



**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS  
FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO EN LA  
CIUDAD DE ABANCAY”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
EBER ESPINOZA CHIPANA**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**ABANCAY – PERÚ  
DICIEMBRE, 2016**

**“INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE  
CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY”**

**DEDICATORIA:**

A mi madre con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis.

A mi padre que me ilumina con su inmenso amor desde el cielo, cuya ausencia me llena cada día más de valor para ser alguien mejor en la vida.

**Eber Espinoza Chipana**

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por haberme permitido vivir hasta este día, guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino por darme fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad.

Le doy gracias a mis padres y hermanos, por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida, por darme la oportunidad de estudiar esta carrera, por ser ejemplo de vida y por promover el desarrollo y la unión familiar.

A mis docentes universitarios, quienes acertadamente supieron guiarme por el sendero del saber, ya que sin sus exigencias y sus consejos sabios no se me sería fácil transitar por este laberinto del desarrollo profesional.

A mis asesores Ing. Oscar Moron Romero, Ing. Wilson Mollocondo Flores por su apoyo incondicional durante el proceso de investigación y sus observaciones acertadas que dieron mucho realce a este trabajo.

A los propietarios de las viviendas que se mostraron aptos para contribuir con la información necesaria.

## RESUMEN

La investigación fue realizada en la ciudad de Abancay para determinar la influencia de la autoconstrucción de viviendas familiares de concreto armado en la vulnerabilidad sísmica, para ello se intervinieron en 3 sectores de la ciudad de acuerdo a las características geotécnicas que estas tienen, así mismo el problema parte de la necesidad de fomentar un crecimiento ordenado y seguro de la ciudad ante eventuales fenómenos sísmicos.

La presente investigación muestra el grado de vulnerabilidad de 08 viviendas consideradas en el estudio, y la relación entre la autoconstrucción y la vulnerabilidad estructural de las mencionadas viviendas. El resultado de este trabajo será un antecedente de la mala práctica constructiva que se tiene actualmente en la ciudad de Abancay.

En la investigación se realiza un modelamiento sísmico estático y dinámico haciendo uso del software CSI ETABS 2015, después de haber realizado una recolección de datos a través de una ficha técnica de encuesta y haber procesado estos resultados que sirvieron de parámetros de entrada para el software antes mencionado, con estos resultados obtenidos se determinó el grado de vulnerabilidad de las diferentes viviendas encuestadas.

Así mismo, La investigación es un precedente para futuras investigaciones por ser este de vital importancia y haberse utilizado un software innovador en el análisis estructural para el modelamiento respectivo.

Los resultados de esta investigación indican que el 100% de las viviendas encuestadas presenta alta vulnerabilidad sísmica que está en función de parámetros de control (separación entre edificios, periodo fundamental de vibración, fuerza cortante mínima y desplazamientos laterales relativos de entrepiso) que la norma técnica E.030 establece.

## SUMMARY

The investigation was carried out in the city of Abancay to determine the influence of the self-construction of family dwellings of reinforced concrete in the seismic vulnerability, for this they were intervened in 3 sectors of the city according to the geotechnical characteristics that they have, This problem stems from the need to promote an orderly and safe growth of the city in the event of seismic events.

The present study shows the vulnerability of 08 houses considered in the study, and the relationship between self - construction and the structural vulnerability of the aforementioned dwellings. The result of this research work will be an antecedent of the constructive bad practice that is currently in the city of Abancay.

In the present research, a static and dynamic seismic modeling is performed using CSI ETABS 2015 software, after having performed a data collection through a survey and having processed these results that served as input parameters for the aforementioned software. With the results obtained, the degree of vulnerability of the surveyed dwellings was determined.

The research is a precedent for future research as this is of vital importance and innovative software in the structural analysis for the respective modeling has been used. The results of this investigation were to determine the degree of seismic vulnerability of self-built dwellings. The same one that indicates that 100% presents / displays high seismic vulnerability the same that is in function of control parameters (separation between buildings, fundamental period of vibration, minimum shearing force and relative lateral displacements of mezzanine) that the technical norm E.030 establishes.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	2
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.2.1. Problema general .....	2
1.2.2. Problemas específicos .....	3
1.3.    OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	3
1.4.    JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	3
1.5.    LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.6.    DELIMITACION DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	5
2.1.    ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....	5
2.2.    BASE LEGAL – NORMA TÉCNICA E.030 .....	8
2.3.    BASES TEÓRICAS .....	25
2.3.1. Criterios estructurales en edificaciones .....	25
2.3.2. Los sismos .....	26
2.3.3. Medidas para calificar los sismos .....	27
2.3.4. Acción de los sismos sobre las viviendas .....	28
2.3.5. Geodinámica del Perú .....	30
2.3.6. Sismicidad y evaluación de la actividad sísmica .....	42
2.3.7. Características tectónicas de la región andina .....	45
2.3.8. Vulnerabilidad sísmica .....	49
2.3.9. Peligro sísmico .....	52
2.3.10. .... Interacción sísmica suelo-estructura en edificaciones con zapatas aisladas .....	53
2.4.    DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	59
2.4.1. Autoconstrucción .....	59
2.4.2. Vulnerabilidad sísmica .....	59
2.4.3. Sistema estructural .....	59
2.4.4. Riesgo sísmico .....	59
2.4.5. Vivienda familiar .....	59
2.4.6. Niveles de una vivienda .....	59
<b>CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b> .....	60
3.1.    HIPÓTESIS .....	60

3.1.1. Hipótesis general .....	60
3.1.2. Hipótesis específicas.....	60
3.2. VARIABLES.....	60
3.2.1. Definición conceptual de la variable .....	60
3.2.2. Definición operacional de la variable .....	60
3.2.3. Operacionalización de la variable.....	61
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>62</b>
4.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	62
4.1.1. Tipo de Investigación .....	62
4.1.2. Nivel de Investigación .....	62
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	62
4.2.1. Población .....	62
4.2.2. Muestra .....	62
4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	63
4.3.1. Técnicas:.....	63
4.3.2. Instrumentos: .....	63
4.4. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO .....	64
4.5. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	64
4.5.1. Ficha técnica – Encuesta y recopilación de datos técnicos .....	65
4.5.2. Ficha técnica – Análisis de irregularidad .....	65
4.5.3. Ficha de reporte – Análisis de resultados.....	65
<b>CAPÍTULO V: ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>66</b>
5.1. RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LA VARIABLE INDEPENDIENTE .....	66
5.1.1. Diagnóstico de la autoconstrucción .....	67
5.2. RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	68
5.2.1. Separación entre edificios (S) .....	68
5.2.2. Periodo fundamental de vibración del edificio (T).....	70
5.2.3. Fuerza cortante mínima (relación entre el sismo dinámico y estático).....	72
5.2.4. Desplazamientos laterales relativos admisibles (derivadas).....	74
5.2.5. Diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica .....	77
5.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	80
5.3.1. Hipótesis general: .....	80
5.3.2. Hipótesis específica 1: .....	81
5.3.3. Hipótesis específica 2: .....	82
5.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	83
CONCLUSIONES.....	85
SUGERENCIAS.....	86



BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXO 01	
ANEXO 02	
ANEXO 03	
ANEXO 04	

