



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**

**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**ESTUDIO DE CASO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**“EFECTOS DEL SISMO DEL 6 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 EN EL CASCO URBANO DE CHILLANES”**

**AUTOR**

Hugo Fernando Vasco Hinojoza

**TUTOR**

Ingeniero Gino Noboa

**GUARANDA – ECUADOR**

2019

**EFFECTOS DEL SISMO DEL 6 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 EN EL CASCO URBANO DE CHILLANES.**



**CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR.**

Guaranda, 12 de julio de 2019

El suscrito Ingeniero Gino Noboa, Docente - Tutor de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar.

**CERTIFICA:**

Que el estudio de caso titulado: **“EFECTOS DEL SISMO DEL 6 DE SEPTIEMBRE DEL 2018 EN EL CASCO URBANO DE CHILLANES”**, realizado por el Señor: Hugo Fernando Vasco Hinojoza, ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado la presentación del mismo para los trámites correspondientes.



ING. GINO NOBOA

**DOCENTE – TUTOR DEL ESTUDIO DE CASO**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mi madre, por ser la mujer que me dio la vida, quién siempre estuvo levantándose en cada caída y animándome a seguir mi camino con gran convicción, se lo dedico a mi madre por darme el ejemplo de jamás rendirme aun cuando las circunstancias sean injustas, por eso, este trabajo te lo quiero dedicar a tí mamá.

Fernando Vasco.

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero agradecer a Dios por darme la bendición de ver la luz de cada nuevo día y así llegar a obtener un nuevo logro en mi camino.*

*A mis amigos que han estado para apoyarme, a aquellos maestros que han sabido dejar en mí grandes enseñanzas académicas y enseñanzas de vida, agradezco también a alguien muy especial que apareció en mi vida y me anima cada día a ser mejor profesional y sobre todo una mejor persona.*

Fernando Vasco.

## TABLA DE CONTENIDO

Certificación del Tutor.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento .....	IV
Resumen .....	XI
.....	ejecutivo
Introducción .....	XII
<b>CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA</b>	
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Formulación del problema .....	2
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. Objetivo general .....	3
1.2.2. Objetivos específicos .....	3
1.3. Justificación .....	3
1.4. Limitaciones.....	4
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Contextualización del área de estudio .....	5
2.2. Bases teóricas.....	13
2.2.1. Sismos .....	12
2.2.2. SAP2000. ....	26
2.3. Marco legal. ....	31
<b>CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1. Nivel de investigación.....	38
3.2. Diseño.....	38

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	41

#### CAPÍTULO 4: RESULTADOS ALCANZADOS POR OBJETIVO

4.1.Determinación de los efectos provocados por el sismo en Chillanes mediante el levantamiento de información .....	45
4.2.Análisis del Inmueble sujeto a estudio mediante software de modelamiento estructural determinando las condiciones reales (post-evento) .....	55
4.3. Patologías que Presentaron las Edificaciones y Resultados Encontrados.....	74

#### CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones .....	76
5.2. Recomendaciones .....	77
BIBLIOGRAFÍA .....	80
ANEXOS .....	84

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Relieves del Cantón Chillanes.....	8
<b>Tabla 2.</b> Caudales concesionados de acuerdo a cada uso.....	11
<b>Tabla 3.</b> Escala Logarítmica de la escala de Richter.....	24
<b>Tabla 4.</b> Componentes de la ficha que se aplicará para la evaluación estructural.....	44
<b>Tabla 5.</b> Criterios de evaluación y marcación de las viviendas afectadas en el casco urbano del Cantón Chillanes.....	45
<b>Tabla 6.</b> Número de pisos de las edificaciones.....	46
<b>Tabla 7.</b> Tipo de Construcción de las Edificaciones.....	47
<b>Tabla 8.</b> Tipo de Ocupación de las edificaciones.....	49
<b>Tabla 9.</b> Colapso Total, Parcial o Cimentación Afectada.....	50
<b>Tabla 10.</b> Edificación fuera de Aplomo.....	51
<b>Tabla 11.</b> Agrietamiento en muros u otro Daño Estructural.....	52
<b>Tabla 12.</b> Daño en antepecho, chimenea u otro elemento a punto de caer.....	53
<b>Tabla 13.</b> Daño severo en Ventanas en Edificio Municipal de uso Público.....	54



**Tabla 14.** Pruebas de resistencia a la compresión del hormigón mediante la prueba de esclerometría en donde (R) es la resistencia elástica/rebote y ( $f_c$ ) es el índice de rebote..... 57

**Tabla 15.** Datos que establece la NEC y han sido tomados para nuestro modelo matemático..... 58

**Tabla 16.** Definición de los símbolos utilizados para el estudio del modelamiento estructural..... 59

**Tabla 17.** Valores de  $\Delta_M$  máximos expresados como fracción de la altura de piso..... 69

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Número de pisos de las Estructuras Evaluadas.....	47
<b>Gráfico 2.</b> Representación del tipo de material utilizado para la construcción de las edificaciones.....	48
<b>Gráfico 3.</b> Ocupación de los edificios.....	49
<b>Gráfico 4.</b> Representación de edificaciones que colapsaron total, parcial o cimentación afectada.....	50
<b>Gráfico 5.</b> Representación de las edificaciones que se encontraron fuera de Aplomo.....	51
<b>Gráfico 6.</b> Representación de estructuras que presentan agrietamiento u otro daño estructural.....	52
<b>Gráfico 7.</b> Representación de daño en el antepecho, chimenea u otro elemento a punto de caer en las edificaciones.....	53
<b>Gráfico 8.</b> Daño severo en Ventanas en Edificio Municipal de uso Público.....	55

## Índice de mapas

<b>Mapa 1.</b> Localización del cantón Chillanes en el mapa político de la Provincia Bolívar.....	5
<b>Mapa 2.</b> Parroquias del Cantón Chillanes, división política administrativa.....	6
<b>Mapa 3.</b> Edificaciones afectadas por el Sismo del 6 de septiembre del 2018 en el Casco Urbano del Cantón Chillanes.....	55

## Índice de imágenes

<b>IMAGEN 1.</b> Suelos en el Cantón Chillanes .....	7
--	---

<b>IMAGEN 2.</b> Capas de la tierra .....	12
<b>IMAGEN 3.</b> Placas Tectónicas.....	13
<b>IMAGEN 4.</b> Movimiento Trepidatorio .....	14
<b>IMAGEN 5.</b> Movimiento Oscilatorio.....	15
<b>IMAGEN 6.</b> Movimiento Trepidatorio – Oscilatorio.....	15
<b>IMAGEN 7.</b> Encuentro de placas tectónicas.....	16
<b>IMAGEN 8.</b> Encuentro de placas divergentes.....	.17
<b>IMAGEN 9.</b> Encuentro de placas convergente .....	17
<b>IMAGEN 10.</b> Convergencia entre placa oceánica – placa oceánica.....	18
<b>IMAGEN 11.</b> Convergencia entre placa continental – placa continental.....	18
<b>IMAGEN 12.</b> Convergencia entre placa continental – placa oceánica.....	19
<b>IMAGEN 13.</b> Placa tectónica transformante.....	20
<b>IMAGEN 14.</b> Mecanismo de convección termal del manto.....	21

<b>IMAGEN 15.</b> Convección atmosférica.....	22
<b>IMAGEN 16.</b> Escala de Richter.....	24
<b>IMAGEN 17.</b> Escala de Mercalli.....	25
<b>IMAGEN 18.</b> Grietas en el suelo luego de un sismo.....	26
<b>IMAGEN 19.</b> Afectacion a las edificaciones.....	27
<b>IMAGEN 20.</b> Apoyo Psicosocial a los niños.....	28
<b>IMAGEN 21.</b> Entrega de ayuda humanitaria a las personas que fueron afectas por un sismo.....	29
<b>IMAGEN 22.</b> Limpieza y dibujo de la grilla de 4x4 para las pruebas de esclerometría.....	39
<b>IMAGEN 23.</b> Evaluación estructural en cada una de las viviendas afectadas en el casco urbano de Chillanes.....	40
<b>IMAGEN 24.</b> Foto de la vivienda sujeta a estudio mediante modelo estructural.....	56
<b>IMAGEN 25.</b> Datos que se ingresan al software para la cuantificación de cargas.....	59
<b>IMAGEN 26.</b> Ingreso de datos obtenidos para el modelamiento estructural.....	62
<b>IMAGEN 27.</b> Análisis del Espectro Estructural que será aplicado en las dos direcciones....	66
<b>IMAGEN 28.</b> Combinación de Cargas.....	68

## **RESÚMEN EJECUTIVO**

En el estudio de caso “Efectos de 6 de septiembre del 2018 en el casco urbano de Chillanes” se lo realizó a pocos meses del movimiento telúrico que tuvo lugar en Bucay y Chillanes, siendo el canto Chillanes que tuvo mayor afectación y fue atendido por varias organizaciones gubernamentales, algunas ONG’s y ayuda de varios actores independientes.

Esta investigación pretende mostrar el escenario actual en el que se encuentra la zona urbana de Chillanes, para este proceso investigativo se realizó un levantamiento de información in situ que ayudó a revelar el número de edificaciones afectadas conjuntamente con las características que tenía cada vivienda y el grado de afectación de la misma.

Se estableció realizar un análisis comparativo mediante un modelamiento estructural de la vivienda de la familia “Andachi” ubicada en el Cantón Chillanes, para esto se obtuvo datos propios de la estructura con ayuda del software (SAP2000) en este programa se ingresó la información y se realizó la simulación de los movimientos sísmicos, y es así que en los resultados del análisis del modelamiento estructural se comparó con el estado actual de la estructura, identificando los daños que sufrió la estructura y determinando las patologías para de esta manera emitir comentarios de dicha comparación.

Para el presente estudio se utilizó la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-15) que está vigente en Ecuador, de aquí se tomó recomendaciones específicas como coeficientes, combinaciones de carga y demás factores que permitieron generar el modelamiento estructural con un comportamiento muy cercano a la realidad.

Para determinar las propiedades de los materiales como el acero y en especial del concreto se realizó un ensayo de esclerometría que ayudó a obtener un valor de la resistencia a la compresión del hormigón.

Una vez obtenida la información y haber realizado el trabajo de gabinete se evidenció la falencia en la calidad de estructuras y la necesidad de que las políticas gubernamentales sean más rigurosas y de esta manera las nuevas estructuras cumplan un diseño sismorresistente.

## INTRODUCCIÓN

Alrededor del mundo existen muchos sismógrafos ubicados en distintos lugares estratégicos para la lectura de pequeños y grandes sismos, es así que en el mundo se registra alrededor de 1400 sismos por día (VELÁSQUEZ, 2019), de los cuales son muy pocos aquellos que pueden ser sentidos ya que por la magnitud algunos no son perceptibles por los sentidos de los seres humanos y para ello se hace uso de los sismógrafos para registrar el lugar y la magnitud de los sismos.

En el Ecuador se tiene registros de grandes sismos que provocaron muchas pérdidas humanas y grandes daños materiales, desde el año de 1906 hasta la fecha el Instituto Geofísico tiene registros de 20 terremotos producidos en distintos lugares del país. (El Universo, 2016)

En los últimos 3 años se han registrados grandes sismos que han provocado pérdidas humanas y daños materiales, el pasado 16 de abril del 2016 se registró un sismo de magnitud 7.8 grados en la escala de Richter con epicentro en Pedernales – Provincia de Manabí a 10 kilómetros de profundidad, en el cual se reportaron aproximadamente 600 personas fallecidas, y millones de dólares en pérdidas por las edificaciones destruidas (Alvarado, 2018).

El 6 de septiembre del 2018 a las 21h12 se registró un sismo de 6.5 grados en la escala de Richter con epicentro a 6.25 kilómetros del cantón Cumandá a una profundidad de 82.53 kilómetros, el cual tuvo diversos impactos en distintos puntos de las provincias cercanas al lugar del epicentro, se reportó una persona herida en Babahoyo por la caída de una pared que le causó una fractura y otra persona que perdió pista en su vehículo por el sector la cancha del cantón Pallatanga de la provincia de Chimborazo quienes fueron trasladados a casas de salud para su respectiva evaluación y tratamiento que requerían sus lesiones, se registró suspensión de energía en Facundo Vela – Provincia Bolívar, también presencia de rocas y deslizamientos en varios tramos de las vías de la Provincia Bolívar así como en la Vía Guaranda – Chimbo, San Miguel - Balzapamba, también hubo deslizamientos y presencia de rocas en las vías de Chimborazo en vías como Cumandá – Pallatanga y Alausí (El Comercio, 2018), es así que varias instituciones realizaron varias evaluaciones con su ente regulador denominado en estas fechas como Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos; el 08 de septiembre ya en sesión el COE Chillanes mediante resolución 03 – 2018 declara al cantón Chillanes en emergencia de infraestructura y vivienda, para lo cual solicitan ayuda para la evaluación y asistencia de las familias afectadas, para tal efecto se organizan con la Secretaria de Gestión de Riesgos

distintas instituciones como Cruz Roja Ecuatoriana, Ministerio de Salud Pública, Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), e Instituciones de Educación Superior de carreras como Ingeniería civil, Ingeniería en Gestión de Riesgos y Arquitectura, quienes en un trabajo coordinado aportaron a la evaluación y análisis de necesidades para coordinar de mejor manera la atención y entrega de ayuda dependiendo del requerimiento de las familias afectadas y la logística que cada una de las instituciones disponía.

Por este motivo el presente estudio se lo realiza con el fin de obtener información que ayude a mostrar cuál es la realidad actual (pos-evento) de la situación en Chillanes, para esto se realizará una serie de estudios y revisión bibliográfica que facilite el desarrollo de este trabajo.

Con el avance de este estudio se evidenciará un número real de las afectaciones que resultaron luego del sismo del 06 de septiembre, además se podrá identificar patologías de las edificaciones mediante el modelamiento estructural de una vivienda que será objeto de estudio.

Al final de este trabajo se podrá conocer los efectos que provoco el sismo en el Canton Chillanes concluyendo con las patologías que presentan las estructuras y recomendando posibles soluciones que aporten en la mitigación de los efectos que pueda provocar un escenario de similares características.

## **CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Existen varios sismos registrados en la región interandina y tomando en cuenta que nuestro país se encuentra en el denominado cinturón de fuego por la existencia de 27 volcanes en la parte continental y Galápagos (IGPN, s.f.) y se encuentra en una zona de choque de placas entre la placa sudamericana y la placa de nazca, además también se encuentra atravesada por varias fallas en toda la extensión del país, se considera al Ecuador como un país muy propenso a sismos de origen volcánico o por liberación de energía producto del choque de placas.

Con esta reseña se evidencia la importancia de la prevención y preparación para actuar ante un evento sísmico, esta preparación debe ser en una cultura de prevención de riesgos como evacuación y la construcción de edificios cumpliendo la filosofía de diseño sismoresistente que ayude a las estructuras a resistir estos eventos sísmicos mejorando la calidad de los materiales de construcción y el diseño que sea supervisado por los profesionales del área para garantizar la resistencia y seguridad para quienes lo habitan; dado que las construcciones encontradas en el lugar a realizar el siguiente estudio de caso se puede observar que en su mayoría son construcciones informales que no cumplen las normas mínimas de construcción y carecen totalmente de cualquier estudio geológico.

En nuestro país se aplican la norma ecuatoriana de construcción NEC, la cual propone normas de diseño en muchos casos rigurosas para la construcción de nuevas edificaciones, así como también establece parámetros de evaluación de estructuras para diagnosticar la situación actual de una estructura, y de esta manera proponer las posibles soluciones que coadyuven a mejorar el diseño y desempeño estructural.



## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo el estudio de los efectos del Sismo del 6 de septiembre en el Casco Urbano del Cantón Chillanes puede contribuir al mejoramiento del diseño y desempeño de las estructuras para resistir a los fenómenos sísmicos?

### 1.3. OBJETIVOS

#### 1.3.1. Objetivo General

- Evaluar los efectos del Sismo del 6 de septiembre del 2018 en el casco urbano de Chillanes.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar los efectos provocados por el sismo en Chillanes mediante el levantamiento de información.
- ✓ Elegir de entre las edificaciones afectadas la más representativa para realizar un análisis de este inmueble mediante un software de modelamiento estructural determinando las condiciones reales (post-evento).
- ✓ Evidenciar las patologías que presenta la edificación a estudiar y emitir los resultados presentes en la estructura.

### 1.4. JUSTIFICACIÓN

El sismo del 6 de septiembre del 2018 reveló que las edificaciones del casco urbano del cantón Chillanes no cumplen con normas de construcción ya que en su mayoría son construcciones informales que no cuentan con un diseño estructural o estudios de tipo geológicos. La identificación de los efectos provocados por el sismo, así como el diagnóstico de los problemas que presentan las viviendas pueden ayudar a proporcionar la información necesaria para determinar las respectivas acciones de

reforzamiento de estructuras para que puedan resistir de manera favorable y aportar a reducir la vulnerabilidad de tipo estructural.

En este estudio se realizará una evaluación que permita visualizar los efectos producidos por el sismo en el casco urbano del cantón Chillanes, para esto se realizara una evaluación visual de todas las viviendas afectadas mediante un formulario de evaluación adaptada de la ficha de evaluación visual que propone la NEC, también se realizara el modelamiento estructural de una vivienda que fue gravemente afectada para diagnosticar de manera general cual es la problemática para que las viviendas no cumplan con la filosofía de sismo resistencia.

#### 1.5. LIMITACIONES

En este estudio se han presentado varios limitantes para el desarrollo del estudio que se describirán a continuación:

- Limitada información en la intranet acerca del área de estudio.
- Acceso limitado a los archivos por parte de funcionarios del GAD Chillanes para la obtención de información para el desarrollo del presente estudio.
- Información poco detallada acerca de las acciones tomadas y los criterios implementados para la marcación de las estructuras.
- Condiciones climáticas poco favorables para realizar la evaluación en el lugar de estudio.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 2.1.1. Datos Generales del Cantón Chillanes

El Cantón Chillanes se encuentra ubicado al Sur de la Provincia Bolívar, está conformada por un área aproximada de 657 km<sup>2</sup>; está limitado al norte por el Cantón San Miguel, al sur por el Cantón Bucay – Provincia Chimborazo y la Provincia del Guayas, al este por el Cantón Pallatanga – Provincia Chimborazo y al oeste por el cantón Babahoyo – Provincia Los Ríos.(MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2015)



**Mapa 1.** Localización del cantón Chillanes en el mapa político de la Provincia Bolívar

Fuente: (MAGAP, 2015)

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

Chillanes tiene una población de 17.406 habitantes de acuerdo al Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010). su fecha de creación es el 01 de junio de 1967.

Este cantón fue creado el 01 de junio de 1967 por decreto del Presidente de la República del Ecuador de turno el Doctor Otto Arosemena Gómez y lleva su nombre por el primer Cacique que habitó aquí y era conocido como Chillan, según declaraciones de los moradores más antiguos del cantón. Chillanes está conformado por dos parroquias que son: la Parroquia Chillanes y la Parroquia San José del Tambo conocida también como Tambopamba.



**Mapa 2.** Parroquias del Cantón Chillanes, división política administrativa

Fuente: (MAGAP, 2015)

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

## **GEOLOGÍA**

### **SUELOS Y RELIEVE MONTAÑOSO**

De acuerdo a la clasificación taxonómica del suelo en Chillanes se encuentra: Inceptisol – Entisol, Entisol y Mollisol

El **Inceptisol – Entisol** que es una mezcla entre un suelo joven con una formación de residuos volcánicos y residuos aluviales con texturas variantes desde muy fina hasta muy gruesa, con una coloración rojiza, siendo también suelos arcillosos muy húmedos.

El **Entisol** es un suelo que tiene un origen de residuos aluviales y que en su formación no se encuentra rastros marcados que ayuden a estudios ya que son suelos cambiantes considerándolos como suelos jóvenes.(AMERICANOS, 1978)

El **Mollisol** es un suelo de poca profundidad o superficial, formado a partir de material volcánico, de un color oscuro, rico en material orgánico como Ca y Mg, este tipo de suelos se los puede encontrar en topografías ligeramente inclinadas hasta quebradas. (Carlos, 2018)



**Inceptisol – Entisol**

**EntisolMollisol**

**IMAGEN 1.** Suelos en el Cantón Chillanes

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

En Chillanes se puede observar un relieve en terrazas y montañoso.

<b>DESCRIPCION DEL RELIEVE EN EL CANTÓN CHILLANES</b>			
<b>RELIEVE</b>	<b>ALTURA EN LA QUE SE LOCALIZA (m.s.n.m.)</b>	<b>PENDIENTES PREDOMINANTES (%)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Relieve montañoso	4400 – 3000	5>50<70 %	Característico de un sistema montañoso cuya variedad de alturas y de pendientes conforma un relieve accidentado.
Terrazas	2200 – 2700	5>25<50 %	Relieve de llanura conformado por alturas uniformes y con pendientes irregulares no tan profundas.

