



**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO CELEBRADO ENTRE EL CUERPO  
DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE PASTO Y LA UNIVERSIDAD DE  
NARIÑO**

**INFORME FINAL DEL ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA  
MEDIANTE LA RECOLECCIÓN VISUAL DE DATOS ESTADISTICOS DE  
LOS PREDIOS COMPRENDIDOS ENTRE LAS CALLES 16 A 21 Y  
CARRERAS 22 A 27, IMPLEMENTADO EN MAPAS Y PLANOS DE  
RIESGO.**



**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO CELEBRADO ENTRE EL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE PASTO Y LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**INFORME FINAL DEL ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA MEDIANTE LA RECOLECCIÓN VISUAL DE DATOS ESTADISTICOS DE LOS PREDIOS COMPRENDIDOS ENTRE LAS CALLES 16 A 21 Y CARRERAS 22 A 27, IMPLEMENTADO EN MAPAS Y PLANOS DE RIESGO.**

**DR. JOSE EDMUNDO CALVACHE LOPEZ  
RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**COORDINADORES Planeación Universidad de Nariño  
Dir. Ec. Raúl Quijano  
Ec. Santiago Calderón**

**FACULTAD DE ARTES**

**DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA**

**DIRECTOR DE DEPARTAMENTO:  
ARQ. JAIME FONSECA**

**DIRECTOR TECNICO:  
ING. WILLIAM CASTILLO VALENCIA  
ESP. EN ESTRUCTURAS**

**DIRECTOR ADMINISTRATIVO:  
DR. GERARDO SANCHEZ**

**COORDINADORES:  
ARQ. DANIEL MORA  
ARQ. JULIAN ESTEBAN ORTIZ**

**AUXILIARES:  
ARQ. ANDRES BOTINA  
ARQ. SANDRA PEDREROS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE ARTES  
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA  
2013**



## EQUIPO DE MONITORES:

ANDRES DANIEL	ROSETO MORENO
ANGIE STEFANIA	DELGADO BURBANO
BRAYAN DAVID	OBANDO CALVACHI
CARLOS FERNANDO	ORTEGA VILLOTA
CHRISTIAN FABIAN	PAZ BONILLA
DANIEL RICARDO	VALENCIA
DANNY	GUACANES
DIEGO FELIPE	ANDRADE MINDA
DIEGO FERNANDO	LÒPEZ CHAVES
EDGAR PAZMIÑO	VALENCIA
EDILSON	GOMEZ
ELKIN ANDRES	PAZ MORA
ERIKA	VALLEJO TREJO
EVELYN	CORDOBA CALVACHE
FABIO ESTIVEN	BENAVIDES BOTINA
GABRIEL SEBASTIAN	CANCHALA HERNANDEZ
HERICA JAZMIN	JIMENEZ PASCUAZA
JAYER EDWARD	QUINTERO MORENO
JON WILBER	HERNANDEZ
JONATHAN FERNANDO	VILLACRES ORTEGA
JOSE LUIS	CUARAN PALACIOS
JOSE LUIS	JAMAUCA FUERTES
JUAN CARLOS	MENESES CAJAMARCA
KEITH JANNIS	PALMA ORDOÑEZ
LILIANA	CEPEDA JURADO
LUIS CARLOS	BRAVO SOLARTE
LUIS MIGUEL	NARVAEZ ROSERO
MARIA ELIZABETH	REALPE
MARIO FERNANDO	ERASO CHICAIZA
MARIO FERNANDO	UNIGARRO PATIÑO
MAURICIO	ZAMBRANO
MONICA MARIA	MORA ACOSTA
MONICA NATALY	SARCHI ERAZO
MONICA PATRICIA	LOPEZ VELASQUEZ
NELSON SEBASTIAN	CORTES BRAVO
PAULA ANDREA	PAZ
SUSANA	BRAVO PASUY
WILLIAM	FLOREZ



## INTRODUCCIÓN

Las constantes manifestaciones geológicas y sus consecuentes movimientos telúricos registrados en la última década de la historia de la humanidad, han develado el riesgo latente de colapso en las viviendas y edificaciones de las grandes urbes y metrópolis en crecimiento, amenazando seriamente la posible pérdida de centenares de vidas humanas, si no se toman medidas a tiempo. El municipio de Pasto, no es ajeno a dicho fenómeno natural, en el que incluso, existen reportes y dataciones históricas de diversos sismos que han azotado a la región sur occidente de Colombia, dejando víctimas y daños irreparables en las edificaciones existentes.

El auge económico y mercantilista que la ciudad ha experimentado en las últimas dos décadas, ha transformado el centro de la urbe en un vasto mercado saturado de puestos, locales y centros comerciales, característicos de las ciudades latinoamericanas, lo que representa entonces una mayor presencia y ocupación de población en horas pico.

La zona Céntrica del municipio de Pasto, asociada comúnmente a su función comercial, es uno de los pocos centros históricos de Colombia catalogados como bien de interés cultural de la Nación, por la presencia de diversas edificaciones pertenecientes al periodo colonial, republicano y moderno.

Esta realidad, revela un factor antrópico de consideración en este estudio, como lo es la técnica constructiva tradicional (Tapia y Adobe), que a la luz de los nuevos requerimientos sismo resistentes, no garantizan en manera alguna su capacidad de respuesta frente a un movimiento telúrico considerable.

Así mismo, es menester resaltar que a la fecha no se conocen estudios similares al presente, ni



Foto 1\_Templo de Pandiaco después de terremoto del 14 de julio de 1947.

FUENTE: GABRIEL SALAS TROYA\_sitio  
Web. Pasto Ciudad Soñada



tampoco se adelantan procesos de reforzamiento que garanticen una mejor y mayor capacidad de respuesta ante la eventualidad de un sismo de gran magnitud. Incluso, se puede determinar a simple vista, adecuaciones sin ningún criterio estructural, afectando seriamente la estabilidad de determinada edificación.

Por las situaciones anteriormente expuestas, se hace necesaria una exploración seria y minuciosa de gran parte de las edificaciones que componen el área para este estudio delimitada entre las calles 16 a 21 y carreras 22 a 27, permitiendo así establecer su grado de vulnerabilidad estructural con base en el riesgo sísmico.



## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de los predios comprendidos entre las calles 16 a 21 y carreras 22 a 27 del Municipio de Pasto, mediante la recolección visual de datos estadísticos y su representación en mapas de vulnerabilidad.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Capacitar al grupo de 40 monitores, en temas de vulnerabilidad sísmica según la norma NSR-10, en subtemas como grupos de importancia, identificación de sistemas estructurales, efectos de columna corta, irregularidades en planta y en altura, tipos de reforzamiento y consideraciones necesarias a nivel constructivo y técnico
- Identificar cada una de las manzanas y predios inscritos en el área estudio, a través del reconocimiento del archivo en CAD, del Plan Parcial Centro. "el Corazón de la Ciudad" año 2005, para su digitalización y sistematización.
- Actualizar la información predial del área estudio, según visitas y trabajo de campo.
- Desarrollar una encuesta cerrada que permita la inspección de los predios mediante su registro visual y fotográfico para su identificación, diagnóstico y valoración del grado visual de vulnerabilidad.
- Implementar un sistema de mapeo, a través del Software AutoCAD 2012, por medio de la asignación de colores y escalas que permitan graficar las distintas categorías de análisis.
- Disponer de una base de datos de las encuestas desarrolladas, para consolidar estadísticamente los resultados gráficos obtenidos.

## DESCRIPCIÓN DEL AREA ESTUDIO

El área de estudio se encuentra determinada por el polígono conformado por las siguientes calles y carreras:

- Carrera 27, calle 21, Carrera 22 y Calle 16.

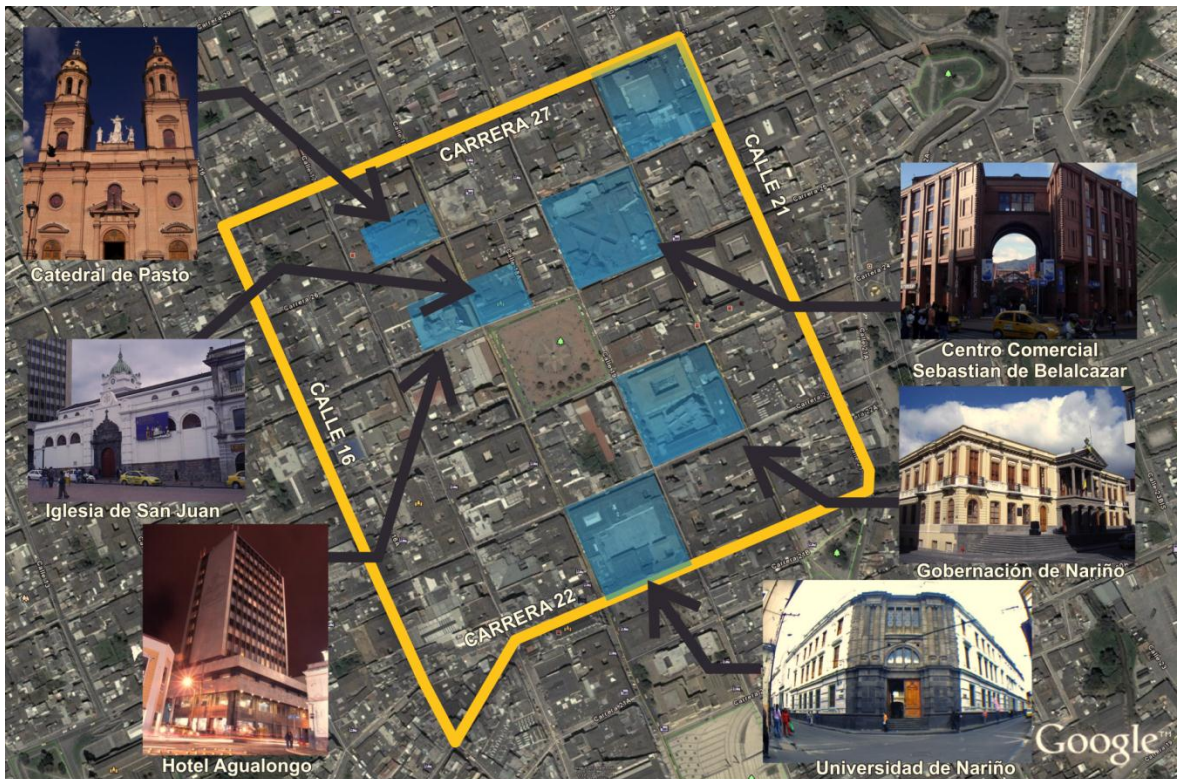


Ilustración 1\_Determinación del Área Estudio Fuente Fotografía aérea: GOOGLE EARTH, Fuente: Elaboración Propia

Por sus características arquitectónicas es el centro fundacional de la ciudad de Pasto, hibridado con la actividad comercial y la presencia de instituciones que lo forjan como el centro administrativo de la ciudad. A continuación se relacionan las instituciones, públicas y privadas de fácil reconocimiento en el lugar:



#### INSTITUCIONES COMERCIALES:

- CENTRO COMERCIAL SEBASTIAN DE BELALCAZAR
- CENTRO COMERCIAL GALERIAS
- CENTRO COMERCIAL LA NUEVA 17
- CENTRO COMERCIAL LA 17
- CENTRO COMERCIAL LOS ANDES
- CENTRO COMERCIAL LA 16,
- CENTRO COMERCIAL PONTE VEDRA,
- CENTRO COMERCIAL ARAZÁ
- CENTRO COMERCIAL ORIENT
- CENTRO COMERCIAL CALLE REAL
- EDIFICIO PASTO PLAZA
- SHIRAKABA
- ÉXITO CENTRO

#### INSTITUCIONES BANCARIAS:

- BANCO COLMENA
- BANCO AVVILLAS
- CORPBANCA
- BANCO DE OCCIDENTE
- BANCO COLPATRIA
- BANCO DE BOGOTA
- BANCOLOMBIA
- BANCO POPULAR
- BANCO DAVIVIENDA

#### INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES:

- COLEGIO LAS TERESITAS
- CLUB DE AJEDREZ
- URI
- IGLESIA CRISTO REY
- COLEGIO JAVERIANO
- CASA DE LA CULTURA
- CASA EPISCOPAL
- POLICIA NACIONAL
- GOBERNACIÓN DE NARIÑO

- PALACIO DE JUSTICIA
- UNIVERSIDAD DE NARIÑO
- NOTARIA 2, NOTARIA 3 Y NOTARIA 4
- EDIFICIO JUZGADOS DE ABOGADOS
- REGISTRADURIA DEL ESTADO CIVIL
- CASA DE DON LORENZO
- CORPOCARNAVAL
- COMFAMILIAR DE NARIÑO
- DIAN
- CONCEJO MUNICIPAL

#### EDIFICACIONES RELIGIOSAS

- IGLESIA DE SAN AGUSTIN,
- IGLESIA DE SAN JUAN
- CATEDRAL DE PASTO
- IGLESIA DE CRISTOREY

#### INSTITUCIONES PRIVADAS

- CAFÉ LA CATEDRAL
- CASA NAVARRETE
- MISTERPOLLO CENTRO
- CASA ZARAMA,
- TELEFONICA MOVISTAR
- HOTEL DON SAUL
- EDIFICIO CARACOL RADIO
- EDIFICIO FUTURO
- FERRETERIA COORDILLERAS
- PICANTERIA IPIALES
- CASA METTLER,
- SIMANA,
- EDIFICIO RCN RADIO
- HERLÚ
- CASA ELECTRICA
- HOTEL KOALA,
- HOTEL LOFT,
- HOTEL AGUALONGO,
- PASAJE EL LICEO
- AVIANCA.





En total se contabilizan 451 predios, incluidos institucionales públicos y privados habiendo un promedio de 18.8 predios por manzana.

El laboratorio se determinó según el recurso económico disponible en el “CONVENIO INTERADMINISTRATIVO CELEBRADO ENTRE EL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE PASTO Y LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO AÑO 2013” analizado entre ambas partes.



## **METODOLOGIA.**

### **FASES DEL PROCESO INVESTIGATIVO.**

#### 1. Capacitación y reconocimiento:

- Revisión de Planimetría y de archivos digitales del Plan Parcial Centro. "el Corazón de la Ciudad" año 2005 para la delimitación del área estudio, y localización de predios y manzanas.
- Elaboración de encuesta de tipo cerrada, para la valoración de cada predio.
- Convocatoria y selección de 40 estudiantes como monitores de campo en la recolección de datos estadísticos.
- Formación y exploración de los monitores seleccionados, impartida por especialistas en temas de vulnerabilidad y riesgo sísmico.

#### 2. Trabajo de campo, y sistematización de la información:

- Aplicación de una encuesta por predio en la totalidad del área estudio discriminando los predios normales (Vivienda, comercio, mixto) y predios institucionales públicos y privados (Iglesias, Edificios gubernamentales, Centros Comerciales, otros).
- Sistematización de los datos recolectados en base de datos digital a través del software Excel 2010 para su consolidación estadística.
- Mapeo de cada predio mediante el software AutoCAD 2010, y su asignación de colores según las variables de análisis del estudio.

#### 3. Conclusiones y recomendaciones:

- Extrapolación de capas y mapas de cada una de las variables para establecer amenazas y riesgos latentes.
- Elaboración de conclusiones y recomendaciones.




## ENCUESTA ESTRUCTURADA CERRADA

Para la recolección de datos primarios se desarrolla una encuesta estructurada con preguntas cerradas dispuestas en tres categorías de análisis.

1. Identificación: en esta categoría se suministran datos que permiten la localización y ubicación de cada uno de los predios del área estudio, teniendo en cuenta el nombre del propietario, registro catastral, nombre del inmueble y su reconocimiento a través de la fotografía de su fachada.

**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO CELEBRADO ENTRE EL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE PASTO Y LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FORMATO DE EVALUACION GENERAL DE CARACTERIZACION DE EDIFICACIONES**

### 1. Identificación

<b>FECHA DE INSPECCIÓN</b>	22/03/2013	<b>CODIGO DE INSPECCIÓN</b>	07 - 02 - E
<b>LOCALIZACIÓN</b>	Carrera 22 No. 17 - 27 Calle 17 No. 22 - 32		
<b>IDENTIFICACIÓN PREDIAL</b>	Cada oficina tiene Identificación Predial		
<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO</b>	Propiedad Horizontal		
<b>NOMBRE DEL INMUEBLE</b>	Edificio Orient Centro Comercial Propiedad Horizontal		
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO FACHADA</b>			

2. Valoración: en esta instancia, se procede a registrar datos de relevancia en cada una de las edificaciones registrados así:
  - a. Número de Pisos: según la cantidad de niveles que el edificio contemple, interactúa con los periodos de vibración del suelo.
  - b. Uso de Suelo: según su dinámica de ocupación: Comercial, Vivienda, institucional, Mixto, Recreativo, Religioso, Oficinas



c. Grupo de Importancia: Este literal se determina según la Norma Nsr-10 de la siguiente manera:

- Grupo I: Edificaciones de Vivienda y comercios barriales, que no alberguen a más de 200 personas



- Grupo II: Edificaciones donde se puedan reunir a más de 200 personas, almacenes y centros comerciales entre los 500 a 2000 metros cuadrados por piso, Edificios gubernamentales.





- Grupo III: Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles, oficinas de prevención y atención de desastres. Guarderías, Escuelas, universidades y otros centros de enseñanza.



○

- Grupo IV: Hospitales, Clínicas, centros de salud, Aeropuertos, terminales, Centrales telefónicas, Radiodifusoras.



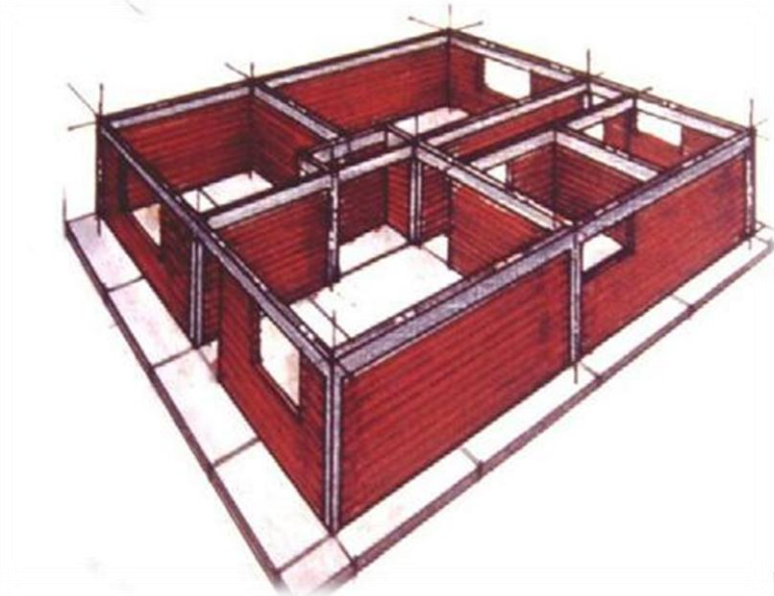


- 
- d. Fecha de construcción: según la fecha de construcción conocida o estimada por los distintos códigos y normativas de construcción a nivel nacional relacionados así:
  - Antes de 1984: Por encontrarse antes del código colombiano de Construcción del año de 1984.



- Antes de 1998: Posterior al código colombiano de Construcción del año de 1984 y previo a la Norma Sismo Resistente NSR-98.

○





- Antes de 2010: Posterior a la Norma Sismo Resistente NSR-98 y previo a la Norma Sismo Resistente NSR-10.



- Después de 2010: Posterior a la Norma Sismo Resistente NSR-10





e. Sistema Estructural: en este ítem, se contempla la clasificación del sistema estructural encontrado en cada edificación habiendo las siguientes clasificaciones:

- Pórticos en Concreto: Sistema de Vigas y columnas en Concreto y Refuerzo con barras de Acero.



- Estructura Metálica: Sistema de Vigas y columnas en Perfiles Metálicos Laminados o Soldados



- Mampostería Estructural: Sistema de Muros en mampuestos(ladrillos) con refuerzo interno en barras de acero







- Mampostería  
Confinada: Sistema de Muros en mampuestos (ladrillos) con columnas y vigas de amarre.



- Estructura en Tapia:  
Sistema de muros en Tierra apisonada de gran esbeltez.



- Estructura en Adobe:  
Sistema de Muros en mampuestos (ladrillos) en tierra apisonada.



- Estructura en Madera: Sistema de Columnas y Vigas en Madera





- Estructura combinada: Sistema que contempla la combinación de dos o más sistemas anteriormente descritos



- f. Número de Ocupantes Permanentes: según la ocupación y presencia de personal fijo en cada una de las edificaciones medidas en promedio de un día laboral, dispuestos en los siguientes rangos así:
- 0-10
  - 10-30
  - 30-60
  - 60-90
  - 90-120
  - 120-150
  - Otro
- g. Número de Ocupantes Visitantes: según la ocupación y presencia de población flotante en cada una de las edificaciones medidas en promedio de un día laboral, dispuestos en los siguientes rangos así:
- 0-10
  - 10-30
  - 30-60
  - 60-90
  - 90-120
  - 120-150
  - Otro
- h. Área Predial: Área registrada según carta catastral.
- i. Área Construida: Área registrada según archivo digital.



- j. Inventario de Equipos: En este literal se consignan las distintas clases de equipos localizados en pisos superiores y que representen una carga adicional a la edificación. Se categorizaron así:

- Equipos Médicos: camillas odontológicas, radiografos, equipos de imagenología y todo lo relacionado a suministros médicos



- Equipos Industriales: Equipos de impresión a gran escala, equipos tipográficos y litográficos, antenas de comunicación.





