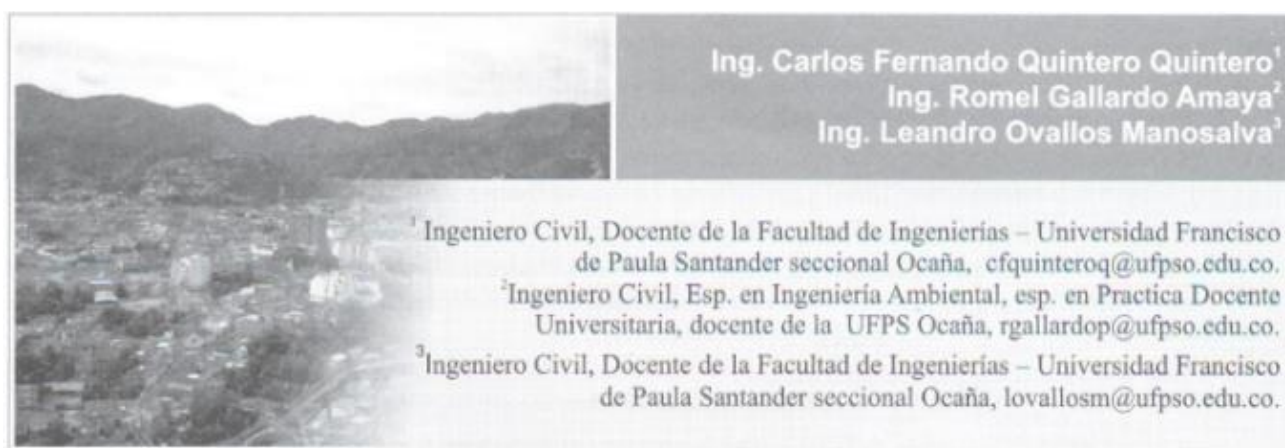


# ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DEL MUNICIPIO DE OCAÑA



## Abstract

This project is oriented towards the analysis of the present conditions of structures of special occupation – Educative Institutions of the Municipality of Ocaña are determining qualitatively and quantitatively way the vulnerability during a seismic event, due to the lineaments established in the, “Seismic Colombian Standard Seismic – Resistant Constructions”, with the purpose of presenting solutions about structural and not structural type, reducing the damages that can appear mainly during a telluric event, avoiding the waste of human lives.

## Key Words

Construction, Geotechnical, Structure, Earthquake resistance.

## Resumen

Este proyecto está encaminado a analizar las condiciones actuales de estructuras de ocupación especial – Instituciones Educativas del Municipio de Ocaña, determinando cualitativa y cuantitativamente el grado de vulnerabilidad ante una eventualidad sísmica, considerando los diferentes lineamientos establecidos en la Norma Colombiana de Diseño y Construcciones Sismo Resistentes, con el propósito de plantear soluciones de tipo estructural y no estructural, mitigando los daños, que pueden presentarse ante un evento telúrico, evitando principalmente la pérdida de vidas humanas.

## Palabras Claves

Construcción, Geotécnico, Estructura, Sismo Resistencia.

PACS: 91.30.Àf - 61.43.Bn - 62.20.Àx - 62.20.Dc - 62.20.Fe

## ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DEL MUNICIPIO DE OCAÑA

### Introducción

La naturaleza nos presenta a diario fenómenos que difícilmente pueden ser predecibles, y que traen consigo graves consecuencias materiales, sociales y económicas. Colombia, en muchas ocasiones, ha sido escenario de fenómenos telúricos, que han producido infortunadamente la pérdida de vidas humanas, con el propósito de mitigar los daños presentados ante una eventualidad sísmica, salvaguardando la vida humana, Colombia adoptó mediante la Ley 400 de 1997 y el Decreto 33 de 1998 (Norma Colombiana de Diseño y Construcciones Sismo Resistentes), la cual establece requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones capaces de resistir las fuerzas impuestas por los movimientos sísmicos. En la tabla 1, se muestra la magnitud y profundidad de algunos sismos en Colombia.

Tabla 1. Magnitud, profundidad y víctimas de algunos sismos colombianos<sup>4</sup>.

AÑO	MES	DÍA	LOCALIZACIÓN	MAGNITUD	PROF (Km)	MUERTOS
1906	Ene	31	Costa Pacifica cerca de Tumaco	$m = 8.9$	?	400
1967	Feb	9	Huila	$m_b = 6.3$	60	98
1967	Jul	29	Santander	$m_b = 6.0$	160	5
1979	Nov	23	Quindío, Risaralda, y Caldas.	$M_s = 6.4$	80	55
1979	Dic	12	Costa Pacifica cerca de Tumaco	$M_s = 7.8$	40	500
1983	Mar	31	Popayán	$m_b = 5.5$	12	300
1982	Oct	18	Murindó, límite Antioquia Chocó.	$M_s = 7.2$	15	30
1994	Jun	6	Páez, límite Cauca Huila.	$M_s = 6.4$	<20	500-1000
1995	Ene	19	Tauramena, Casanare.	$m_b = 6.5$	15	10
1955	Feb	8	Calima, Valle	$m_b = 6.4$	90	5
1999	Ene	25	Quindio	$m_b = 5.9$	<15	700

El Municipio de Ocaña Norte de Santander, está localizado en una zona de amenaza sísmica intermedia, parámetro que, junto con el tipo de suelo, uso de la edificación y dimensiones de la estructura, definen las fuerzas a las que se ve expuesta. El riesgo sísmico está en función del nivel de amenaza sísmica y de la susceptibilidad de los diferentes elementos estructurales de sufrir daño; de este modo, el comportamiento de la estructura ante solicitaciones de cargas horizontales, no sólo depende de los movimientos sísmicos, sino que también obedece a las características del sistema estructural, calidad de los materiales, ductilidad, capacidad de disipar la energía sísmica y de responder adecuadamente a las fuerzas impuestas.

Muchas de las instituciones educativas del municipio de Ocaña fueron construidas antes de la actual Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98), motivo por el cual se debe evaluar la capacidad que tienen los diferentes sistemas estructurales de soportar cargas, planteando soluciones y recomendaciones, dependiendo del grado de vulnerabilidad encontrado en las diferentes edificaciones.

### Análisis preliminar de la vulnerabilidad

La investigación que se está desarrollando es descriptiva, estableciendo parámetros y comportamientos propios de las edificaciones, durante una eventualidad sísmica.

Se revisaron diferentes métodos mundiales y nacionales, optando por el método propuesto por la Norma Colombiana de Diseño y Construcciones Sismo Resistentes y del propuesto por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica en el Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería, realizando los ajustes necesarios con el fin de obtener un mayor nivel de confianza en los resultados.

Cada institución educativa está siendo estudiada independientemente, inicialmente se están analizando seis instituciones en las que se han encontrado graves fallas, evidenciando la necesidad de llevar a mejor término la realización de este trabajo y de vincular a las entidades competentes.

En las visitas preliminares realizadas a las escuelas, se encontraron algunas anomalías que pueden ser de alto riesgo para que los estudiantes que están cursando sus estudios en los planteles.

- ✓ Los elementos de mampostería no están debidamente confinados.
- ✓ Los elementos de confinamiento presentan grietas pronunciadas.
- ✓ Las dimensiones de los elementos estructurales no cumplen con las dimensiones mínimas establecidas en el Título C.21 de la NSR-98.
- ✓ Las unidades de mampostería no están debidamente colocadas.
- ✓ Los muros son de tapia pisada y presentan gran deterioro.
- ✓ Las cubiertas no están debidamente amarradas, lo que ha ocasionado su desplazamiento, dejando en riesgo potencial a los estudiantes.



**Fotografía 1.** Imágenes de grieta en un salón de la escuela Adolfo Milanés<sup>5</sup>.



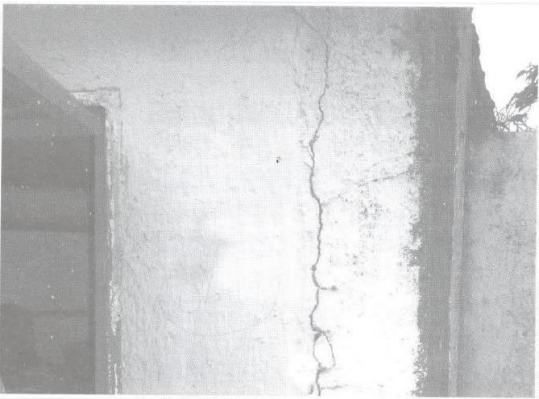
**Fotografía 2.** No existen columnas de confinamiento alrededor de los muros de la escuela Adolfo Milanés<sup>5</sup>.



**Fotografía 3.** No existen vigas de amarre a nivel de cubiertas<sup>5</sup>.



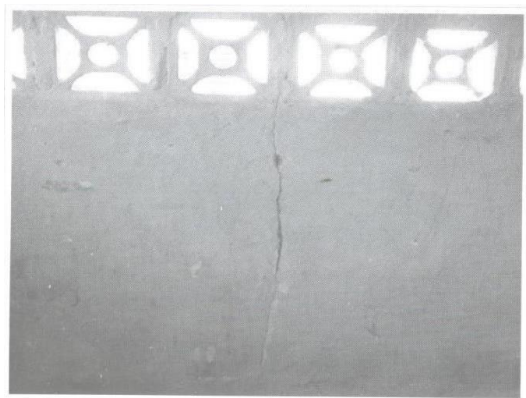
**Fotografía 4.** No existen columnas de confinamiento alrededor de los muros<sup>5</sup>.



**Fotografía 5.** Deterioro y grietas bastante pronunciadas. Escuela Adolfo Milanés<sup>5</sup>.



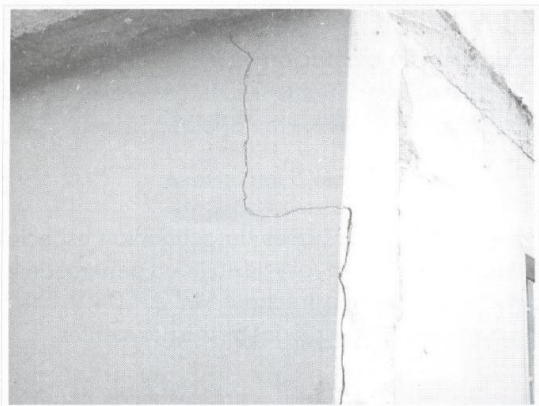
**Fotografía 6.** Los muros son de tapia pisada y presentan gran deterioro<sup>5</sup>.



**Fotografía 7.** Grieta vertical, continua con ancho 3mm y longitud 1.2m. Escuela David Hadad Salcedo<sup>6</sup>.



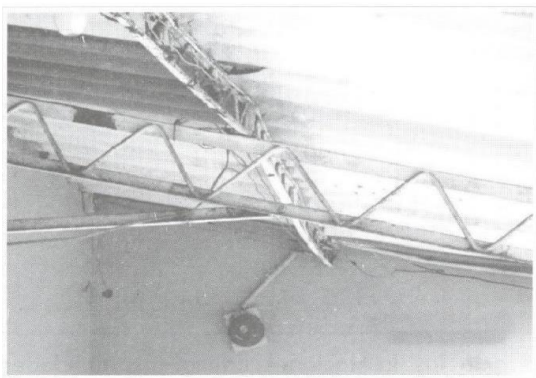
**Fotografía 8.** Daños en la cubierta de concreto escuela Nuestra Señora de Torcoroma<sup>6</sup>.



**Fotografía 9.** Fisura vertical, profundidad 15 mm, ancho 3 mm a 5 mm y longitud 1.7 m, en la columna, escuela el Palomar<sup>6</sup>.



**Fotografía 10.** Grietas en muros escuela el Carmen<sup>6</sup>.



**Fotografía 11.** Daños en los elementos de cubiertas Escuela Cristo Rey<sup>6</sup>.



**Fotografía 12.** Grietas en muros escuela Nuestra Señora de Torcoroma<sup>6</sup>.

Para el desarrollo de la investigación se han formulado las siguientes etapas.

### **Etapas I**

- ✓ Recopilación y análisis de información existente (memorias de cálculos, planos y diseños originales si existen).
- ✓ Levantamientos de obras existentes; permitirán definir aspectos como configuración y dimensiones de elementos, que servirán para el desarrollo del modelo a utilizar.

### **Etapas II**

- ✓ Exploraciones y elaboración de estudios geotécnicos, realizando la caracterización y demás parámetros que identifican condiciones propias del suelo de cimentación.

<sup>5</sup>Geimer Angarita & Wbeimar Montagut. Registro fotográfico tomado por estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander, seccional Ocaña.

<sup>6</sup>Ciro Peñaranda & Saúl Ascanio, 2006. Valoración Técnica y prospectiva de mejoramiento de la infraestructura escolar de carácter oficial, del Municipio de Ocaña.

**Etapas III**

- ✓ Análisis cualitativo de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de ocupación especial- Instituciones educativas del Municipio de Ocaña, etapa en la cual se describirán características generales de las edificaciones desde el punto de vista estructural, constructivo, y de la calidad de los materiales.

**Etapas IV**

- ✓ Análisis cuantitativo aproximado de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de ocupación especial (Instituciones educativas), determinado los índices de sobreesfuerzo individual y flexibilidad general de la edificación, utilizando como herramienta el Software para análisis y diseño estructural SAP 2000 v.9.1.4. y los lineamientos establecidos en la Norma Colombiana de Diseño y Construcciones Sismo Resistentes.

Se considera que habrá limitantes que no permitirán su adecuado desarrollo, características como la resistencia de los materiales, detallado y colocación del refuerzo, son parámetros que solo pueden ser cuantificados a través de técnicas experimentales, impidiendo determinar de manera exacta la relación entre la demanda y la capacidad de la estructura para responder a las solicitudes de cargas prescritas en la NSR-98, ante la ocurrencia de un sismo.

**Etapas V**

Propuestas para el mejoramiento del sistema estructural y no estructural. Recomendaciones.

## Conclusiones

---

Se espera que tenga buena receptividad ante las Instituciones Educativas, Entidades Municipales y de Atención de Desastres, permitiendo el adecuado desarrollo del proyecto. Generó conciencia en el entorno educativo sobre los peligros a los que se verían sometidos durante un sismo.

Una edificación construida en el municipio de Ocaña debe obedecer a criterios de sismo resistencia, de acuerdo con el nivel de amenaza sísmica intermedia, y con capacidad de disipación de energía moderada o especial, especificaciones que no cumplen las estructuras de la región.

- ✓ Con este estudio se pretende mitigar los daños económicos, sociales y principalmente evitar la pérdida de vidas humanas, identificando y planteando hipótesis de falla de las diferentes edificaciones.
- ✓ Que las entidades municipales conozcan la magnitud del problema y desarrollen medidas de prevención y proyectos encaminados a mejorar las condiciones actuales de las instituciones educativas con los criterios establecidos en la Norma Colombiana de Diseño y Construcciones Sismo Resistentes (NSR-98).

## Bibliografía

**Norma Colombiana de Diseño y Construcciones Sismo Resistentes NSR-98.**

**Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica**, Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica).

**Ciro Peñaranda- Saúl Ascanio, 2006** Valoración técnica y prospectiva de mejoramiento de la infraestructura escolar de carácter oficial del Municipio de Ocaña.

**Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica**, MINISTERIO DEL AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL- COMISIONASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES (Creada por medio de la Ley) 400 de 1997). Manual sobre Sismo Resistencia para Funcionarios de Planeación Municipal.