**Tabla 1.**Relieves del Cantón Chillanes.

Fuente: (GADBolívar, 2015)

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



## **FALLAS GEOLÓGICAS E INFLUENCIAS EN LOS EVENTOS SÍSMICOS**

Este cantón se encuentra en el flanco de la cordillera occidental en donde converge la costa y la sierra, aquí se aprecia una formación geomorfológica que va desde altas montañas que muestran en un paisaje muy atractivo la belleza de sus formaciones hasta llegar a la parte costera de su parroquia San José del Tambo.

Aquí podemos encontrar una falla principal (Falla de Pallatanga) que afecta no solo al cantón sino también a la provincia, esta es una falla que tiene fracturas en sentido norte – sur y ramificaciones transversales que van de este a oeste, aquí también se puede encontrar una clara influencia de la falla del río Chimbo que afecta a Guaranda, Chimbo, San Miguel hasta llegar a Chillanes por tal motivo se le atribuyen varios eventos sísmicos por ser una falla activa (GADBolívar, 2015).

La geodinámica en Chillanes podemos evidenciar:

1.- **Vulcanismo.**- de acuerdo a la cercanía al volcán Tungurahua Chillanes ha sido afectada por la actividad volcánica de este, ya que desde su reactivación del volcán en el año de 1999 se han podido registrar varios sismos y sobre todo la caída de ceniza que con mayor intensidad en la erupción del año 2006 (IGEPN, s.f.) se registró varios centímetros de ceniza que cubrieron calles y techos, provocando enfermedades respiratorias, personas que presentaron heridas múltiples por las caídas al momento de retirar la ceniza de sus techos y malestar en el tránsito diario tanto de personas que transitan a pie como aquellas que transitan en vehículo.

2.- **Sismicidad.** - como se detalló anteriormente el cantón Chillanes se encuentra ubicado en un área propensa a sismos por:

- el proceso de subducción entre la placa continental y la placa de nazca.

- La falla de Pallatanga

- La influencia de fallas cercanas como la falla del río Chimbo.

3.- **Movimiento en masa.** - debido a la influencia del tipo de suelos que presenta Chillanes (Inceptisol- Entisol, Entisol y Mollisol) que son suelos de formación joven y de origen

residual aluvial, existen varios deslizamientos en la vía por lo que representa obstaculización en las vías para llegar desde la capital de la provincia, así como en la vía que dirige hasta la zona costera.

## **CLIMA**

Chillanes goza del frío de sus altas montañas hasta el clima cálido de la zona tropical, es así que predomina el clima Ecuatorial Meso térmico semi húmedo en el casco urbano de Chillanes y sus montañas y el tropical mega térmico húmedo en la parroquia de San José del Tambo. Aquí también se puede destacar que la temperatura promedio es de 13°C en el área de estudio mientras que en la zona cálida la temperatura varía de 20 a 24°C; también se registra que la precipitación anual varía entre los 750 a 2500 mm por año. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2015)

## **HIDROGRAFÍA Y CUENCAS**

La provincia Bolívar goza de importantes cuencas hidrográficas por estar en las nacientes de las montañas y forma gran parte de la cuenca del río Guayas a partir de las subcuencas de los ríos Babahoyo, Yaguachi y Jujan. Para formar el río Yaguachi el principal río que lo forma es el río Chimbo que llega hasta el límite con la provincia Chimborazo para luego junto con el Río Chanchan formar el río Yaguachi.

Por el cantón Chillanes atraviesan varios ríos entre los cuales son: Estero del tigrillo, Chague, Las Juntas, del Alumbre, San Antonio, Loro, Dulcepamba, Shishimbe, El Reventado, San Pablo y drenajes menores. (GADBolívar, 2015)

## **Oferta Hídrica**

Los usos que se le da al recurso hídrico son varios el principal es el uso doméstico que es un derecho vital de toda persona, es así que 31832 personas son quienes se sirven de este recurso para el uso doméstico; tomando en cuenta que Chillanes es conocido como el granero del Ecuador por sus frondosos cultivos y así también se dedican a la cría de animales, para ello el uso de riego es de 390.853 lts/seg para regar alrededor de 1518.29 hectáreas, mientras tanto para los animales el caudal de agua destinado es de 8.963 lts/seg que sirve para la crianza de 12393 animales aproximadamente; además existen otros usos

para industrias, en la electricidad, en la piscicultura, entre otros usos, llegando a beneficiar a 32474 personas con caudales de 5864.163 lts/seg.

DOMÉSTICO		ANIMALES		RIEGO			FUERZA MECÁNICA		INDUSTRIA	
beneficiadas	Caudales lts/seg	N° Animales	Caudales lts/seg	beneficiadas	Caudales lts/seg	Has.	Personas beneficiadas	Caudales lts/seg	beneficiada	Caudales lts/seg
31832	109,014	12393	8,963	637	390,853	1518,29	1	6,21	1	0,579
PISCÍCOLA		HIDROELECTRICIDAD		FINES RECREATIVOS		AGUA DE MESA		TOTAL		
Personas beneficiadas	Caudales lts/seg	Personas beneficiadas	Caudales lts/seg	Personas beneficiadas	Caudales lts/seg	Personas beneficiadas	Caudales lts/seg	beneficiadas	Caudales lts/seg	
1	0,030	1	4230,000	0	0,000	1	0,040	32474	5864,163	

**Tabla 2.** Caudales concesionados de acuerdo a cada uso.

Fuente: (GADBolívar, 2015)

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

Por supuesto estos recursos son muy vulnerables a ir disminuyendo su caudal o incluso a contaminarse por la baja percepción de la población sobre este abundante pero frágil recurso: algunas de las amenazas que podrían poner en riesgo el recurso hídrico son:

- Explotación irracional de recursos hídricos.
- Contaminación hídrica al verter directamente aguas servidas, químicos y otros elementos contaminantes.
- Deforestación excesiva e invasión de bosques y vegetación protectora.
- Expansión del área para uso agrícola.

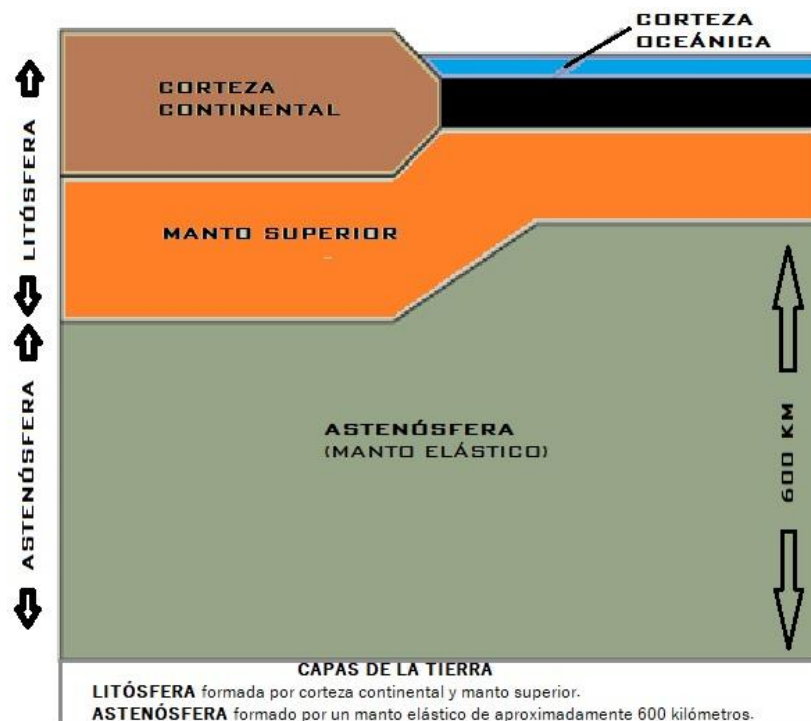
Aquí en Chillanes podemos confirmar esta contaminación en el río Alumbre, río Lambran y río del alto que son contaminados por los desechos del botadero de basura ubicado en el recinto El Zumbé que queda a 4,5 kilómetros del casco urbano. También la descarga de aguas residuales en el río Lambran que contamina a la cuenca del río Chimbo y afecta a toda la población que se asienta al borde del río Chimbo.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Sismos

En el mundo hay muchos fenómenos naturales que son una amenaza latente para la vida, para la estructura económica y edificaciones; aquí se puede mencionar: inundaciones, incendios forestales, deslizamientos, tsunamis, ciclones y terremotos; de entre estos el que quizá causa más destrucción son los terremotos. (ONU, 2001)

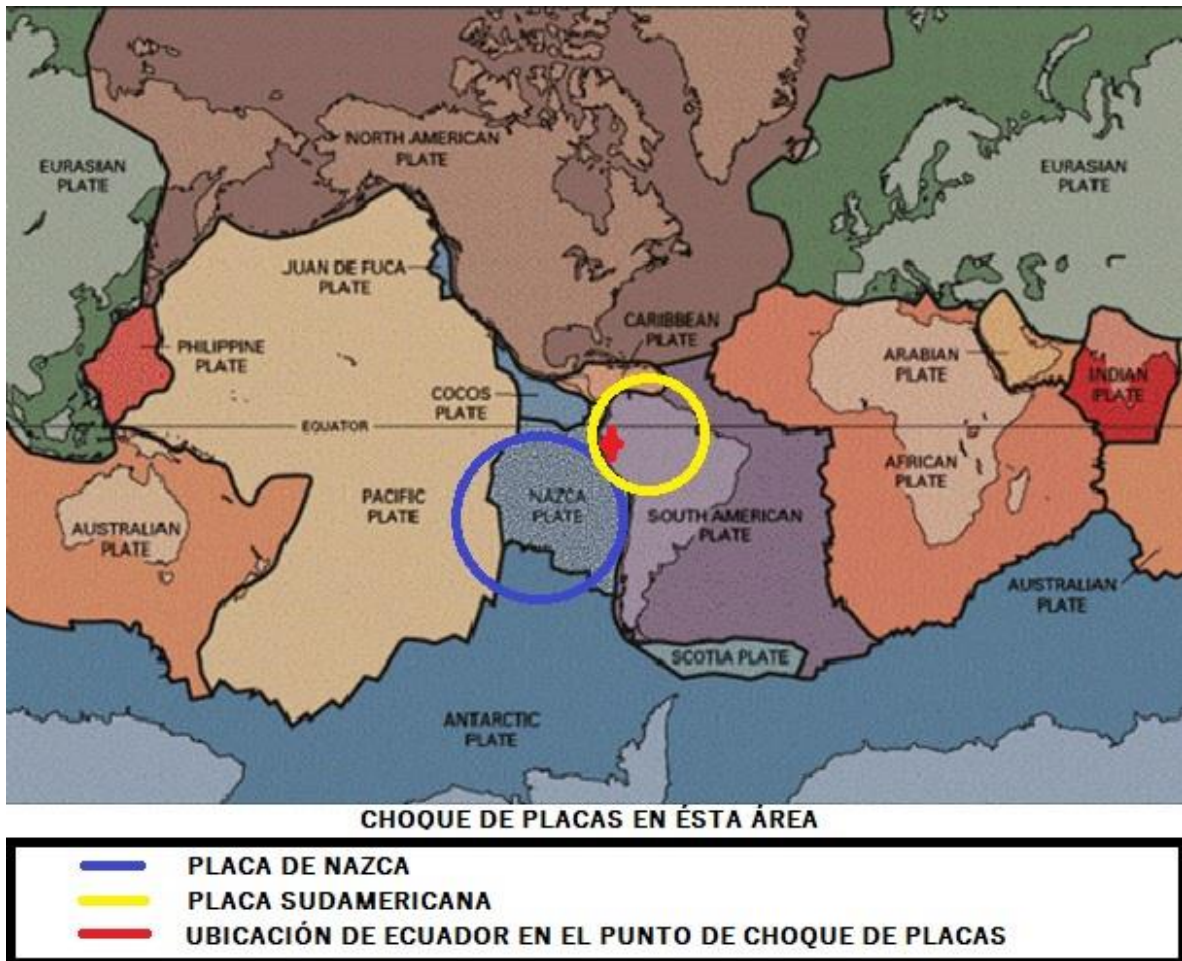
Para hablar acerca de los sismos, se debe empezar por el estudio de las placas tectónicas, la teoría de las placas tectónicas establece que la litósfera tiene varias fragmentaciones de diferente diámetro, espesor y forma como si fuera un rompecabezas y está flotando sobre la astenósfera que es muy elástica y tiene un grosor aproximado de 600 kilómetros. Las fragmentaciones de la litósfera están comprendidas por siete placas grandes y varias pequeñas, que están compuestas por litosfera y manto superior. (SNGR, 2015)



**IMAGEN 2.** Capas de la tierra

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

En la imagen 2 se puede apreciar en la parte superior la litósfera formada por la corteza continental que es la que forma las placas tectónicas y el manto superior, y en la parte inferior se encuentra la astenósfera que es un manto elástico sobre el que se mueven las placas continentales y tienen un espesor de 600 kilómetros aproximadamente.



**IMAGEN 3.** Placas Tectónicas

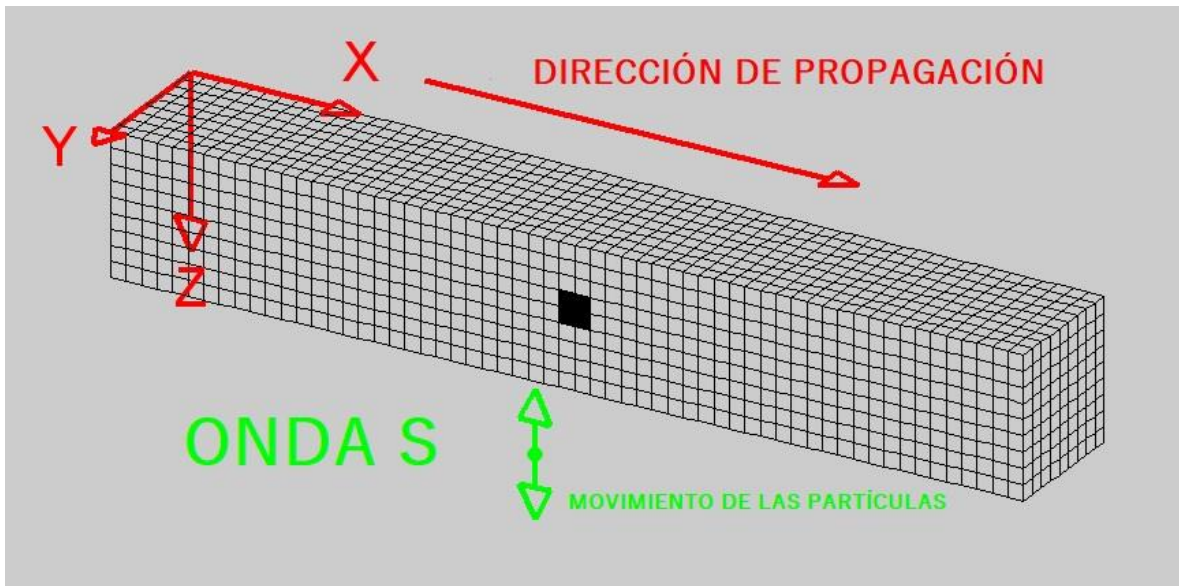
Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

En la imagen 3 se puede observar las formaciones de las placas tectónicas y la interacción de la placa de nazca y la placa sudamericana en nuestro país.

### Tipo de Movimiento Sísmico

Existen tres tipos de movimientos, el movimiento trepidatorio, el movimiento oscilatorio y la combinación del movimiento trepidatorio – oscilatorio.

- a) Movimiento trepidatorio la onda se dirige en forma vertical de arriba hacia abajo y viceversa, de tal manera que puede provocar la caída de objetos.

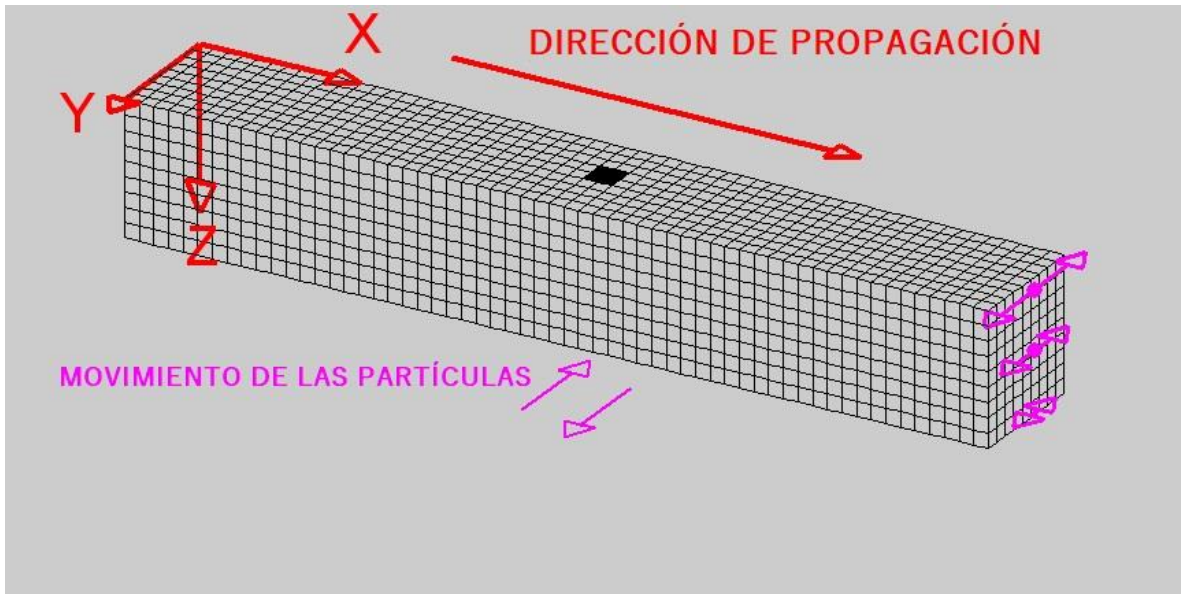


**IMAGEN 4.** Movimiento Trepidatorio

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

- b) Movimiento Oscilatorio la onda se dirige horizontalmente, aquí se puede sentir movimientos de un lado hacia otro como si estuviésemos mareados provocando un balanceo de las cosas.

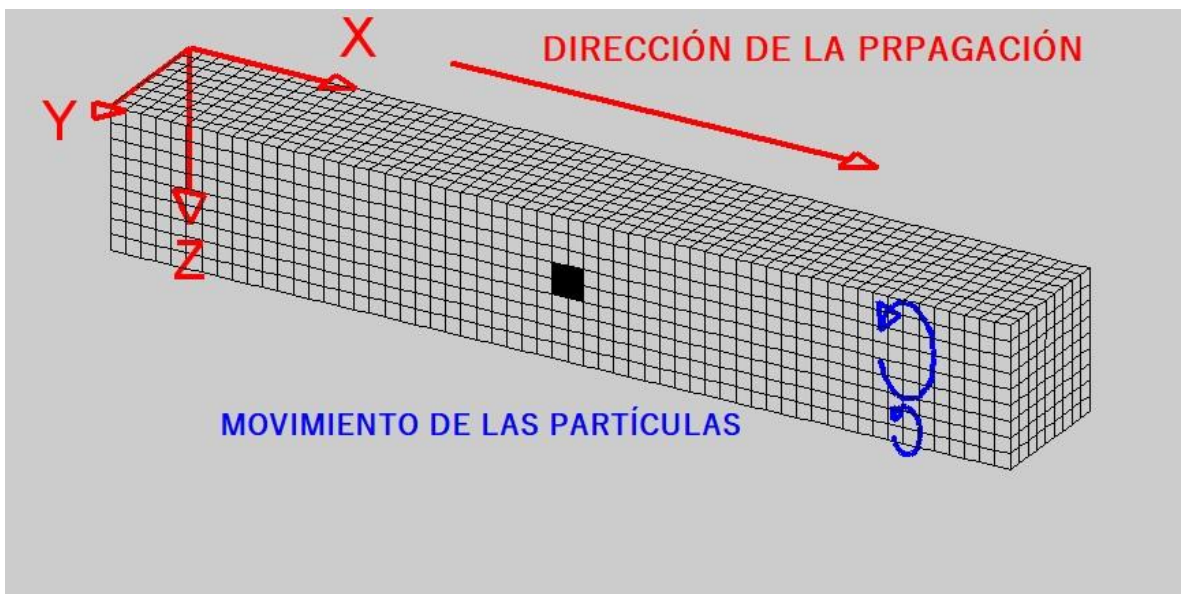




**IMAGEN 5.** Movimiento Oscilatorio

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

- c) Movimiento Trepidatorio – Oscilatorio aquí las ondas van en todos los sentidos, es decir verticalmente y horizontalmente, y este movimiento puede causar más daños.