- Equipos Computacionales:  
Estaciones de trabajo, Routers, Estaciones telefónicas y salas macro de computo



- Equipos Energéticos:  
Plantas energéticas, Estaciones y racks, transformadores y reguladores.



- Otros: Salas de juego, piscinas, bodegas, depósitos.

k. Plan de Emergencia: en este literal, se determina si la edificación cuenta con insumos para la mitigación de emergencias, señalética y rutas de evacuación.



l. Sistema de Emergencia: este ítem, permite establecer la existencia de infraestructura necesaria ante la eventualidad de algún tipo de emergencia: Escaleras, salidas de emergencia, red contra incendios.

m. Estado de los sistemas de emergencia: establece un rango de evaluación del sistema de emergencia a





criterio del encuestador, según sus calidades y debido funcionamiento.

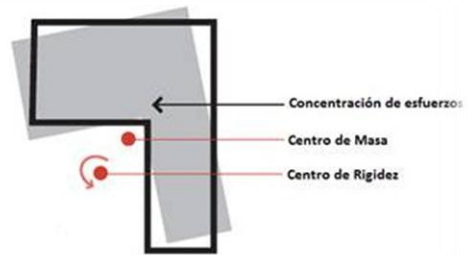
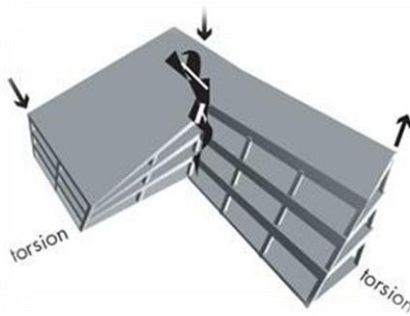
3. Determinación del Grado de vulnerabilidad: esta categoría condensa las distintas instancias de análisis formal y estructural que determinan valores y asignaciones cuantitativas y cualitativas al estado físico de cada edificación. Esto se relaciona así:

a. Efecto de Columna Corta: se debe a la "presencia de muros de ladrillo de relleno parcial entre las columnas que cubren verticalmente el espacio desde el piso hasta el umbral de una ventana" (SILVA, 2011)

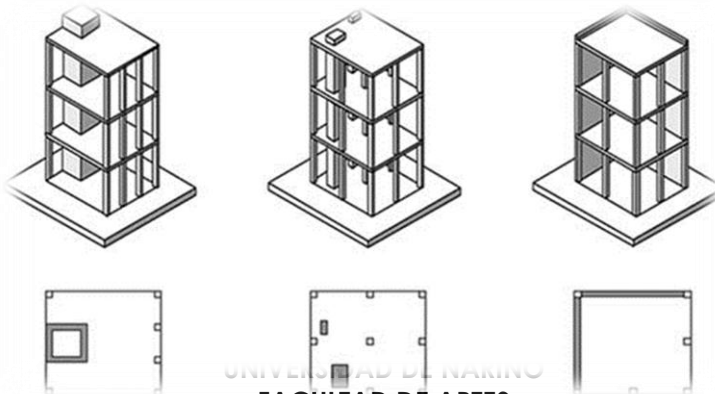


b. Irregularidad en Planta: Se definen como las configuraciones geométricas que pueden incidir en la capacidad de respuesta de un Sismo. Relacionadas así:

▪ TORSIONAL



▪ TORSIONAL EXTREMO

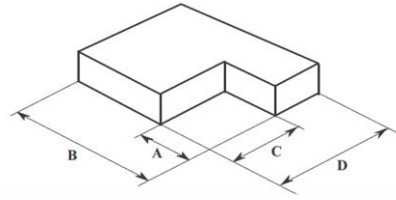




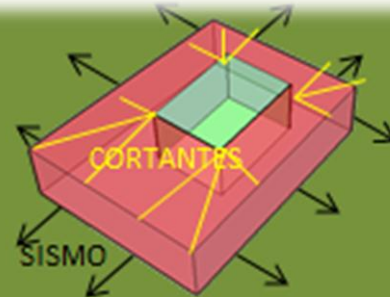
- RETROCESOS  
ESQUINA

Tipo 2P — Retrocesos en las esquinas —  $\phi_p = 0.9$

$$A > 0.15B \text{ y } C > 0.15D$$

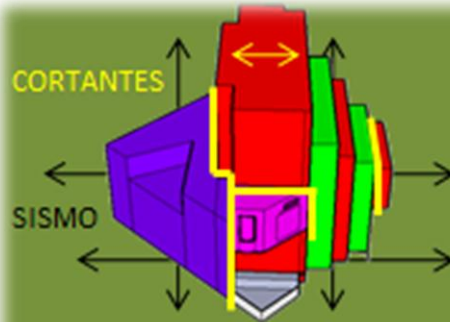


- IRREGULARIDAD  
DEL DIAFRAGMA



Al provocarse un sismo se genera una concentración de esfuerzos en las esquinas del volumen

- DESPLAZAMIENTO  
DE PLANOS DE  
ACCIÓN



La forma del edificio genera diferentes volumen que fallan por su irregularidad en elevación

- SISTEMAS  
PARALELOS

NO

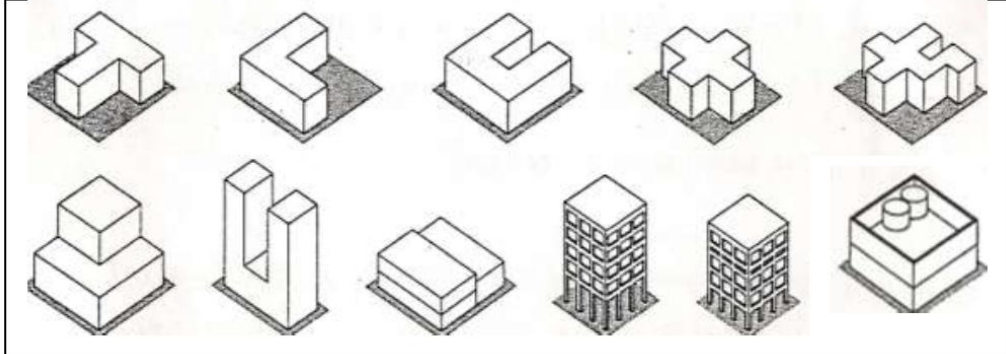


Al ser una forma irregular la concentración de esfuerzos se dirige en la unión de sus formas mas regulares.



## ESTRUCTURAS IRREGULARES O SISTEMAS DE MARCOS (SEAOC)

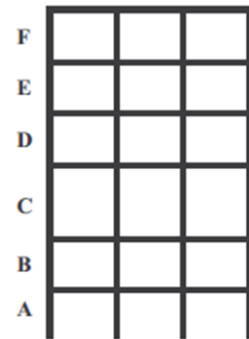
A) Edificio con configuración Irregular



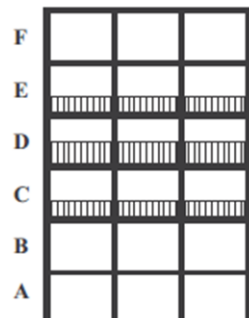
(GUERRERO, 2007)

c. Irregularidad en altura: Se define como la disposición formal y volumétrica de la edificación, que pueda afectar la integridad del edificio para soporte de cargas verticales relacionadas así:

- PISO FLEXIBLE

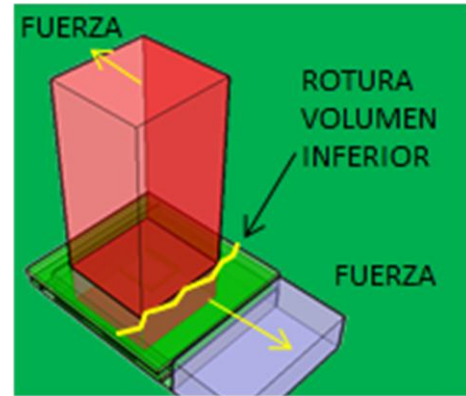


- DISTRIBUCIÓN DE MASAS

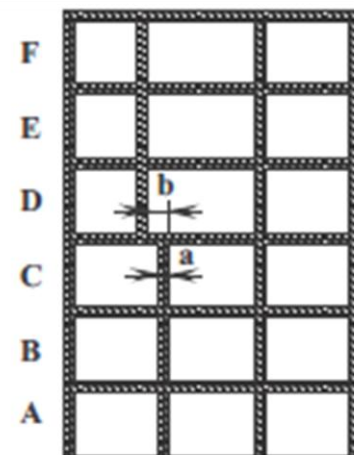




- IRREGULARIDAD GEOMETRICA



- DESPLAZAMIENTO PLANOS ACCIÓN

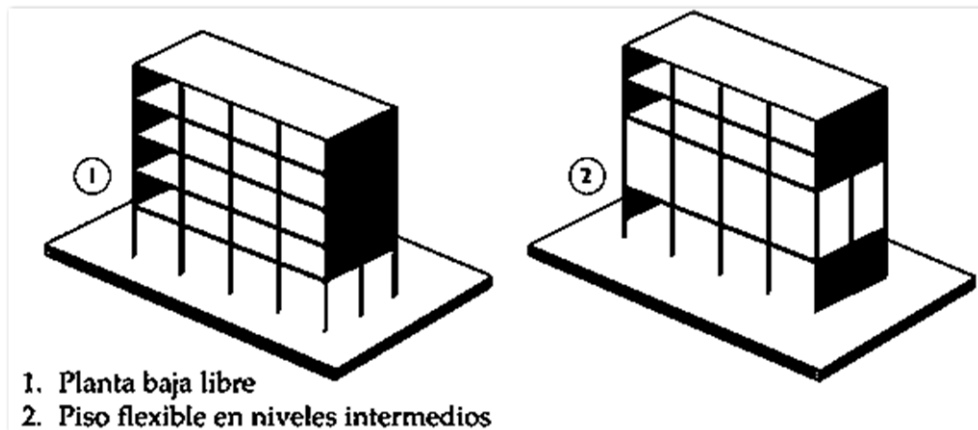


- PISO DEBIL





- PISO DEBIL EXTREMO



d. Ausencia de dilataciones (aplauso entre edificios): Este ítem da cuenta de la existencia de juntas de dilatación entre edificios, que dependen de su altura y de su comportamiento en un sismo, para evitar choque entre edificios.



e. Probabilidad de Desplome de elementos estructurales y no estructurales: según el estado de confinamiento, arriostramiento y soporte que presenten cada uno de los siguientes elementos:



- Muros



- Cubierta



- Entrepiso

○





- Vigas



- Columnas





- f. Reforzamiento estructural: establece si las edificaciones han contado con un reforzamiento estructural, posterior a los distintos códigos y normas sismo resistentes existentes a la fecha.
- DESPUES DE 1984
  - DESPUES DE 1997
  - DESPUES DE 2010

A continuación se relaciona un ejemplo del diligenciamiento de una encuesta, respaldando el proceso de manera gráfica y ayudada en su sistematización digital:



**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO CELEBRADO ENTRE EL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE PASTO Y LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FORMATO DE EVALUACION GENERAL DE CARACTERIZACION DE EDIFICACIONES**

1. Identificación

<b>FECHA DE INSPECCIÓN</b>	22/03/2013	<b>CODIGO DE INSPECCIÓN</b>	07 - 02 - E
<b>LOCALIZACIÓN</b>	Carrera 22 No. 17 - 27 C a l l e 17 No. 22 - 32		
<b>IDENTIFICACIÓN PREDIAL</b>	Cada oficina tiene Identificación Predial		
<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO</b>	Propiedad Horizontal		
<b>NOMBRE DEL INMUEBLE</b>	Edificio Orient Centro Comercial Propiedad Horizontal		
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO FACHADA</b>			

- 2. Valoración

NUMERO DE PISOS		1	2	3	4	5	6	MAS
<b>CLASIFICACIÓN DE USO ACTUAL</b>	<b>VIVIENDA</b>							X
	<b>MIXTO</b>							
	<b>COMERCIO</b>	X						
	<b>INSTITUCIONAL</b>							
	<b>RECREATIVO</b>							
	<b>RELIGIOSO</b>							
<b>OFICINAS</b>			X	X	X	X	X	
<b>GRUPO DE IMPORTANCIA SEGÚN NSR - 10 (TITULO A.2.5)</b>	I		II	X	III		IV	
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>ANTES DE 1984</b>				<b>ANTES DE 1998</b>			
	<b>ANTES DE 2010</b>		X	<b>DESPUES DE 2012</b>				
<b>CLASIFICACIÓN DE SISTEMA ESTRUCTURAL (Por la integridad del Edificio)</b>								
<b>1. Pórticos en Concreto</b>		X						
<b>2. Estructura Metálica</b>		X						
<b>3. Mampostería Estructural</b>								
<b>4. Mampostería Confinada</b>								
<b>5. Estructura en Tapia</b>								
<b>6. Estructura en Adobe</b>								
<b>7. Estructura en Madera</b>								
<b>8. Estructura combinada (marque según la opción)</b>		X						
<b>FOTO IDENTIFICACIÓN</b>								



NUMERO DE OCUPANTES										
OCUPANTES PERMANENTES (RESIDENTES)	0-10					OCUPANTES ESPORADICOS (VISITANTES)	0-10			
	10-30						10-30			
	30-60						30-60			
	60-90						60-90			
	90-120		X				90-120			
	120-150						120-150		X	
	Otro						Otro			
AREA PREDIAL Y CONSTRUIDA APROXIMADA										
AREA PREDIAL (SEGÚN CARTA CATASTRAL)				M <sup>2</sup>		AREA CONSTRUIDA (SEGÚN ARCHIVO DIGITAL)		4221.00 M <sup>2</sup>		
INVENTARIO DE MOBILIARIO IMPORTANTE (SOLO PARA EDIFICACIONES INSTITUCIONALES)										
CLASE DE EQUIPO	MEDICO									
	INDUSTRIAL									
	COMPUT									
	ENERGÉTICO		X							
	OTRO? CUAL									
LA EDIFICACIÓN CUENTA CON PLANES DE EMERGENCIA?			SI		NO	X				
LA EDIFICACIÓN CUENTA CON SISTEMAS DE EVACUACIÓN EMERGENCIA?			SI	X	NO					
CUAL ES EL ESTADO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA?			E	B	R	M				
					X					

3. Determinación del Grado de Vulnerabilidad

EFECTO DE COLUMNA CORTA	Numero de pisos presente		1		
			2		
			3		
			4		
			5		
			6		
			Mas		
SI	X	NO			
REGISTRO FOTOGRAFICO					
IRREGULARIDAD EN PLANTA	TORSIONAL				
	TORSIONAL EXT				
	RETROCESOS ESQUINA		X		
	IRREGULARIDAD DIAFRAGMA		X		
	DESPLAZAMIENTO PLANOS ACCIÓN				
X	SI	NO	SISTEMAS NO PARALEROS		



**REGISTRO FOTOGRAFICO**

<b>IRREGULARIDAD EN ALTURA</b>	<b>PISO FLEXIBLE</b>		
	<b>DISTRIBUCIÓN DE MASAS</b>		
	<b>IRREGULARIDAD GEOMETRICA</b>	X	
	<b>DESPLAZAMIENTO PLANOS ACCIÓN</b>		
	<b>PISO DEBIL</b>		
<b>X SI</b> <b>NO</b>	<b>PISO DEBIL EXTREMO</b>		

**REGISTRO FOTOGRAFICO**

<b>AUSENCIA DE DILATACIONES ENTRE EDIFICACIONES VECINAS (APLAUSO ENTRE EDIFICIOS)</b>			
<b>X SI</b> <b>NO</b>			

**REGISTRO FOTOGRAFICO**

<b>PROBABILIDAD DE DESPLOME DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES</b>	<b>MUROS</b>		
	<b>CUBIERTA</b>		
	<b>ENTREPISO</b>		
	<b>COLUMNAS</b>		
	<b>VIGAS</b>		
<b>SI</b> <b>X NO</b>	<b>TANQUES</b>		

**REGISTRO FOTOGRAFICO**

<b>LA EDIFICACIÓN SE HA REFORZADO</b>	<b>DESPUES DE 1984</b>		
	<b>DESPUES DE 1997</b>		
	<b>DESPUES DE 2010</b>		
<b>SI</b> <b>X NO</b>			

**REGISTRO FOTOGRAFICO**



## MAPEO DIGITAL SOFTWARE AUTOCAD 2010

La información consignada en cada encuesta, permite su representación gráfica en los mapas del área estudio, ubicando cada manzana y cada predio identificado así:



Ilustración 2\_Localización de manzanas Fuente Fotografía aérea: GOOGLE EARTH, Fuente: Elaboración Propia

Este proceso se adelanta mediante el software AutoCAD 2010, estableciendo una escala de colores en cuya asignación genera áreas o zonas de consideración en los alcances de este estudio. Las planchas en mención se relacionan en los planos anexos a este documento.





**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE ARTES  
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA  
2013**



## DIAGNOSTICO ACTUAL

Después del análisis de la información planimétrica y gráfica de cada una de las variables, la base de datos estadística consolida las conclusiones a priori definiendo así, una etapa conclusiva con argumentos cuantitativos y medibles

- 1. NÚMERO DE PISOS:** las alturas más relevantes en el centro histórico se concentran en edificaciones de primer nivel (16%) y segundo nivel (43%), y le siguen edificaciones de tercer nivel (15%) y cuarto nivel (15%). No obstante los Edificios de gran envergadura superiores a los 5 niveles, constituyen el 11% (7%, 2%, y2% respectivamente) representados en 48 edificaciones.

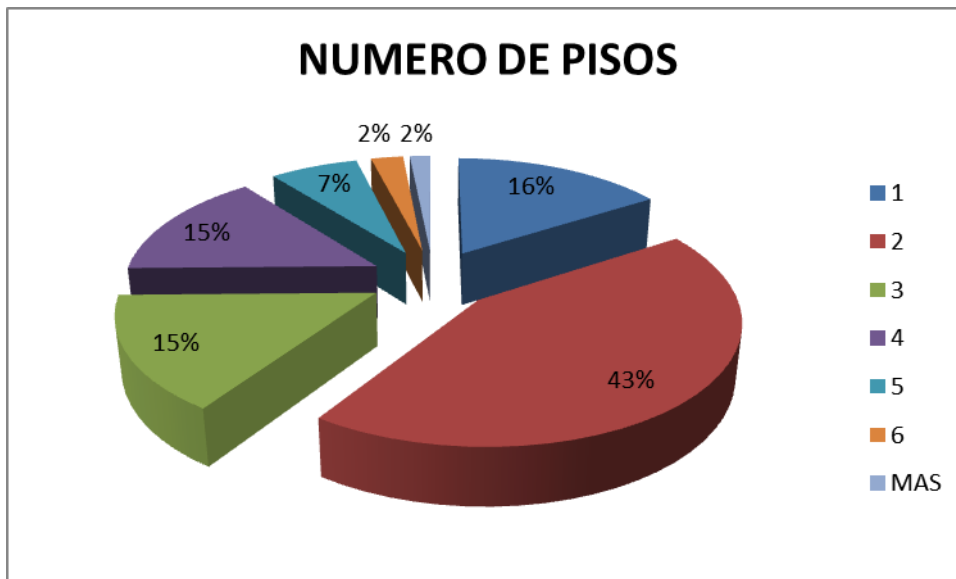


Gráfico 1\_ Número de Pisos Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia

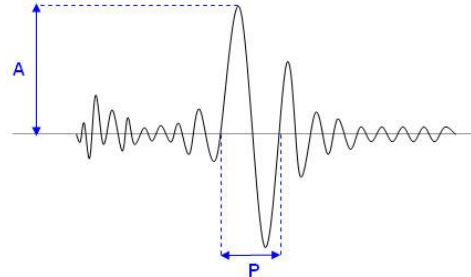
La Altura Promedio entonces oscila entre los 2 a 3 pisos, y se debe a la conservación del perfil tipológico de las viviendas y edificaciones tradicionales, amparado en las normas de preservación y salvaguarda del patrimonio arquitectónico de la ciudad.

Esta condición interactúa directamente en la sismicidad por medio de la comprensión del periodo corto y periodo largo.



“Las ondas sísmicas tienen las mismas propiedades que cualquier otro tipo de ondas (como por ejemplo las ondas sonoras). Para su mejor comprensión es necesario puntualizar sobre dos conceptos claves: amplitud y período.

La amplitud de la onda es el pico máximo medido desde la línea central (A en el gráfico). El período se refiere al tiempo que transcurre para completar un ciclo (P en el gráfico).



Por lo general, las ondas de período corto son las que poseen amplitudes mayores, mientras que las de períodos largos poseen amplitudes menores”. (COSTARRICA, 2011)

**Cerca del 95% de los terremotos registrados, contemplan un periodo corto, que afecta considerablemente las edificaciones de niveles oscilantes entre 1 a 3 pisos. (BBC, 2010)**

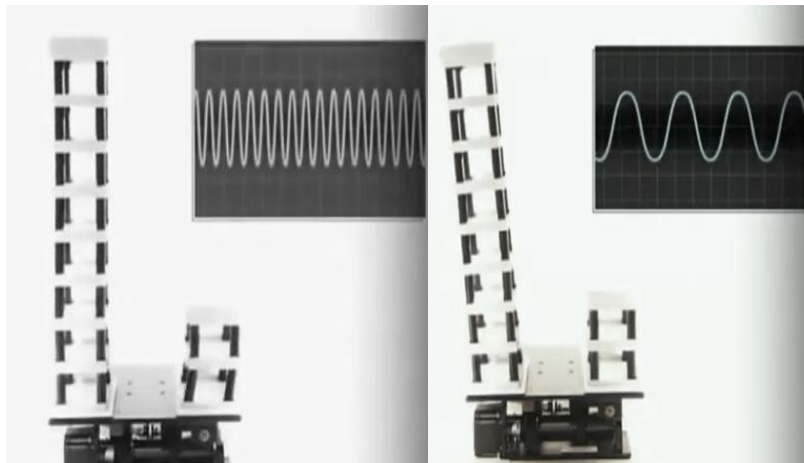


Ilustración 3\_Periodo Corto vs Periodo Largo



2. **USOS:** El uso predominante en el sector estudiado, corresponde al uso mixto, representado en un 60%, seguido del uso comercial(25%) vivienda (6%) , Oficinas (5%), Edificios Institucionales (3%) y Religioso (1%)

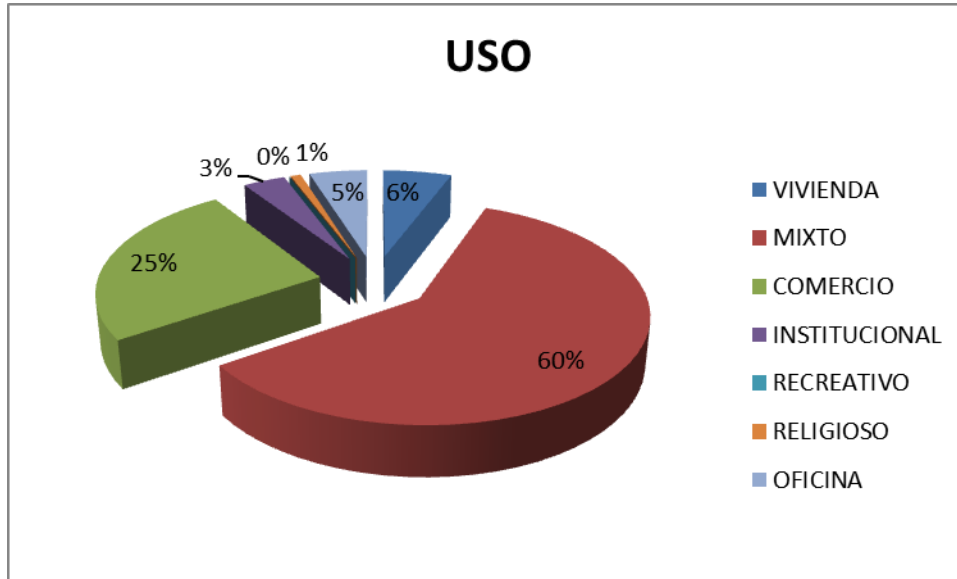


Gráfico 2\_Usos de Suelo Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia

Esta condición señala que el uso mixto y comercial, promueve un estado de ocupación latente por las dinámicas de intercambio comercial que allí sucede. **El uso entonces representa una alta probabilidad de afectación a pobladores y consumidores, por cuanto los sismos, estadísticamente se presentan en horas Pico u horas laborales. (BBC, 2010)**

01_USO	USO	Cantidad	Porcentaje
	VIVIENDA	26	6%
	MIXTO	269	60%
	COMERCIO	114	25%
	INSTITUCIONAL	16	4%
	RECREATIVO	0	0%
	RELIGIOSO	4	1%
	OFICINA	21	5%

Tabla 1\_Grupos de uso Fuente: Este estudio\_elaboración Propia



En la eventualidad de una situación de emergencia, no existe un gran respaldo de instituciones para la atención del desastre y edificaciones médicas que amparen un siniestro. (BBC, 2010)

3. **GRUPO DE IMPORTANCIA:** El grupo de mayor relevancia lo constituyen las edificaciones de Grupo I (84%), seguido de Grupo II (13%) y Grupo III (14%). Tal condición obedece a su interacción con el tipo de uso, anteriormente visto, por cuanto en su gran mayoría se destacan edificaciones comerciales y de uso Mixto

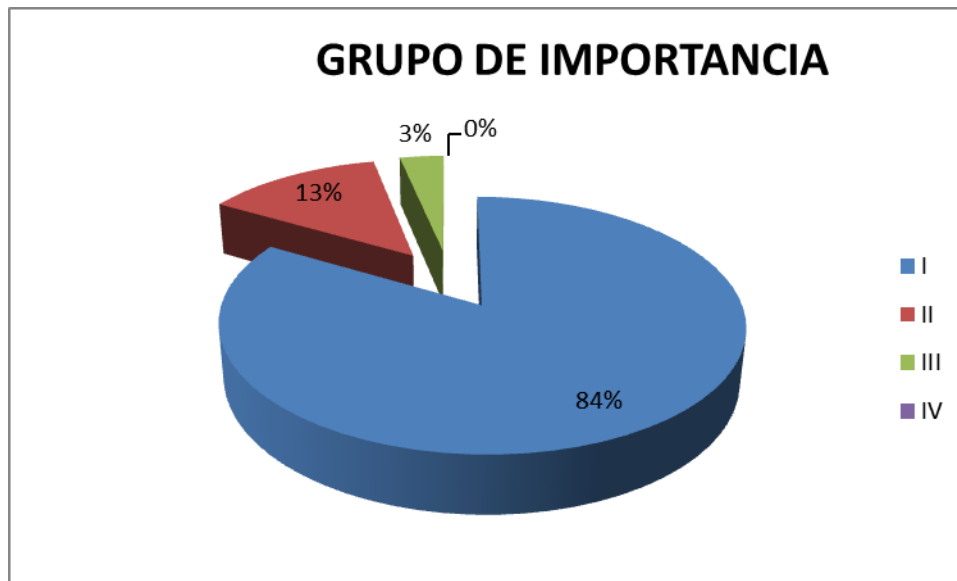


Gráfico 3\_Grupo de Importancia Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia

Esta condición debe contrastarse a la luz de la norma NSR-10 que establece que las edificaciones pertenecientes al grupo II y III, “comprende sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas” (Ministerio de Ambiente, 2010), que ante la totalidad de las edificaciones y número de personas, no constituye una cobertura suficiente frente a la ocurrencia de un evento sísmico.



4. **FECHA DE CONSTRUCCIÓN:** El área estudio se encuentra catalogada como bien de Interés cultural, dadas sus características tipológicas y arquitectónicas pertenecientes al periodo republicano y moderno, que datan del siglo XIX y XX. Esto se confirma en un 64% con edificaciones anteriores al año de 1984 (64%), y le sigue un 26% de construcciones entre las décadas de los años 80 a 90. Por ultimo las construcciones recientes son mínimas, frente a las restricciones y normativas impuestas a este sector en materia de edificabilidad (7% antes de 2010 y 3% Después de 2010)

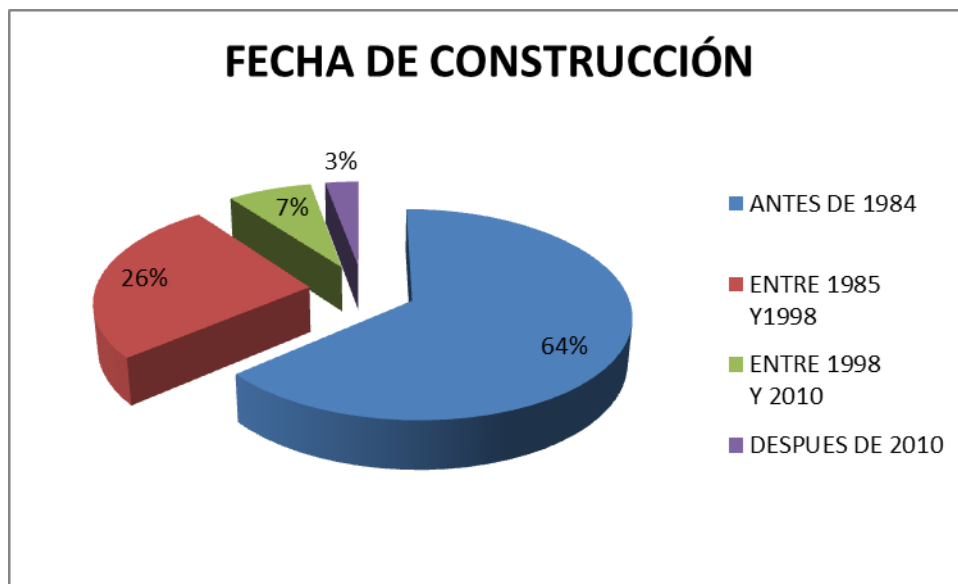






Gráfico 4\_Fecha de Construcción Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia

Como se vio inicialmente, la fecha de construcción se determinó a la Luz de los códigos y normas colombianas de construcción, pudiendo establecer si la edificación cuenta con requisitos de diseño que respondan satisfactoriamente ante una eventualidad sísmica. Para ello se hace la siguiente relación de posibles efectos según su fecha de construcción:



<p>PRESUMIBLE COLAPSO DE LA EDIFICACIÓN: DESPLOME DE MUROS DESPLOME DE CUBIERTA DESPLOME DE ENTREPISO <b>COLAPSO TOTAL</b></p>	<p>ANTES DE 1984</p> 
<p>DAÑOS DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES- DESPLOME DE MUROS DESPLOME ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES <b>NO HABITABLE</b></p>	<p>ENTRE 1984 Y 1998</p> 
<p>DAÑOS ACEPTABLES PERO LA VIVIENDA PERMITE SER HABITADA</p>	<p>ENTRE 1998 Y 2010</p> 
<p>SE ESPERA UNA RESPUESTA APROPIADA. HABITADA DURANTE Y DEL DESPUES DEL SISMO.</p>	<p>DESPUES DE 2010</p> 



5. **SISTEMA ESTRUCTURAL:** Los sistemas estructurales encontrados están ligados directamente a la fecha de construcción conservando las técnicas constructivas de la época. Predomina las construcciones de Pórticos en Concreto (48)% y le siguen estructuras combinadas (37%) y Estructuras en Tapia (12%) y en Adobe (2%). Dentro de las sistemas Aporticados, muchos, datan antes del año de 1984, **los cuales no contemplan requerimientos de sismo resistencia.** Así mismo, la mayor parte de la estructuras combinadas, se encuentran, Tapia Y Madera, Pórticos en Concreto y Mampostería No reforzada, **que tampoco satisfacen la capacidad de respuesta ante una eventualidad sísmica**