## ÍNDICE DE FIGURAS:

<b>Figura 1:</b> Zonas Sísmicas .....	10
<b>Figura 2:</b> Esquematación de un proyecto estructural.....	25
<b>Figura 3:</b> Choque de la placa de Nazca contra la Sudamericana.....	27
<b>Figura 4:</b> Daños severos.....	29
<b>Figura 5:</b> Daños leves .....	29
<b>Figura 6:</b> Antes del sismo .....	29
<b>Figura 7:</b> Inicio del sismo .....	29
<b>Figura 8:</b> Durante el Sismo .....	30
<b>Figura 9:</b> Esquema del proceso de convergencia de la placa de Nazca (Oceánica) y Sudamericana (Continental).. .....	32
<b>Figura 10:</b> Esquema del proceso de evolución de la Cordillera de los Andes. (a) Régimen Extensional y (b, c y d) Régimen Compresional.....	33
<b>Figura 11:</b> Principales rasgos tectónicos superficiales en Perú y en el borde oeste de Sudamérica. Los triángulos indican localización de los volcanes y las líneas de color celeste los principales sistemas de fallas activas en Perú. HP=Huaypira, AM=Altomayo, CB=Cordillera Blanca, SA=Satipo Amauta, HU=Huaytapallana, AY=Ayacucho, MA=Marcona, MD=Madre de Dios, TM=Tambomachay, PL=Planchada, HC=Huambo y Cabanaconde y IP=Ichupampa.....	36
<b>Figura 12:</b> Principales unidades geomorfológicas en Perú. La zona Costanera y la Zona Subandina presentan elevaciones menores a 1500 metros, la Cordillera Occidental y Oriental entre 1500-4000 metros y el Altiplano mayores a 4000 metros. Los triángulos en blanco indican la presencia de cadena volcánica.....	39
<b>Figura 13:</b> Sismicidad histórica de Peru entre 1500-1959 $M_s \geq 6.0$ . Distribución epicentral de los sismos históricos. Los números indican a cada sismo.....	45
<b>Figura 14:</b> Región de estudio donde se muestran los sismos ocurridos desde 1471 hasta 1999, con $m_b \geq 4.0$ . .....	46
<b>Figura 15:</b> Región de estudio en donde se muestra los sismos con foco superficial ocurridos desde 1471 hasta 1999, con $m_b \geq 4.0$ y una profundidad de $h \leq 60$ km. ....	48
<b>Figura 16:</b> Región de estudio en donde se muestra los sismos con foco intermedio ocurridos desde 1471 hasta 1999, con $m_b \geq 4.0$ y una profundidad de $60 < h \leq 300$ km. ....	48
<b>Figura 17:</b> Región de estudio en donde se muestra los sismos con foco profundo ocurridos desde 1471 hasta 1999, con $m_b \geq 4.0$ y una profundidad de $h > 300$ km. ....	49
<b>Figura 18:</b> Relación existente entre vulnerabilidad, amenaza y riesgo. ....	50
<b>Figura 19:</b> Propagación de la energía sísmica desde el epicentro a la estructura. ....	53

## ÍNDICE DE GRÁFICOS:

<b>Gráfico 1:</b> Porcentaje de respuestas a las preguntas sobre autoconstrucción .....	67
<b>Gráfico 2:</b> Autoconstrucción en las viviendas encuestadas.....	67
<b>Gráfico 3:</b> Verificación de la separación entre viviendas .....	69
<b>Gráfico 4:</b> Separación entre edificios .....	70
<b>Gráfico 5:</b> Verificación del periodo fundamental de vibración - T .....	71
<b>Gráfico 6:</b> Periodo fundamental de vibración .....	71
<b>Gráfico 7:</b> Verificación de la fuerza cortante en la base en dirección "X" .....	73
<b>Gráfico 8:</b> Verificación de la fuerza cortante en la base en dirección "Y".....	73
<b>Gráfico 9:</b> Fuerza cortante mínima.....	74
<b>Gráfico 10:</b> Verificación de derivas en dirección "X".....	76
<b>Gráfico 11:</b> Verificación de derivas en dirección "Y" .....	76
<b>Gráfico 12:</b> Desplazamiento lateral relativo de entrepiso (derivas).....	77
<b>Gráfico 13:</b> Diagrama de caja Autoconstrucción – Vulnerabilidad sísmica .....	81
<b>Gráfico 14:</b> Diagrama de caja - Autoconstrucción .....	82
<b>Gráfico 15:</b> Diagrama de caja – Vulnerabilidad sísmica .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Factores de Zona “Z” .....	10
<b>Tabla 2:</b> Zonificación - Ubicación de la zona de estudio .....	10
<b>Tabla 3:</b> Clasificación de los perfiles de suelo .....	13
<b>Tabla 4:</b> Factores de suelo “S” .....	13
<b>Tabla 5:</b> Periodos $T_P$ y $T_L$ .....	13
<b>Tabla 6:</b> Categoría de las edificaciones y factor “U” .....	14
<b>Tabla 7:</b> Irregularidades Estructurales.....	18
<b>Tabla 8:</b> Duración estimada para la ocurrencia de los grandes fenómenos tectónicos que preceden a un sismo (Ma=Millones de años/a=Un año/Seg=Segundo). .....	31
<b>Tabla 9:</b> Sismicidad histórica de Perú entre 1500-1959 $M_s \geq 6.0$ , parámetros epicentrales, magnitud y energía sísmica. ....	44
<b>Tabla 10:</b> Operacionalización de Variables .....	61
<b>Tabla 11:</b> Viviendas que conforman la muestra.....	63
<b>Tabla 12:</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	64
<b>Tabla 13:</b> Respuestas a las preguntas sobre autoconstrucción .....	66
<b>Tabla 14:</b> Autoconstrucción .....	67
<b>Tabla 15:</b> Respuestas para cada una de las preguntas formuladas .....	68
<b>Tabla 16:</b> Separación entre edificios en cm.....	68
<b>Tabla 17:</b> Separación entre viviendas colindantes.....	69
<b>Tabla 18:</b> Análisis del periodo fundamental de vibración .....	70
<b>Tabla 19:</b> Periodo fundamental de vibración del edificio.....	71
<b>Tabla 20:</b> Fuerza cortante mínima.....	72
<b>Tabla 21:</b> Fuerza cortante mínima.....	74
<b>Tabla 22:</b> Desplazamientos laterales relativos de entrepiso (derivadas) .....	75
<b>Tabla 23:</b> Desplazamiento lateral relativo de entrepiso (derivadas).....	77
<b>Tabla 24:</b> Combinación de los parámetros de vulnerabilidad sísmica.....	79
<b>Tabla 25:</b> Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica .....	80
<b>Tabla 26:</b> Prueba de hipótesis ANOVA .....	80
<b>Tabla 27:</b> Prueba de medias para una variable (Autoconstrucción).....	81
<b>Tabla 28:</b> Prueba de medias para una variable – Vulnerabilidad sísmica .....	83

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación es producto de la necesidad que demanda el crecimiento poblacional de la provincia de Abancay, este crecimiento debe ser ordenado y seguro en cuanto a infraestructura habitacional corresponde, por ello el presente trabajo genera una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas de concreto armado en la ciudad de Abancay, analizando las características técnicas, así como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas sin asesoramiento técnico y/o profesional.

La mayoría de las viviendas informales carecen de diseño arquitectónico, estructural y se construyen con materiales de baja calidad. Además, estas viviendas son construidas generalmente por los mismos pobladores de la zona, quienes no poseen los conocimientos, ni medios económicos necesarios para una buena práctica constructiva.

Para recolectar la información en este trabajo de tesis, se encuestaron 08 viviendas en la provincia de Abancay, que se seleccionaron por sus características geotécnicas y por la presencia de viviendas autoconstruidas. La información de campo se recolectó en fichas de encuesta, en las que se recopiló datos de ubicación, proceso constructivo, estructuración, y calidad de la construcción. Posteriormente en el trabajo de gabinete se procesó la información en fichas de reporte donde se resume las características técnicas, elaborando un análisis sísmico estático y dinámico de acuerdo a la norma técnica E.030 "Diseño Sismorresistente", determinando la vulnerabilidad sísmica estructural de las viviendas encuestadas. Luego con la información obtenida se detalló los principales defectos constructivos encontrados en las viviendas encuestadas.

Los resultados obtenidos serán derivados a las entidades competentes como la municipalidad provincial de Abancay, con la finalidad de que se tome en cuenta para la autorización de construcciones de viviendas familiares a futuro.

# **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En lo que va del año se han registrado 98 sismos en diferentes zonas del Perú con magnitudes de hasta 5.7 grados, según un reporte del Instituto Geofísico del Perú (IGP). Los más fuertes se sintieron el 16 de febrero pasado, cuando un movimiento telúrico de 5.7 grados de magnitud afectó parte de Arequipa, Ica y Ayacucho.

En la región Apurímac los últimos sismos registrados son los de agosto del 2012 en Andahuaylas (magnitud en la escala de Richter 5.0, profundidad de 78km), enero de 2013 en Antabamba (magnitud de 4.1 grados en la escala de Richter y profundidad de 22km) y el 18 de enero del 2016 a 48km de Abancay (magnitud de 5.0 grados en la escala de Rithcher).

Según los estudios del IGP los sismos en la región Apurímac estarían relacionados a la actividad de las fallas regionales y según el mapa de zonificación sísmica del Perú se esperan para Apurímac intensidades máximas entre VI y VIII en la escala Mercalli.

La población Abanquina se incrementó con el transcurrir de los años, lo cual generó un crecimiento poco controlado y planificado del área urbana. La población con menores recursos frente a su necesidad de vivienda, construye sus viviendas con sus reducidos medios económicos. Esto implica, sin la asesoría técnica y/o profesional adecuada en el proyecto como en la construcción.

Por ello, es necesario conocer el estado en que se encuentran las viviendas, especialmente las de mayor riesgo como son las viviendas autoconstruidas que presentan serias deficiencias: estructurales, arquitectónicas y constructivas, que las hacen vulnerables a los fenómenos naturales como son los sismos, generando un riesgo a los residentes de estas viviendas.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo influye la autoconstrucción en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay?

### **1.2.2. Problemas específicos**

**PE1:** ¿Cuál es el nivel de autoconstrucción que existe en las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay?

**PE2:** ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar la influencia de la autoconstrucción en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

**OE1:** Determinar que, existe un alto grado de autoconstrucción en las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay.

**OE2:** Determinar que, existe un alto grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

La presente investigación surge como una iniciativa para disminuir la autoconstrucción y la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en la ciudad de Abancay, buscando fomentar un crecimiento ordenado y seguro ante eventuales movimientos sísmicos y entender que lo mejor para contrarrestar los desastres ocasionados por estos fenómenos es la prevención.

El proceso de investigación consiste en realizar un análisis detallado a cerca de: los procesos constructivos, sistema estructural utilizado, configuración estructural, dimensionamiento de los elementos resistentes y si estos parámetros cumplen con lo establecido en la norma técnica E.030 “Diseño sismorresistente” del Perú.

Los resultados obtenidos servirán para determinar el nivel de vulnerabilidad estructural sísmica que presentan las viviendas en estudio y la influencia del proceso de autoconstrucción sobre esta variable.

Así mismo, estos resultados permitirán: generar mecanismos de prevención para las familias ante eventuales movimientos sísmicos, servir como precedente para futuras investigaciones en esta línea y resaltar la importancia que tiene contar con un asesoramiento profesional para construir las viviendas.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

No se cuenta con suficientes recursos económicos, para solventar los gastos del proceso de investigación tales como pruebas de laboratorio, alquiler de equipos y otros, los mismos que serán solventados solicitando financiamiento.

Carencia de material bibliográfico relacionado al tema en el medio local, por lo cual se usarán fuentes de otros lugares a nivel nacional.

Para determinar los perfiles de suelo implica realizar un estudio de mecánica de suelos los mismos que implican gastos excesivos, por ello estos datos serán recopilados de un estudio realizado en la ciudad de Abancay denominado Mapa de Peligros de la ciudad de Abancay.

La determinación de la resistencia a la compresión del concreto se estima diferente para cada vivienda y ello conllevaría a determinar dicha resistencia, para ello se tomó un valor constante aproximado de 210kg/cm<sup>2</sup>.

## **1.6. DELIMITACION DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. Delimitación Espacial**

La presente investigación se realizará en la ciudad de Abancay, que comprende 08 viviendas en diferentes zonas de Fonavi, Condebamba zona céntrica y Patibamba las mismas que presentan perfiles de suelo diferentes.

### **1.6.2. Delimitación Social**

La presente investigación influirá de manera directa en las familias de la ciudad de Abancay con viviendas familiares entre 2 y 4 niveles.

### **1.6.3. Delimitación Temporal**

La presente investigación se realizó durante el año 2016, la misma que será susceptible a cambios en proyección a 50 años.

### **1.6.4. Delimitación Conceptual**

Los conceptos utilizados en la presente investigación son relacionados estrictamente con temas afines a la Ingeniería Civil.



## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

Después de la revisión bibliográfica se encontraron algunas investigaciones afines a nuestro tema de investigación:

(LAUCATA LUNA, 2013), cuyo título de investigación fue “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO”, donde la metodología utilizada y resultados fueron:

La investigación genera una metodología simple para determinar el riesgo sísmico de viviendas informales de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo. Para ello se ha analizado las características técnicas, así como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas informalmente.

La mayoría de las viviendas informales carecen de diseño arquitectónico, estructural y se construyen con materiales de baja calidad. Además, estas viviendas son construidas generalmente por los mismos pobladores de la zona, quienes no poseen los conocimientos, ni medios económicos necesarios para una buena práctica constructiva.

Para recolectar la información para este trabajo de tesis se encuestaron 30 viviendas en 02 distritos de la ciudad de Trujillo, que se seleccionaron por sus características morfológicas y por la presencia de viviendas informales de albañilería. La información de campo se recolectó en fichas de encuesta, en las que se recopiló datos de ubicación, proceso constructivo, estructuración, y calidad de la construcción. Posteriormente el trabajo de gabinete se procesó la información en fichas de reporte donde se resume las características técnicas, elaborando un análisis sísmico simplificado por medio de la densidad de muros, determinando la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas encuestadas. Luego con la información obtenida se detalló los principales defectos constructivos encontrados en las viviendas encuestadas.

Los resultados obtenidos contribuyeron a la elaboración de una cartilla para la construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería confinada de la costa peruana, zona de alto peligro sísmico.

(FLORES DE LOS SANTOS, 2002), cuyo título de investigación fue “DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS AUTOCONSTRUCCIONES EN LIMA”, donde la metodología utilizada y resultados fueron:

En esta tesis se presenta los resultados de un trabajo de investigación sobre las características estructurales de viviendas autoconstruidas en los distritos de Villa el Salvador y Carabayllo de la provincia de Lima. Además, se identifican los principales factores propios o externos a las viviendas, que pueden afectar negativamente su comportamiento sísmico. Luego, se determina para estas viviendas su vulnerabilidad sísmica y se estima cuáles podrían ser los daños después de un terremoto.

Para conseguir la información requerida se realizó una encuesta de campo donde se recabó los datos necesarios de las viviendas autoconstruidas en los dos distritos antes mencionados. Luego se procesaron los datos recabados y se acumularon los resultados obtenidos. Para el procesamiento de los datos obtenidos, se tomó en cuenta el reglamento nacional de construcciones, estudios realizados después del terremoto de Chimbote en el año 1970, estudios sobre albañilería realizados en la Pontificia Universidad Católica del Perú y demás referencias mencionadas al final de este documento.

El trabajo de investigación se realizó con el fin de conocer ¿Cómo se está autoconstruyendo en Lima? Ya que un terremoto afecta a la sociedad y a la economía porque se tendría que realizar un gasto enorme para la construcción de nuevas viviendas.

(VELARDE ABUGATTAS, 2014), cuyo título de investigación fue “ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE DOS PISOS DE ADOBE EXISTENTE EN LIMA”, donde la metodología utilizada y resultados fueron:

El objetivo de esta investigación es el estudio de la estabilidad estructural de las viviendas existentes típicas de adobe de dos pisos en Canta, zona rural con peligro sísmico alto, con la finalidad de diagnosticar su estado actual y plantear lineamientos para su estabilización sísmica.

Se plantea la hipótesis de que las viviendas de adobe de dos o más pisos presentan características constructivas que son distintas de la construcción tradicional de viviendas de un piso. Estas viviendas han podido soportar los sismos leves y medianos que han ocurrido en las últimas décadas, sin embargo, se estima que estas viviendas son vulnerables en caso de sismos severos, por ello es necesario estudiar el

mecanismo de falla para formular sistemas de refuerzo o estabilización que permitan mejorar el comportamiento de estas viviendas ante sismos de mayor intensidad.

El desarrollo de la investigación consta de un trabajo de evaluación en campo para determinar la tipología arquitectónica y características estructurales de las viviendas existentes, así como un levantamiento de daños comunes. Luego del trabajo de campo se realizará una evaluación numérica para definir los elementos vulnerables y plantear alternativas de refuerzo que les permitan resistir sismos severos.

(BASURTO CARTULIN, 2010), cuyo título de investigación fue “VULNERABILIDAD SISMICA Y MITIGACIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE SAN LUIS”, donde la metodología utilizada y resultados fueron:

En el presente trabajo de investigación se realizó un análisis cualitativo de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del distrito de San Luis, se realizó una evaluación integral de la vulnerabilidad tanto social como estructural, analizando también aspectos cuantitativos que dieron un mayor soporte a los resultados obtenidos de manera cualitativa.




La aplicación de esta investigación, tuvo como potenciales beneficiarios a los más de 150,000 habitantes con los que cuenta el distrito, además de disminuir significativamente el impacto socioeconómico, pues se diseñó y ejecuto organización de brigadas, capacitaciones, simulacros, planes de seguridad y evacuación, planes de contingencia, para las principales edificaciones esenciales del distrito, estos planes servirán enormemente para mitigar los posibles efectos que se presenten de ocurrir un sismo de gran magnitud de Lima.

Para determinar el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones del distrito se utilizó un método de evaluación rápida llamado diagnóstico de la respuesta sísmica en viviendas de albañilería, que fue realizado por el Dr. Carlos Zavala, Ing. Patricia Gibu y el Ing. Rafael Salinas, con este método se consideraron sismos ocurridos en Lima en los años 1966 y 1974 como demanda, la densidad de muros de 2%, 4%, 6% y 8% y la aceleración máxima del evento. Luego estos resultados fueron procesados en un Sistema de Información Geográfica ArcGis 9.1 y se obtuvieron mapas temáticos que nos indicaron el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones del distrito.




## 2.2. BASE LEGAL – NORMA TÉCNICA E.030

### 2.2.1. Filosofía y principios del diseño sismorresistente

La filosofía del Diseño Sismorresistente consiste en:











-  Evitar pérdida de vidas humanas.
-  Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
-  Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en la presente norma los siguientes principios:

-  La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
-  La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables.
-  Para las edificaciones esenciales, definidas en la Tabla N° 3 de la norma E.030, se tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo.

### 2.2.2. Concepción estructural sismorresistente

Debe tomarse en cuenta la importancia de los siguientes aspectos:

-  Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.
-  Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
-  Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
-  Resistencia adecuada frente a las cargas laterales.
-  Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación.
-  Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico.
-  Deformación lateral limitada.
-  Inclusión de líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural).
-  Consideración de las condiciones locales.
-  Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa.

### **2.2.3. Consideraciones generales**

Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las sollicitaciones sísmicas prescritas en esta norma, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados.

No es necesario considerar simultáneamente los efectos de sismo y viento.

Deberá considerarse el posible efecto de los tabiques, parapetos y otros elementos adosados en el comportamiento sísmico de la estructura. El análisis, el detallado del refuerzo y anclaje deberá hacerse acorde con esta consideración.

### **2.2.4. Presentación del proyecto**

Los planos, memoria descriptiva y especificaciones técnicas del proyecto estructural, deberán estar firmados por el ingeniero civil colegiado responsable del diseño, quien será el único autorizado para aprobar cualquier modificación a los mismos.

Los planos del proyecto estructural deberán incluir la siguiente información:

- a. Sistema estructural sismorresistente.
- b. Período fundamental de vibración en ambas direcciones principales.
- c. Parámetros para definir la fuerza sísmica o el espectro de diseño.
- d. Fuerza cortante en la base empleada para el diseño, en ambas direcciones.
- e. Desplazamiento máximo del último nivel y el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

La ubicación de las estaciones acelerométricas, si éstas se requieren conforme al Capítulo 9 de la norma E.030.

### **2.2.5. Zonificación**

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El Anexo N° 1 de la norma E.030 contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de

10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

**Tabla 1:** Factores de Zona “Z”

Zona	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Fuente:** (NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

**Figura 1:** Zonas Sísmicas



**Fuente:** (NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

A continuación, se especifican las provincia y distrito de la zona de estudio:

**Tabla 2:** Zonificación - Ubicación de la zona de estudio

REGIÓN DPTO.	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA
Apurímac	Abancay	Todos los distritos	2

**Fuente:** (NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

## 2.2.6. Condiciones geotécnicas

### A. Perfiles de suelo

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte ( $\bar{V}_s$ ), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los  $\bar{N}_{60}$  obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada ( $\bar{S}_u$ ) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación, como se indica en el numeral 2.3.2 de la norma E.030.

Para los suelos predominantemente granulares, se calcula  $\bar{N}_{60}$  considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada ( $\bar{S}_u$ ) se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de  $\bar{N}_{60}$  para los estratos con suelos granulares y de ( $\bar{S}_u$ ) para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible. Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

#### **A1. Perfil tipo S0: Roca dura**

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte ( $\bar{V}_s$ ) mayor que 1500m/s.

Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de  $\bar{V}_s$ .

#### **A2. Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos**

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$ , entre 500m/s y 1500m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- 👷 Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada que mayor o igual que 500 kPa (5kg/cm<sup>2</sup>).
- 👷 Arena muy densa o grava arenosa densa, con  $\bar{N}_{60}$  mayor que 50.
- 👷 Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$  mayor que 100kPa (1kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

### **A3. Perfil tipo S2: Suelos intermedios**

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$ , entre 180m/s y 500m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- 👷 Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT  $\bar{N}_{60}$ , entre 15 y 50.
- 👷 Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada  $\bar{S}_u$ , entre 50kPa (0,5kg/cm<sup>2</sup>) y 100kPa (1kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

### **A4. Perfil tipo S3: Suelos blandos**

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$ , menor o igual a 180m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- 👷 Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT  $\bar{N}_{60}$  menor que 15.
- 👷 Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$ , entre 25kPa (0,25kg/cm<sup>2</sup>) y 50kPa (0,5kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- 👷 Cualquier perfil que no correspondan al tipo S<sub>4</sub> y que tenga más de 3m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad P<sub>I</sub> mayor que 20, contenido de humedad  $\omega$  mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$  menor que 25kPa.

### **A5. Perfil tipo S4: Condiciones excepcionales**

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S4 cuando el Estudio



de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine. La Tabla N° 3 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo:

**Tabla 3:** Clasificación de los perfiles de suelo

Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
S <sub>0</sub>	>1500m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500m/s a 1500m/s	>50	>100kPa
S <sub>2</sub>	180m/s a 500m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S <sub>3</sub>	<180m/s	<15	25kPa a 50kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

**Fuente:** (NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

### B. Parámetros de sitio (S, T<sub>P</sub> y T<sub>L</sub>)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T<sub>P</sub> y T<sub>L</sub> dados en las Tablas N° 5 y N° 6.

**Tabla 4:** Factores de suelo "S"

	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

**Fuente:** (NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

**Tabla 5:** Periodos T<sub>P</sub> y T<sub>L</sub>

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub>	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub>	3,0	2,5	2,0	1,6



**Fuente:** (NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

## 2.2.7. Microzonificación sísmica y estudios de sitio

### A. Microzonificación sísmica

Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

Para los siguientes casos podrán ser considerados los resultados de los estudios de microzonificación correspondientes:

-  Áreas de expansión de ciudades.
-  Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

## B. Estudios de sitio

Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.



Los estudios de sitio deberán realizarse, entre otros casos, en grandes complejos industriales, industria de explosivos, productos químicos inflamables y contaminantes.

No se considerarán parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta norma.

### 2.2.8. Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 6. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla N° 6 se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar  $U=1$ .

**Tabla 6:** Categoría de las edificaciones y factor “U”

Categoría	Descripción	U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:  Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.  Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.	1,5

Categoría	Descripción	U
	<p>🔧 Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</p> <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	
<b>B</b> Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1,3
<b>C</b> Edificaciones Comunes	<p>Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.</p>	1,0
<b>D</b> Edificaciones Temporales	<p>Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.</p>	Ver nota 2


**Fuente:** (NORMA TÉCNICA E.030, 2016)


**Nota 1:** Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.


**Nota 2:** En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.


## 2.2.9. Sistemas estructurales

**A. Estructuras de concreto armado:** Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 “Disposiciones especiales para el diseño sísmico” de la norma técnica E.060 Concreto Armado del RNE.


 **Pórticos:** Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

 **Muros estructurales:** Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.

 **Dual:** Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20% y 70% del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30% de la fuerza cortante en la base.

 **Edificaciones de muros de ductilidad limitada (EMDL):** Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

**B. Estructuras de acero:** Los sistemas que se indican a continuación forman parte del sistema estructural resistente a sismos:

 **Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF):** Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la fluencia por flexión de las vigas y limitada fluencia en las zonas de panel de las columnas. Las columnas deberán ser diseñadas para tener una resistencia mayor que las vigas cuando estas incursionan en la zona de endurecimiento por deformación.

- 👤 **Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF):** Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.
- 👤 **Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF):** Estos pórticos deberán proveer una mínima capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.
- 👤 **Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF):** Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la resistencia post-pandeo en los arriostres en compresión y fluencia en los arriostres en tracción.
- 👤 **Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF):** Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.
- 👤 **Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF):** Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica principalmente por fluencia en flexión o corte en la zona entre arriostres.

**C. Estructuras de albañilería:** Edificaciones cuyos elementos sismorresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto. Para efectos de esta Norma no se hace diferencia entre estructuras de albañilería confinada o armada.

**D. Estructuras de madera:** Se consideran en este grupo las edificaciones cuyos elementos resistentes son principalmente a base de madera. Se incluyen sistemas entramados y estructuras arriostradas tipo poste y viga.

**E. Estructuras de tierra:** Son edificaciones cuyos muros son hechos con unidades de albañilería de tierra o tierra apisonada in situ.

#### 2.2.10. Regularidad estructural

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- 👤 Cumplir las restricciones de la Tabla N° 6.
- 👤 Establecer los procedimientos de análisis.
- 👤 Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

Estructuras Regulares son las que en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tabla 7.

En estos casos, el factor  $I_a$  o  $I_p$  será igual a 1,0.

Estructuras Irregulares son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tabla 7.

El factor  $I_a$  se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 7 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. El factor  $I_p$  se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 7 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis.

Si al aplicar la Tabla 7 se obtuvieran valores distintos de los factores  $I_a$  o  $I_p$  para las dos direcciones de análisis, se deberá tomar para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones.

**Tabla 7: Irregularidades Estructurales**

Irregularidades estructurales en altura	$I_a$
<p><b>Irregularidad de rigidez – Piso blando</b></p> <p>Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes.</p> <p>La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p><b>Irregularidades de resistencia – Piso débil:</b> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,75
<p><b>Irregularidad extrema de rigidez:</b> Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes.</p> <p>La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p><b>Irregularidad extrema de resistencia:</b> Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,50

<b>Irregularidades estructurales en altura</b>	<b>I<sub>a</sub></b>
<p><b>Irregularidad de masa o peso:</b> Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente.</p> <p>Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><b>Irregularidad geométrica vertical:</b> La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><b>Discontinuidad en los sistemas resistentes:</b> Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80
<p><b>Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes:</b> Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.</p>	0,60
<b>Irregularidades estructurales en planta</b>	<b>I<sub>p</sub></b>
<p><b>Irregularidad torsional:</b> Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (<math>\Delta_{m\acute{a}x}</math>), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{CM}</math>).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11 de la norma E.030.</p>	0,75
<p><b>Irregularidad torsional extrema:</b> Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (<math>\Delta_{CM}</math>), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{CM}</math>).</p>	0,60

<b>Irregularidades estructurales en altura</b>	<b>I<sub>a</sub></b>
Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11 de la norma E.030.	
<b>Esquinas entrantes:</b> La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.	0,90
<b>Discontinuidad del diafragma:</b> La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma.  También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.	0,85
<b>Sistemas no paralelos:</b> Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.	0,90

**Fuente:** (NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

### 2.2.11. Análisis sísmico estático:

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.

Podrán analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1, las estructuras clasificadas como regulares según el numeral 3.5 de no más de 30m de altura y las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15m de altura, aun cuando sean irregulares.

#### A. Fuerza cortante en la base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R}(P) \quad \text{ecuación (2.1)}$$



El valor  $\frac{C}{R}$  no debe considerarse menor que:  $\frac{C}{R} \geq 0.125$

### B. Distribución de la fuerza sísmica en altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel  $i$ , correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i (V); \alpha_i = \frac{P_i (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^k} \quad \text{ecuación (2.2)}$$

Donde  $n$  es el número de pisos del edificio,  $k$  es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura ( $T$ ), en la dirección considerada,

que se calcula de acuerdo a:

👷 Para  $T$  menor o igual a 0,5 segundos:  $k = 1,0$ .

👷 Para  $T$  mayor que 0,5 segundos:  $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$ .

### C. Período fundamental de vibración

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

Donde:

**$C_T = 35$**  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

👷 Pórticos de concreto armado sin muros de corte.

👷 Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

**$C_T = 45$**  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

👷 Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.

👷 Pórticos de acero arriostrados.

**$C_T = 60$**  Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Alternativamente podrá usarse la siguiente expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i (d_i)^2}{g \sum_{i=1}^n f_i (d_i)}} \quad \text{ecuación (2.3)}$$

Donde:

- 👤  $f_i$  es la fuerza lateral en el nivel  $i$  correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.
- 👤  $d_i$  es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel  $i$  en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas  $f_i$ . Los desplazamientos se calcularán suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

Cuando el análisis no considere la rigidez de los elementos no estructurales, el período fundamental  $T$  deberá tomarse como 0,85 del valor obtenido con la fórmula precedente.

#### D. Excentricidad accidental

Para estructuras con diafragmas rígidos, se supondrá que la fuerza en cada nivel ( $F_i$ ) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y debe considerarse, además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

- 👤 En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplicará un momento torsor accidental ( $M_{ti}$ ) que se calcula como:

$$M_{ti} = \pm (F_i)(e_i) \quad \text{ecuación (2.4)}$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel ( $e_i$ ), se considerará como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

- 👤 Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se considerarán únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

#### E. Fuerzas sísmicas verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como una fracción del peso igual a  $\frac{2}{3}$  Z.U.S. En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 4.6.2 de la norma E.030.

## 2.2.12. Análisis sísmico dinámico

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

### A. Modos de vibración

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

### B. Aceleración espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R}(g) \quad \text{ecuación (2.5)}$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

### C. Criterios de combinación

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

La respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados ( $r_i$ ) podrá determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j} \quad \text{ecuación (2.6)}$$

Donde  $r$  representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas. Los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{\frac{3}{2}}}{(1-\lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)\lambda^2}; \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i} \quad \text{ecuación (2.7)}$$

$\beta$ , fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05  $\omega_i$ ,  $\omega_j$  son las frecuencias angulares de los modos  $i$ ,  $j$ .

Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la siguiente expresión.

$$r = 0.25 \left( \sum_{i=1}^m |r_i| \right) + 0.75 \left( \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2} \right) \quad \text{ecuación (2.8)}$$

#### D. Fuerza cortante mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entresque de edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

#### E. Excentricidad Accidental (Efectos de torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

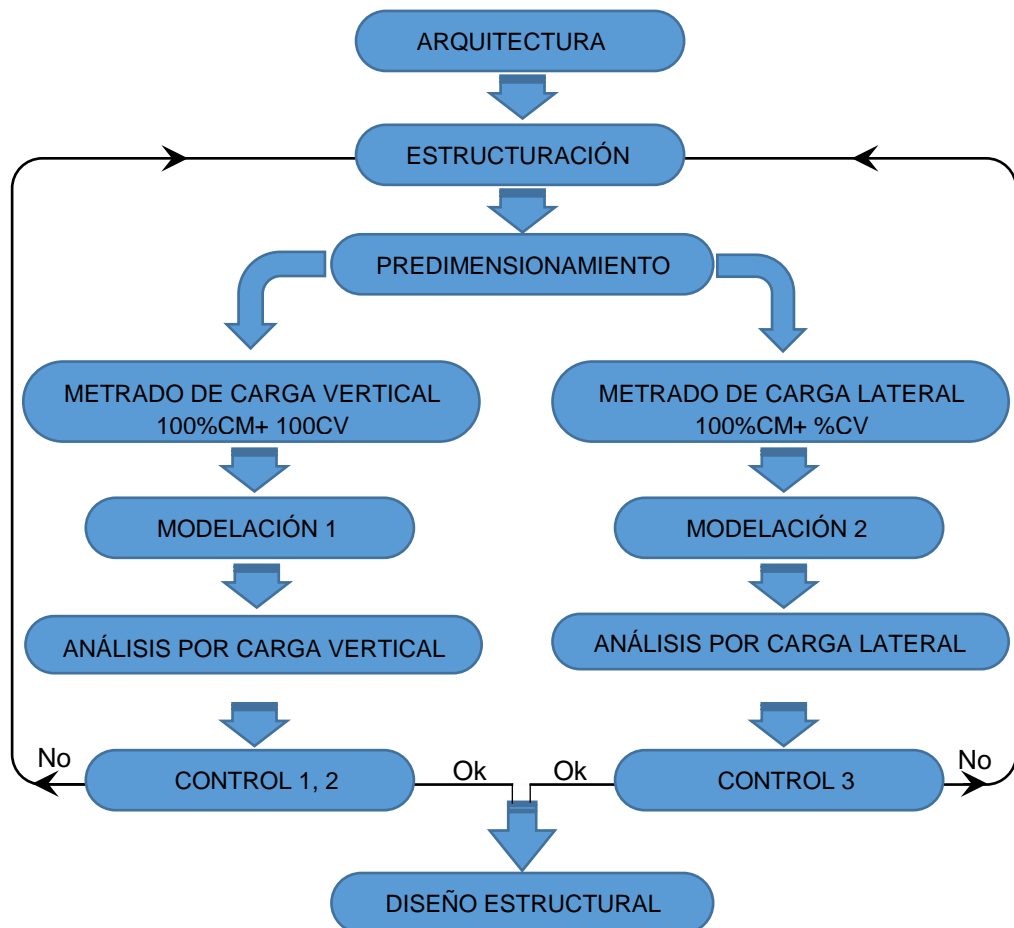
## 2.3. BASES TEÓRICAS

### 2.3.1. Criterios estructurales en edificaciones

Una estructura es el armazón o cascarón estructural que soporta cargas verticales (carga muerta + carga viva) y cargas laterales (cargas por sismo), el tiempo de vida útil de una edificación se considera mínimo de 50 años, durante este tiempo de vida útil la edificación no debe ser reforzada.

La carga muerta viene a ser el peso propio de la estructura y se caracteriza por ser una carga permanente, mientras que la carga viva es una carga temporal que depende del uso de los ambientes y se obtiene con la norma E.020 "Metrado de Cargas"

**Figura 2:** Esquematización de un proyecto estructural



**Fuente:** (VILLARREAL CASTRO, DISEÑO SISMORRESISTENTE DE EDIFICACIONES CON DISIPADORES DE ENERGÍA, 2016)

Las etapas mencionadas en la figura anterior se detallan a continuación:

**A. Arquitectura:** La arquitectura es la parte inicial del proyecto, lo mismo que el estudio de mecánica de suelos y la topografía, ya que sin esta información

no se puede iniciar el proyecto, cabe mencionar que esta etapa es realizada por un arquitecto.

- B. Estructuración:** etapa donde inicia sus trabajos el ingeniero estructural, definiendo: ubicación de los elementos estructurales, elección del tipo de sistema estructural, tipo de cimentación posible.
- C. Pre – Dimensionamiento:** Etapa donde se da una primera aproximación al dimensionamiento probable, con el cual pudiera trabajar correctamente la estructura, esta etapa dependerá del expertis que se tenga para cumplir con los parámetros normativos y evitar la redundancia.
- D. Metrado de carga lateral:** Se realiza para poder determinar la fuerza sísmica y se considera el 100% de la carga muerta más un porcentaje de la carga viva dependiendo del uso de la edificación.
- E. Metrado de carga vertical:** Se realiza con el 100% de la carga viva y la carga muerta.
- F. Modelación 1, 2:** Estos modelados son diferentes, ya que, por carga vertical las viguetas en la losa se deforman, mientras que por carga lateral se comporta como un diafragma rígido.
- G. Análisis por carga vertical o carga lateral:** Esta etapa se realiza con la asistencia de un software especializado en la actualidad, así como: CSI ETABS, CSI SAP200 u otros afines.
- H. Controles:** Los controles por carga vertical son básicamente capacidad portante y deformación, mientras que por carga lateral son control de derivas.

### 2.3.2. Los sismos

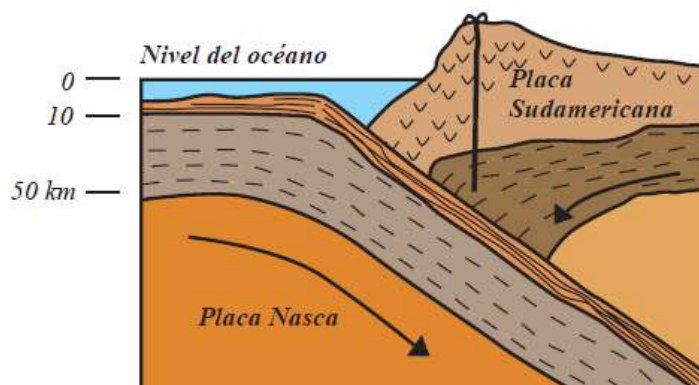
Los sismos son movimientos ocasionados debido a la presión y a la liberación de energía acumulada en el interior de la tierra. Estos pueden originar graves daños en nuestras viviendas, si no se han tomado las medidas preventivas relacionadas al buen diseño, al adecuado proceso de construcción y a la elección de los mejores materiales (ORIHUELA & LAZO, 2010).

Los sismos más destructivos se originan cuando las placas tectónicas, que son grandes masas rocosas, se deslizan una debajo de la otra, rozando y chocando en sus zonas de contacto.

En el Perú, los sismos se producen cuando la placa de Nazca (llamada así porque su parte más prominente se ubica frente a este lugar) trata de introducirse debajo de la placa Sudamericana, produciéndose un choque entre

ambas (ver Figura 3). Este movimiento provoca la liberación de inmensas cantidades de energía en forma de ondas.

**Figura 3:** Choque de la placa de Nazca contra la Sudamericana



**Fuente:** (ORIHUELA & LAZO, 2010)

### 2.3.3. Medidas para calificar los sismos

Las medidas para calificar los sismos son dos: intensidad y magnitud.





#### 2.3.3.1. Intensidad

Se refiere a los daños causados en las edificaciones. Se mide con la “Escala de Mercalli”, basada en la observación de los daños causados por el sismo en las construcciones y en la sensación de las personas (ORIHUELA & LAZO, 2010).

La escala de Mercalli tiene 12 grados, que se describen a continuación:

1. **Muy débil:** El sismo es detectado por instrumentos muy sensibles.
2. **Débil:** Lo sienten personas, en reposo, en edificios altos.
3. **Leve:** Se asemeja al movimiento causado en el suelo por un camión.
4. **Moderado:** Es advertido por las personas que se encuentran en el interior de las casas. Los vehículos se balancean.
5. **Fuerte:** Es advertido por la mayoría de las personas y la gente nota la dirección del movimiento.
6. **Bastante fuerte:** Lo sienten todas las personas, es difícil caminar y se desprenden los tarrajes y enchapes.
7. **Muy fuerte:** Provoca angustia. La gente corre hacia el exterior de las edificaciones; se pierde el equilibrio; los conductores de los vehículos en marcha lo notan y las construcciones de mala calidad son afectadas.
8. **Destruutivo:** Hay dificultades en la conducción de los vehículos y se caen muros y monumentos.

9. **Ruinoso:** Pánico total, algunas edificaciones se desplazan de sus cimentaciones, se agrietan y se desploman.
  10. **Desastroso:** Destrucción casi total de las construcciones de albañilería. Afecta seriamente edificios, puentes y represas. Se desliza la tierra.
  11. **Muy desastroso:** Muy pocas edificaciones de albañilería quedan en pie. Los rieles ferroviarios se tuercen y las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio.
  12. **Catastrófico:** El daño es casi total. Hay desplazamiento de grandes rocas, los objetos saltan al aire y los paisajes sufren grandes distorsiones.
- De acuerdo a esta escala, los sismos se pueden agrupar de la siguiente manera:

-  **Sismos leves:** Sismos con intensidades iguales o menores al grado VI.
-  **Sismos moderados:** Sismos con intensidades VII y VIII.
-  **Sismos severos:** Sismos con intensidades de grado IX.
-  **Sismos catastróficos:** Sismos con intensidades de grado X o más.

Si la vivienda se encuentra mal diseñada y/o mal construida, puede presentar daños considerables después de un sismo moderado.

### 2.3.3.2. Magnitud

Calcula la cantidad de energía liberada a través de la amplitud de las ondas sísmicas y utiliza instrumentos llamados sismógrafos. Se mide con la “Escala de Richter”, que empieza en 0 y no tiene límite superior (ORIHUELA & LAZO, 2010).

A diferencia de la intensidad, que se estima por la apreciación subjetiva de las personas o por los efectos observados en las construcciones, la magnitud es una medida establecida por instrumentos especiales. En nuestro país, utilizamos esta escala para cuantificar la magnitud de los sismos.

### 2.3.4. Acción de los sismos sobre las viviendas

Cuando se produce un sismo, sus ondas se transmiten a la estructura de la casa a partir de su cimentación. La masa en reposo de la edificación se resiste al movimiento de la base y crea fuerzas que actúan principalmente sobre los muros y columnas que hemos construido.

#### 2.3.4.1. Distribución de los muros (planta)

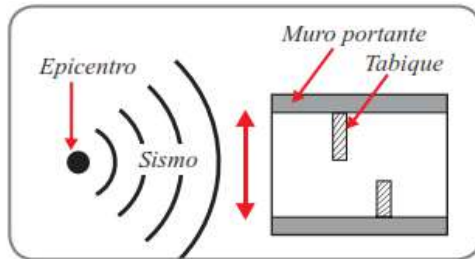
**A. Daños severos:** Si no se tiene una adecuada cantidad de muros portantes en la dirección del movimiento sísmico, la vivienda sufrirá daños considerables.



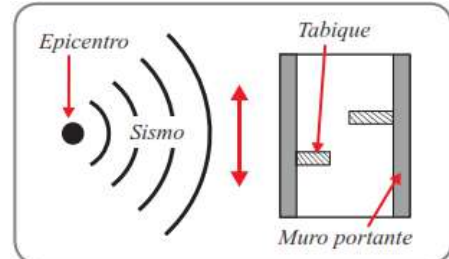
**B. Daños leves:** Si la mayor cantidad de los muros portantes están paralelos a la dirección del movimiento sísmico, la vivienda se comportará mejor.

Por este motivo, el diseño de una vivienda debe considerar muros que puedan tomar los esfuerzos sísmicos en ambas direcciones.

**Figura 4:** Daños severos



**Figura 5:** Daños leves

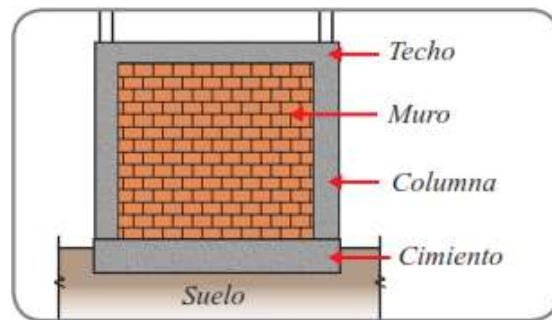


**Fuente:** (ORIHUELA & LAZO, 2010)

**2.3.4.2. Esfuerzos de los muros durante un sismo (corte)**

**a. Antes del sismo:** La vivienda sólo soporta su propio peso.

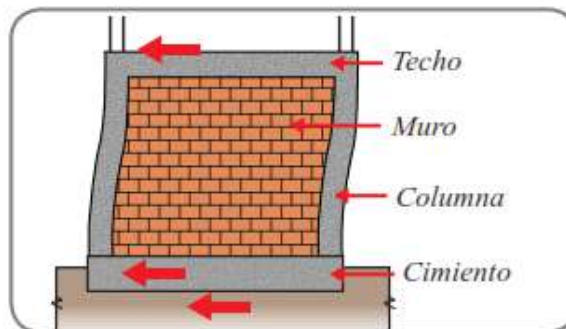
**Figura 6:** Antes del sismo



**Fuente:** (ORIHUELA & LAZO, 2010)

**b. Inicio del sismo:** El suelo comienza a moverse, lo que ocasiona que el cimiento, al estar empotrado, también se mueva con el suelo. La parte superior de la vivienda se mueve más lentamente, produciendo esfuerzos y deformaciones en los muros y columnas.

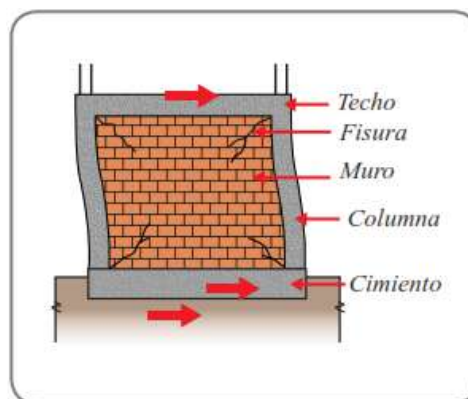
**Figura 7:** Inicio del sismo



**Fuente:** (ORIHUELA & LAZO, 2010)

c. **Durante el sismo:** Luego el suelo se mueve en sentido contrario, al igual que el cimiento. Esto ocasiona que la parte superior de la vivienda cambie el sentido de su movimiento, produciéndose mayores esfuerzos y deformaciones. Después de varias repeticiones de estos movimientos, las paredes comienzan a fisurarse.

**Figura 8:** Durante el Sismo



**Fuente:** (ORIHUELA & LAZO, 2010)

### 2.3.5. Geodinámica del Perú

La interacción de la placa de Nazca y la Sudamericana, es el principal proceso tectónico que define la geodinámica de Perú. Este proceso es conocido como subducción, el mismo que produjo el arrugamiento y levantamiento del margen continental durante un periodo orogénico muy complejo hasta formar una superficie topográfica muy accidentada y cuyo resultado final fue la formación de una cadena montañosa que se extiende, de Norte a Sur, a lo largo de todo el borde Oeste de Sudamérica, desde Venezuela hasta la tierra del fuego en Chile, siendo conocida como “La Cordillera de los Andes” (BERNAL & TAVERA, 2002).

Esta cordillera fuertemente deformada, comprende a un conjunto de diversas estructuras, tales como montañas, volcanes, anticlinales, sinclinales, mesetas y otras que se encuentran emplazados entre la línea de fosa peruano-chilena y el llano Amazónico.

El periodo orogénico durante el cual se produjo la formación de la Cordillera Andina pudo tener una duración de aproximadamente 10 millones de años en promedio; es decir, menor tiempo que el considerado para dar origen a las placas tectónicas y mayor que el necesario para la formación de los grandes sistemas de fallas, tal como se muestra en la Tabla 8 (BERNAL & TAVERA, 2002).

**Tabla 8:** Duración estimada para la ocurrencia de los grandes fenómenos tectónicos que preceden a un sismo (Ma=Millones de años/a=Un año/Seg=Segundo).

<b>Duración</b>	<b>Fenómenos</b>
100 Ma	Tectónica de placas
1 – 10 Ma	Formación de la cadena de montañas en frontera de placas
1000 a – 1 Ma	Formación de grandes fallas
100 – 1000 a	Periodo de recurrencia de grandes sismos
1 – 100 a	Deformación geodésica alrededor de fallas
1 a – 1 día	Posibilidad de fenómenos precursores
1 a 100 Seg.	Duración de la ruptura sísmica

**Fuente:** (BERNAL & TAVERA, 2002)

**Figura 9:** Esquema del proceso de convergencia de la placa de Nazca (Oceánica) y Sudamericana (Continental). F1 y F2 indican la dirección de desplazamiento, las líneas discontinuas indican la ubicación y orientación de la Fractura de Mendaña y la Dorsal de Nazca.



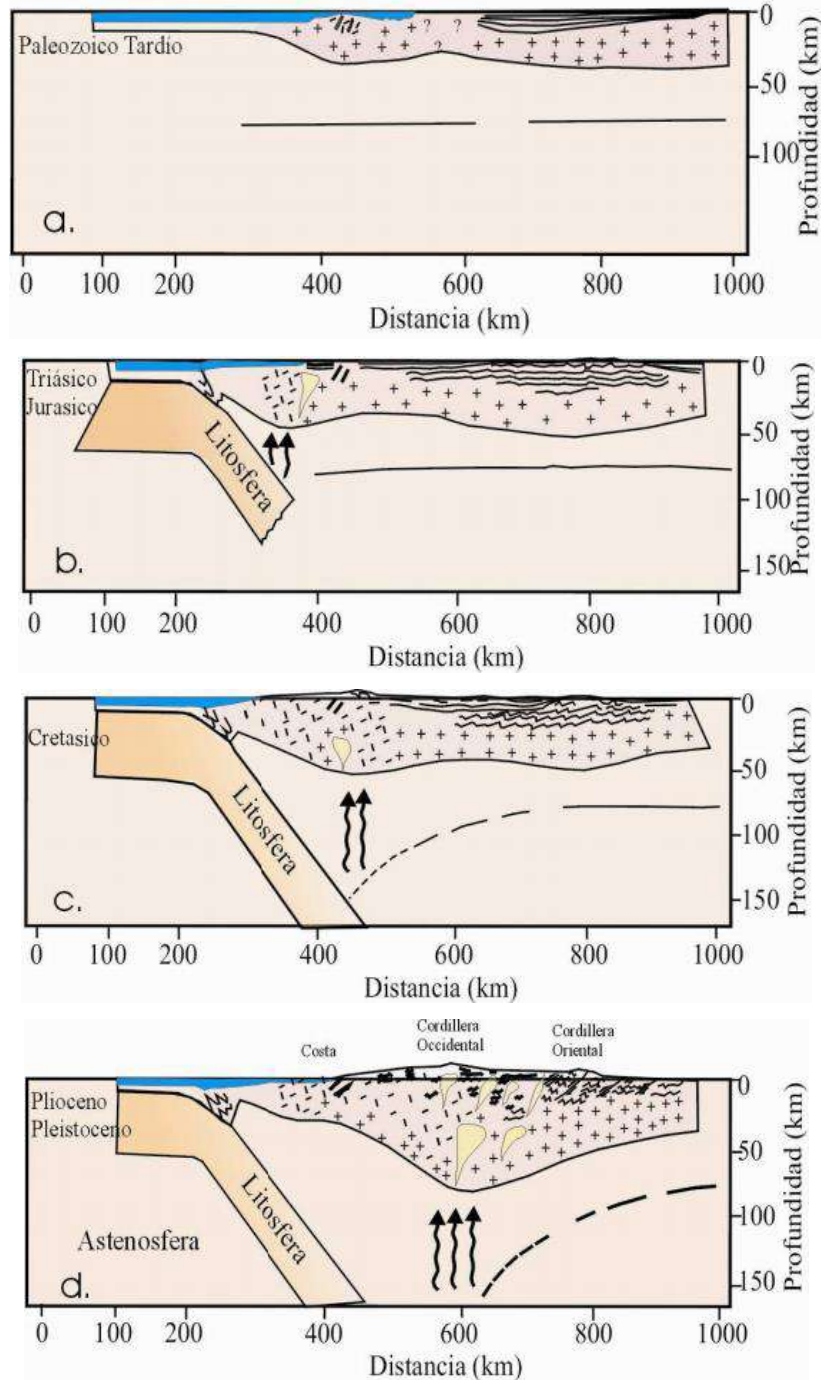
**Fuente:** (BERNAL & TAVERA, 2002)

La formación de la Cordillera Andina fue acompañada por una sucesión de periodos de subsidencias y levantamientos relacionados con regímenes tectónicos de extensión y compresión que produjeron consecuentemente el acortamiento y engrosamiento de la corteza. Todo el proceso geodinámico que ha soportado el Perú se ha desarrollado en dos periodos claramente identificados por los diferentes acontecimientos geológicos que en ellos ocurrieron (ver Figura 10) (BERNAL & TAVERA, 2002).

El primer periodo se desarrolla, durante el Paleozoico y se caracteriza por producirse en un régimen de deformación netamente extensional que fue perturbado por la ocurrencia de los siguientes sucesos (ver Figura 10 a):

**Figura 10:** Esquema del proceso de evolución de la Cordillera de los Andes.

(a) Régimen Extensional y (b, c y d) Régimen Compresional.



**Fuente:** (BERNAL & TAVERA, 2002)

🧑‍🔬 Variaciones en la velocidad del movimiento de las placas. Se asume que, durante este periodo, la velocidad de la placa de Nazca era menor que la

continental. En la actualidad, la placa de Nazca se desplaza a una velocidad de 8-10cm/año.

- 👤 Variaciones en la dirección de expansión de la corteza oceánica. En la actualidad, la placa de Nazca se desplaza en dirección NE.
- 👤 Presencia de obstáculos en el proceso de subducción. En la actualidad, el obstáculo más importante es la Dorsal de Nazca.
- 👤 Cambios en la densidad de la placa oceánica según su edad. Variaciones puestas en evidencia por estudios de Paleomagnetismo.
- 👤 Aumento en la capacidad de la fricción entre las superficies de la placa de Nazca y Sudamericana.

El segundo periodo, de evolución de la Cordillera Andina se produjo durante el Triásico–Plioceno (Figura 10: b, c, d) y se caracteriza por ser totalmente de régimen compresional con la consecuente formación y evolución de la Cordillera Andina hasta presentar los rasgos topográficos que restan hoy en día.

#### **2.3.5.1. Principales rasgos tectónicos**

La subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana es acompañada con la presencia de diversos y grandes rasgos tectónicos localizados a ambos extremos del margen continental, los mismos, que deben su origen a los continuos movimientos de compresión y extensión que ambas placas soportan. En general, la evolución geodinámica de Perú está controlada por los siguientes rasgos tectónicos: la Dorsal de Nazca, la Fractura de Mendaña, la Fosa Peruano-Chilena, la Cordillera Andina, la Cadena Volcánica y los diferentes Sistemas de Fallas distribuidas en el interior del continente. La ubicación geográfica de estos rasgos tectónicos se muestra en la Figura 11 (BERNAL & TAVERA, 2002).

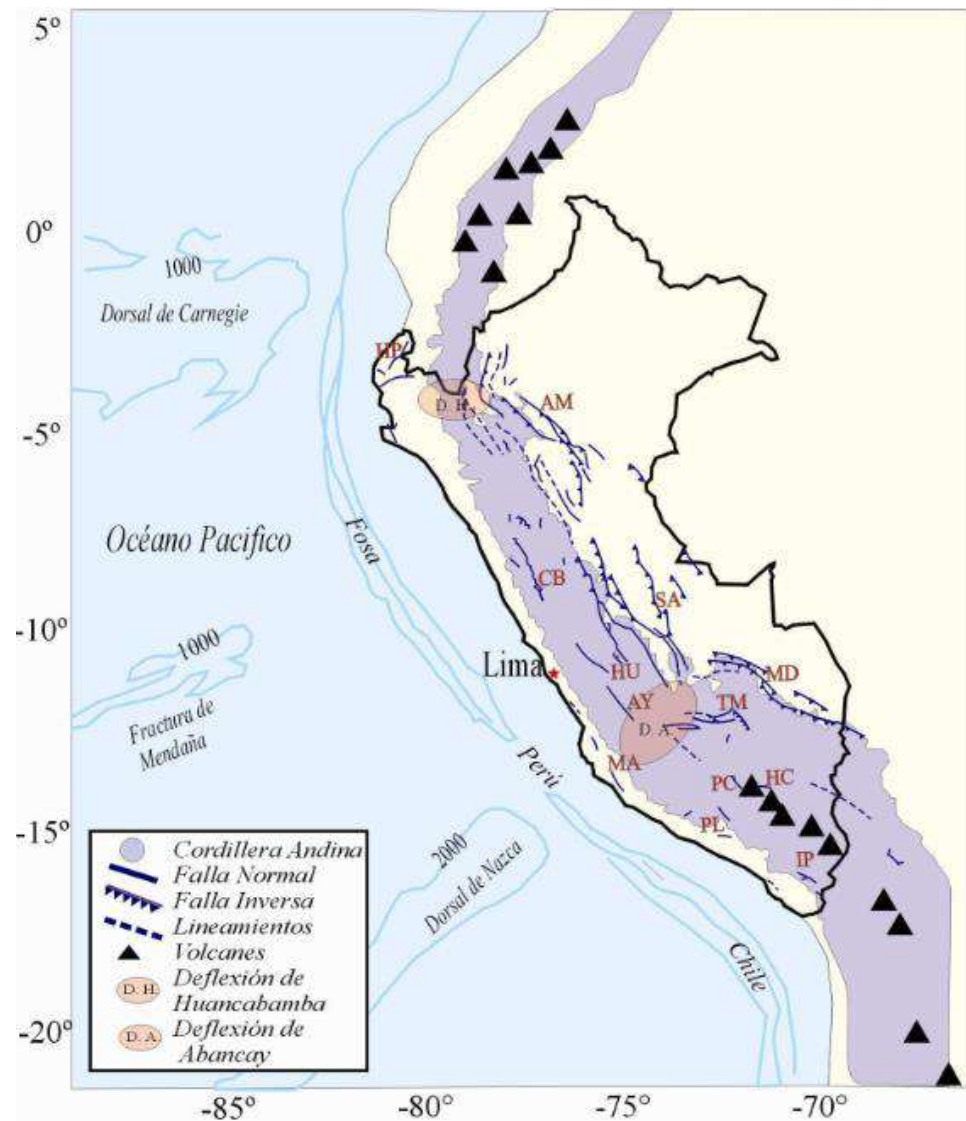
**A. Dorsal de Nazca:** Es una cordillera oceánica que se localiza en el extremo NW de la región sur de Perú frente al departamento de Ica. Esta cordillera sigue una orientación NE-SW perpendicular a la línea de la fosa peruano-chilena (entre 15° y 24° