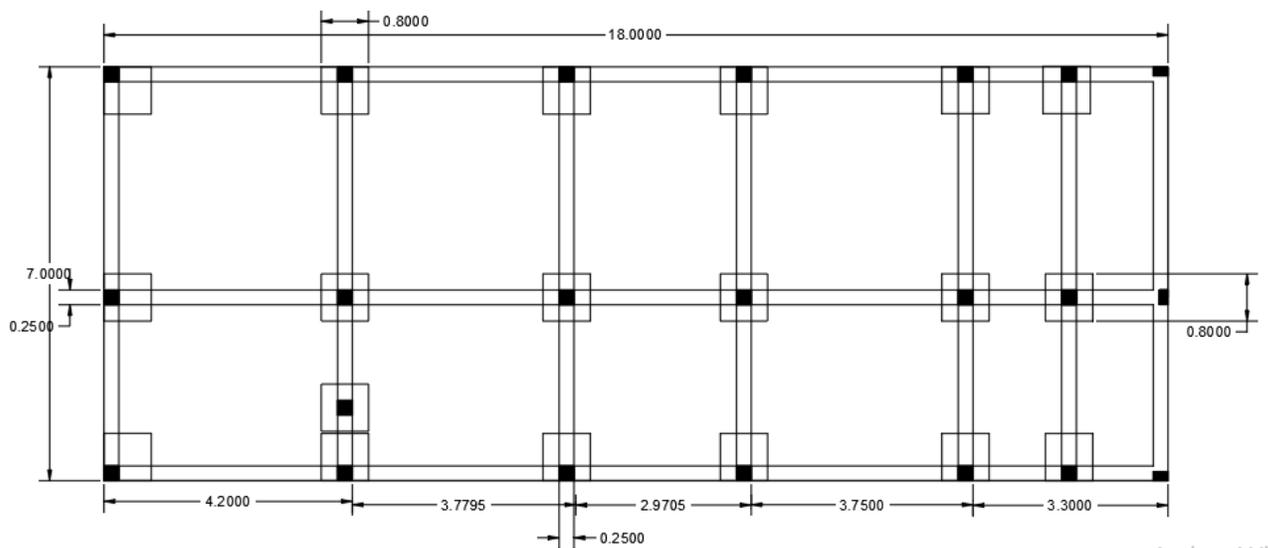


Ilustración 19. Vivienda 3 Cimentación AutoCAD. Imagen tomada de: Elaboración propia

La vivienda se encuentra en buenas condiciones, no presenta fallas en sus elementos estructurales, muros en buen estado, sistema estructural de mampostería reforzada y confinada, es de uso residencial pero también cuenta con un local que funciona como uso comercial, tiene una irregularidad vertical, el área del segundo piso es mayor que la del primero sin tener en cuenta los balcones. Se muestra que la distribución arquitectónica del segundo piso no concuerda con lo estipulado en los planos que se muestra, manifiesta el propietario que fue decisión de él cambiar en el momento de la construcción.

Se observa según ficha ATC 21 aplicada que la vivienda no necesita una evaluación detallada debido a que el puntaje final S es igual a 3,7 como se muestra en los anexos, siendo este un valor que queda dentro del rango máximo y mínimo demostrando que la vivienda se encuentra en un estado de vulnerabilidad mínima, a pesar de que esta presenta una irregularidad vertical los demás aspectos cumplen con los factores necesarios para soportar un sismo, se tiene en cuenta que la vivienda fue construida posterior al reglamento y que cuenta con planos aprobados por Secretaría de planeación.

Según el valor de S se toma en cuenta entonces que ante la eventualidad de un sismo en esta zona denominada según NSR-10 como alta, se considera una vulnerabilidad mínima, se esperan pérdidas materiales menores al 5% de las existentes en la vivienda y un potencial número de muertes y heridos menor al 10% de los habitantes de la vivienda.

A continuación, se muestra la ficha aplicada para la vivienda 3.

ATC-21 (NEHRP MAPA DE ALTA SISMICIDAD)														
FICHA DE INSPECCION VISUAL RAPIDA DEL RIESGO SISMICO DE EDIFICACIONES														
MAPA DE AREAS		DIRECCIÓN: CRA 16 # 23-03 MORICHAL			CELZO LOZANO									
		No.PISOS: 2								AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2006				
		AREA DEL LOTE: 126m2 7X18								FECHA: 5/10/2021				
		USO RESIDENCIAL: SI								ZIP*ALTA SISMICIDAD				
		INSPECTOR: JUAN DAVID RICO LESMES												
CLASIFICACIÓN		PUNTAJE ESTRUCTURAL Y MODIFICADORES												
RESIDENCIAL	SI	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/C5	PC1	PC2	RU	URM
COMERCIAL	SI		W	MRF	BR	LM	RC/SW	MRF	SW	URF/NF	TU			
OFICINA		PUNTAJE BASICO	4,5	4,5	3	5,5	3,5	2	3	1,5	2	1,5	3	1
INDUSTRIAL		EDIFICIO DE GRAN ALTURA	N/A	-2	-1	N/A	-1	-1	-1	-0,5	N/A	-0,5	-1	-0,5
SALA PUBLICA		FALLAS OBSERVABLES	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CENTRO EDUCATIVO		IRREGULARIDAD VERTICAL	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,1	-0,1	-0,5	-0,5
EDIFICIO GUBERNAMENTAL		PISO BLANDO/DUCTIL	-0,1	-2,5	-2	-1	-2	-2	-2	-0,1	-0,1	-2	-2	-1
SERVICIOS EMERGENCIA		TORSION	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
EDIFICIO HISTORICO		PLANTA IRREGULAR	-1	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1
OTROS		POSIBILIDAD DE GOLPEO	N/A	-0,5	-0,5	N/A	-0,5	-0,5	N/A	N/A	N/A	-0,5	N/A	N/A
No. DE PERSONAS		ESTRUCTURA DE GRAN PESO	N/A	-2	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A
0 - 10	SI	COLUMNA CORTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	-1	-1	N/A	-1	N/A	N/A
11 - 100														
> 100		AÑO POSTERIOR REGLAMENTO	2	2	2	2	2	2	2	N/A	2	2	2	N/A
RIESGO DE FALLA EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		SL2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
		SL3 & 1- PISOS	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
		SLA3 & 8-20 PISOS	N/A	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8
DATO CONFIDENCIAL ESTIMACIÓN SUBJETIVA DE DATOS DNK=No se sabe		PUNTAJE FINAL S											3,7	
		RANGO MAXIMO	6,5	6,5	5	7,5	5,5	4	5	1,5	4	3,5	5	1
		RANGO MINIMO	-0,1	-6,6	-3,6	1,4	-3,1	-7,1	-4,1	-4,1	-3,1	-7,6	-3,6	-4,1
COMENTARIOS: LA VIVIENDA SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES, PRESENTA UNA IRREGULARIDAD VERTICAL, LOS PLANOS DEL SEGUNPISO NO CONCUERDAN CON LA REALIDAD											REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA			
											SI		NO	X

#### 4.1.4. Vivienda 4

La vivienda 4 se ubica en la carrera 16 #23-17 barrio morichal, es de un piso, de uso residencial con un área de  $126m^2$ , construida en 1995

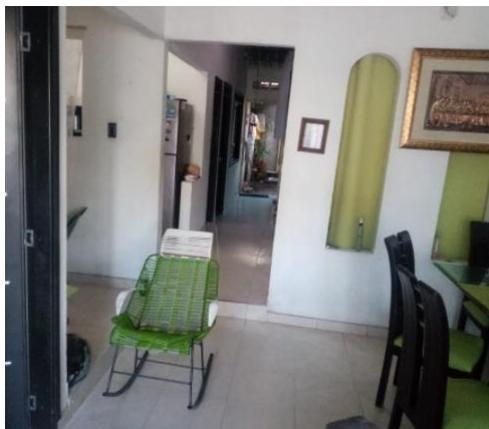
Condiciones actuales de la vivienda, la ilustración 20 nos deja ver la parte frontal de la vivienda la cual aparenta un buen estado



*Ilustración 20. Vivienda 4 Fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia*

La vivienda aparenta estar en buenas condiciones, presenta fallas en muros, se asume que tiene un piso dúctil debido a que la superficie tiene dos niveles diferentes, es de uso residencial. Se evidencia que la distribución arquitectónica está bien, la propietaria no cuenta con los planos de la vivienda.

Se evidencia en la ilustración 21 que los muros al interior se encuentran en buenas condiciones



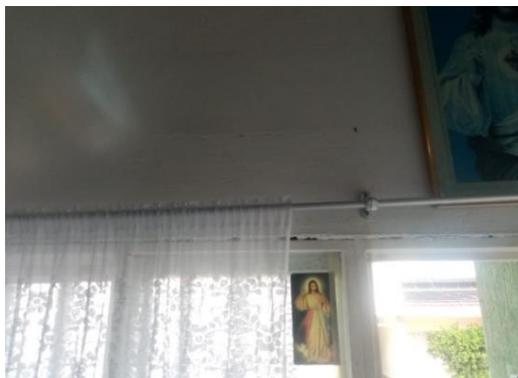
*Ilustración 21. Vivienda 4 sala. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Se observa según la ilustración 22 que los muros se encuentran deteriorados y agrietados, grieta en diagonal, siendo este un factor que influye en la vulnerabilidad de la vivienda ya que nos indica que el muro puede tener fallas internas



*Ilustración 22. Vivienda 4 grieta en muro. Imagen tomada de: Elaboración propia*

En las ilustraciones 23 y 24, se evidencia que el recubrimiento del muro contiene grietas

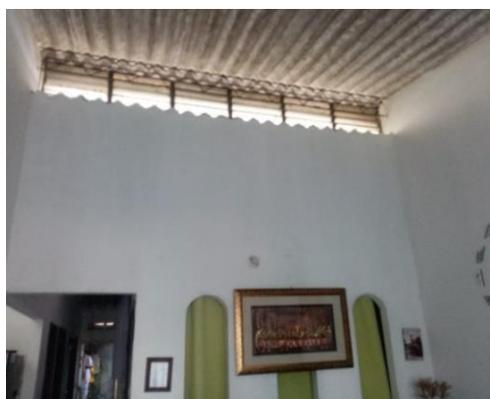


*Ilustración 23. Vivienda 4 grieta. Imagen tomada de: Elaboración propia*



*Ilustración 24. Vivienda 4 entrada. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Se observa que la vivienda tiene muros en buen estado y espacios bien distribuidos según la ilustración 25



*Ilustración 25. Vivienda 4 muro. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Aunque no es relevante para estado del sistema estructural, en la ilustración 26 se evidencia que algunas partes de los muros muestran daños en el pañete lo cual con el tiempo puede dejar al descubierto los bloques que componen el muro facilitando posibles daños futuros en su sistema estructural



*Ilustración 26. Vivienda 4 muro deteriorado. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Se muestra según ficha ATC 21 aplicada que la vivienda necesita una evaluación detallada debido a que el puntaje final  $S$  es igual a 0,2 como se muestra en los anexos, siendo este un valor que queda dentro del rango máximo y mínimo demostrando que la vivienda se encuentra en un estado de vulnerabilidad significativa, se tiene en cuenta que el valor del suelo se asume en la tabla como un SLA3, la vivienda no contempla juntas sísmicas con sus colindantes. A pesar de que los elementos estructurales aparentan estar en buen estado se toma en cuenta el deterioro de los muros y las grietas en los mismos, el propietario no cuenta con los planos de la vivienda.

Según el valor de  $S$  se toma en cuenta entonces que ante la eventualidad de un sismo en esta zona denominada según NSR-10 como alta, se considera una vulnerabilidad

significativa, se esperan pérdidas materiales hasta el 33% de las existentes en la vivienda y un potencial número de muertes y heridos del 25% de los habitantes de la vivienda.

Debido a que el estudio en la vivienda 4 requiere de una evaluación detallada, se dan las siguientes recomendaciones.

- Las grietas en los muros se pueden deber a varios orígenes, pero por su apariencia o forma podemos determinar una hipótesis de lo que puede estar ocurriendo, la grieta horizontal se debe a un vacío detrás del revestimiento, porque la mezcla de unión entre los materiales no tuvo la suficiente adherencia, es recomendable revestir nuevamente.
- Cuando se trata de una grieta en diagonal se debe a daños estructurales o bien sea internos del muro, para esto no es suficiente con retirar el revestimiento, es recomendable consultar el problema con un especialista.

A continuación, se muestra la ficha aplicada para la vivienda 4.