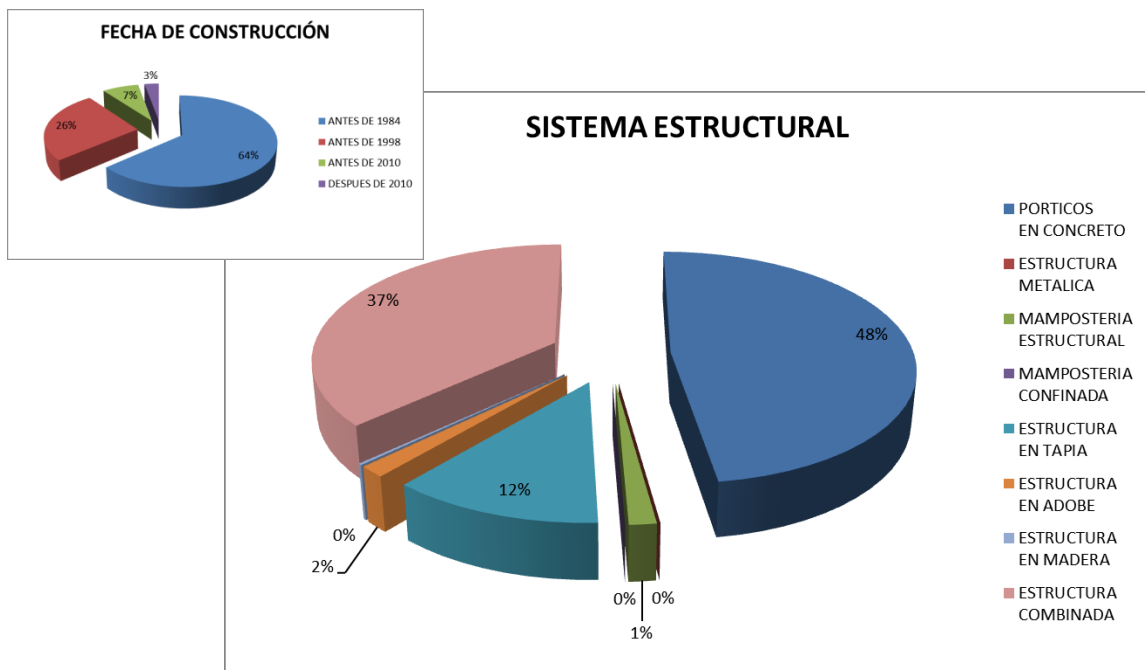


Gráfico 5\_Sistema Estructural Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia



Los Pórticos en concreto, previos al año de 1984, no contemplan diseño por Cortante, que es la capacidad de resistir empuje de fuerzas horizontales, propias de un sismo. En la Fotografía de la izquierda se observa el fallamiento que presenta la columna frente a una carencia de este criterio





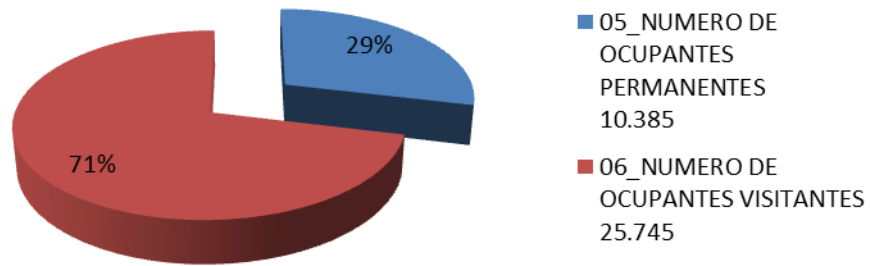
A la luz de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 las edificaciones en tierra, no cumplen con los requerimientos necesarios para resistir un evento sísmico de mediana y gran envergadura, por cuanto no contempla un amarre entre muros y no existe gran cohesividad en la partículas del material utilizado, en este caso la tierra, amenazado seriamente la perdida de vidas humanas ubicadas dentro o fuera del inmueble.



- 6. OCUPANTES PERMANENTES Y OCUPANTES VISITANTES:** La ocupación del área estudio esta mediada por sus dinámicas comerciales, que establecen un patrón de presencia mayormente asociado a compradores. El 29% esta representado por ocupantes permanentes (Trabajadores, dueños, oficinistas, empleados públicos) y el 71% pertenece a una población flotante (Transeúntes, peatones, compradores, huéspedes, usuarios). **La media estadística de ocupación de este estudio medido en un día común, fueron de 10.385 ocupantes permanentes, y 25.745 ocupantes visitantes, para un total de población de 36.130 habitantes. La ocupación promedio de 80.28 personas por predio**



## OCUPANTES PERMANENTES VS OCUPANTES VISITANTES



TOTAL DE HABITANTES EN UN DÍA COMÚN EN HORAS PICO: 36.130

Gráfico 6\_Ocupantes Permanentes y Visitantes Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia

## OCUPANTES PERMANENTES

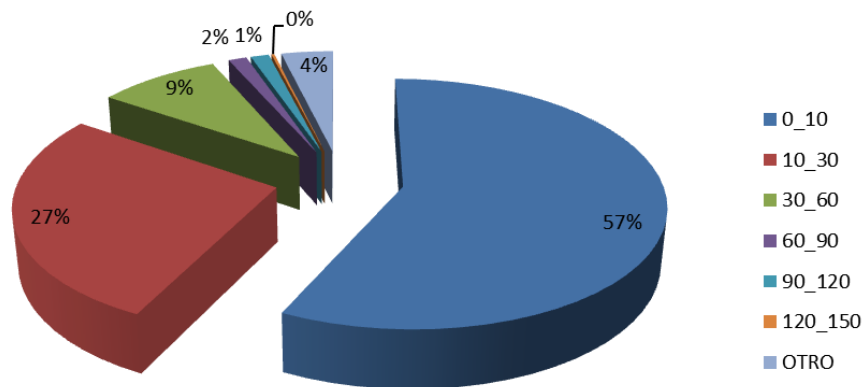


Gráfico 7\_\_Ocupantes Permanentes Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia

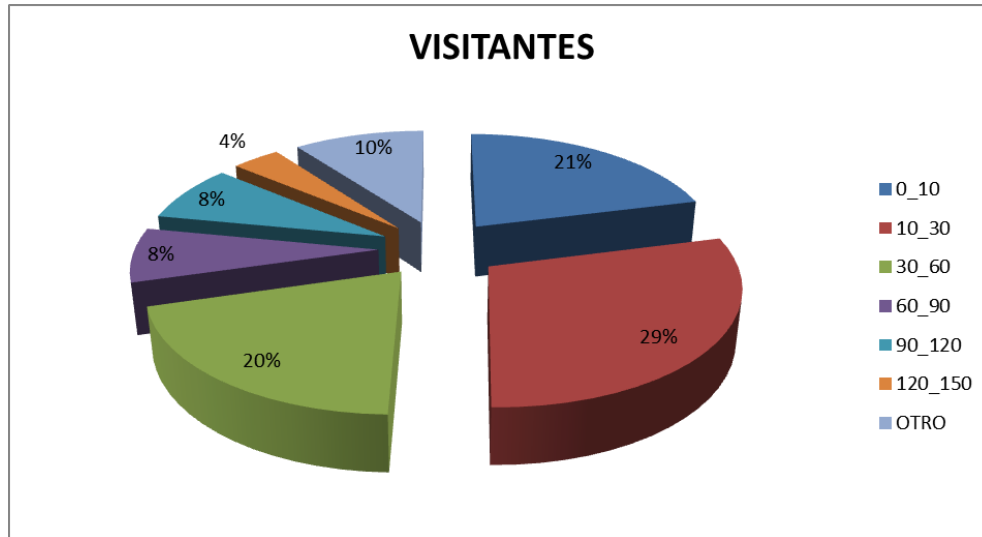


Gráfico 8\_Ocupantes Visitantes Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia

Estos datos, establecen una densidad considerable en materia de vulnerabilidad si se tiene en cuenta las dinámicas que propician la ocupación de este sector, pudiendo generar algún tipo riesgo a más de 30.000 personas.

**7. INVENTARIO DE EQUIPOS:** La presencia de equipos y maquinaria pesada, en niveles superiores, fue escasamente representativo. Solo el 14% del total de las edificaciones cuenta con alguna clase de equipo pesado. Sin embargo no deja de ser un tema relevante en materia de vulnerabilidad por cuanto los elementos no estructurales sin un soporte adecuado pueden provocar pérdidas humanas.



Gráfico 9\_Existencia de Equipos Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia

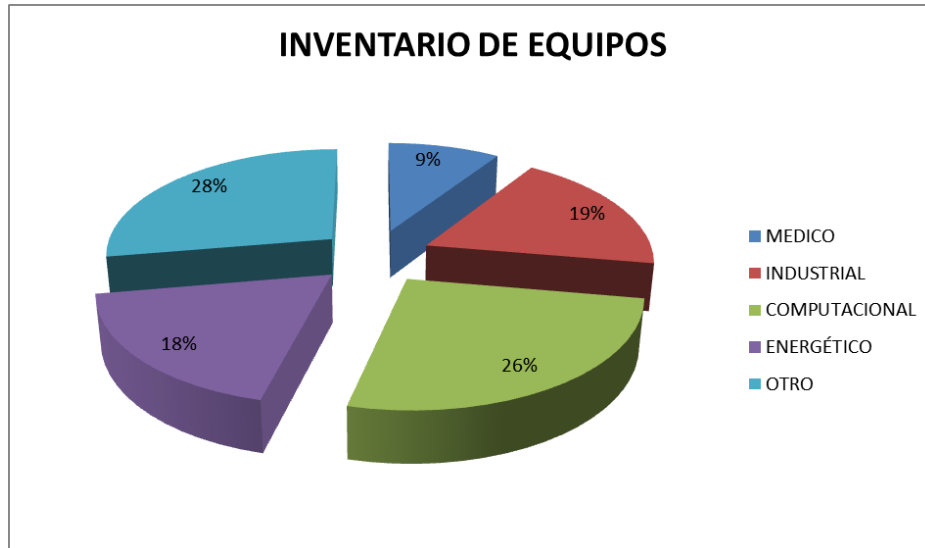


Gráfico 10\_Inventario de Equipos Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia

Las inspecciones visuales que se adelantaron en materia de equipos, permitieron establecer la carencia de criterios mínimos para sus apoyos, soportes y anclajes que eviten afectar a la población del área estudio en el caso de un movimiento telúrico.



**8. PLAN Y SISTEMAS DE EMERGENCIA:** La contemplación de planes y sistemas de emergencia permite medir la capacidad de respuesta, atención y previsión de desastres de cada una de las edificaciones. Del total de predios, el 87% no cuenta con un plan de emergencia; esto es la señalética mínima reglamentaria y planes de evacuación, que permita mitigar sus efectos. Así mismo, el 94% no cuenta con sistemas de emergencia, como escaleras, salidas de emergencia o red contra incendios.

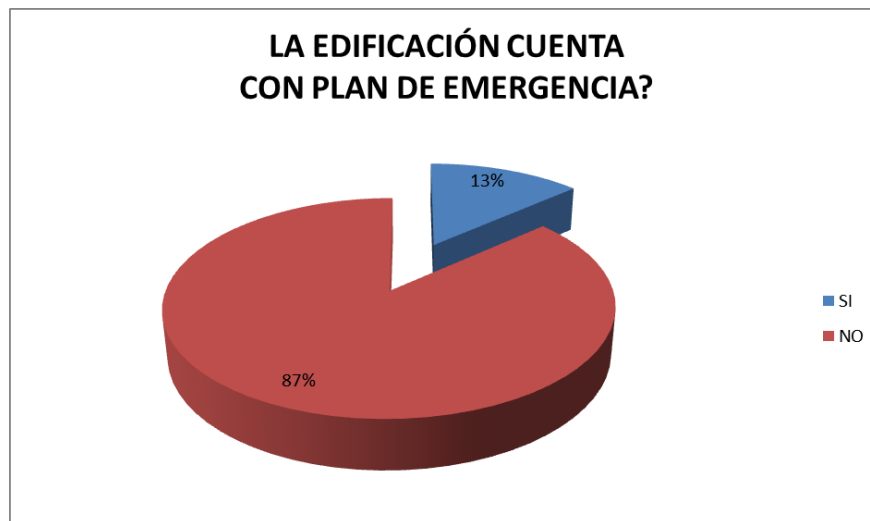


Gráfico 12\_Plan de Emergencia Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia



Gráfico 11\_Sistema de Emergencia Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia



Gráfico 13\_Estado Sistemas de Emergencia Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia

Las pocas Edificaciones que contemplan un plan o sistema de emergencia, se encuentran en estado precario, dada sus calidades constructivas, o estados de malogro y deterioro.

La Cruz roja, Seccional Colombia, establece que para la atención y prevención de desastres, las edificaciones cuya ocupación exceda las 200 personas deben contar como mínimo con una debida señalética y suministro de extintores y botiquines. (COLOMBIANA, 2011)

**Si llegara entonces a ocurrir algún evento sísmico, más del 90% de las edificaciones quedarían inhabilitadas para prestar un servicio básico y primario de atención a víctimas, agravando de esta manera la situación de emergencia**



9. **EFFECTO DE COLUMNA CORTA** : El 14% del total de las edificaciones presentan efecto de columna corta, definido como la “*presencia de muros de ladrillo de relleno parcial entre las columnas que cubren verticalmente el espacio desde el piso hasta el umbral de una ventana*” (SILVA, 2011)

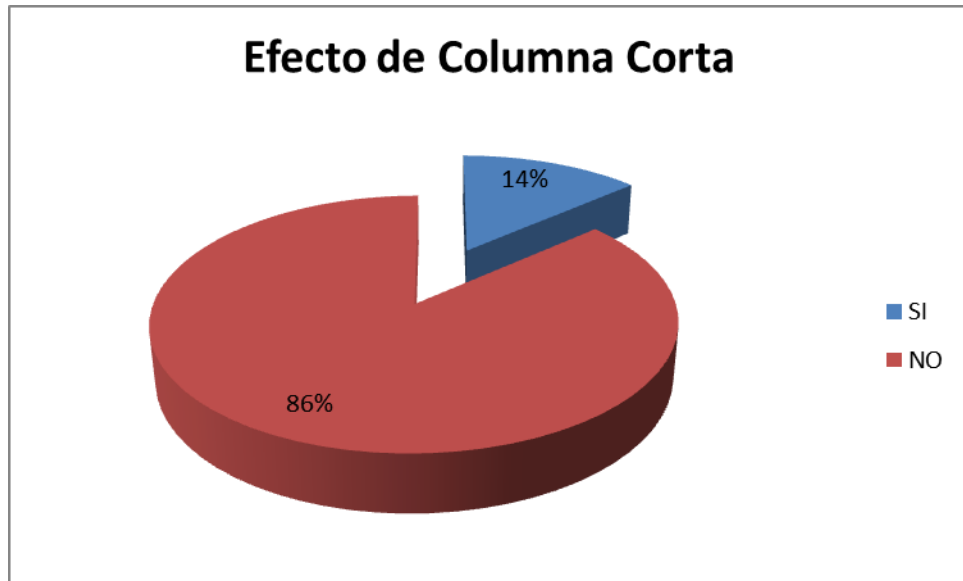


Gráfico 14\_Existencia de efecto de columna corta Fuente: Este estudio \_Elaboración Propia

Esta característica arquitectónica, se debe al auge que tuvieron las construcciones de primera mitad del siglo XX, al trabajar la Planta Libre, que consiste en la liberación de Muros y cerramientos en primer nivel, logrando una mayor proporción en altura.

**Sin embargo, este efecto genera roturas en las uniones entre muro y columna, ocasionando daños y desestabilización de todo el edificio y también propiciado un posible colapso.**





**10. IRREGULARIDAD EN PLANTA:** el 46% del total de las edificaciones presentan algún tipo de irregularidad en Planta. La irregularidad en Planta se debe a la caracterización tipológica de viviendas de estilo republicano a manera de claustro o de patio central, característico de la mayor parte de las edificaciones del centro histórico.

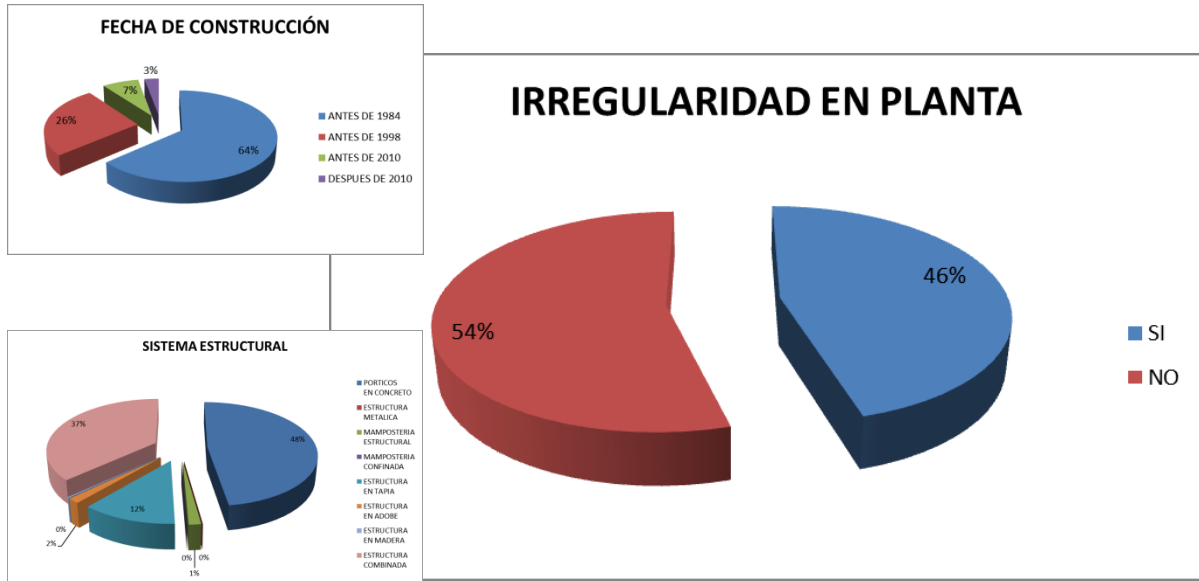


Gráfico 15\_Existencia de irregularidad en Planta: Este estudio \_Elaboración Propia

Por tanto, la irregularidad mas frecuente, se confirma en los datos estadísticos, siendo la irregularidad del diafragma (o estructura con patio central o estructuras en forma de "L", estructuras en Forma de "U", estructuras en forma de "H",) la mas común en las edificaciones (72%), seguida por los retrocesos de esquina, que se caracteriza por la presencia de plazas esquineras a modo de atrio (11%) y por la discontinuidad de planos de acción (9%) como desplazamiento o discontinuidad de vigas y Losas.



### IRREGULARIDAD EN PLANTA

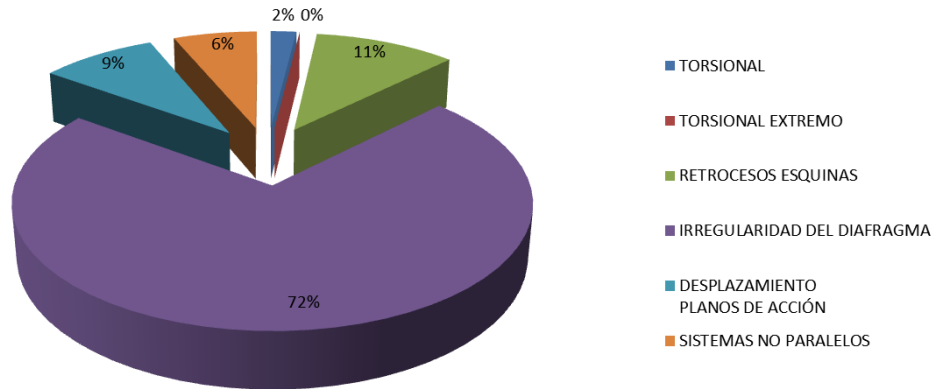


Gráfico 16\_Irregularidad en Planta: Este estudio \_Elaboración Propia



Al ser la irregularidad del Diafragma la más relevante en este análisis, cabe resaltar que en su mayoría pertenece a edificaciones construidas en Tapia o Adobe, lo que aumenta considerablemente el grado de vulnerabilidad por efectos torsionales dada su forma geométrica y la baja

capacidad de respuesta de estos sistemas constructivos

PLANTA					
SENCILLA			COMPLEJA		

(GUERRERO, 2007)



**11. IRREGULARIDAD EN ALTURA:** el 58% del total de las edificaciones presentan algún tipo de irregularidad en altura. Esto obedece a las características tipológicas de la vivienda tradicional y las costumbres de la época, argumentadas en los accesos hacia los patios de las viviendas a caballo, por lo que se requería en un primer nivel tener una mayor altura. Así mismo, y frente al impulso económico que la ciudad experimentó en los años de 1930, se empezaron a establecer negocios y comercios (Cafeterías, Librerías, Bancos) que para una mayor preponderancia de la dinámica comercial, respondieron con una mayor altura en su primer piso.

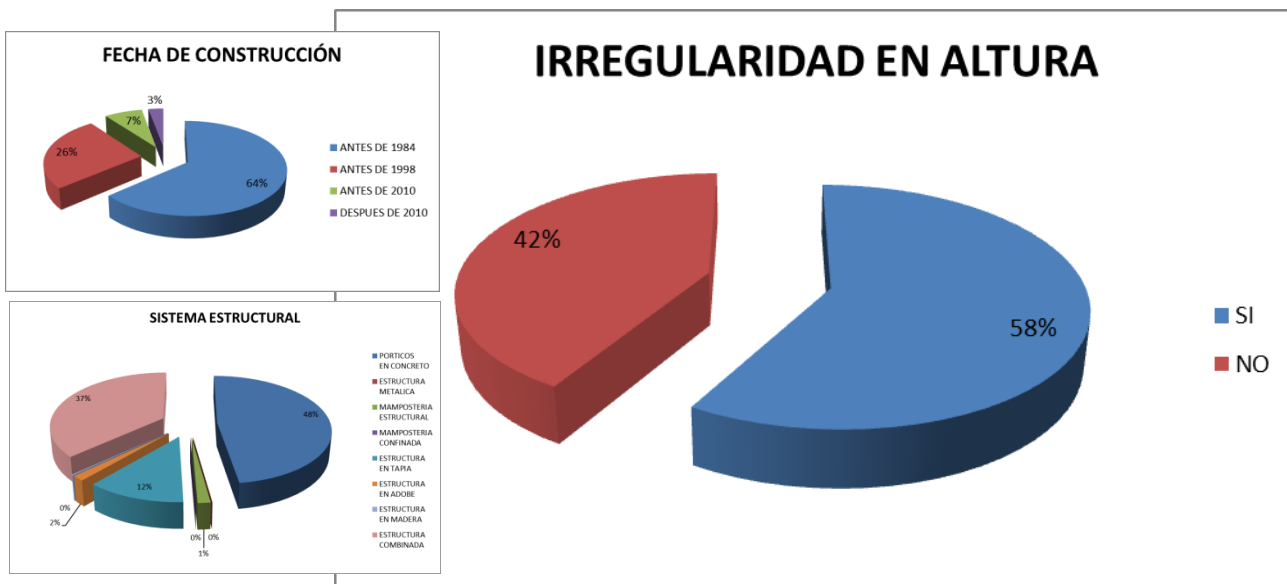


Gráfico 17\_Irregularidad en altura: Este estudio \_Elaboración Propia

Cabe Resaltar que este tipo de irregularidad se presenta en estructuras aporricadas y Estructuras en Tapia, por cuanto en la época se mantenían las estructuras en tierra y comenzaba el auge de las estructuras en Concreto.



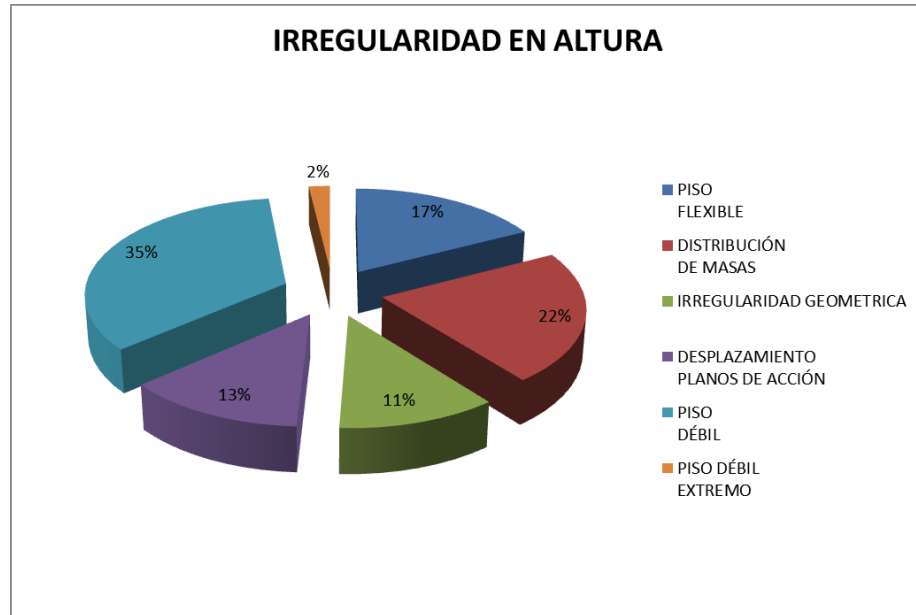


Gráfico 18\_Irregularidad en altura: Fuente Este estudio \_Elaboración Propia

La irregularidad más frecuente para este estudio lo abanderara el piso débil (35%), seguido de Distribución de masas, (22%), piso Flexible (17%) e irregularidad geométrica y desplazamiento de planos de acción (11% y 13% respectivamente).

Para el área estudio, es de bastante consideración las afectaciones en altura, por sus características constructivas y su fecha de construcción posibilitando un posible desbalance a nivel de primeros niveles y desplome de pisos intermedios





**12. AUSENCIA DE DILATACIONES:** mas del 93% del total de las edificaciones no cuentan con un aislamiento o franja de retiro entre edificios aledaños. Esto se debe a una cuestión estética que imposibilita el manejo de dicha dilatación, los edificios quedan distanciados unos con otros, y por tanto se toma la decisión de adosarla sobre muros colindantes.



Gráfico 18\_Ausencia de Dilataciones: Fuente Este estudio \_Elaboración Propia

Este efecto genera un probable choque o “aplausos entre edificios” que desestabiliza las caras laterales o elementos estructurales entre ambas edificaciones, lo que ocasiona serios daños e incluso el colapso de columnas, vigas y muros.





**13. PROBABILIDAD DE DESPLOME:** más del 85% del total de las edificaciones presenta al menos un tipo de amenaza de desplome de alguno de los elementos relacionados a continuación.



Gráfico 19\_Existencia de Probabilidad de Desplome : Fuente Este estudio \_Elaboración Propia



Gráfico 20\_Probabilidad de Desplome de elementos no estructurales y estructurales: Fuente Este estudio \_Elaboración Propia

Las cubiertas (36%) y muros (27%) constituyen las amenazas por colapsos más relevantes en esta categoría. Ello obedece a la numerosa presencia de edificaciones en Tapia y Adobe que presentan un serio deterioro de sus sistemas de cerramiento y cubierta. Los Entrepisos (14%), Columnas (8%) y Vigas (8%) responden a factores constructivos y calidad de materiales de edificaciones en pórticos de concreto previos al año de 1984 (mano de obra, morteros, concretos, aceros).



**Las posibilidades de colapso de elementos no estructurales y estructurales pueden traer consigo los siguientes efectos:**



**Fotografía 1\_Desplome de columnas**



**Fotografía 2\_Desplome de muros**



**Fotografía 4\_Desplome de Entrepiso**



**Fotografía 3\_Desplome de Vigas**



**Fotografía 5\_Desplome de Tanque**



**14. ESTRUCTURAS REFORZADAS:** en esta categoría, solo el 23% del total de las edificaciones analizadas, cuentan con un reforzamiento estructural adecuado. Y solo el 26% se halla con base en los requerimientos sismo resistentes vigentes

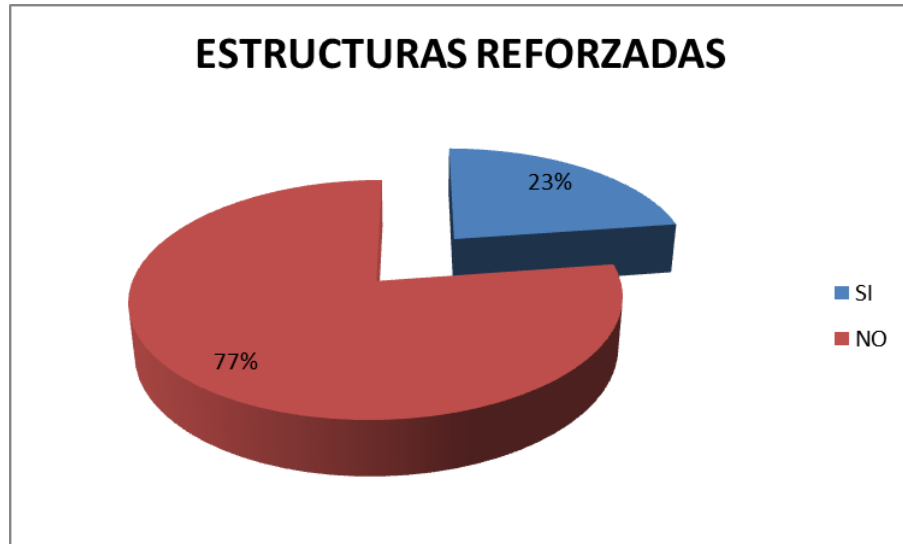
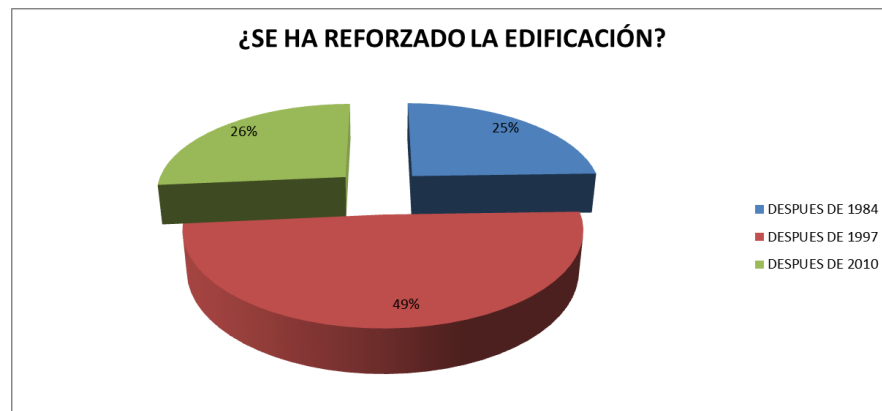


Gráfico 21\_Existencia de estructuras reforzadas Fuente Este estudio \_Elaboración Propia



Esto prevé una situación considerable de vulnerabilidad, en tanto que representa un descuido por parte de propietarios y entidades estatales quienes no han procedido al debido proceso de estudio y análisis de riesgo para mitigar en lo posible los efectos que cada edificación presente. En términos estadísticos, y según la población media (36.160 habitantes), se encuentran con al menos un grado de riesgo por colapso, fallamiento o debilitamiento estructural, 347 predios, para una población de 27820.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo de este estudio, no solo se concentra a determinar el grado de vulnerabilidad sísmica del laboratorio, en tanto representa una oportunidad para abordar nuevas investigaciones de manera mas profunda y en un laboratorio de acción más amplio.

- 1. Las características arquitectónicas y tipológicas de la zona céntrica del Municipio de Pasto, son factores que repercuten negativamente en la determinación de su grado de vulnerabilidad, teniendo en cuenta sus alturas, su sistema constructivo (Tapia y adobe), y sus distintas conformaciones en planta y en altura.**
- 2. El grado de Ocupación mediado desde las dinámicas comerciales, establece un escenario probable de emergencias con mas de 36.160 personas, en el que las edificaciones no cuentan con un mínimo plan y sistema de evacuación que permita mitigar los efectos del siniestro**
- 3. De las 450 edificaciones analizadas, al menos el 60% presenta algún grado de amenaza, por efectos de columna corta, irregularidad en planta, irregularidad en altura, ausencia de dilataciones, probabilidad de colapso de elementos estructurales y no estructurales, y carencia de reforzamiento.**
- 4. Ninguna de las intervenciones desarrolladas sobre las edificaciones en tierra han contado con un mínimo criterio de intervención estructural, eludiendo aspectos básicos de intervención y agravando aun más su condición de vulnerabilidad por cuanto ciertas adaptaciones han socavado elementos estructurales de importancia y desestabilizan la totalidad de la estructura.**
- 5. Como estado concluyente de este informe, las fechas de construcción y sistemas estructurales son categorías bastante dicientes para determinar un alto grado de vulnerabilidad por presunto colapso amenazando seriamente la vida de más de 36.130 personas.**