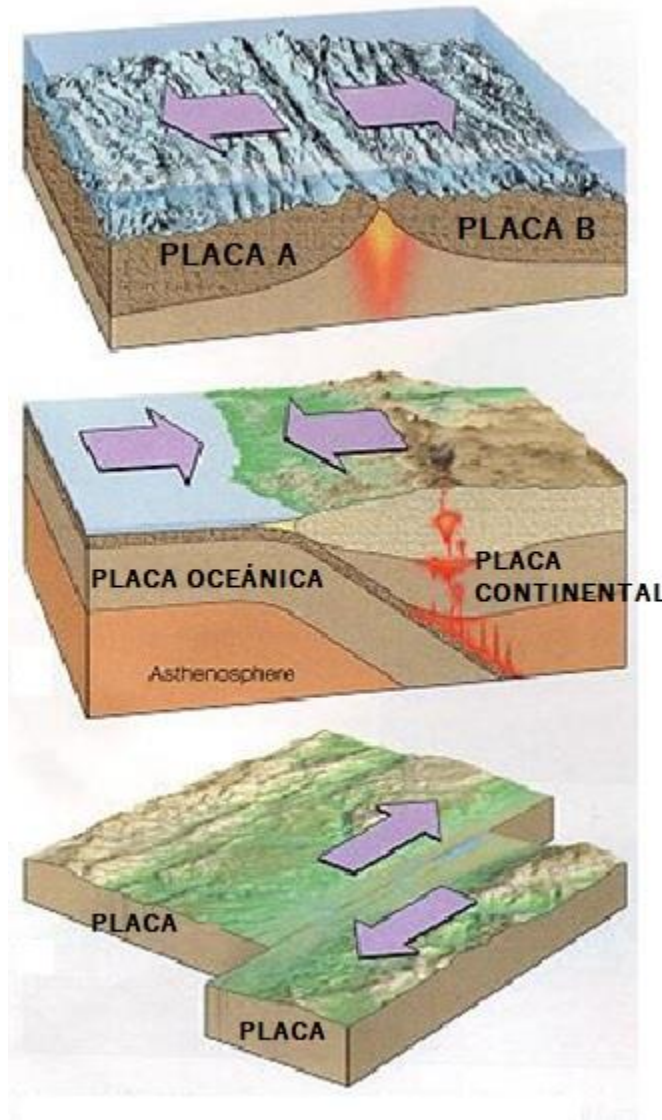


**IMAGEN 6.** Movimiento Trepidatorio – Oscilatorio

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

## Punto de Encuentro de las Placas Tectónicas

En la teoría de placas tectónicas también se detalla la forma en que las placas interactúan unas con otras, es así que se encuentran 3 tipos de encuentros entre placas:



**IMAGEN 7.** Encuentro de placas tectónicas

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

- 1) Placas Tectónicas Divergentes aquí las placas se separan y por estos espacios surge el magma desde las profundidades del océano, cambiándolo y renovando el fondo marino, estos eventos se pueden mencionar que ocurren en lugares como África.

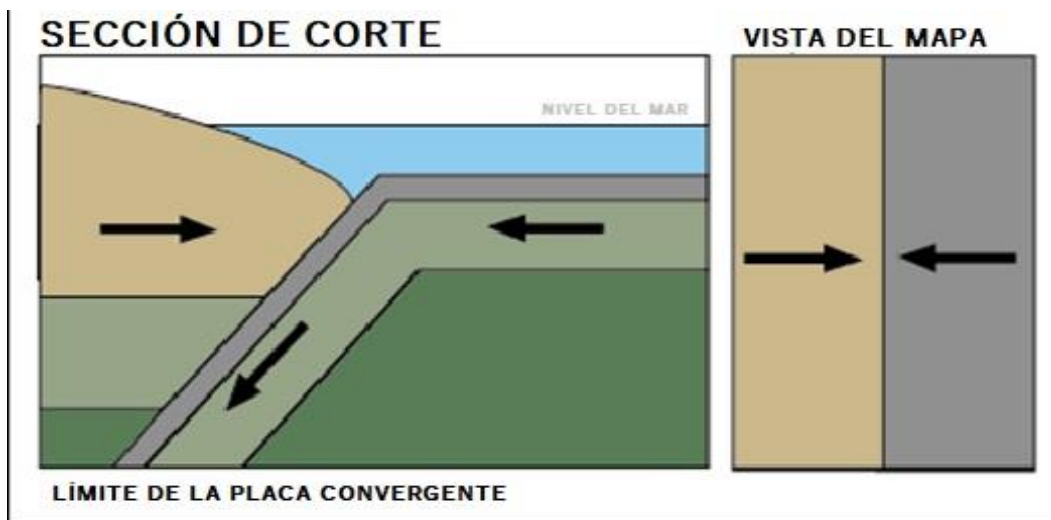




**IMAGEN 8.** Encuentro de placas divergentes

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

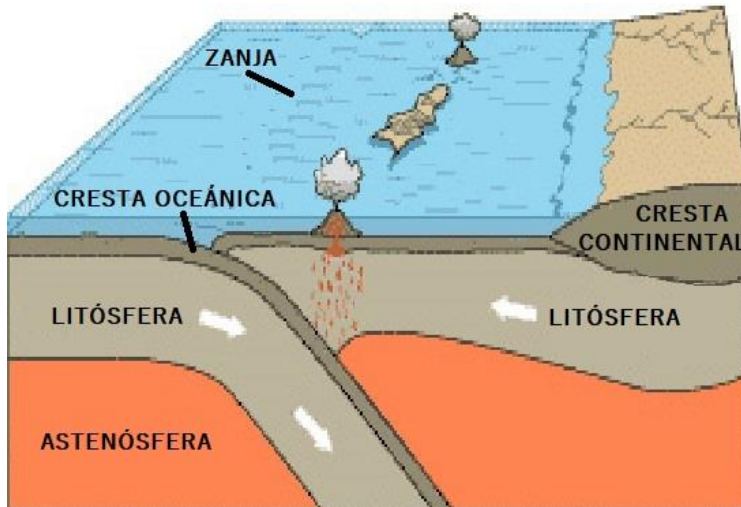
- 2) Placas Tectónicas Convergentes aquí las placas chocan, teniendo así 3 tipos de choques:



**IMAGEN 9.** Encuentro de placas convergente

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

- Entre dos placas oceánicas del choque pueden resultar islas, como ejemplo se puede observar la formación de Japón y de las Antillas Menores.

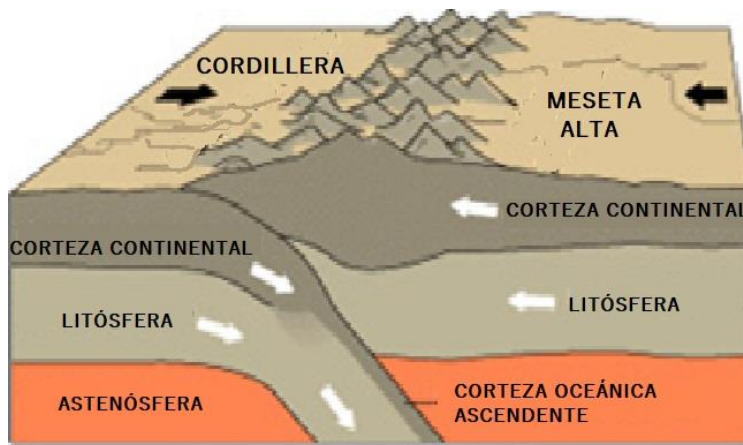


**CONVERGENCIA ENTRE  
PLACA OCEÁNICA – PLACA OCEÁNICA**

**IMAGEN 10.** Convergencia entre placa oceánica – placa oceánica

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

- Entre dos placas continentales del choque entre estas placas resultan grandes protuberancias formando así las cordilleras, como ejemplo se puede citar el choque ocurrido desde hace aproximadamente 55 millones de años entre La India y Asia que formó el Himalaya durante este proceso, es así que se puede decir que el Everest que es el punto más alto conocido hasta la actualidad cada día crece un poco más.



**CONVERGENCIA ENTRE PLACA  
CONTINENTAL – CONTINENTAL**

**IMAGEN 11.** Convergencia entre placa continental – placa continental

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

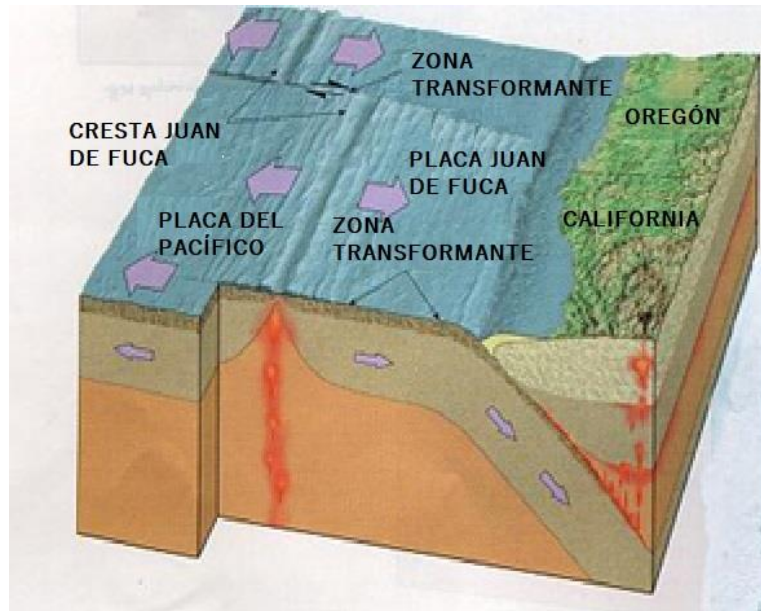
- Entre una placa continental y una placa oceánica aquí las placas chocan en un proceso llamado subducción, aquí la placa oceánica se desliza bajo la placa continental formando elevaciones montañosas como la cordillera de los andes en Sudamérica y entre estas elevaciones montañosas y producto de la fricción entre placas se produce el magma y si se forman chimeneas hacia una montaña se forman los volcanes. (NatGeo, 2011)



**IMAGEN 12.** Convergencia entre placa continental – placa oceánica

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

- 3) Placas Tectónicas Transformantes aquí se produce un movimiento paralelo sin un patrón definido transformando la placa o lo largo de grandes fallas, como la conocida falla de San Andrés, y en el lugar de estudio podemos encontrar como una falla de gran magnitud la falla de Pallatanga.



**IMAGEN 13.** Placa tectónica transformante

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

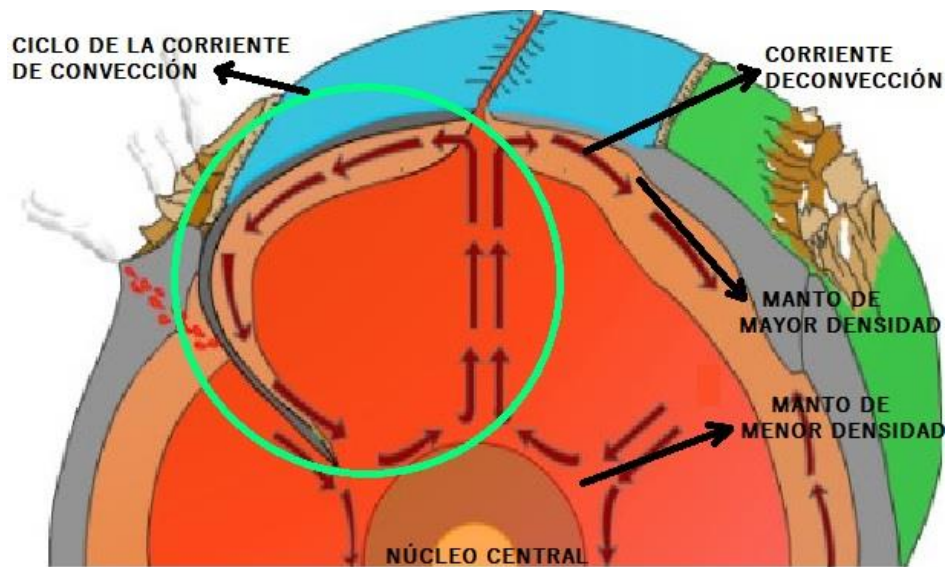
### **Mecanismo de movimiento de las placas tectónicas**

Para que haya un movimiento de placas existen dos mecanismos de convección que hacen que esto sea posible.

La **convección** es un proceso por el cual se transmite el calor entre un gas y un gas, entre un gas y un líquido, entre un gas y un sólido o entre un líquido y un sólido; la transferencia de calor se produce al estar en contacto dos cuerpos, es así que el cuerpo que adquiere mayor temperatura disminuye su densidad sube debido a que es menos pesado y el cuerpo que se va enfriando desciende debido a que su densidad es mayor y lo hace más pesado creando las corrientes de convección.(EcuRed, 2019)

El primer mecanismo es la convección termal en el manto, las placas tectónicas son un conjunto de fragmentos que se desplazan en la astenósfera una distancia de varios centímetros en la llamada corriente de convección que se realiza en el manto superior, este manto se extiende por alrededor de 700 kilómetros aquí la temperatura varía ya que en la parte más interna la temperatura es mayor y pierde rigidez haciéndolo un material más

fluido mientras que en la parte más externa la temperatura es menor debido a que al estar en contacto con la litosfera pierde temperatura debido al contacto con esta capa que se encuentra a una temperatura menor que la va enfriando por conducción y se convierte en un material más rígido y más denso, este material de mayor densidad luego comienza a descender a la parte de menor densidad y empieza a ser reemplazado por el fluido, de a poco este fluido que ascendió vuelve a descender cuando se enfría y se vuelve más denso y empieza a ser reemplazado completando así el ciclo de la corriente de convección que se va repitiendo consecutivamente.(Plena Geografía, 2013)



## CICLO DE LA CORRIENTE DE CONVECCIÓN

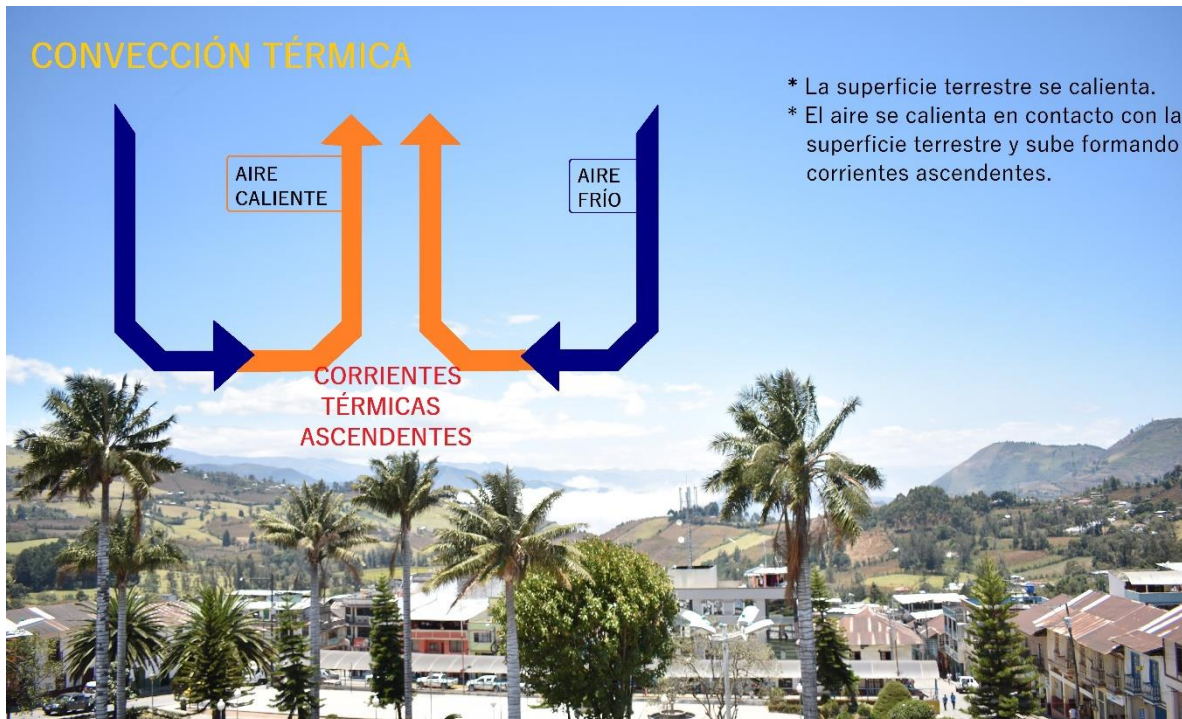
**IMAGEN 14.** Mecanismo de convección termal del manto.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

Otro mecanismo de convección que interviene en el movimiento de las placas tectónicas al estar en íntimo contacto con la litosfera es el mecanismo de convección atmosférica, este es un fenómeno físico en el que el sol calienta la litosfera y por consecuencia calienta el aire, al calentarse el aire el aire disminuye su densidad y se expande tendiendo a ascender y a suplantar al aire que se encuentra en la parte superior el cual desciende por efecto de la temperatura que a mayor altura baja y aumenta la densidad volviéndolo más pesado haciendo que baje a la superficie; este fenómeno se lo relaciona como el funcionamiento de un globo aerostático que funciona con helio el cual tiene menor densidad que el aire en el



ambiente y hace que este ascienda por encima del aire y cuando se requiere descender se va reemplazando poco a poco el helio por el aire que tiene mayor densidad que sigue descendiendo, y de esta manera se explica la corriente de convección atmosférica. (Suarez, Román, & Yagüe)



**IMAGEN 15.** Convección atmosférica.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

### **Escalas para Medir los Movimientos Sísmicos**

Para la medición de la magnitud y los daños de un sismo varios expertos han trabajado en el desarrollo de escalas que ayuden a calcular los efectos de un sismo, es así que tenemos varias escalas de medición de sismos entre los cuales tenemos dos que destacan entre todos y son los más usados a nivel mundial, entre estos tenemos:

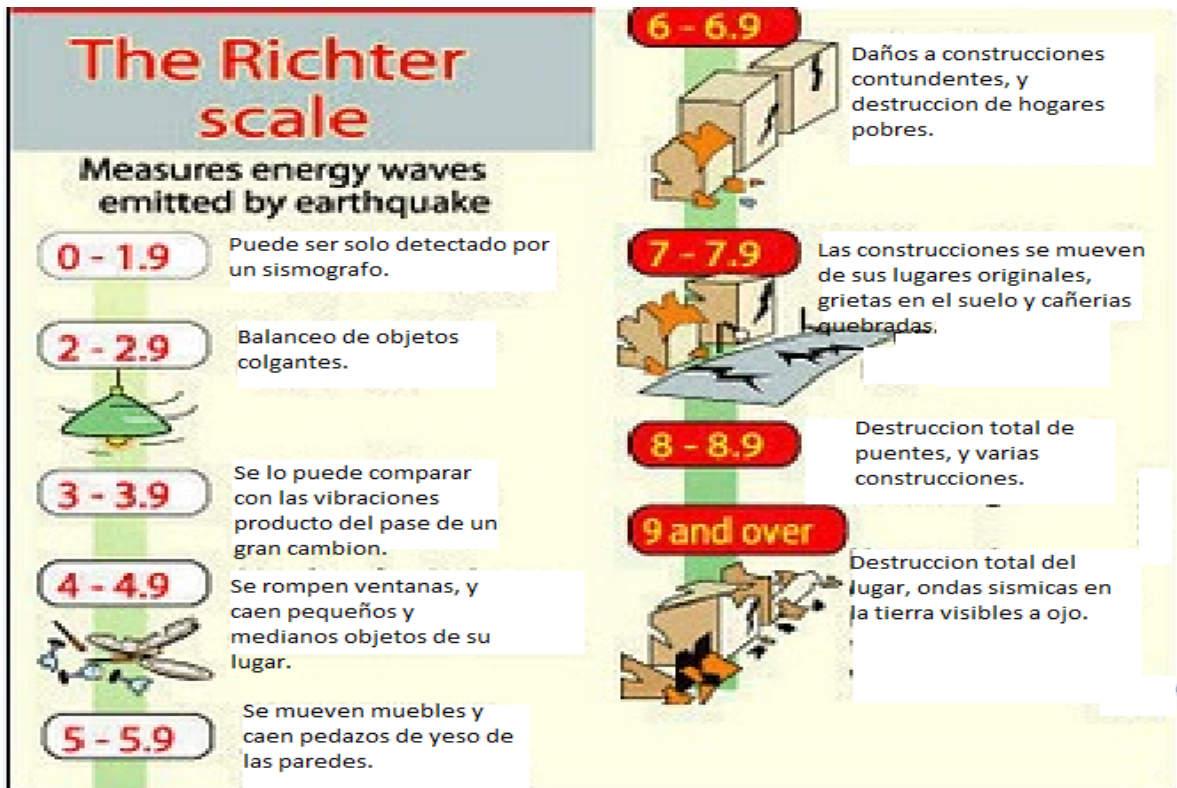
#### **Escala de Richter**

La escala de Richter o escala de magnitud local (ML) es desarrollada por el sismólogo Charles Richter, aquí se mide tiempo transcurrido y la amplitud entre la onda P y la onda S; la onda P es la primera onda en llegar y registrarse en el sismógrafo y es de propagación rápida, esta onda su vibración va en el mismo sentido. Esta escala es logarítmica y varía de un grado a otro, es decir que su aumento al grado siguiente aumenta 10 veces, por ejemplo, de un grado 2 a un grado 4 la intensidad no es dos veces el grado dos sino más bien es 100 veces más.

Valor en la Escala de Richter	Amplitud máxima de las ondas (expresada logarítmicamente “en milésimas de milímetros”)	Amplitud máxima de las ondas (expresada en valores cuantificables)
1	10	0.01 mm
2	100	0.1 mm
3	1000	1 mm
4	10000	10 mm
5	100000	100 mm
6	1000000	1000 mm
7	10000000	10000 mm
8	100000000	100000 mm
9	1000000000	1000000 mm
10	10000000000	10000000 mm

**Tabla 3.** Escala Logarítmica de la escala de Richter.

La escala de Richter es una escala muy abierta que no tiene un límite, sin embargo, en la tierra el sismo más alto registrado es de 9.6 grados y es por este motivo que se puede observar que la escala llega hasta el grado 10. (EcuRed, 2019)



**Imagen 16.** Escala de Richter.

Fuentes: SNGR.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

Otra escala muy utilizada es la escala de Mercalli, que se detalla a continuación:



## Escala modificada de Mercalli

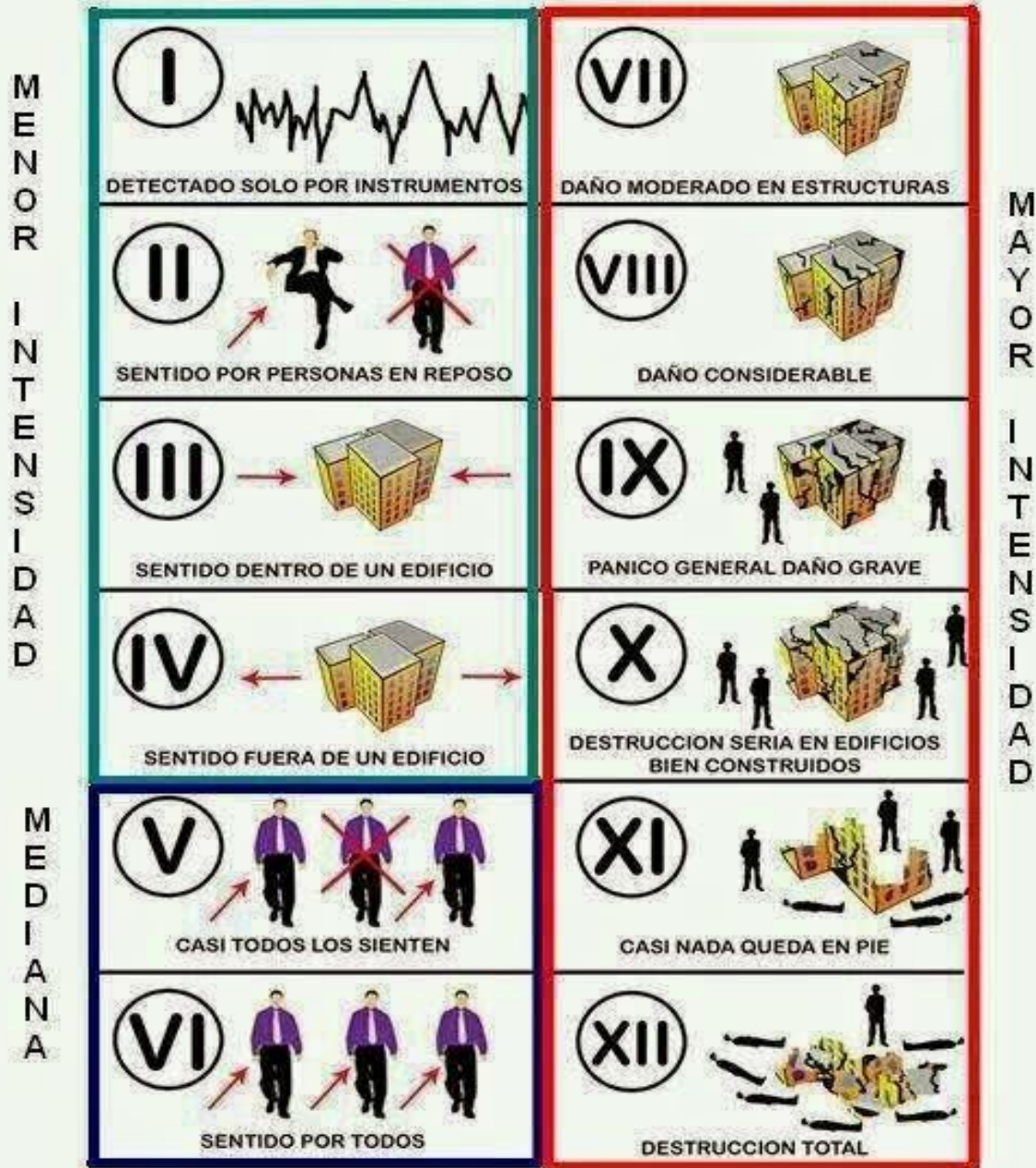


Imagen 17. Escala de Mercalli

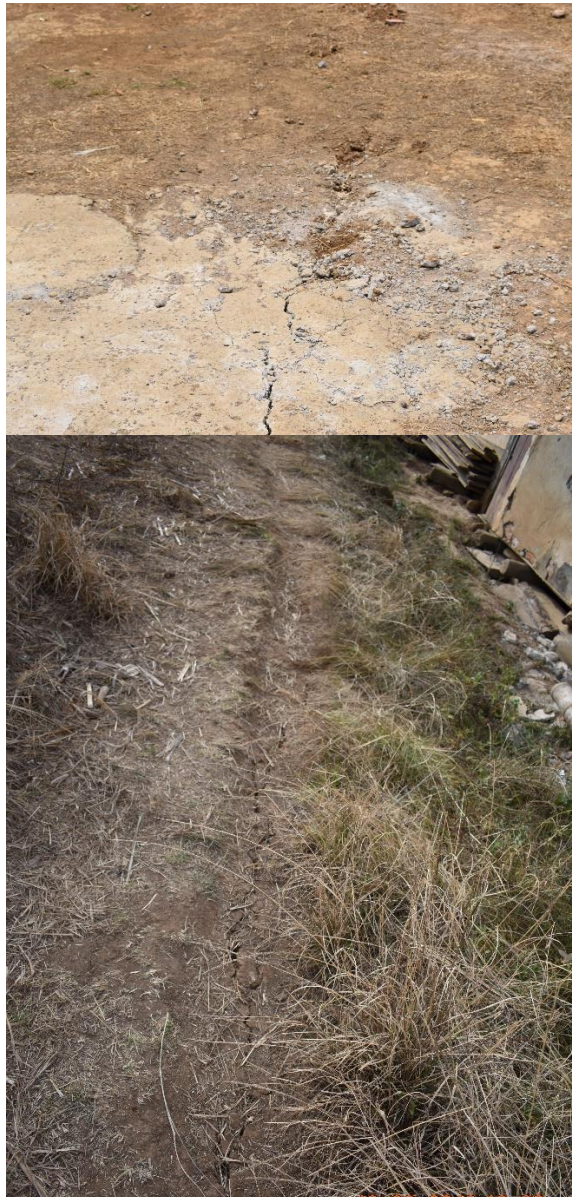
Fuentes: SNGR.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

### 2.2.2.EFECTOS DE UN SISMO

Los efectos que provoca un sismo luego de una descarga de energía se los puede evidenciar, como:

- Movimiento o Ruptura del Suelo. - debido a la fuerza de la liberación de energía se pueden activar fallas presentes, y en ocasiones cuando la magnitud es muy fuerte puede también visualizarse grietas en el piso.



**IMAGEN 18.** Grietas en el suelo luego de un sismo.

Fuentes: CRE\_Fernando

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

- Colapso de viviendas. - por el fuerte movimiento pueden caerse las edificaciones, o desprenderse elementos estructurales.



**IMAGEN 19.** Afectacion a las edificaciones.

Fuentes: CRE\_Fernando

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



- Colapso emocional. - luego de un sismo las personas pueden llegar a tener estrés post desastre, y los niños suelen ser los más afectados ya que no conocen acerca de estos fenomenos naturales y necesitan apoyo psicosocial.



**IMAGEN 20.** Apoyo Psicosocial a los niños.

Fuentes: CRE\_Fernando

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

- Necesidades básicas. - cuando el sismo afecta los medios de vida de una familia genera necesidades como: alimentos, agua, lugares donde pernoctar, entre otros; para solventar estas situaciones muchas instituciones gubernamentales y otras ONG's apoyan con la entrega de ayuda humanitaria hasta que llegue la ayuda requerida por parte de las autoridades que tengan entre sus competencias encargarse de crear programas que mejoren la situación de quienes fueron afectados.



**IMAGEN 21.** Entrega de ayuda humanitaria a las personas que fueron afectas por un sismo.

Fuentes: CRE\_Fernando

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

### 2.2.3. SAP200

El SAP2000 es un software de elementos finitos que ayuda a realizar modelamientos estructurales integrando la modelación, análisis y dimensionamiento de un amplio conjunto de estructuras y es de muy gran ayuda para resolver problemas de ingeniería.

Presenta una interfaz con modelamiento en 3D, este es conocido por la gran accesibilidad de manipulación y obtención de resultados, aquí se puede modelar distintas estructuras como viviendas, edificios, puentes, estructuras petroleras, estructuras marítimas, estructuras industriales o cualquier otra estructura que se requiera analizar.

Este programa es muy útil ya que permite generar resultados automáticamente de cargas de sismo, viento y realizar el dimensionamiento y comprobación de la estructura, aplicando normativas propias como la NEC-15 que está vigente en el Ecuador. (COMPUTERS & STRUCTURES, 2019)

## 2.3. MARCO LEGAL

### Constitución de la República

La Asamblea Nacional del Ecuador adoptó y aprobó la Constitución de la República a partir del año 2008, en el cual se mencionan artículos sobre gestión de riesgos como parte de la estrategia denominada “El Buen Vivir”. A continuación, se menciona varios artículos que sustentan legalmente la gestión de riesgos y este tipo de estudios:

### **Régimen de Competencias**

#### **Artículo 261**

“El estado central tendrá competencias exclusivas sobre: (...) 8. El manejo de Desastres.”

#### **Artículo 264**

“Los GAD’s Cantonales o gobiernos municipales tendrán competencias exclusivas entre otras: (...) 12. Gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios.”

#### **Artículo 340**

“El sistema nacional de inclusión y equidad social es el conjunto articulado y coordinado de sistemas, instituciones, políticas, normas, programas y servicios que aseguran el ejercicio, garantía y exigibilidad de los derechos reconocidos en la constitución (...) El sistema se compone de los ámbitos de la educación, salud, seguridad social, gestión de riesgos, (...)”

#### **Artículo 389**

“El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la

prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.”



### **Artículo 390**

“Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad”.

### **Artículo 391**

“El Estado generará y aplicará políticas demográficas que contribuyan a un desarrollo territorial e intergeneracional equilibrado y garanticen la protección del ambiente y la seguridad de la población, en el marco del respeto a la autodeterminación de las personas y a la diversidad”.

Ley de Seguridad Pública y del Estado (2009)

### **Artículo 11**

Literal d.- “La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos”.

Reglamento de la Ley de Seguridad Pública y del Estado (Decreto Ejecutivo 486, 2010)

### **Artículo 3**

“Aquí se reafirma las competencias del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos como órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos”.

## **Artículo 18**

“El Estado ejerce la rectoría del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos a través del Servicio Nacional de Gestión de Riesgo, cuyas competencias son:

- a. Dirigir, coordinar y regular el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos;
- b. Formular las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema Nacional Descentralizado Gestión de Riesgos, bajo la supervisión del Ministerio de Coordinación de Seguridad, para la aprobación del Presidente de la República;
- c. Adoptar, promover y ejecutar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema;
- d. Diseñar programas de educación, capacitación y difusión orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos;
- e. Velar por que los diferentes niveles e instituciones del sistema, aporten los recursos necesarios para la adecuada y oportuna gestión;
- f. Fortalecer a los organismos de respuesta y atención a situaciones de emergencia, en las áreas afectadas por un desastre, para la ejecución de medidas de prevención y mitigación que permitan afrontar y minimizar su impacto en la población; y,
- g. Formular convenios de cooperación interinstitucional destinados al desarrollo de la investigación científica, para identificar los riesgos existentes, facilitar el monitoreo y la vigilancia de amenazas, para el estudio de vulnerabilidades”.

## **Artículo 19**

Conformación:

“El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos: local, regional y nacional”

## **Artículo 20**

Organización:

“La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, como órgano rector, organizará el Sistema Descentralizado de Gestión de Riesgos, a través de las herramientas reglamentarias o instructivas que se requieran”

## **Artículo 23**

Funciones:

“Las funciones del Comité Consultivo Nacional de Gestión de Riesgos son las siguientes:

1. Asesorar y apoyar a la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos en la elaboración y reforma de las políticas, estrategias, normas y planes nacionales en esta materia, especialmente en los de reducción de riesgos y de emergencias ante desastres de origen natural, socio-natural o antrópico;
2. Colaborar en el diseño de programas, proyectos; y, en general iniciativas nacionales para gestión de riesgos; y,
3. Otras que le encargue el Órgano Rector del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos”

## **Artículo 24**

“De los Comités de Operaciones de Emergencia (COE). - son instancias interinstitucionales responsables en su territorio de coordinar las acciones tendientes a la reducción de riesgos, y a la respuesta y recuperación en situaciones de emergencia y desastre. Los Comités de Operaciones de Emergencia (COE), operarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico, como lo establece el artículo 390 de la Constitución de la República”.

## **Capítulo 1: Definición y Objeto**

### **Artículo 11**

“hace referencia al componente de ordenamiento territorial. Como está previsto en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas y otras disposiciones legales, la planificación del ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados quienes observarán, en el marco de sus competencias varios estudios:

(...) 3. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo cantonal o distrital, en urbano y rural y definirán el uso y la gestión del suelo. Además, identificarán los riesgos naturales y antrópicos de ámbito cantonal o distrital, fomentarán la calidad ambiental, la seguridad, la cohesión social y la accesibilidad del medio urbano y rural, y establecerán debidas garantías para la movilidad y el acceso a los servicios básicos y a los espacios públicos de toda la población”.

### **Artículo 140**

“La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable.

(...) Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial.

Para el caso de riesgos sísmicos los Municipios expedirán ordenanzas que reglamenten la aplicación de normas de construcción y prevención”.

Gracias a la Ley Orgánica Reformatoria al COOTAD (enero, 2014), se incluyó una disposición que prohíbe la regularización de asentamientos humanos en zonas de riesgo.

#### **Disposición Décimo Cuarta**

“Por ningún motivo se autorizarán ni se regularizarán asentamientos humanos, en zonas de riesgo y en general en zonas en las cuales se pone en peligro la integridad o la vida de las personas. El incumplimiento de esta disposición será causal de remoción inmediata de la autoridad que ha concedido la autorización o que no ha tomado las medidas de prevención necesarias para evitar los riesgos”.

## **CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Desde los inicios del tiempo el hombre ha utilizado varios métodos de investigación para ir conociendo su entorno e ir mejorando los conocimientos de lo que sucedía a su alrededor, Zorrilla (2010) manifiesta que “Los métodos de investigación fueron utilizados por los antiguos griegos como los caminos o procedimientos para llegar al conocimiento, y que el primero en descubrir este uso fue Aristóteles” (p. 21).

En este estudio se utilizará técnicas cualitativas, cuantitativas y mixtas, debido a que se analizará de manera cualitativa un universo (Viviendas afectadas) y de manera específica se estudiará de manera cuantitativa una edificación afectada en particular.

El método científico es el camino que nos ayuda a llegar al conocimiento y a concebir la certeza de los fenómenos que son objeto de estudio, asociando nuestras creencias, conocimientos preestablecidos y las hipótesis planteadas se analiza de manera sistemática con los diferentes métodos de investigación generales como: el análisis, la síntesis, la deducción y la inducción. Los estudios de caso mediante los diferentes métodos científicos ayudan a descubrir y entender mejor los objetos de estudio y en muchos casos generan nuevos conocimientos.

El método científico no es inamovible y no se encarga de cambiar conceptos, pero si pondrá en duda algo que no conocemos cuando surge un nuevo descubrimiento, nuevos instrumentos, nuevas aplicaciones, etcétera. (Zorrilla, Torres, Cervo, & Bervian, 1997)

### **3.2. DISEÑO**

En el presente estudio de caso se utilizó un diseño experimental ya que se recogió la información y mediante el software SAP2000 se realizó un modelo matemático para

analizar las condiciones reales de la edificación sujeta a estudio que servirá para la toma de decisiones posteriores. Además, se utiliza también un diseño no experimental, ya que se trata de un estudio de observación de la situación actual de las edificaciones afectadas, para un posterior análisis que nos brindará la información requerida para el estudio de clase.

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Uno de los instrumentos de obtención de datos es el esclerómetro o llamado también Martillo Schmidt que es una herramienta que se utiliza en el sector de la construcción para medir la resistencia a la presión y la calidad del hormigón. Esta prueba se la realizara en varias columnas y vigas, usando el esclerómetro se puede evitar destruir el hormigón para medir la dureza y calidad de los materiales. Para realizar una prueba confiable de esclerometría se debe limpiar la zona donde se va hacer la medición y dibujar una grilla de 4x4 para realizar 16 disparos que ayudaran a obtener datos más precisos.



**IMAGEN 22.** Limpieza y dibujo de la grilla de 4x4 para las pruebas de esclerometría.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

Para la obtención de información y recopilación de datos de las viviendas que fueron afectadas se adaptó el formulario de evaluación rápida de estructuras Post-Evento que presenta la Norma Ecuatoriana de Construcción del 2015 (NEC) (Ver Anexo Ficha de Evaluación), de esta manera se presentó un oficio al GAD – Chillanes para que pueda compartir un listado de las viviendas que fueron afectadas por el sismo del 06 de septiembre de 2018 en el caso urbano de Chillanes y que sirva de guía para las inspecciones realizadas; la ficha de evaluación que se utilizó ayuda a recolectar datos de las edificaciones como: tipo de construcción, tipo de ocupación; aquí se evalúa también las condiciones de la estructura como: colapso total, parcial o cimentación



afectada, edificaciones fuera de aplomo, agrietamiento en muros o algún tipo de daño estructural, daños generales en antepecho, chimenea u elementos a punto de hacer que representen un riesgo latente; también permite realizar una actualización en la marcación por colores (verde, amarillo o rojo) y generar la necesidad de futuras acciones que ayuden a mitigar los efectos de un nuevo sismo.



**IMAGEN 23.** Evaluación estructural en cada una de las viviendas afectadas en el casco urbano de Chillanes.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

### 3.4. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el procesamiento y análisis de los datos recogidos se pasará varios pasos:

1<sup>er</sup> Paso. – los datos obtenidos con el esclerómetro R (resistencia elástica/rebote) que son 16 de acuerdo a la grilla dibujada en la columna/viga se eliminaron los 4 datos más altos y los 4 datos más bajos para una mayor precisión de los resultados, posteriormente se saca una media de estos valores y obtenemos los datos que ayuden a evaluar la resistencia y calidad del hormigón de esta vivienda.

2<sup>do</sup> Paso. – el trabajo de gabinete nos permitirá realizar un modelo matemático que con la ayuda del software SAP2000 nos muestra e identifica las condiciones de la estructura acorde a la geometría real. El levantamiento de información in situ es el punto de partida para cumplir con el objetivo de este documento, la geometría de la estructura se la obtuvo con mediciones de distancias entre ejes de columnas, elevaciones de vigas, espesores losas, la distribución de la mampostería y demás información relevante para un buen modelo matemático.

3<sup>er</sup> Paso. – las fichas realizadas mediante la ficha de evaluación estructural se analizará cada componente por separado.

<b>COMPONENTES</b>	<b>INTERVALO/CATEGORÍA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL USO DE CADA COMPONENTE</b>
Tipo de Construcción	Estructura de madera	Se analizará el tipo de construcción de cada estructura.
	Estructura de hormigón	
	Estructura metálica	
	Estructura de adobe	
	Estructura mixta	
Tipo de Ocupación del Edificio	Familiar	También de identificará el tipo de uso que se le da a cada estructura.
	Comercial	
	Gubernamental	
	Unidad Educativa	
	Edificio Público	
Evaluación	Colapso total, parcial o	Para la evaluación se

(Condiciones observadas)	cimentación afectada	identificará visualmente las estructuras y se calificará de acuerdo a los daños encontrados como:  - Poca/Ninguna - Moderada - Severa
	Edificación fuera de aplomo	
	Agrietamiento en muros u otro daño estructural	
	Daños en el antepecho, chimenea u otro elemento a punto de caer	
	Otros	
Marcación	Seguro	Los criterios para identificar cada color se puede identificar en la tabla siguiente.
	Uso restringido	
	inseguro	
	Demolida	
Futuras acciones	Recomendación de evaluación detallada	De acuerdo a cada evaluación se identificara que acciones se puede realizar para mitigar los efectos de un nuevo evento.
	Reforzamiento estructural	
	Geotecnia	
	otros	

**TABLA 4.**Componentes de la ficha que se aplicará para la evaluación estructural.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

Para la marcación de cada uno de las estructuras evaluadas se tiene que tomar en cuenta los criterios de evaluación planteados por la Norma Ecuatoriana de Construcción.

<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y MARCACIÓN</b>		
	<b>CONDICIÓN</b>	<b>MARCACIÓN</b>
1	Si el edificio presenta leves agrietamientos en paredes o condiciones que no representen riesgo.	INSPECCIONADO (VERDE)
2	Si se identifica daños con elementos que estén a punto de desprenderse como: chimeneas, antepecho u otros.	AMARILLO (USO RESTRINGIDO)
3	Si la estructura colapsó totalmente, parcialmente o se afectó su cimentación.	ROJO (INSEGURO)
4	Si la estructura se encuentra fuera de aplomo.	ROJO (INSEGURO)
5	Si se identifica daños severos como: elementos que son parte de la estructura que están a punto de caer, agrietamientos fuertes en paredes u otro daño que represente riesgo.	ROJO (INSEGURO)
6	Si se encuentra grietas en el suelo, indicios de licuefacción, deslizamientos.	ROJO (INSEGURO)
7	Si la estructura colapso por el sismo y fue demolida.	DEMOLIDA

**TABLA 5.** Criterios de evaluación y marcación de las viviendas afectadas en el casco urbano del Cantón Chillanes.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

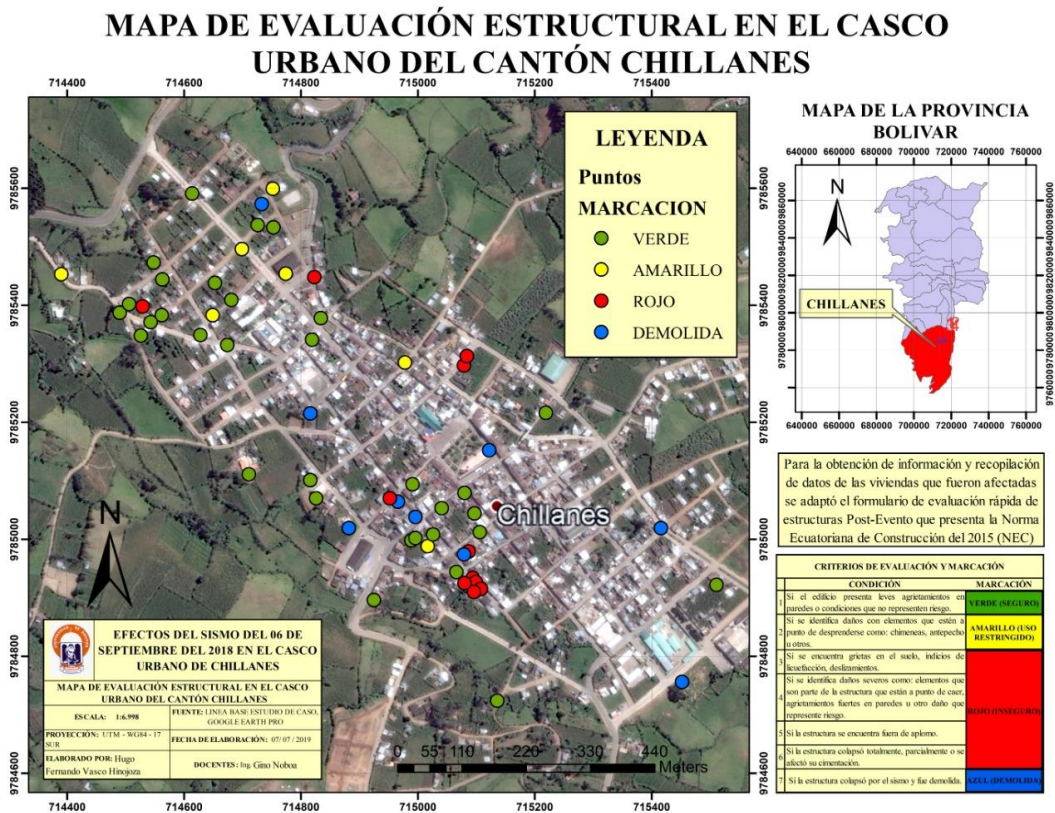


## CAPITULO 4: RESULTADOS ALCANZADOS POR OBJETIVO

### 4.1. DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS PROVOCADOS POR EL SISMO DEL 6 DE SEPTIEMBRE EN CHILLANES MEDIANTE EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Luego de realizar las inspecciones a cada una de las edificaciones, se obtuvo información que se analizará para identificar el impacto de los daños provocados en las edificaciones del Casco Urbano.

Guiado por un listado de las viviendas registradas por el GAD del Cantón Chillanes, se realizó la visita e inspección de cada una de las viviendas, de esta manera se identificó 60 edificaciones que fueron afectadas en el Casco Urbano. (Mapa 3)



**Mapa 3.** Edificaciones afectadas por el Sismo del 06 de septiembre del 2018 en el Casco Urbano del Cantón Chillanes.

Fuente: Línea de base estudio de caso. Google Earth Pro.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

#### 4.1.1. Resultados de las evaluaciones estructurales aplicadas en el Casco Urbano del Cantón Chillanes

A continuación, se ira describiendo y analizando cada uno de los datos obtenidos de la evaluación y se realizará la interpretación de los mismo.

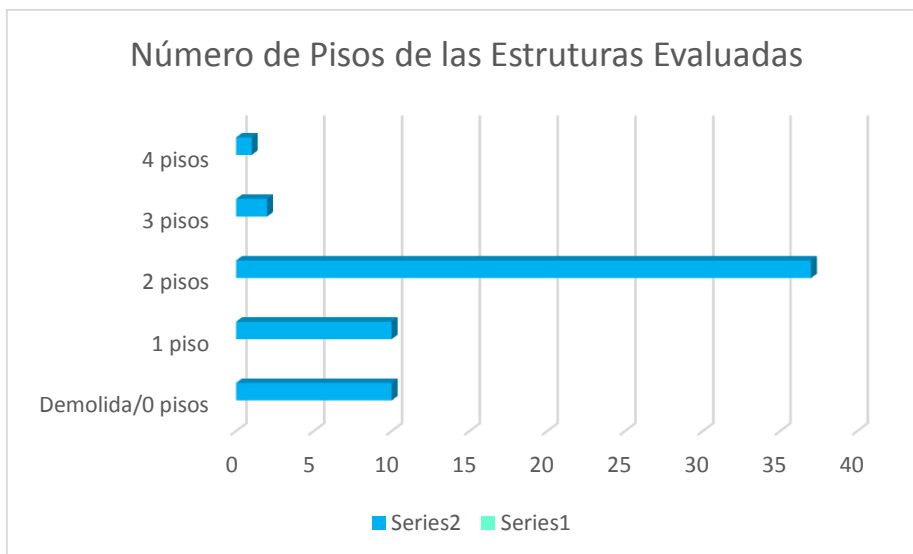
En la evaluación aplicada se determinó el número de pisos de las edificaciones, aquí encontramos estructuras que van desde una sola planta hasta 4 plantas, entre estas también encontramos estructuras que fueron severamente afectadas y que de acuerdo a las evaluaciones realizadas por los distintos inspectores de varias instituciones las marcaron como inseguras y fueron demolidas, por lo tanto, se ha marcado como demolida o cero pisos.

N° de pisos		Porcentaje
Demolida/0 pisos	10	17%
1 piso	10	17%
2 pisos	37	62%
3 pisos	2	3%
4 pisos	1	2%

**Tabla 6.** Número de pisos de las edificaciones

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



**Gráfico 1.** Número de pisos de las Estructuras Evaluadas.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

En los primeros resultados se puede observar que entre las edificaciones afectadas predominan las estructuras de dos pisos con un 62%, seguidas por 10 edificaciones de un solo piso y 10 edificaciones que fueron severamente afectadas por lo cual ya fueron demolidas representando el 17% cada una.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	N° de Viviendas	Porcentaje
MADERA	1	2%
HORMIGÓN	25	50%
METÁLICA	0	0%
ADOBE	5	10%
MIXTA	19	38%
TOTAL	50	100%

**Tabla 7.** Tipo de Construcción de las Edificaciones.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.





**Gráfico 2.** Representación del tipo de material utilizado para la construcción de las edificaciones.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

Los materiales utilizados que predominan son el hormigón que tiene un porcentaje del 50% y son estructuras que no tienen más de 25 años en promedio desde el año de construcción, luego encontramos con un 38% que las edificaciones con de construcción mixta entre madera y hormigón, seguida de un 10% de edificaciones de adobe que son las que presentaron daño mínimo, y una estructura de madera que representa el 2% y que se encontró en muy malas condiciones.

OCUPACIÓN DEL EDIFICIO	N° de Viviendas	Porcentaje
FAMILIAR	43	86%
COMERCIAL	2	4%
GUBERNAMENTAL	3	6%
UNIDAD EDUCATIVA	1	2%
EDIFICIO PÚBLICO	1	2%
TOTAL	50	100%

**Tabla 8.** Tipo de Ocupación de las edificaciones.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



**Gráfico 3.** Ocupación de los edificios.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

En el tipo de ocupación que se le da a cada uno de los edificios afectados por el sismo se puede evidenciar que el 86% son de uso familiar, y con porcentajes más bajos encontramos 2 edificaciones de uso comercial, 3 edificaciones de uso gubernamental, entre éstas también encontramos una Unidad Educativa y un Edificio de Uso Público.

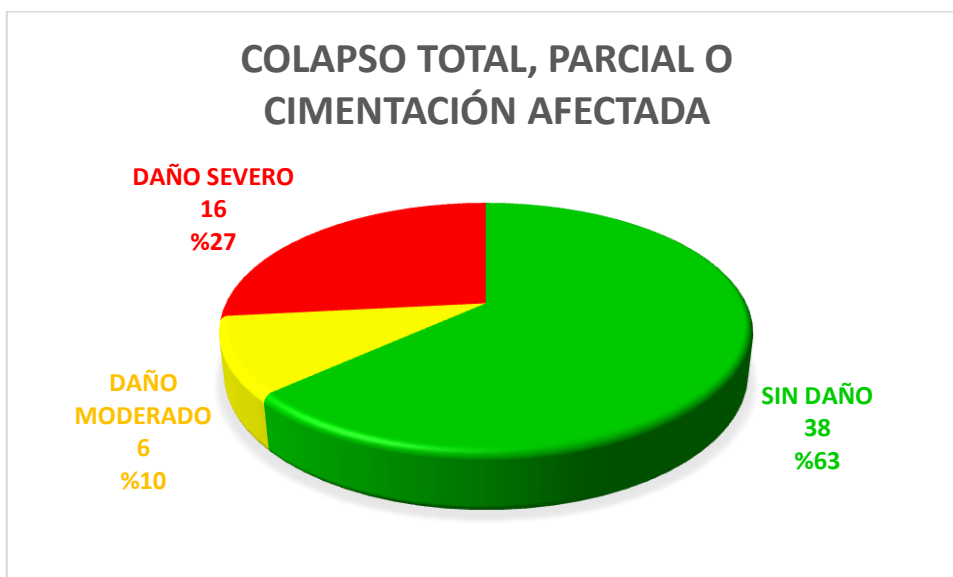
Para la sección de la evaluación estructural encontramos los siguientes resultados:

COLAPSO TOTAL, PARCIAL O CIMENTACIÓN AFECTADA		
CONDICIONES OBSERVADAS		PORCENTAJE
POCO/NINGUNO	38	63%
MODERADA	6	10%
SEVERA	16	27%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

**Tabla 9.** Colapso Total, Parcial o Cimentación Afectada

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



**Gráfico 4.** Representación de edificaciones que colapsaron total, parcial o cimentación afectada.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

En el primer componente de evaluación se observa un 63% de edificaciones que afortunadamente no presentaron daños o que al menos no son daños que afecten a la estructura y sus habitantes, las edificaciones que sufrieron daños moderados y que se

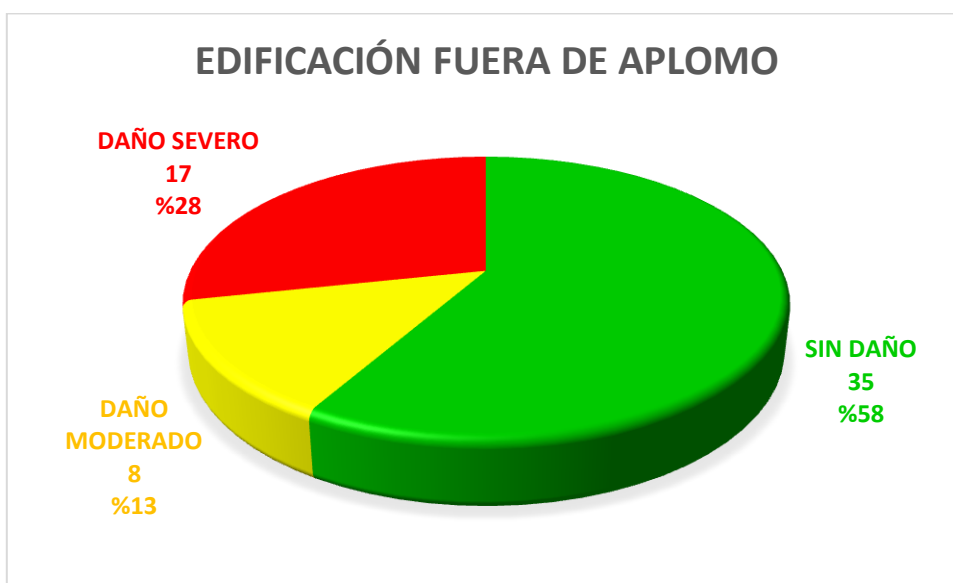
puede tomar medidas correctivas son el 10% y las edificaciones que presentaron daño severo y colapsaron o están gravemente afectadas son el 27%.

EDIFICACIÓN FUERA DE APLOMO		
CONDICIONES OBSERVADAS		PORCENTAJE
POCO/NINGUNO	35	58%
MODERADA	8	13%
SEVERA	17	28%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

**Tabla 10.** Edificación fuera de Aplomo.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



**Gráfico 5.** Representación de las edificaciones que se encontraron fuera de Aplomo.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

Las edificaciones que fueron afectadas fuertemente por el sismo y que las dejó fuera de aplomo son el 17%, un 13% presentan daños moderados en el aplomo y el 58% de las edificaciones no presentan incidencia en el aplomo.

AGRIETAMIENTO EN MUROS U OTRO DAÑO ESTRUCTURAL		
CONDICIONES OBSERVADAS		PORCENTAJE
POCO/NINGUNO	33	55%
MODERADA	9	15%
SEVERA	18	30%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

**Tabla 11.** Agrietamiento en muros u otro Daño Estructural.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



**Gráfico 6.** Representación de estructuras que presentan agrietamiento u otro daño estructural.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

El 55% de las estructuras no presentan agrietamientos en muros o al menos no representan un daño fuerte, luego se encuentra un 30% de edificaciones que fueron afectadas severamente los muros o algún elemento estructural y un 15% de edificaciones presentan agrietamientos o daños estructurales moderados.

DAÑO EN EL ANTEPECHO, CHIMENEA U OTRO ELEMENTO A PUNTO DE CAER		
CONDICIONES OBSERVADAS		PORCENTAJE
POCO/NINGUNO	32	53%
MODERADA	10	17%
SEVERA	18	30%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

**Tabla 12.** Daño en antepecho, chimenea u otro elemento a punto de caer.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



**Gráfico 7.** Representación de daño en el antepecho, chimenea u otro elemento a punto de caer en las edificaciones.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

De las edificaciones evaluadas el 53% de las edificaciones presentan daños leves sin elementos que representen algún riesgo, seguido de un 30% de edificaciones que presentan daños fuertes en el antepecho o que se identifica elementos a punto de caer representando un riesgo para los habitantes y transeúntes, luego con el 17% se encuentran las edificaciones con daño moderado.

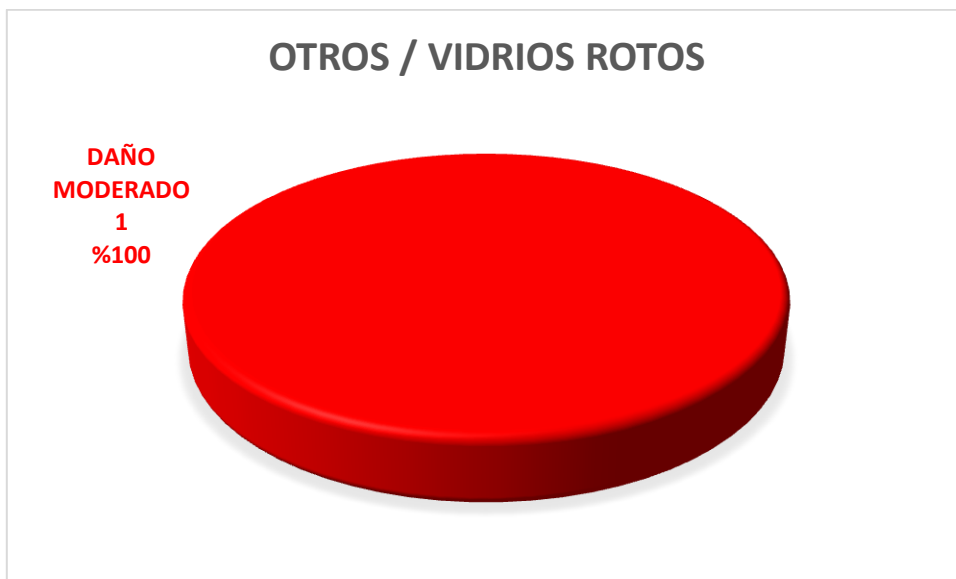
Otros daños encontrados en la evaluación, fue en un edificio Municipal de uso Público, que se encontró varias ventanas ubicadas a 3 metros de altura aproximadamente con prácticamente todos los vidrios rotos a punto de hacer. (Gráfico 8)

OTRO / Vidrios rotos		
CONDICIONES OBSERVADAS		PORCENTAJE
MODERADA	1	100%

**Tabla 13.** Daño severo en Ventanas en Edificio Municipal de uso Público.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



**Gráfico 8.** Daño severo en Ventanas en Edificio Municipal de uso Público.

Fuente: Levantamiento de información in situ.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

#### 4.2. ANÁLISIS DEL INMUEBLE SUJETO A ESTUDIO MEDIANTE SOFTWARE DE MODELAMIENTO ESTRUCTURAL DETERMINANDO LAS CONDICIONES REALES (POST-EVENTO)

Este objetivo requiere realizar un análisis comparativo mediante un modelamiento estructural de la vivienda de la familia “Andachi” (Imagen 18) ubicada en la provincia Bolívar, Cantón Chillanes en estado actual de la edificación (post-evento) versus las condiciones previas de la misma con datos propios de cada uno de los elementos estructurales existentes.

La norma utilizada para el presente análisis es la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15) que rige en el Ecuador, de donde se toman las



recomendaciones específicas como coeficientes, combinaciones de carga y demás factores que permiten generar un modelo matemático que se comporte lo más cercano a la realidad.



**IMAGEN 24.** Foto de la edificación sujeta a estudio mediante modelamiento estructural.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

El levantamiento de información in situ es el punto de partida para cumplir con el objetivo de este documento, la geometría de la estructura se la obtuvo con mediciones de distancias entre ejes de columnas, elevaciones de vigas, espesores losas, la distribución de la mampostería y demás información relevante para un buen modelo matemático (ANEXO 1).

#### 4.1.1. Prueba de Esclerometría

Las propiedades de los materiales como del acero y en especial del concreto fueron determinadas con un ensayo de esclerometría que nos proporciona de manera



Para el efecto se analiza la estructura únicamente con combinaciones de cargas muertas y por presencia de sismo, esto tratando de favorecer las condiciones de la estructura, pero con el fin también de demostrar que por las circunstancias es una condición desfavorable.

Las condiciones de sismo son inherentes a la zonificación y factores establecidos en función de la misma.

Factor Z	Perfil suelo	Fa	Fd	Fs	Sa	R
0.4	E	1.2	1.19	1.9	2.48	3

**TABLA 15.** Datos que establece la NEC y han sido tomados para nuestro modelo matemático.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

En donde:

<b>Símbolo</b>	<b>Definición</b>
Factor Z	Es la aceleración máxima esperada en la roca para el sismo de diseño, ésta se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.
Perfil del suelo (E)	Son los efectos de las fuerzas sísmicas en el suelo.
F <sub>a</sub>	Es el coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.
F <sub>d</sub>	Es el coeficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.
F <sub>s</sub>	Es el coeficiente de amplificación de suelo. Considera el

	comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del periodo del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.
$S_a$	Es el espectro de respuesta elástico de aceleraciones, este es expresado como una fracción de la aceleración de la gravedad (g). Depende del periodo o modo de vibración de la estructura.
R	Coeficiente de respuesta estructural.

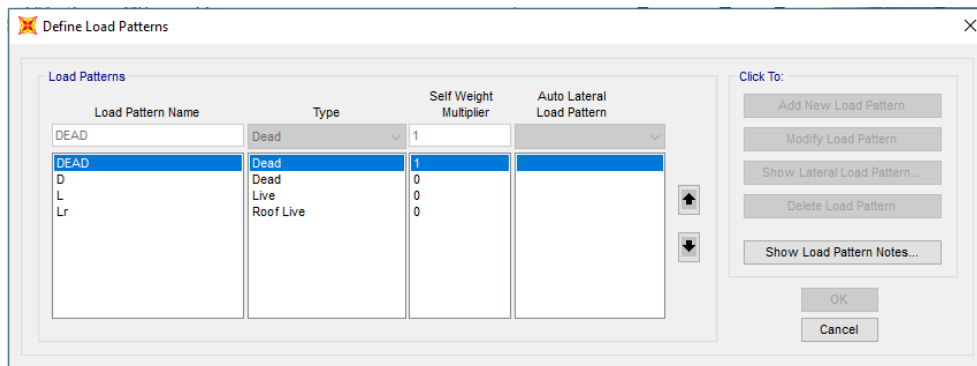
**Tabla 8.** Definición de los símbolos utilizados para el estudio del modelamiento estructural.

Fuente: (NEC, 2015)

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

### Definición de Cargas

La cuantificación de cargas se realiza para los casos que se consideren actúen sobre la estructura, teniendo en cuenta características, usos, recomendaciones de códigos y normativas de diseño aplicables.



**Imagen 25.** Datos que se ingresan al software para la cuantificación de cargas.

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

Donde:

DEAD = Peso propio de la estructura

D = Carga permanente

L = Carga viva

Lr = Carga viva de cubierta

### **Peso Propio de la Estructura (DEAD)**

El peso propio de todos los elementos que conforman la estructura, se evalúan en base a los pesos específicos de los materiales contrastados con las secciones\*longitud y espesores\*área, todos según el modelo matemático de modo que el peso modelado sea igual al peso real de la estructura.

### **Carga Permanente**

Consideramos pesos de enlucidos, mampostería, de acuerdo a las siguientes consideraciones.

- Enlucido =  $1\text{m} * 1\text{m} * 0.04\text{m} * 2200 \text{ Kg/m}^3$  =  $88 \text{ Kg/m}^2$
- Peso Mampostería (asumido) =  $150 \text{ Kg/m}^2$
- **Carga permanente** =  $236 \text{ Kg/m}^2$

### **Carga Viva**

De acuerdo a las recomendaciones tabuladas en la tabla 9 del capítulo 4.2.1 de la NEC\_SE\_CG (Cargas No Sísmicas) y dado que la ocupación de la edificación en análisis es de tipo residencial se considera una carga viva de:

- Carga de entresijos L =  $200 \text{ Kg/m}^2$
- Carga viva de Cubierta Lr =  $70\text{Kg/m}^2$

Estos valores de carga son asignados a los elementos shell que para el efecto simulan la losa que a su vez transmite las solicitaciones a las vigas.

### **Descripción de la estructura**

La estructura en análisis tiene la siguiente configuración:

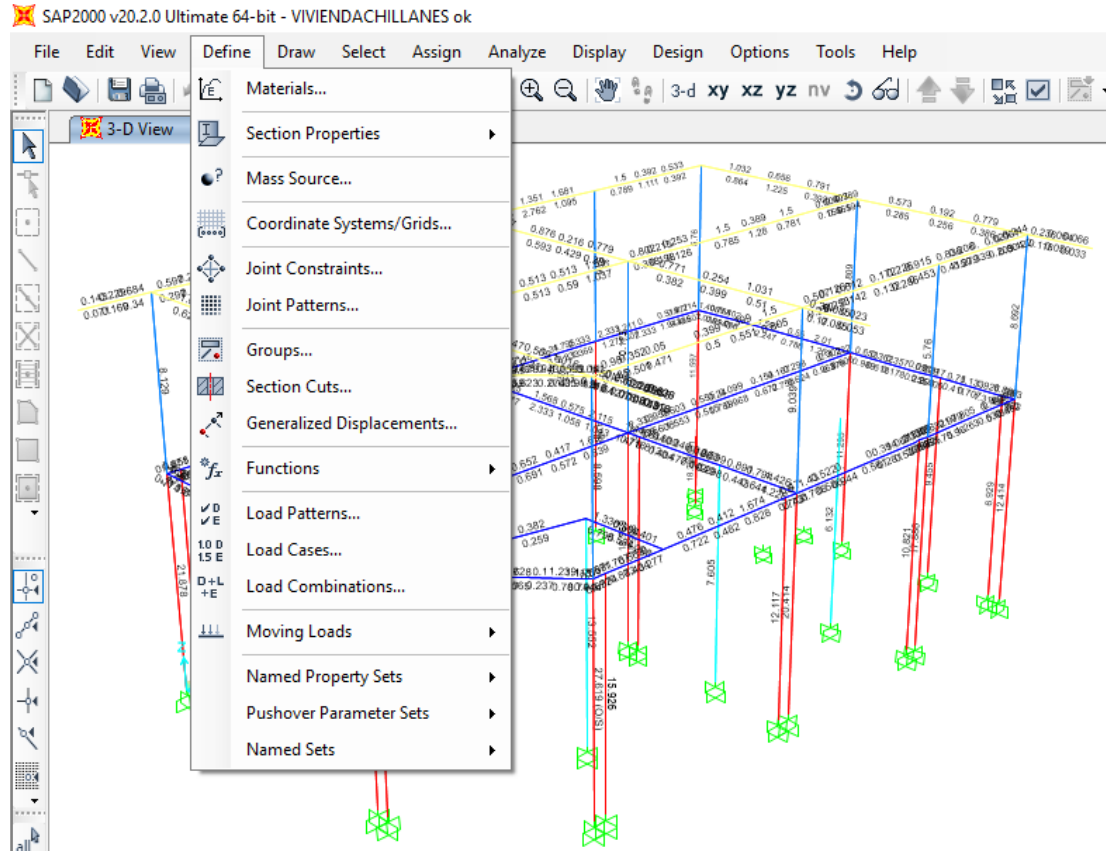
- En planta baja, pórticos espaciales sismo resistentes de hormigón armado con vigas descolgadas resistentes a momentos con una altura de entrepiso de 3,10 metros, mampostería de bloque de pómez alivianado; la sección transversal de columnas es de 20x20 centímetros, de vigas es de 20x38 centímetros y la losa tiene un espesor promedio de 21 centímetros.
- El primer piso alto, pórticos espaciales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda con una altura de entrepiso de 2,40 metros, mampostería de bloque de pómez alivianado; la sección transversal de columnas es de 24x24 centímetros y la losa tiene un espesor promedio de 15 centímetros.
- El segundo piso alto, estructura de cubierta de acero laminado en frío, se evidencia que la mampostería de bloque de pómez alivianado fue retirada post-evento debido a los daños que sufrió durante el sismo; las columnas son tubo cuadrado de 100x100x2 milímetros, las correas perfil G 80x40x15x2 y la cubierta de Steel panel (galvalume) de 0,30 milímetros de espesor.

AL momento del levantamiento de información in situ se evidencia las fallas estructurales de las columnas y de mampostería principalmente en la planta baja de la estructura.

### **Modelo Matemático**

Para el análisis utilizamos el software de Análisis y Diseño Estructural “SAP2000”, el mismo que nos permite generar un modelamiento estructural de acuerdo a la geometría real obtenida en el levantamiento de información de la estructura (As

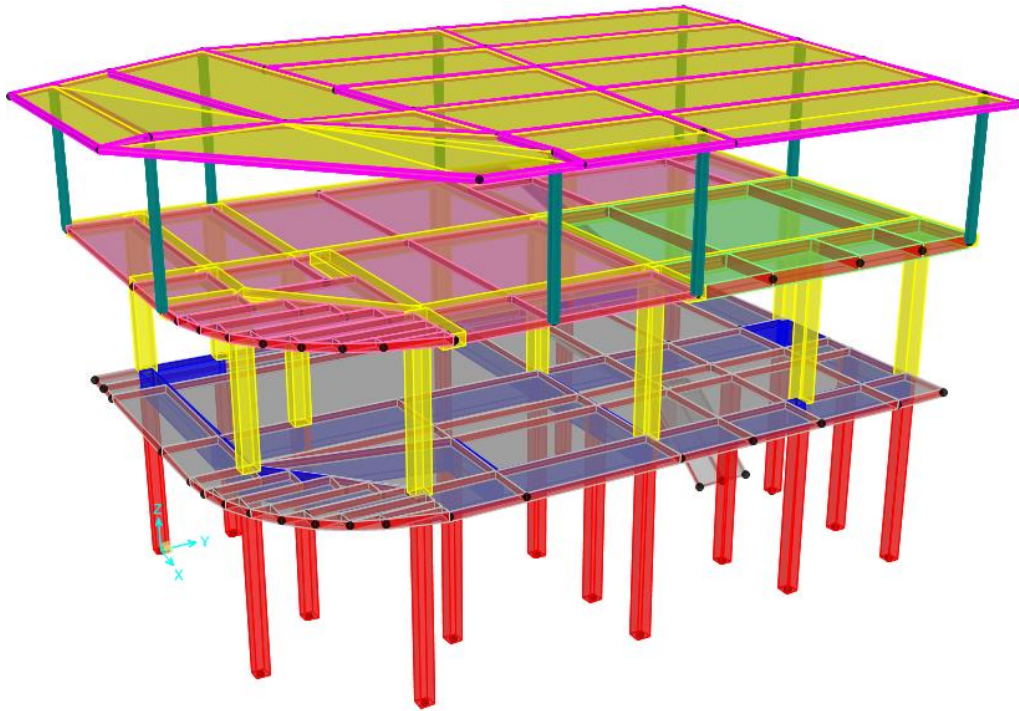
Built), las características de los materiales empleados y demás condiciones propias del sitio.



**Imagen 26.** Ingreso de datos obtenidos para el modelamiento estructural.

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



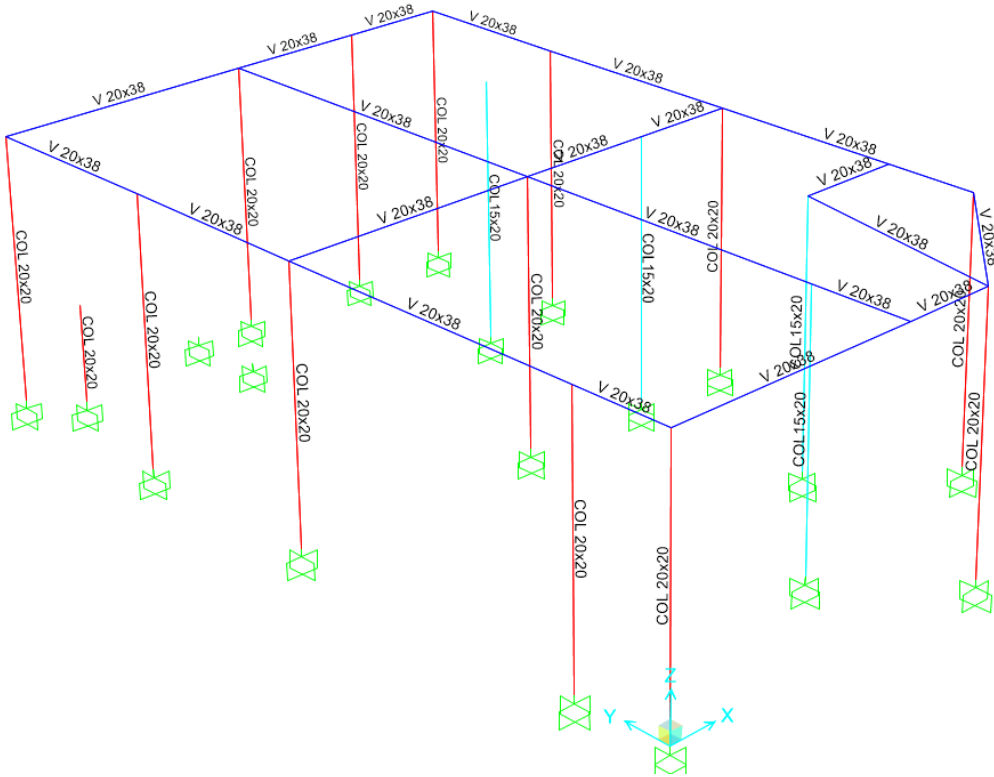
**Figura 1.** Se puede visualizar que la sección de columnas en planta baja es menor que la sección de columnas en el primer piso alto.

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



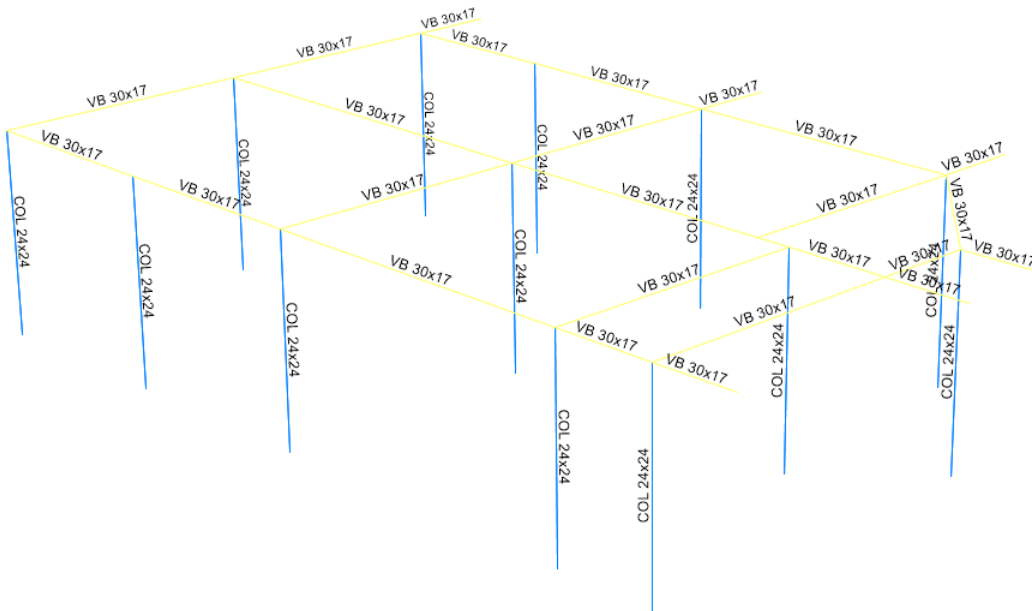
## ASIGNACIÓN DE SECCIONES



**Figura 2.** Columnas y vigas descolgadas - planta baja

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



**Figura 3.** Columnas y vigas banda – primer piso alto

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



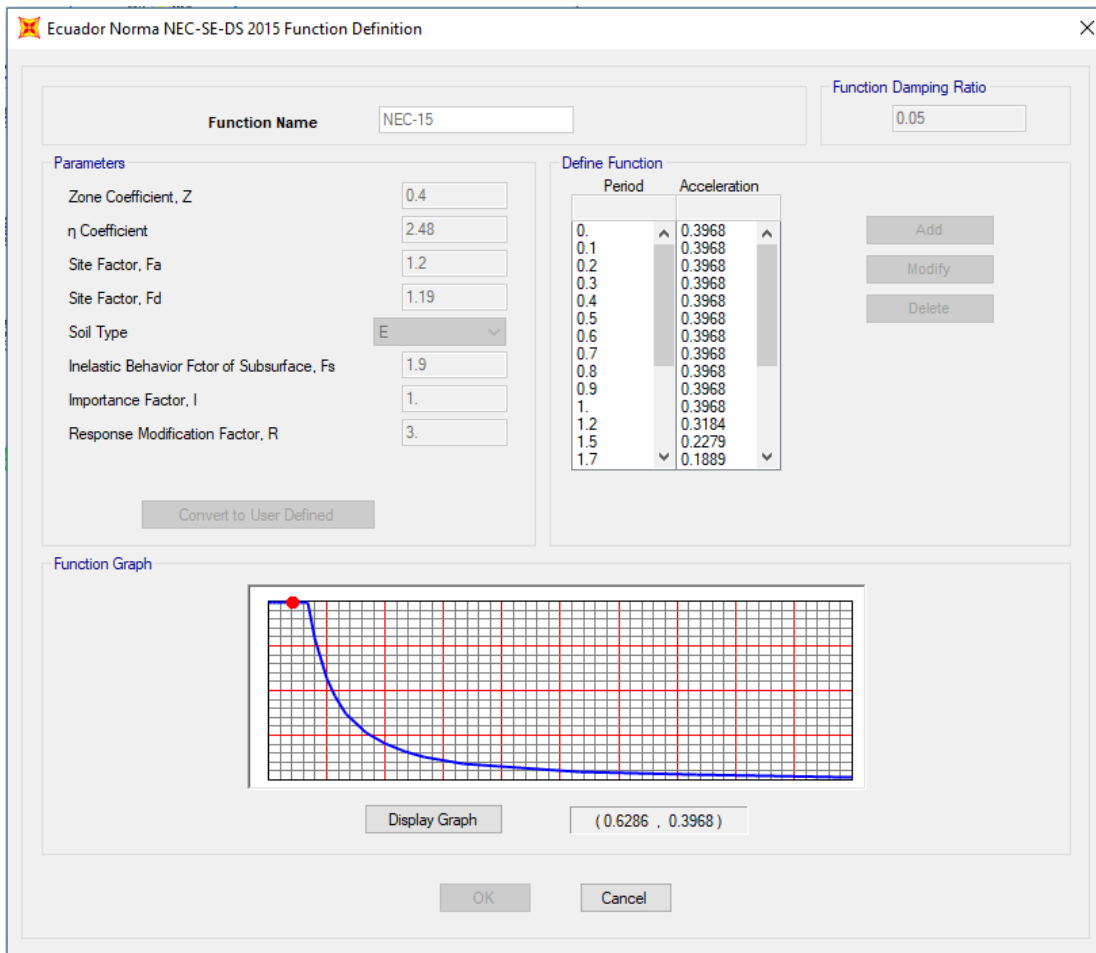
**Figura 4.** Columnas y correas (estructura metálica) – segundo piso alto

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

## APLICACIÓN DEL SISMO

Para el análisis sísmico de la estructura se define un espectro de respuesta estructural, que será aplicado en dos direcciones, esta definición se la realiza en función de las características del suelo y de acuerdo a recomendaciones de la NEC-2015 (NEC-SE-DS) y para efectos del análisis el software nos facilita una opción dentro del menú que genera el espectro según la norma aplicada.



**IMAGEN 27.** Análisis del Espectro Estructural que será aplicado en las dos direcciones.

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

## COMBINACIONES DE CARGA

Las combinaciones de carga consideradas para el presente modelo son únicamente las cargas de servicio, considérese para este modelo como cargas de servicio al peso propio de la estructura más no a la carga viva, combinada con el sismo tanto en la dirección X como en la dirección Y; cabe recalcar que si se aplican las combinaciones de carga recomendadas en los códigos o normas de diseño vigentes sería una condición más desfavorable para la estructura en análisis, como información se detallan las combinaciones recomendadas.

COMB1: 1.4D

COMB2:  $1.2D + 1.6L + 0.5\max(Lr; S; R)$

COMB3:  $1.2D + 1.6\max(Lr; S; R) + \max(L; 0.5W)$

COMB4:  $1.2D + 1.0W + L + 0.5\max(Lr; S; R)$

COMB5:  $1.2D + 1.0E + L + 0.2S, (Q_x)$

COMB6:  $1.2D + 1.0E + L + 0.2S, (Q_y)$

COMB7:  $0.9D + 1.0E, (Q_x)$

COMB8:  $0.9D + 1.0E, (Q_y)$

Donde:

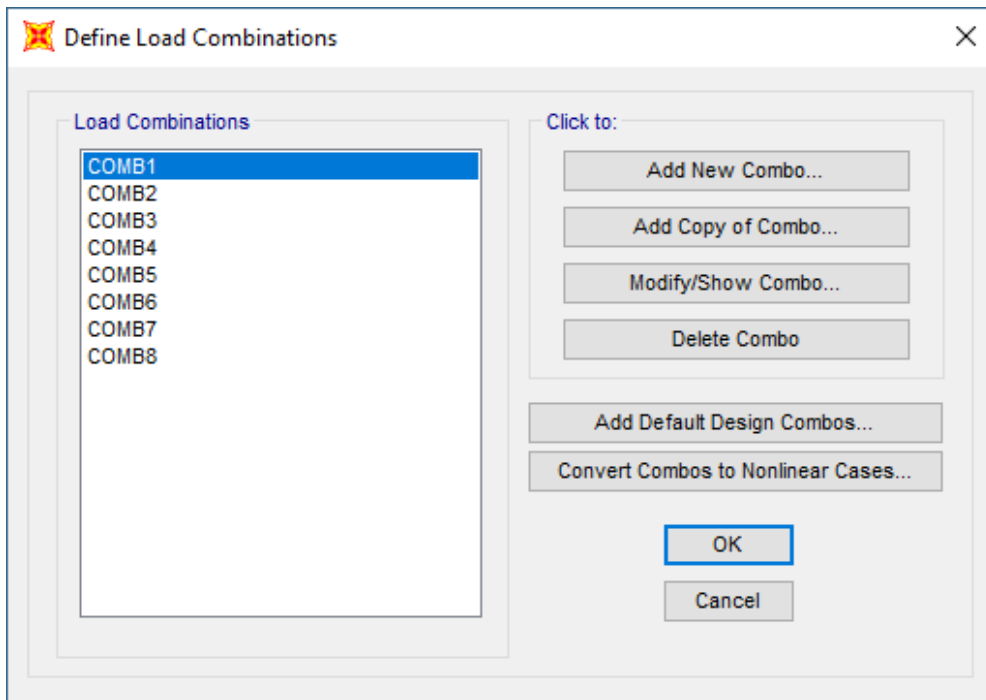
D = Carga muerta (DEAD)

L = Sobrecarga (carga Viva)

S = Carga de granizo, no aplica

W = Carga de viento

E = Sismo ( $Q_x$  y  $Q_y$ )



**Imagen 28.** Combinación de Cargas.

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

## DEFORMACIONES

De igual manera se consideran las deformaciones por acción del sismo debido a que se quiere evidenciar los efectos del mismo sobre la estructura mas no diseñarla, además haciendo énfasis en no considerar las combinaciones recomendadas en la NEC-15 ya que complica más la condición real de la estructura.

La deriva máxima para cualquier piso no excederá los límites de la deriva inelástica establecidos en la siguiente tabla:

Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de	0.02

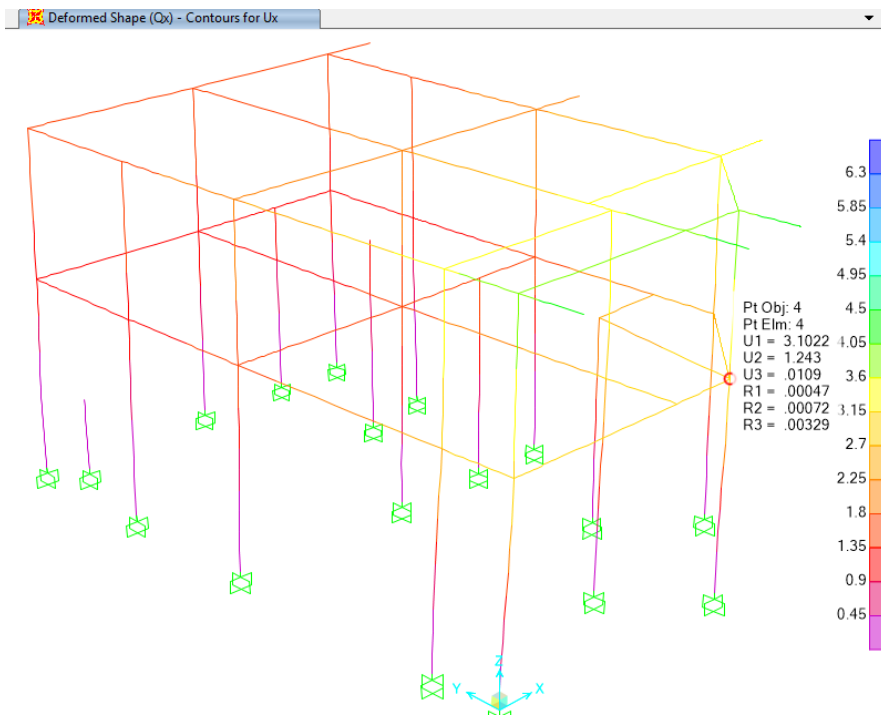
madera.	
De mampostería.	0.01

**Tabla 17.** Valores de  $\Delta_M$  máximos expresados como fracción de la altura de piso.

Fuente: (NEC, 2015)

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

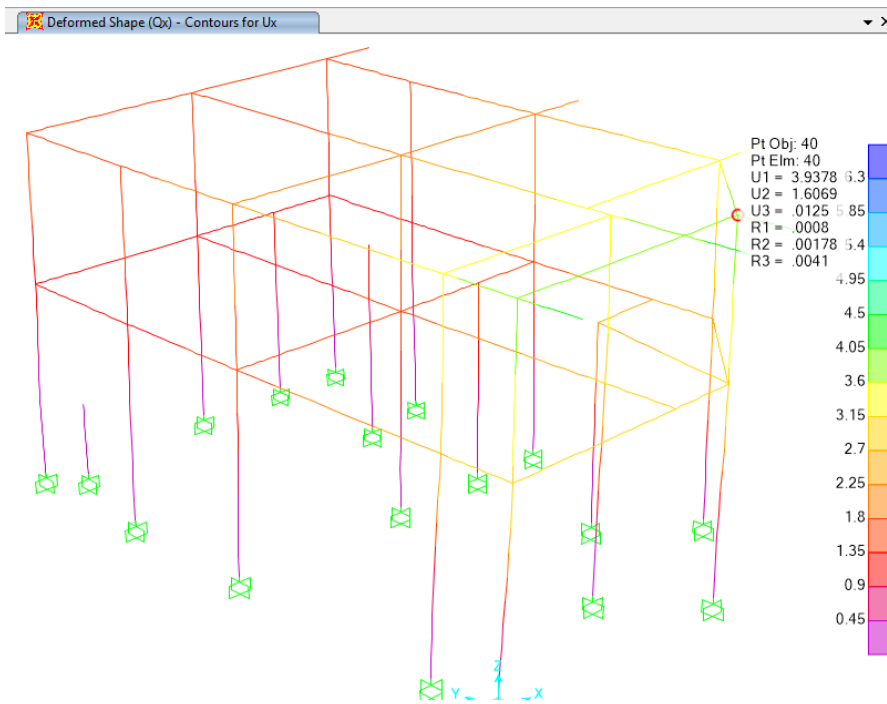
La (figura 5) indica la mayor deformación (U1) en planta baja por acción del sismo en la dirección X, la misma que se presenta en el vértice opuesto a la ubicación de la escalera debido a la rigidez que aporta la escalera a la estructura; la deformación es del orden de 3,10 centímetros que está al límite de lo permitido o establecido en la NEC-15.



**Figura 5.** Deformaciones – Planta baja.

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.



**Figura 6.** Deformaciones – Primer piso alto

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

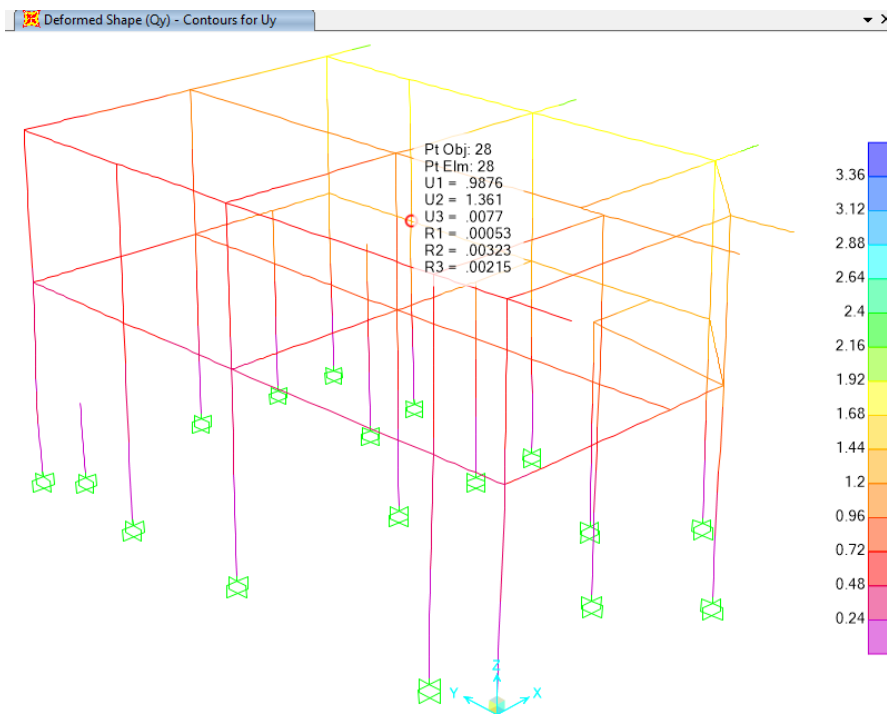
Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

Deformación horizontal	$U1 = 3,10 \text{ cm}$
Deriva de piso	$\Delta p = U1/h = 3,10/310 = 0,01 \text{ (adimensional)}$
Comprobación	$\Delta p < \Delta Mm$ ; $\Delta p = 0,01 < \Delta Mm = 0,02 \quad \text{ok}$
Control de deformaciones a través del cálculo de derivas inelásticas.	
Derivas inelásticas	$\Delta M = 0,75 \times R \times \Delta E$ ; $\Delta M < \Delta Mm$ ; $\Delta E = \Delta p$
	$\Delta M = 0,75 \times 3 \times 0,01 = 0,0225$
Comprobación	$\Delta M < \Delta Mm$ ; $\Delta M = 0,0225 > \Delta Mm = 0,02$ <b>error/aumentar sección</b>

La figura No. 6 indica la mayor deformación en el primer piso alto por acción del sismo el en la dirección X, la deformación es del orden de 0,80 centímetros que supera los límites permitidos o establecidos en la NEC-15.

Deformación horizontal	$U1 = 0,83 \text{ cm}$
Deriva de piso	$\Delta p = U1/h = 0,83/238 = 0,003 \text{ (adimensional)}$
Comprobación	$\Delta p < \Delta Mm; \Delta p = 0,003 < \Delta Mm = 0,02 \quad \text{ok}$
Control de deformaciones a través del cálculo de derivas inelásticas.	
Derivas inelásticas	$\Delta M = 0,75 \times R \times \Delta E; \Delta M < \Delta Mm; \Delta E = \Delta p$
	$\Delta M = 0,75 \times 3 \times 0,003 = 0,007$
Comprobación	$\Delta M < \Delta Mm; \Delta M = 0,007 < \Delta Mm = 0,02 \quad \text{ok}$

El mismo análisis lo realizamos con la aplicación del sismo en la dirección Y (U2).

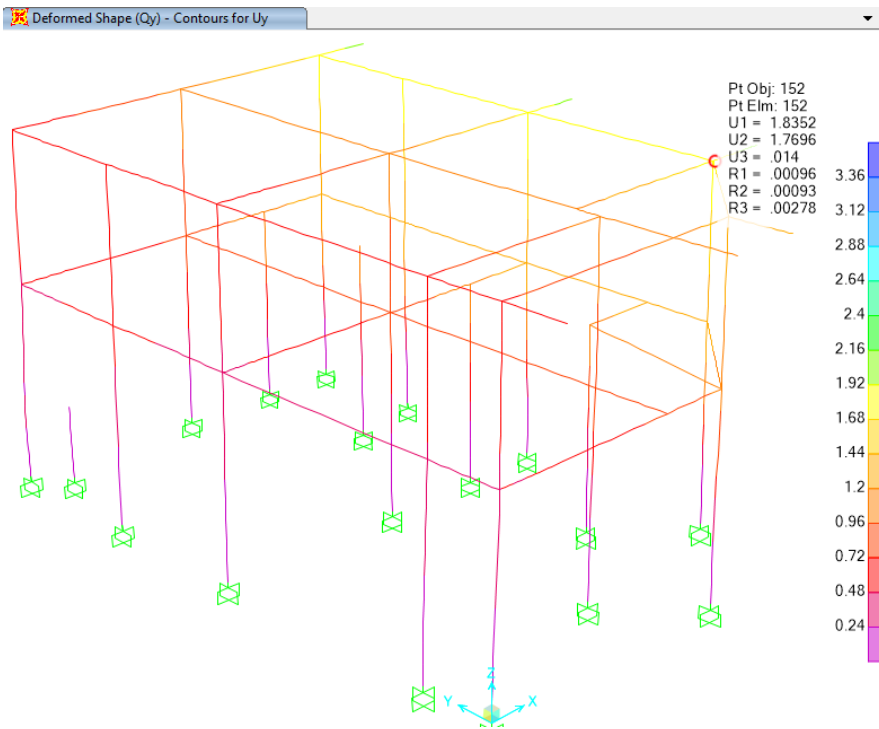


**Figura 7.**

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.





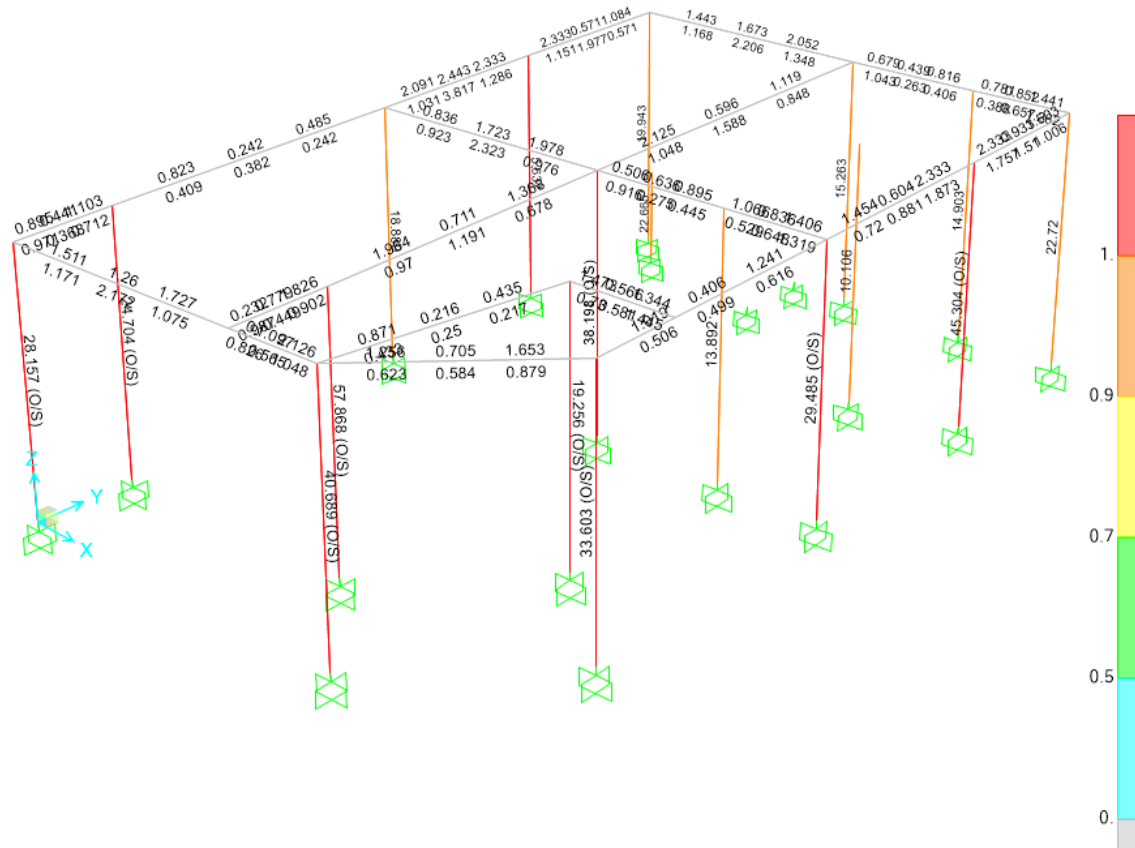
**Figura 8.**

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

## ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

El software nos muestra el comportamiento de la estructura, puntualmente como están trabajando cada uno de los elementos, en especial las columnas de la planta baja que por configuración inicial tienen secciones menores que las columnas del primer piso alto.

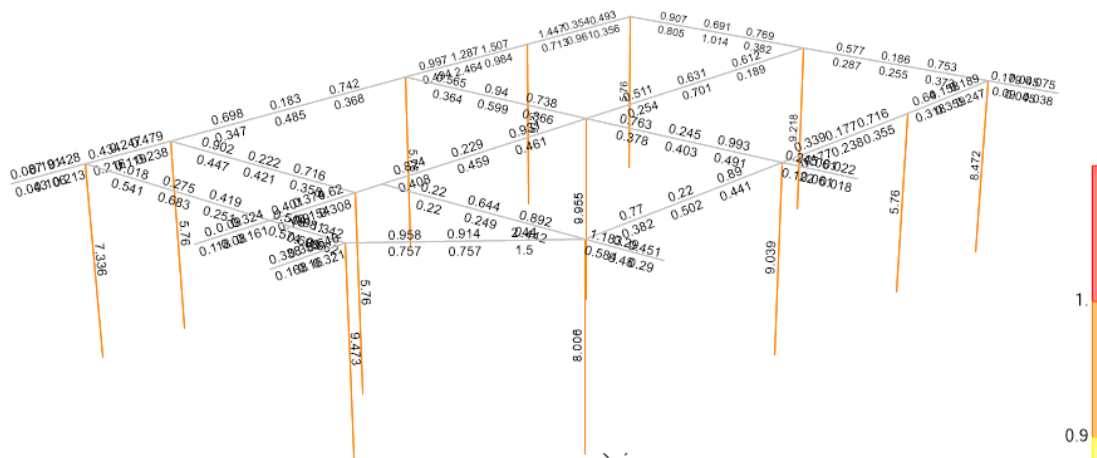


**Figura 9.**

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

En la figura 9., se puede evidenciar que las vigas trabajan normalmente, en cambio que las columnas en su mayoría presentan novedades, el color rojo indican que los elementos están trabajando a más del 100% de su capacidad en condiciones reales, el color naranja indica que los elementos están trabajando entre el 90% y 100%, pero con la particularidad que requieren de mayor cantidad de acero de refuerzo.



**Figura 10.**

Fuente: SAP2000, Estudio de Caso.

Elaborado por: Fernando Vasco, 2019.

En la figura 10, es evidente que los elementos del primer piso alto tienen otro comportamiento debido a que tienen mayor sección, claro es que el acero de refuerzo requerido es mayor al existente, pero en comparación con la planta baja es una condición más favorable.

#### 4.3. PATOLOGÍAS QUE PRESENTARON LAS EDIFICACIONES Y RESULTADOS ENCONTRADOS.

Una vez realizado los estudios mediante evaluaciones estructurales y una modelación matemática de las estructuras se han ido evidenciando varias patologías que han sido de manera general muy frecuentes entre las estructuras que fueron afectadas.

Como se ha expuesto anteriormente las edificaciones en su mayoría no cuentan con un diseño o estudios necesarios que ayuden a mitigar los efectos de un efecto adverso,

es así, que el sismo del 06 de septiembre de 2019 dejó al descubierto la importancia de tomar en cuenta las recomendaciones que ofrecen normativas como la NEC y la valoración y diseño de un profesional que realice estas funciones ayudando a que las estructuras cumplan con la filosofía del diseño sismoresistente que busca minimizar las pérdidas humanas así como también pretende reducir los daños y pérdidas económicas.

De acuerdo a los resultados obtenidos a continuación se irá numerando las patologías que se han observado y han influido en los daños a las estructuras:

1. Edificaciones sin estudios de suelo.
2. Edificaciones sin un diseño realizado por un profesional del área.
3. Las estructuras presentan anomalías ya que desde su configuración inicial no fueron construidas para el número de pisos actual con el que cuentan.
4. Muchas de las viviendas presentan en la estructura de la planta baja las columnas con secciones menores que las secciones de las columnas de los pisos altos, esto hace que haya un sobreesfuerzo en las columnas de la planta baja aumentando la probabilidad de que la estructura presente daños muy severos o colapse ante la presencia de un sismo.
5. En la zona rural se pudo evidenciar la presencia de agrietamientos en el suelo evidenciando que existen fallas activas que magnifican el movimiento telúrico aumentando los daños en las edificaciones. (Ver foto en anexos)
6. Se necesita un mayor control y planificación previo a la construcción de nuevas edificaciones, exigiendo el cumplimiento de las Normas, códigos y estándares de Construcción vigentes.

## CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

En la evaluación de la Estructura sujeta a estudio se pudo llegar a varias conclusiones:

- Se evidencian patologías muy comunes en el medio, a más de la falta de dirección técnica al construir.
- Secciones transversales de columnas pequeñas, no cumplen con la recomendación de dimensión mínima de aristas 30 centímetros.
- Falta de alineación de elementos entre un nivel y otro.
- En una de las columnas colapsadas se puede evidenciar la presencia de agregados (ripió) de diámetros entre 3 y 5 cm.
- Secciones de columnas en piso superior mayores a las del piso inferior.
- Algunos elementos como vigas presentan porosidad, esto por falta de vibrado del hormigón durante la construcción.
- Según el ensayo de esclerometría realizado, si bien es cierto no garantiza resultados al 100%, pero nos da una idea de la resistencia a la compresión del hormigón, este indica que, si se hubiese considerado elaborar un hormigón del 210 kg/cm<sup>2</sup>, tendríamos un 85% de eficiencia, (ver tabla 5).
- La sobre carga que tenía la estructura en la losa de cubierta donde se instaló una cubierta metálica y se construyeron paredes, cargas que al igual de otros elementos no se habrán considerado en la planificación inicial.
- La exposición del acero de refuerzo de columnas fatigadas (corrosión), hace que se ponga en riesgo la estabilidad de toda la estructura ante un posible evento futuro.

De los resultados de la evaluación estructural rápida se ha podido concluir:

- El 62% de las edificaciones que sufrieron afectaciones de diferente grado tienen 2 pisos de alto.
- El 50% de estas edificaciones que fueron afectadas son estructuras de hormigón y son las estructuras que en su mayoría presentan daño severo.
- El 86% de las estructuras afectadas son de uso familiar.
- De las 60 viviendas afectadas 10 de ellas fueron demolidas por los daños severos que presentaron.
- El 53% de las edificaciones necesitan reparaciones en su mayoría muy simples, sin embargo, no representan un riesgo para quienes la habitan.
- El 35% (21) de las edificaciones afectadas sufrieron daños muy graves y el 17% (10) de ellas fueron demolidas.
- El 12% (7) de las edificaciones necesitan realizar reparaciones en sus viviendas para que estas sean seguras.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Una vez finalizado este estudio y demostrado el carecimiento de estudios técnicos, se ha tomado en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Establecer políticas de regularización y control para que orienten a los ciudadanos a mejorar la calidad de los materiales de construcción e incentivar el diseño sismoresistente de las estructuras.
- Mejorar el diseño técnico de las estructuras, basándose en normas que aplican en el Ecuador como es la NEC.
- Mejorar la calidad de los materiales, así como un buen manejo del agregado (ripio).
- Diseñar estrategias que ayuden a crear entre la ciudadanía una cultura resiliente, de la mano de un técnico en el área (ingenieros, arquitectos) que ayuden a mitigar los efectos de este tipo de eventos.

- Realizar un estudio de mecánica de suelos que garantice la estabilidad de la estructura.
- Asesorarse y contratar los servicios de un profesional (Ingeniero Civil y Arquitecto) para que realice los diseños y cálculos estructurales de acuerdo a las normativas.
- Evitar incrementar pisos adicionales no planificados a las estructuras existentes, de esta manera se reducirá el sobre esfuerzo de las bases de la estructura.
- Si las estructuras fueron afectadas o evidencian irregularidad en las secciones de columnas, asesorarse de un profesional que pueda evaluar y posteriormente recomendar la mejor opción para reforzar estas secciones, dando así mayor seguridad y garantizando la vida útil de la edificación.
- Se recomienda realizar un estudio geotécnico por parte de la entidad competente, y evaluar si los agrietamientos encontrados son parte de un sistema de fallas.
- Evaluar, inspeccionar y exigir por parte del GAD Cantonal que las nuevas construcciones tengan un diseño y cumplan con las normativas de construcción, ayudando así a mitigar los efectos que pueden provocar los sismos.

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía

- Adams, R. (2001). *División Académica de Ciencias Biológicas*. Tabasco: Morari .
- Alvarado, A. (18 de Abril de 2018). *Instituto Geofísico*. Obtenido de 16 DE ABRIL DE 2016:  
LECCIONES APRENDIDAS: <https://www.igepn.edu.ec/interactuamos-con-usted/1574-16-de-abril-de-2016-lecciones-aprendidas-dra-alexandra-alvarado>
- AMERICANOS, S. G. (1978). *Proyecto de Desarrollo Integrado de la Región Oriental de Panamá - Darién*. Obtenido de <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea30s/ch026.htm>
- Aves Argentinas. (2004). *Observación de aves silvestres en libertad*. Buenos Aires.
- Calderón , P., & Zeledón , A. (2011). *Aves de Acosta*. Costa Rica: FUNDECOA.
- Carlos, D. (27 de 11 de 2018). *edafologia.net*. Obtenido de [http://www.edafologia.net/programas\\_suelos/practclas/taxoil/comun/f10471.htm](http://www.edafologia.net/programas_suelos/practclas/taxoil/comun/f10471.htm)
- CAVIEDES, D. A. (2011). *COLIBRI RUTILANTE*. bogota.
- Chavez, J. P. (1 de Febrero de 2018). *foresecuador.com*. Obtenido de foresecuador.com:  
<http://www.foresecuador.ec/forum/ecuador/educaci%C3%B3n-y-ciencia/143260-biodiversidad-del-ecuador-resumen-y-caracter%C3%ADsticas-de-su-flora-y-fauna>
- COMPUTERS & STRUCTURES, I. (2019). *SAP2000 Progra de elementos finitos para modelado, analisis y dimensionamiento de cualquier estructura*. Obtenido de <https://www.csiespana.com/software-features/2/sap2000#>
- Dreguetti, G. (2012). *La gran enciclopedia de los animales*. ART Servizi.
- EcuRed. (Mayo de 2019). *EcuRed: Enciclopedia Cubana*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Convecci%C3%B3n>
- ElComercio. (06 de Septiembre de 2018). *El Comercio*. Obtenido de Un sismo de 6.5 en Chimborazo se sintió en distintas ciudades del Ecuador la noche de este jueves 6 de septiembre: <https://www.elcomercio.com/actualidad/sismo-chimborazo-quito-guayaquil-ambato.html?fbclid=IwAR3H-Ay4C5s4earremEMh4ECfKt8oSmvfBq1MbfK4tMY83fY7hYw080bZA>
- ElUniverso. (17 de Abril de 2016). *Sismos más potentes que han afectado Ecuador*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2016/04/17/nota/5531580/sismos-mas-potentes-que-han-afectado-ecuador>
- GADBolívar. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia Bolívar*. Bolívar.



- Gonzalez, C. (2014). CIENCIAS NATURALES: Ciencias de la Vida. *Sinc*.
- Gould, J. (1846). <https://bioweb.bio>. Obtenido de <https://bioweb.bio>:  
<https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Colibri%20coruscans>
- Gould, J. (1846). <https://es.slideshare.net/>. Obtenido de <https://es.slideshare.net/>:  
<https://es.slideshare.net/beckylandaverry/taxonomia-colibri>
- Hablemos de Aves*. (2019). Obtenido de Hablemos de Aves:  
<https://hablemosdeaves.com/colibri/#Reproduccion>
- Hernández, A. (25 de Febrero de 2013). *Dinámica de las masas fluidas*. Obtenido de  
<https://es.slideshare.net/Alberkar/dinmica-de-las-masas-fluidas-2013>
- IGEPN. (s.f.). *Tungurahua*. Obtenido de Activación del Volcán Tungurahua:  
<https://www.igepn.edu.ec/tungurahua>
- IGPN. (s.f.). *Instituto Geográfico de la Escuela Politécnica*. Obtenido de Cuántos volcanes hay en el Ecuador: <https://www.igepn.edu.ec/preguntas-frecuentes?tmpl=component&faqid=12>
- INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*.
- Krebs, C. J. (2008). *The Ecological World View*. . Obtenido de The Ecological World View. :  
<https://ucmp.berkeley.edu/glossary/gloss5/biome/>
- la hora. (15 de 09 de 2018). *la hora*.
- leal, j. (2002). *el colibri*.
- Lopez, M. (21 de Agosto de 2017). *rpp*. Obtenido de rpp: <https://rpp.pe/blog/mongabay/cual-es-la-velocidad-del-aleteo-de-un-colibri-noticia-1071613>
- MADDISON, W. (2007). *MESQUITE. A MODULAR SYSTEM FOR EVOLUTIONARY ANALYSIS*.
- Marfeli, P. (2011). *habitat del colibri*.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, G. A. (2015). *LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000, LOTE 2*.
- Moreno, J. (19 de 08 de 2018). *Sphynx*. Obtenido de <https://aves.paradais-sphynx.com/temas/sentidos-de-las-aves.htm>
- NatGeo. (19 de Septiembre de 2011). National Geographic. *Placas Tectónicas*. Redacción National Geographic.
- NEC. (2015). *Riesgos Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras*. Ecuador: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.

- Ochoa, D. (2018). colibries de cundinamarca. En D. Ochoa, *colibries de cundinamarca* (pág. 47). bogota: cundinamarca.
- Olmedo, I. (20 de Mayo de 2018). *PUCE*. Obtenido de PUCE:  
<https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Colibri%20coruscans>
- ONU. (2001). Marco de Acción para la implementación de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD). *Internacional Strategy for Disaster Reduction*, 3 - 4.
- Palacio, R. (2011). *Chillón Común (Colibri coruscans)*. . Wiki Aves Colombia.
- Perrins, C. (2016). *La gran enciclopedia de las aves*. . Madrid : Libsa .
- Plena Geografía. (2 de Julio de 2013). *Placas tectónicas: Celdas de Convección*. Obtenido de Geología, Tectónicas de Placas, Tierra Dinámica.:  
<https://geografiaplena.wordpress.com/2013/07/02/placas-tectonicas-celdas-de-conveccion/>
- Poveda. (17 de 06 de 2018). *bioweb*. Obtenido de bioweb:  
<https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Colibri%20coruscans>
- SNGR. (2015). SISMOS, QUE SON, COMO SE PRODUCEN Y MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN. Ecuador.
- Solorzano, C. (2015). *BlogAves* . Obtenido de tienen la capacidad de ralentizar su metabolismo cuando resultan difíciles de hallar las fuentes de alimentos.
- Stiles, G. (2009). *Guía de aves/Cornell University*. Costa Rica: La República, Aventuras Audubon.
- Suarez, R., Román, C., & Yagüe, C. (s.f.). *Departamento Geofísico y Metereológico de la Ciudad Universitaria de Madrid*. Obtenido de Taller Virtual de Metereología y Clima:  
<http://meteolab.fis.ucm.es/meteorologia/conveccion-y-tornados/conveccion>
- Toledo, J. J. (Diciembre de 2016). *T-UIDE*. Obtenido de  
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1734/1/T-UIDE-1286.pdf>
- Valenzuela, R. (2014). Obtenido de Tripod: <http://aveschile.tripod.com/digest.htm>
- Vásquez, J. L., & Yáñez, P. (10 de Abril de 2017). *UIDE*. Obtenido de [https://www.unibe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/08/05\\_20160320\\_VASQUEZ-YANEZ\\_HIST-NAT-COLIBRIES\\_UNIBE-UIDE-1.pdf](https://www.unibe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/08/05_20160320_VASQUEZ-YANEZ_HIST-NAT-COLIBRIES_UNIBE-UIDE-1.pdf)
- VELÁSQUEZ, R. (29 de Enero de 2019). *ElColombiano*. Obtenido de  
<https://www.elcolombiano.com/tecnologia/ciencia/mas-de-1400-sismos-ocurren-cada-dia-en-el-mundo-DB10119659?fbclid=IwAR3BZGZ6wJqrhxXUvPEkk3I5WJmsnI0x5xxnCeTpM363rG5Yf1bhm6MLuLE>

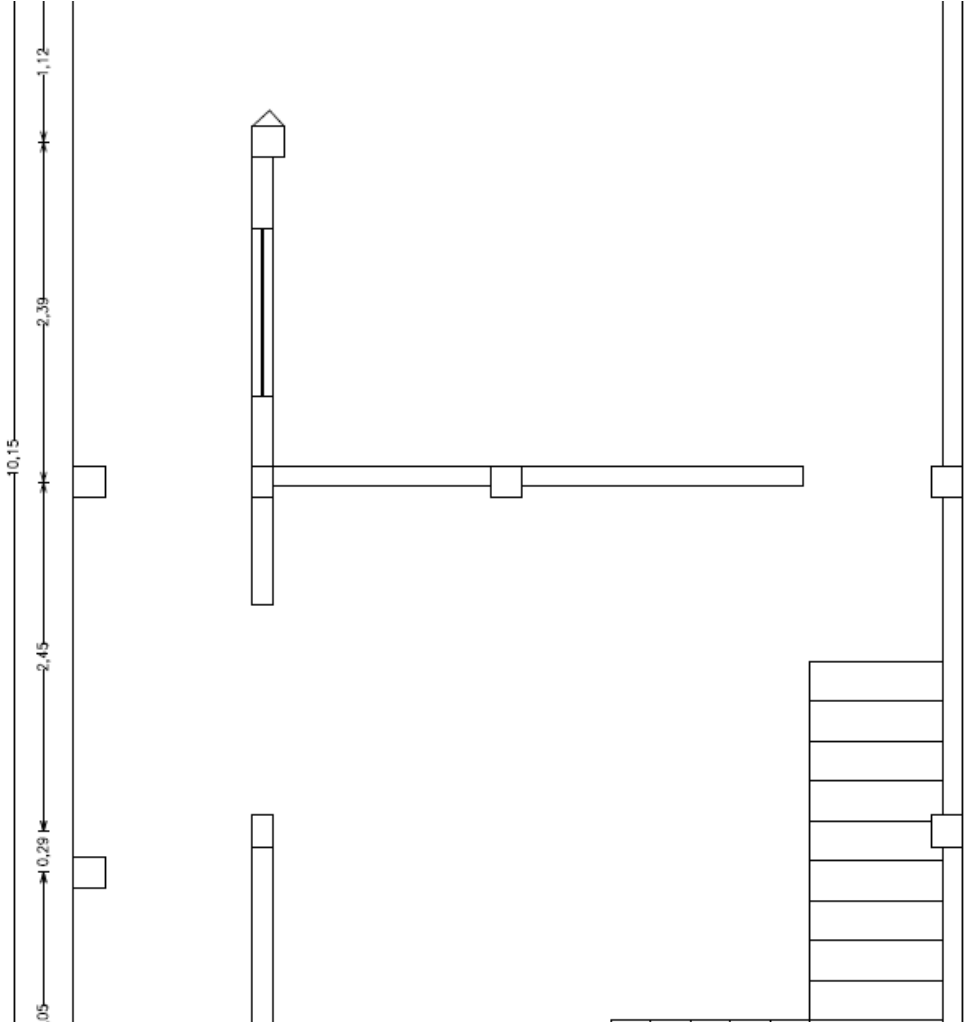
YANEZ. (2014). *ECOLOGIA Y BIODIVERSIDAD*. QUITO: UNIBE/UIDE.

Zorrila, S., Torres, M., Cervo, A., & Bervian, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. México: The McGraw-Hill Companies.

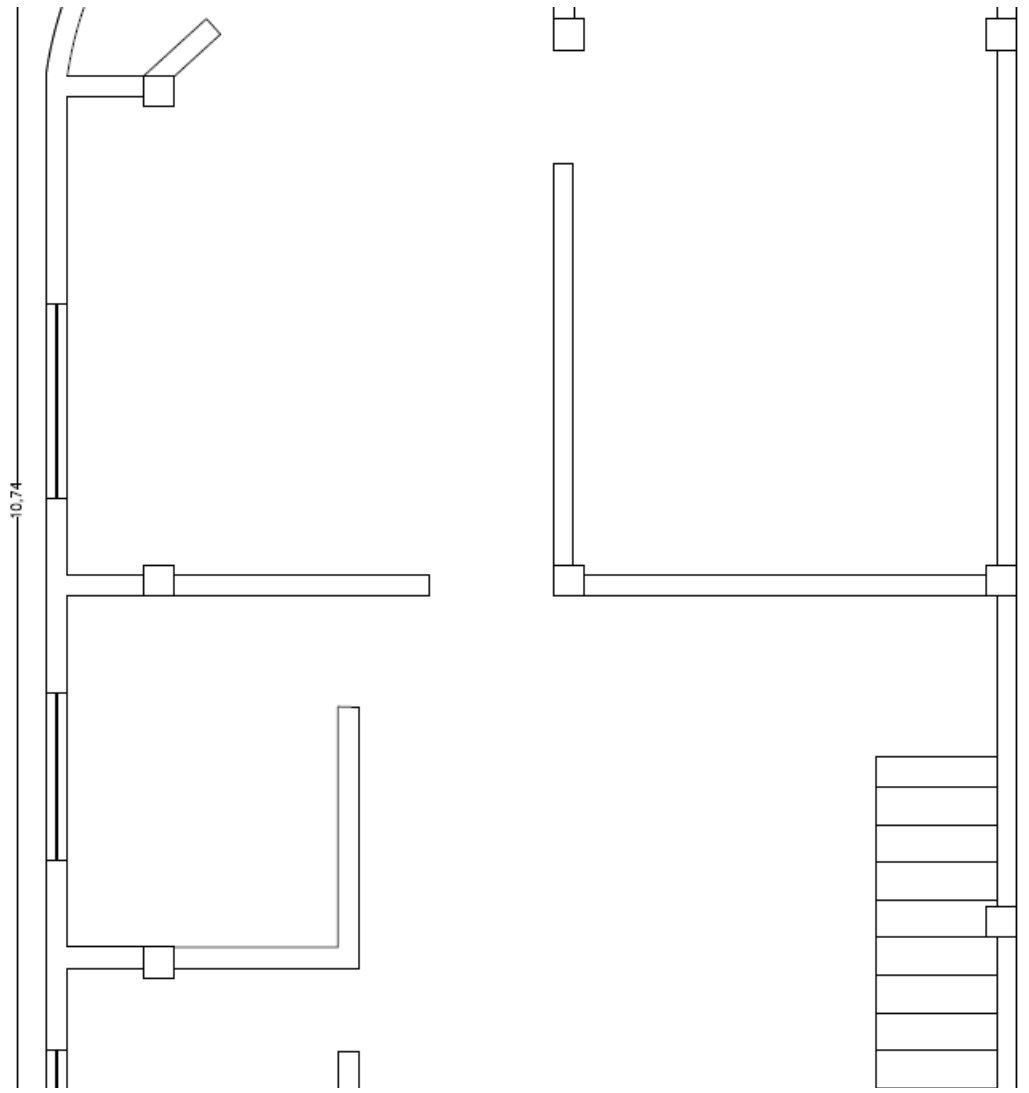
Decreto Ejecutivo 486. Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado de la República del Ecuador, 30 de septiembre de 2010.

## **ANEXOS**

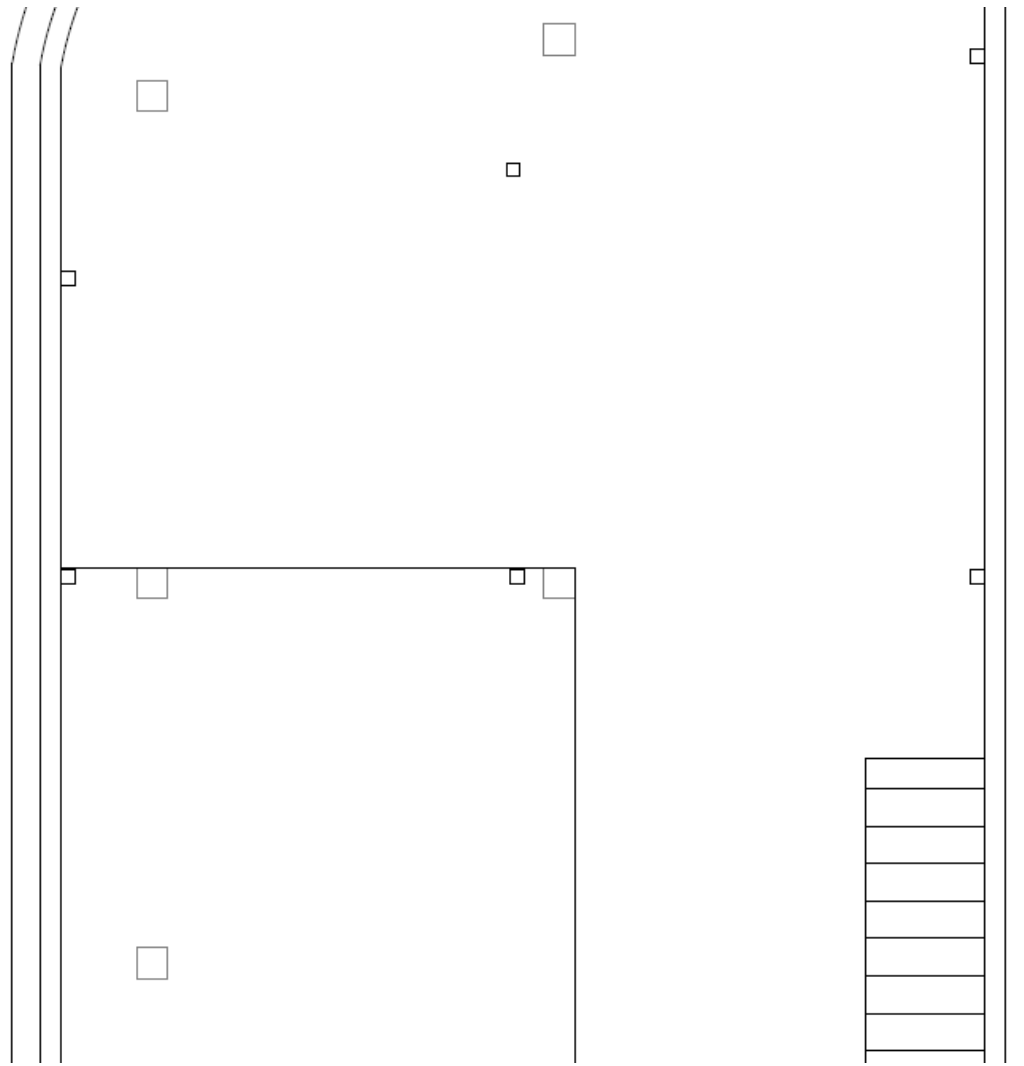
Voceto de los Planos arquitectónicos de la estructura sujeta a estudio



PRIMERA PLANTA



PRIMER PISO ALTO



SEGUNDO PISO ALTO

**TABULACIÓN DE DATOS Y MAPAS PRODUCTO DE LA  
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS AFECTADAS  
EN EL CASCO URBANO DEL CANTÓN CHILLANES**