ATC-21 (NEHRP MAPA DE ALTA SISMICIDAD)														
FICHA DE INSPECCION VISUAL RAPIDA DEL RIESGO SISMICO DE EDIFICACIONES														
MAPA DE AREAS		DIRECCIÓN: CRA 16 # 13-17 MORICHAL					PLINIO RODRIGUEZ							
		No.PISOS: 1					AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1995							
		AREA DEL LOTE: 126m2 7X18					FECHA: 5/10/2021							
		USO RESIDENCIAL: SI					ZIP*ALTA SISMICIDAD							
		INSPECTOR: JUAN DAVID RICO LESMES												
CLASIFICACIÓN		PUNTAJE ESTRUCTURAL Y MODIFICADORES												
	SI	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/C5	PC1	PC2	RU	URM
RESIDENCIAL	SI			MRF	BR	LM	RC/SW	MRF	SW	URF/NF	TU			
COMERCIAL	SI													
OFICINA		PUNTAJE BASICO	4,5	4,5	3	5,5	3,5	2	3	1,5	2	1,5	3	1
INDUSTRIAL		EDIFICIO DE GRAN ALTURA	N/A	-2	-1	N/A	-1	-1	-1	-0,5	N/A	-0,5	-1	-0,5
SALA PUBLICA		FALLAS OBSERVABLES	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CENTRO EDUCATIVO		IRREGULARIDAD VERTICAL	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,1	-0,1	-0,5	-0,5
EDIFICIO GUBERNAMENTAL		PISO BLANDO/DUCTIL	-0,1	-2,5	-2	-1	-2	-2	-2	-0,1	-0,1	-2	-2	-1
SERVICIOS EMERGENCIA		TORSION	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
EDIFICIO HISTORICO		PLANTA IRREGULAR	-1	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1
OTROS		POSIBILIDAD DE GOLPEO	N/A	-0,5	-0,5	N/A	-0,5	-0,5	N/A	N/A	N/A	-0,5	N/A	N/A
No. DE PERSONAS		ESTRUCTURA DE GRAN PESO	N/A	-2	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A
0 - 10	SI	COLUMNA CORTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	-1	-1	N/A	-1	N/A	N/A
11 - 100														
> 100		AÑO POSTERIOR REGLAMENTO	2	2	2	2	2	2	2	N/A	2	2	2	N/A
RIESGO DE FALLA EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		SL2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
		SL3 & 1- PISOS	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
		SLA3 & 8-20 PISOS	N/A	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8
DATO CONFIDENCIAL ESTIMACIÓN		PUNTAJE FINAL S										0,2		
SUBJETIVA DE DATOS DNK=No se sabe		RANGO MAXIMO	6,5	6,5	5	7,5	5,5	4	5	1,5	4	3,5	5	1
		RANGO MINIMO	-0,1	-6,6	-3,6	1,4	-3,1	-7,1	-4,1	-4,1	-3,1	-7,6	-3,6	-4,1
COMENTARIOS: APARENTEMENTE LA VIVIENDA SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO , PRESENTA FALLAS EN ALGUNOS MUROS, EL PISO TIENE DOS NIVELES DIFERENTES											REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA			
											SI	X	NO	

#### 4.1.5. Vivienda 5

La vivienda 5 se ubica en la carrera 16 #23-17 barrio morichal, es de un piso, de uso residencial con un área de  $126m^2$ , construida en 1996

Condiciones actuales de la vivienda, la ilustración 27 muestra que la parte frontal se encuentra en buenas condiciones



*Ilustración 27. Vivienda 5 fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia*

La vivienda se encuentra en buen estado, con un sistema estructural de muros confinados, los muros se encuentran en buen estado a diferencia de la parte baja del muro de la cocina que presenta un deterioro en el revestimiento, La propietaria no cuenta con los planos de la vivienda.

En las ilustraciones 28, 29 y 30 se evidencia una buena distribución arquitectónica y buen estado de los muros



*Ilustración 28. Vivienda 5 Patio. Imagen tomada de: Elaboración propia*



*Ilustración 29. Vivienda 5 Habitación. Imagen tomada de: Elaboración propia*



*Ilustración 30. Vivienda 5 sala. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Se observa según la ilustración 31 que los muros empiezan a mostrar deterioro, que como se menciona anteriormente, el pañete del mismo no es un daño mayor, pero se debe tener en cuenta ya que si avanza el daño es posible que el muro se deteriore en su totalidad



*Ilustración 31. Vivienda 5 deteriora de revestimiento. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Aplicando la ficha ATC 21 se observa que la vivienda se encuentra en buenas condiciones, la vivienda no cuenta con planos, pero la propietaria manifiesta que existen columnetas en la misma lo cual se asume por la arquitectura y lo manifestado que la vivienda cuenta con un sistema estructural de mampostería confinada como en las viviendas anteriores. La ficha arroja un puntaje de para S de 2,2 lo cual se asume que se clasifica en una vulnerabilidad mínima esperando pérdidas materiales menores al 5% de las existentes en la vivienda y un potencial número de muertes y heridos menor al 10% de los habitantes de la vivienda.

A continuación, se muestra la ficha para la vivienda 5

ATC-21 (NEHRP MAPA DE ALTA SISMICIDAD)														
FICHA DE INSPECCION VISUAL RAPIDA DEL RIESGO SISMICO DE EDIFICACIONES														
MAPA DE AREAS		DIRECCIÓN: CRA 16 # 23-36 MORICHAL					LIBIA LESMES							
		No.PISOS: 1					AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1996							
		AREA DEL LOTE: 126m2 7X18					FECHA: 5/10/2021							
		USO RESIDENCIAL: SI					ZIP*ALTA SISMICIDAD							
		INSPECTOR: JUAN DAVID RICO LESMES												
CLASIFICACIÓN		PUNTAJE ESTRUCTURAL Y MODIFICADORES												
RESIDENCIAL	SI	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/CS	PC1	PC2	RU	URM
COMERCIAL	SI		W	MRF	BR	LM	RC/SW	MRF	SW	URF/NF	TU			
OFICINA		PUNTAJE BASICO	4,5	4,5	3	5,5	3,5	2	3	1,5	2	1,5	3	1
INDUSTRIAL		EDIFICIO DE GRAN ALTURA	N/A	-2	-1	N/A	-1	-1	-1	-0,5	N/A	-0,5	-1	-0,5
SALA PUBLICA		FALLAS OBSERVABLES	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CENTRO EDUCATIVO		IRREGULARIDAD VERTICAL	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,1	-0,1	-0,5	-0,5
EDIFICIO GUBERNAMENTAL		PISO BLANDO/DUCTIL	-0,1	-2,5	-2	-1	-2	-2	-2	-0,1	-0,1	-2	-2	-1
SERVICIOS EMERGENCIA		TORSION	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
EDIFICIO HISTORICO		PLANTA IRREGULAR	-1	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1
OTROS		POSIBILIDAD DE GOLPEO	N/A	-0,5	-0,5	N/A	-0,5	-0,5	N/A	N/A	N/A	-0,5	N/A	N/A
No. DE PERSONAS		ESTRUCTURA DE GRAN PESO	N/A	-2	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A
0 - 10	SI	COLUMNA CORTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	-1	-1	N/A	-1	N/A	N/A
11 - 100														
> 100		AÑO POSTERIOR REGLAMENTO	2	2	2	2	2	2	2	N/A	2	2	2	N/A
RIESGO DE FALLA EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		SL2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
		SL3 & 1- PISOS	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
		SLA3 & 8-20 PISOS	N/A	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8
DATO CONFIDENCIAL ESTIMACIÓN		PUNTAJE FINAL S											2,2	
SUBJETIVA DE DATOS DNK=No se sabe		RANGO MAXIMO	6,5	6,5	5	7,5	5,5	4	5	1,5	4	3,5	5	1
		RANGO MINIMO	-0,1	-6,6	-3,6	1,4	-3,1	-7,1	-4,1	-4,1	-3,1	-7,6	-3,6	-4,1
COMENTARIOS: SE OBSERVA DETERIORO EN LA PARTE BAJA DEL MURO DE LA COCINA, ESPACIOS BIEN DISTRIBUIDOS											REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA			
											SI		NO	X

#### 4.1.6. Vivienda 6

La vivienda 6 se ubica en la carrera 16 #23-31 barrio morichal, es de un piso, de uso residencial con un área de  $49m^2$ , construida en 2000

Condiciones actuales, según la ilustración 32 y 33 se observa que no cuenta con recubrimiento, lo cual deja a la intemperie los materiales que componen los muros



*Ilustración 32. Vivienda 6 fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Aunque la vivienda se considera con muros confinados, algunos muros no lo están, lo cual se tiene en cuenta para la evaluación de vulnerabilidad



*Ilustración 33. Vivienda 6 perfil. Imagen tomada de: Elaboración propia*

La vivienda se encuentra en obra gris, con un sistema estructural de mampostería confinada expuesto y sin amarrar, también se puede notar que en las columnas sobresale el acero lo cual demuestra que el sistema estructural tiene fallas en la colocación de sus materiales por lo tanto existe la posibilidad de que las columnas no trabajen con la carga planeada ante la posible eventualidad de un sismo. Se observa también en la ilustración 34 y 35 que la distribución arquitectónica de la vivienda es algo improvisada, cubierta de zinc con vigas de madera, el piso tiene dos niveles.



*Ilustración 34. Vivienda 6 muro. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Se evidencia que la vivienda tiene una cubierta improvisada sin vigas de amarre o algún elemento estructural en el cual apoyarse



*Ilustración 35. Vivienda 6 cubierta. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Según la ilustración 36 se evidencia que su que el sistema estructural del cual se compone la vivienda no está amarrado entre si



*Ilustración 36. Vivienda 6 vigas discontinuas. Imagen tomada de: Elaboración propia*



*Ilustración 37. Vivienda 6 sala. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Se puede observar que en la ilustración 38 el acero de refuerzo en columnas está expuesto lo cual es un factor que hará que aumente su vulnerabilidad, impidiendo que los elementos constructivos actúen de una manera correcta ante un sismo



*Ilustración 38. Vivienda 6 acero expuesto. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Aplicando la ficha ATC 21 se evidencia que la vivienda arroja un puntaje de -1.3, clasificando a la vivienda en una vulnerabilidad muy alta, el propietario manifiesta que la vivienda tiene como cimentación zapatas corridas, presenta deterioro en los muros y

elementos estructurales, el propietario no cuenta con los planos de la vivienda. Se espera pérdidas materiales totales, un potencial número de muertes del 60% de los habitantes de la estructura y un 20% de heridos.

Debido a que el estudio en la vivienda 6 requiere de una evaluación detallada, se dan las siguientes recomendaciones.

- El sistema estructural de la vivienda debe construirse de nuevo ya que la discontinuidad de las mismas no garantiza un buen comportamiento estructural de la vivienda ya que al no estar amarradas entre si no se distribuirán las cargas ante un evento sísmico

A continuación, se muestra la ficha aplicada en la vivienda 6

ATC-21 (NEHRP MAPA DE ALTA SISMICIDAD)														
FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL RÁPIDA DEL RIESGO SÍSMICO DE EDIFICACIONES														
MAPA DE ÁREAS		DIRECCIÓN: CRA 16 # 23-31 MORICHAL			JESUS QUEVEDO									
		No. PISOS: 1			AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2000									
		ÁREA DEL LOTE: 49m2 7X7			FECHA: 5/10/2021									
		USO RESIDENCIAL: SI			ZIP*ALTA SISMICIDAD									
		INSPECTOR: JUAN DAVID RICO LESMES												
CLASIFICACIÓN		PUNTAJE ESTRUCTURAL Y MODIFICADORES												
RESIDENCIAL	SI	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/C5	PC1	PC2	RU	URM
COMERCIAL	SI			MRF	BR	LM	RC/SW	MRF	SW	URF/NF	TU			
OFICINA		PUNTAJE BÁSICO	4,5	4,5	3	5,5	3,5	2	3	1,5	2	1,5	3	1
INDUSTRIAL		EDIFICIO DE GRAN ALTURA	N/A	-2	-1	N/A	-1	-1	-1	-0,5	N/A	-0,5	-1	-0,5
SALA PÚBLICA		FALLAS OBSERVABLES	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CENTRO EDUCATIVO		IRREGULARIDAD VERTICAL	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,1	-0,1	-0,5	-0,5
EDIFICIO GUBERNAMENTAL		PISO BLANDO/DUCTIL	-0,1	-2,5	-2	-1	-2	-2	-2	-0,1	-0,1	-2	-2	-1
SERVICIOS EMERGENCIA		TORSION	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
EDIFICIO HISTÓRICO		PLANTA IRREGULAR	-1	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1
OTROS		POSIBILIDAD DE GOLPEO	N/A	-0,5	-0,5	N/A	-0,5	-0,5	N/A	N/A	N/A	-0,5	N/A	N/A
No. DE PERSONAS		ESTRUCTURA DE GRAN PESO	N/A	-2	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A
0 - 10	SI	COLUMNA CORTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	-1	-1	N/A	-1	N/A	N/A
11 - 100														
> 100		AÑO POSTERIOR REGLAMENTO	2	2	2	2	2	2	2	N/A	2	2	2	N/A
RIESGO DE FALLA EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		SL2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
		SL3 & 1- PISOS	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
		SL3 & 8-20 PISOS	N/A	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8
DATO CONFIDENCIAL ESTIMACIÓN		PUNTAJE FINAL S											-1,3	
SUBJETIVA DE DATOS DNK=No se sabe		RANGO MÁXIMO	6,5	6,5	5	7,5	5,5	4	5	1,5	4	3,5	5	1
		RANGO MÍNIMO	-0,1	-6,6	-3,6	1,4	-3,1	-7,1	-4,1	-4,1	-3,1	-7,6	-3,6	-4,1
COMENTARIOS: LA VIVIENDA SE ENCUENTRA EN OBRA GRIS, LAS VIGAS EXISTENTES NO SE AMARRAN ENTRE SI, DETERIORO EN LOS MUROS Y SISTEMA ESTRUCTURAL											REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA			
											SI	X	NO	

#### 4.1.7. Vivienda 7

La vivienda 7 se ubica en la calle 23A #16-04, es de un piso, de uso residencial con un área de  $152m^2$ , construida en 2010

Condiciones actuales, se evidencia en la ilustración 39 y 40 que la vivienda no tiene recubrimiento en algunas partes de los muros



*Ilustración 39. Vivienda 7 fachada. Imagen tomada de: Elaboración propia*



*Ilustración 40. Vivienda 7 perfil. Imagen tomada de: Elaboración propia*

La vivienda se encuentra en obra gris, contando con servicios, con un sistema estructural de muros confinados, aunque expuesto a la intemperie, cubierta improvisada y espacios internos improvisados donde se evidencia materiales como tablas de madera

y tejas de zinc, piso sin enchapar y con desniveles, la propietaria manifiesta que no cuenta con planos de la vivienda.

La ilustración 41 nos muestra que la vivienda tiene una cubierta improvisada que se apoya en columnas de madera las cuales no complementan el sistema estructural de la misma



*Ilustración 41. Vivienda 7 interior. Imagen tomada de: Elaboración propia*



*Ilustración 42. Vivienda 7 patio. Imagen tomada de: Elaboración propia*

Se evidencia que la cubierta no se amarra al sistema estructural en la ilustración 43



*Ilustración 43. Vivienda 7 viga de cubierta. Imagen tomada de: Elaboración propia*



*Ilustración 44. Vivienda 7 viga. Imagen tomada de: Elaboración propia*



*Ilustración 45. Vivienda 7 sala. Imagen tomada de: Imagen tomada de: Elaboración propia*

Se evidencia según ficha ATC 21 aplicada que la vivienda no necesita una evaluación detallada debido a que el puntaje final  $S$  es igual a 1,7 como se muestra en los anexos, siendo este un valor que queda dentro del rango máximo y mínimo demostrando que la vivienda se encuentra en un estado de vulnerabilidad mínima, a pesar de este puntaje se tiene en cuenta que sus elementos estructurales se encuentran expuestos a la intemperie existiendo probabilidad de deterioro, al igual se observa que los bloques en los muros presentan malas posiciones lo hace que el sistema estructural no responda en su mayor capacidad ante un eventual sismo.

Según el valor de  $S$  se toma en cuenta entonces que ante la eventualidad de un sismo en esta zona denominada según NSR-10 como alta, se considera una vulnerabilidad mínima, se esperan pérdidas materiales hasta el 33% de las existentes en la vivienda y un potencial número de muertes y heridos del 25% de los habitantes de la vivienda.

La siguiente tabla muestra el puntaje de S que se obtuvo al aplicar la ficha ATC 21 para cada vivienda, mostrando también el rango de vulnerabilidad y la descripción de las posibles pérdidas que ocasionaría un sismo.

Se muestra la ficha aplicada para la vivienda 7

ATC-21 (NEHRP MAPA DE ALTA SISMICIDAD)														
FICHA DE INSPECCION VISUAL RAPIDA DEL RIESGO SISMICO DE EDIFICACIONES														
MAPA DE AREAS		DIRECCIÓN: CLL 23A # 16-04 MORICHAL					FANNY CARDONA							
		No.PISOS: 1					AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2010							
		AREA DEL LOTE: 152m2 8X19					FECHA: 5/10/2021							
		USO RESIDENCIAL: SI					ZIP*ALTA SISMICIDAD							
		INSPECTOR: JUAN DAVID RICO LESMES												
CLASIFICACIÓN		PUNTAJE ESTRUCTURAL Y MODIFICADORES												
	SI	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/C5	PC1	PC2	RU	URM
RESIDENCIAL	SI													
COMERCIAL	SI													
OFICINA		PUNTAJE BASICO	4,5	4,5	3	5,5	3,5	2	3	1,5	2	1,5	3	1
INDUSTRIAL		EDIFICIO DE GRAN ALTURA	N/A	-2	-1	N/A	-1	-1	-1	-0,5	N/A	-0,5	-1	-0,5
SALA PUBLICA		FALLAS OBSERVABLES	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CENTRO EDUCATIVO		IRREGULARIDAD VERTICAL	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,1	-0,1	-0,5	-0,5
EDIFICIO GUBERNAMENTAL		PISO BLANDO/DUCTIL	-0,1	-2,5	-2	-1	-2	-2	-2	-0,1	-0,1	-2	-2	-1
SERVICIOS EMERGENCIA		TORSION	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
EDIFICIO HISTORICO		PLANTA IRREGULAR	-1	-0,5	-0,1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1
OTROS		POSIBILIDAD DE GOLPEO	N/A	-0,5	-0,5	N/A	-0,5	-0,5	N/A	N/A	N/A	-0,5	N/A	N/A
No. DE PERSONAS		ESTRUCTURA DE GRAN PESO	N/A	-2	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A
0 - 10	SI	COLUMNA CORTA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	-1	-1	N/A	-1	N/A	N/A
11 - 100														
> 100		AÑO POSTERIOR REGLAMENTO	2	2	2	2	2	2	2	N/A	2	2	2	N/A
RIESGO DE FALLA EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	SI	SL2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
		SL3 & 1- PISOS	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
		SLA3 & 8-20 PISOS	N/A	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	N/A	-0,8	-0,8	-0,8
DATO CONFIDENCIAL ESTIMACIÓN SUBJETIVA DE DATOS DNK=No se sabe		PUNTAJE FINAL S											1,7	
		RANGO MAXIMO	6,5	6,5	5	7,5	5,5	4	5	1,5	4	3,5	5	1
		RANGO MINIMO	-0,1	-6,6	-3,6	1,4	-3,1	-7,1	-4,1	-4,1	-3,1	-7,6	-3,6	-4,1
COMENTARIOS: LA VIVIENDA ESTA EN OBRA GRIS, CONTANDO CON SERVICIOS, PAREDES SIN PAÑETE, SISTEMA ESTRUCTURAL MUROS CONFINADOS Y PARTE EN MADERA IMPROVISADA, MUESTRA DETERIORO EN MUROS, MANIFIESTA LA PROPIETARIA QUE SE HAN REALIZADO VARIOS CAMBIOS ARQUITECTÓNICOS EN DIFERENTES MATERIALES DESDE 2005											REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA			
											SI	X	NO	

## 4.2. Clasificación de las viviendas

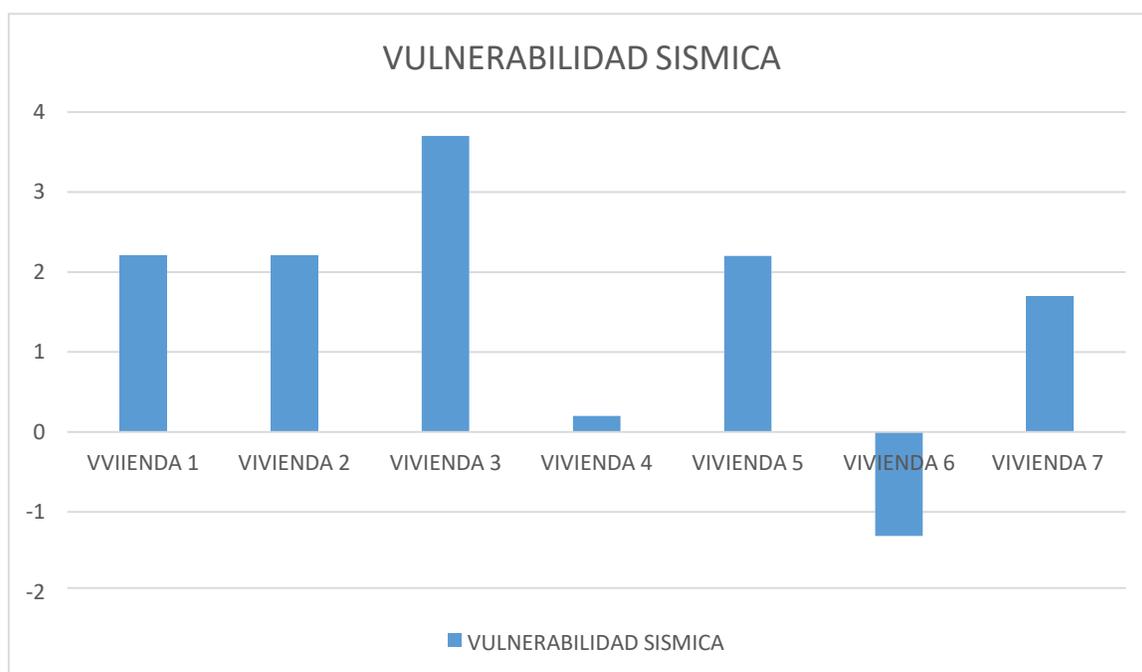
La siguiente tabla contiene en la primera columna la clasificación de las 7 viviendas en orden de visitas, siendo la vivienda 1 la primera en visitar y la 7 la última, en la segunda columna de la tabla se encuentra el valor “S”, el cual define el puntaje de vulnerabilidad sísmica, seguida a esta está la vulnerabilidad, que según el puntaje se clasifica en mínima, significativa, alta o muy alta, por ultimo está el detalle, en el cual se hace una breve descripción de lo esperado según la vulnerabilidad posterior a un evento sísmico.

Tabla 9. Clasificación de viviendas.

VIVIENDA	VALOR S	VULNERABILIDAD	DETALLE
1	2.2	Minima	Pérdidas materiales menores al 5% y potencial número de muertes y heridos menor al 10%
2	2.2	Minima	Pérdidas materiales menores al 5% y potencial número de muertes y heridos menor al 10%
3	3.7	Minima	Pérdidas materiales menores al 5% y potencial número de muertes y heridos menor al 10%
4	0.2	Significativa	Pérdidas materiales hasta el 33% y potencial número de muertes y heridos del 25%
5	2.2	Minima	Pérdidas materiales menores al 5% y potencial número de muertes y heridos menor al 10%
6	-1.3	Muy alta	Pérdidas materiales totales, potencial número de muertes del 60% y un 20% de heridos
7	1.7	Minima	Pérdidas materiales menores al 5% y potencial número de muertes y heridos menor al 10%

En el siguiente grafico se clasifica la vulnerabilidad de la siguiente manera:

Mayor o igual a dos se considera vulnerabilidad mínima, en un rango de 2 a 1 se considera significativa, en un rango de 1 a cero se considera alta y números negativos se considera vulnerabilidad muy alta



Factores a tener en cuenta según la clasificación de las viviendas:

**Vulnerabilidad Mínima:** No existirán pérdidas en cuanto a los elementos constructivos, la vivienda puede resistir la presencia de un evento sísmico

**Vulnerabilidad Significativa:** Aunque los daños no son significativos, ante la presencia de un sismo pueden existir pérdidas materiales y ocasionar daños a los muros los cuales quedarán afectados, con posibilidad de personas heridas

Vulnerabilidad alta: Se espera graves daños en los muros, colapso de algunos muros que puedan ocasionar víctimas mortales y heridos

Vulnerabilidad Muy Alta: Se espera el colapso total de la vivienda, daños totales y una gran probabilidad de víctimas mortales más que heridos

## 5. Recomendaciones

- Se recomienda al municipio gestionar la inversión para la realización de microzonificación sísmica de los barrios de Acacías ya que esta información es muy importante para determinar posibles comportamientos ante un eventual sismo
- Para las viviendas 4 y 6 tener en cuenta el resultado y realizar una evaluación detallada de la vivienda y no limitarse solo a un método de observación. Para la vivienda 4, su vulnerabilidad incrementa debido a que contine muros con grietas en diagonal, lo cual indica un daño interno del sistema estructural o del mismo muro, esto se debe revisar con un especialista en patología estructural quien definirá el método a aplicar para solucionar el daño. Para la vivienda 6 la vulnerabilidad incrementa debido a que su sistema estructural no se encuentra amarrado, por tal motivo la respuesta ante un sismo no será adecuada y corre el riesgo de colapso, para esto se deberá demoler lo existente, diseñar y construir un sistema estructural que actúe de manera adecuada ante un evento sísmico.
- Aunque no hace parte del estudio de vulnerabilidad sísmica, se recomienda realizar los planos de las viviendas que no contaban con el mismo, ya que es una guía importante de la vivienda y nos permite conocer más a detalle los elementos a estudiar, así crea la posibilidad de estudios posteriores y avanzados para tener un conocimiento del comportamiento de las viviendas.

## Conclusiones

Los registros encontrados de estudios similares realizados en la región son muy pocos de los cuales ninguno se ha aplicado al municipio, por lo tanto, se deja un registro de los resultados para posibles estudios posteriores y más detallados.

A partir de la aplicación del estudio se evidencia que la mayoría de las casas se encuentran en un estado de vulnerabilidad mínimo siendo estas el 71.42% del total, las cuales se encuentran con espacios arquitectónicos bien distribuidos y sistemas estructurales que no presentan riesgos. Sin embargo, se evidenció que dos viviendas de las 7 a las cuales se les realizó el estudio necesitan de una revisión detallada ya que el puntaje del calificador estructural S estaba dentro de los rangos de vulnerabilidad significativa y muy alta, donde se concluye que no se tuvieron en cuenta conceptos estructurales para su construcción teniendo una de ellas un sistema estructural totalmente desconectado entre sí, lo que se asume como un sistema estructural incapacitado para soportar un evento sísmico.

Por otra parte, el estudio se completaría si se tuviera conocimiento del suelo donde se encuentran ubicadas las viviendas, información con la cual no cuenta el municipio por lo tanto se tuvo en cuenta el tipo de suelo SL3 & 8-20 pisos el cual se puede considerar cuando no se conoce el suelo para la aplicación de la ficha ATC-21.

Se toma el resultado del estudio como una iniciación para posibles estudios posteriores que determinen características más detalladas del comportamiento de las viviendas ante un evento sísmico, aun así, se dan las recomendaciones para las viviendas

más vulnerables, necesitando estas de la revisión de un especialista para diagnosticar y dar solución a los daños observados.

## 7. Referencias bibliográficas

- Aguado Crespo, F. Introducción a la Contrucción. Edit. Pueblo y Educación. La Habana, 1987. [https://www.ecured.cu/Sistemas\\_estructurales\\_\(Construcci%C3%B3n\)](https://www.ecured.cu/Sistemas_estructurales_(Construcci%C3%B3n))
- Aguilar Carboney, J. A., González Herrera, R., Guerrero Juárez, V., & Jara Díaz, M. (2020). Comportamiento de templos coloniales en el sismo del 7 de septiembre de 2017 en Chiapas. *Ingeniería sísmica*, (102), 26-41.
- Cadena Alarcón, S. H., Hernández Lurán, J. J., & Parra Meneses, D. A. (2017). Evaluación de vulnerabilidad sísmica del edificio de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad La Gran Colombia.
- Colombiano, S. G. (2017). Servicio Geológico Colombiano. Obtenido de Servicio Geológico Colombiano: <https://geored.sgc.gov.co/index.php/fr/inves/metegnss>.
- DANE. (2016). *ProyeccionMunicipios2005\_2020. Series de Población 1985 - 2020*. Retrieved from [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06\\_20/ProyeccionMunicipios2005\\_2020.xls](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/ProyeccionMunicipios2005_2020.xls)
- Díaz, N. (2006). Técnicas de muestreo. Sesgos más frecuentes. *Revistas Sedén*, 9, 21-132.
- Dr. Miguel Herráiz Sarachaga Conceptos Básicos de SISMOLOGÍA PARA INGENIEROS*. (1997).
- El terremoto de Haití deja ya más de 2.100 muertos y casi 10.000 heridos. (14 agosto 2021). BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-58214474>
- Garcés, J. R. (2017). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/16248>.
- La norma sismoresistente NSR 10. (14-septiembre-2021). Equipo de Redactores Legis. <https://blog.legis.com.co/construccion/norma-sismoresistente-nsr10>
- Manuel, L., Sánchez, B., & Angulo, E. R. (2019). ANÁLISIS DE LOS DAÑOS EN VIVIENDAS Y EDIFICIOS COMERCIALES DURANTE LA OCURRENCIA DEL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 2017. In *Revista de Ingeniería Sísmica No* (Vol. 101).
- Montes, R. (17 de septiembre de 2015). La tragedia en 2010. EL PAÍS.
- Moya, J. C. (2013). *Calcular Y Diseñar La Solución Estructural De Una "Casa Tipo" Planteada Para El Sistema Constructivo De Paredes Portantes*. Quito. xiii. Retrieved from <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2075>
- Nájar, A. (19 septiembre 2018). Sismo 2017 en México: las lecciones no aprendidas que dejó el terremoto del 19 de septiembre. BBC News Mundo.
- Nieto Montañez, E. M. (2021). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Acuerdo a la Condición Estructural de Viviendas Autoconstruidas de Tres Pisos.

- Perez Rodríguez, J. F., & López Parrado, C. A. Análisis de vulnerabilidad sísmica y valoración de patologías estructurales, caso de estudio: edificio balcones de la 30. Villavicencio, Meta.
- Resistente, R. C. D. C. S. (2010). NSR-10. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. Bogotá.
- Salas Ccoyllar, P. P. (2019). Evaluación De La Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas del Distrito De Huayucachi–Huancayo-2016.
- Sánchez-López, N. M., & Benavides-Cadena, M. J. (2015). Caracterización de las condiciones estructurales en algunas viviendas residenciales del Barrio San Antonio en Bogotá según NSR-10.
- Sanchez Garcia, K. V., & Ospina Cárdenas, S. (2018). Diagnostico y evaluación de vulnerabilidad sísmica para construcción patrimonial, caso de estudio Edificio Nacional de Villavicencio (DIAN).
- "Suelo". Autor: Equipo editorial, Etecé. De: Argentina. Para: Concepto.de. Disponible en: <https://concepto.de/suelo/>. Última edición: 5 de agosto de 2021. Consultado: 03 de marzo de 2022., <https://concepto.de/suelo/#ixzz7N4tMj9Kz>
- Tarback, E. & Lutgens, F., 2001: Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física [6ª ed.]- 540 págs. Prentice Hall, Madrid España.
- Tibabuzo Jiménez, M. J., & Sánchez Cardona, J. D. Estudio indicativo de la vulnerabilidad frente a las amenazas naturales de la parte alta de la comuna dos del municipio de Villavicencio Meta.
- Últimos sismos en el mundo - Boletín de sismicidad reciente. (n.d.). Retrieved June 28, 2021, from [http://www.iris.washington.edu/latin\\_am/evlist.phtml?region=mundo](http://www.iris.washington.edu/latin_am/evlist.phtml?region=mundo)
- ZORA, F. & ACEVEDO, A., 2019. *Índice de vulnerabilidad sísmica de escuelas del Área Metropolitana de Medellín, Colombia*. Trabajo de grado. Universidad Eafit. Medellín, Colombia.





*Ilustración 46. Toma de datos Vivienda 1. Imagen tomada de: Elaboración propia*



*Ilustración 47. Medición vivienda 1. Imagen tomada de: Elaboración propia*

A.1.2. Ficha ATC-21 Vivienda 2

Tabla 11. FICHA 2

Vivienda 2		FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL RÁPIDA DEL RIESGO SÍSMICO DE EDIFICACIONES													
MAPA DE ÁREAS		ATC-21 (MEHR MAPA DE ALTA SISMICIDAD)													
DIRECCIÓN: CASA 16 #23 + 10		FERNANDO MONTOYA													
No. PISOS: 1		AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1996													
ÁREA DEL LOTE: 747m <sup>2</sup> 7x27		FECHA: 5 de Noviembre 2017													
USO RESIDENCIAL		20ª ALTA SISMICIDAD													
INSPECTOR: JUAN DAVID RICO LEMES															
<p>MAPA DE ÁREAS</p>	RESIDENCIAL	W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/C5	PC1	PC2	URM			
	COMERCIAL	4.5	4.5	3	3.5	2	2	3	1.5	2	1.5	1			
	INDUSTRIAL	N/A	-1	N/A	-1	-1	-1	-1	-0.5	N/A	-0.5	-1			
	OPF/INA	N/A	-2	-1	N/A	-1	-1	-1	-0.5	N/A	-0.5	-1			
	SALA PÚBLICA	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5			
	CENTRO EDUCATIVO	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5			
	EDIFICIO GUBERNAMENTAL	-0.1	-2.5	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-0.1	-0.1	-2			
	SERVICIOS EMERGENCIA	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
	EDIFICIO HISTÓRICO	-1	-0.5	-0.1	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1	-1			
	OTROS	N/A	-0.5	-0.5	N/A	-0.5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
Nº. DE PERSONAS	N/A	-2	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	-1	N/A				
0 - 10	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	-1	-1	N/A	N/A				
11 - 100	2	2	2	2	2	2	2	2	N/A	2	2				
> 100	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3				
RIESGO DE FALLA EN ELEMENTOS	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6				
NO ESTRUCTURALES	N/A	-0.8	-0.8	N/A	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	N/A	-0.8				
DATO CONFIDENCIAL ESTIMACIÓN															
SUBJETIVA DE CARTOS DNR-NO SE	6.5	6.5	5	7.5	5.5	4	5	1.5	4	3.5	5				
LABE	-0.1	-0.6	-3.6	1.4	-3.1	-7.1	-4.1	-4.1	-4.1	-3.1	-7.6				
COMENTARIOS:	<p>La vivienda se encuentra en buenas condiciones, tiene espacios bien distribuidos, no tiene elementos estructurales expuestos. La propiedad no muestra tener planos aprobados por la secretaría de planeación.</p>														
REQUIERE EVALUACIÓN DETALLADA	<p>SI</p>														
NO	<p>NO</p>														



*Ilustración 48. Medición Vivienda 2. Imagen tomada de: Elaboración propia*





*Ilustración 49. Medición Vivienda 3. Imagen tomada de: Elaboración propia*



*Ilustración 50. Toma de datos Vivienda 3. Imagen tomada de: Elaboración propia*



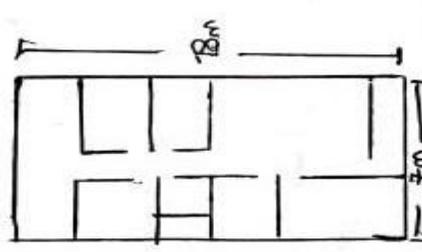


*Ilustración 51. Medición vivienda 4. Imagen tomada de: Elaboración propia*

A.1.5. Ficha ATC-21 Vivienda 5

Tabla 14. FICHA 5

Vivienda 5

MAPA DE AREAS		FICHA DE INSPECCION VISUAL RAPIDA DEL RIESGO SISMICO DE EDIFICACIONES													
ATC-21 (NEHRP MAPA DE ALTA SISMICIDAD)		LIBIA LESMES													
DIRECCION: CRA 16 # 23-35		AÑO DE CONSTRUCCION: 1996													
NO PISOS: 5		FECHA: 5 noviembre del 2021													
AREA DEL LOTE: 120m <sup>2</sup>		ZIP**ALTA SISMICIDAD													
USO RESIDENCIAL: S1		INSPECTOR: JUAN DAVID RICO LESMES													
															
CLASIFICACION		PUNTAJE ESTRUCTURAL Y MODIFICADORES													
RESIDENCIAL	S1	W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/C5	PC1	PC2	URM			
COMERCIAL			MRF	BR	LM	RC/SW	MRF	SW	URF/NF	TU					
OFICINA		4.5	4.5	3	5.5	3.5	2	1	1.5	2	1.5	3			
INDUSTRIAL		N/A	-2	-1	N/A	-1	-1	-1	-0.5	N/A	-0.5	-1			
SALA PUBLICA		-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5			
CENTRO EDUCATIVO		-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.1	-0.5	-0.5	-0.1	-0.1	-0.5			
EDIFICIO GUBERNAMENTAL		-0.1	-2.5	-2	-1	-2	-2	-2	-0.1	-0.1	-2	-2			
SERVICIOS EMERGENCIA		-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
EDIFICIO HISTORICO		-1	-0.5	-0.1	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1	-1	-1			
OTROS		N/A	-0.5	-0.5	N/A	-0.5	-0.5	N/A	N/A	N/A	-0.5	N/A			
No. DE PERSONAS		N/A	-2	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	N/A	-1	N/A			
0 - 10	S1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	-1	-1	N/A	-1	N/A			
11 - 100		2	2	2	2	2	2	2	N/A	2	2	2			
> 100		-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3			
RIESGO DE FALLA EN ELEMENTOS		-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6			
NO ESTRUCTURALES		N/A	-0.8	-0.8	N/A	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	N/A	-0.8	-0.8			
DATO CONFIDENCIAL ESTIMACION															
SUBJETIVA DE DATOS DNE=No se sabe		6.5	6.5	5	7.5	5.5	4	5	1.5	4	3.5	2.2			
RANGO MAXIMO		-0.1	-6.6	3.6	1.4	-3.1	-7.1	-4.1	-4.1	-3.1	-7.6	-4.1			
RANGO MINIMO															
COMENTARIOS: se observa deterioro en la parte baja del muro de la cocina														REQUIERE EVALUACION DETALLADA	
														SI	NO
															X

A.1.6. Ficha ATC-21 Vivienda 6

Tabla 15. FICHA 6

**Vivienda 6**

MAPA DE AREAS

ATC-21 (NEHRP MAPA DE ALTA SISMICIDAD)

FICHA DE INSPECCION VISUAL RAPIDA DEL RIESGO SISMICO DE EDIFICACIONES

DIRECCION: **610-16#23-31**

NO. PISOS: **7**

AREA DEL LOTE: **7 x 7**

USO RESIDENCIAL: **SI**

INSPECTOR: **JUAN DAVID RICO LESMES**

ANIO DE CONSTRUCCION: **2000**

FECHA: **5 Noviembre 2021**

ZIP: **ALTA SISMICIDAD**

CLASIFICACION		PUNTAJE ESTRUCTURAL Y MODIFICADORES														URM							
RESIDENCIAL	SI	W	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/C5	PCL	PC2	URM											
COMERCIAL			MRF	BR	LM	RC/SW	MRF	SW	URE/WF	TU													
OFICINA																							
TIPO DE CONSTRUCCION																							
PUNTAJE BASICO		4.5	4.5	3	5.5	3.5	2	3	1.5	2	1.5	3											
EDIFICIO DE GRAN ALTURA		N/A	-2	-1	N/A	-1	-1	-1	-0.5	N/A	-0.5	-1											
FALLAS OBSERVABLES		-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5											
SALA PUBLICA		-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5											
IRREGULARIDAD VERTICAL		-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5											
CENTRO EDUCATIVO		-0.1	-2.5	-2	-1	-2	-2	-2	-0.1	-0.1	-2	-1											
EDIFICIO GOBERNAMENTAL		-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1											
SERVICIOS EMERGENCIA		-1	-0.5	-0.1	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1	-1	-1											
EDIFICIO HISTORICO		N/A	-0.5	-0.5	N/A	-0.5	-0.5	N/A	N/A	N/A	-0.5	N/A											
OTROS		N/A	-2	N/A	N/A	N/A	-1	N/A	N/A	N/A	-1	N/A											
No. DE PERSONAS		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-1	-1	-1	N/A	-1	N/A											
0-10		2	2	2	2	2	2	2	N/A	2	2	2											
11-100		-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3											
> 100		-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6											
RIESGO DE FALLA EN ELEMENTOS		N/A	-0.8	-0.8	N/A	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	N/A	-0.8	-0.8											
NO ESTRUCTURALES		N/A	-0.8	-0.8	N/A	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	N/A	-0.8	-0.8											
DATO CONFIDENCIAL ESTIMACION		6.5	6.5	5	7.5	5.5	4	5	1.5	4	3.5	5											
SUBJETIVA DE DATOS DINA-NO se sabe		-0.1	-0.6	-3.6	1.4	-3.1	-7.1	-4.1	-4.1	-3.1	-7.6	-3.6											
COMENTARIOS: <b>La vivienda se encuentra en obsoleto vigas no armadas, deterioro en el sistema estructural</b>													REQUIERE EVALUACION DETALLADA										
													SI	X									
													NO										





*Ilustración 52. Medición vivienda 7. Imagen tomada de: Elaboración propia*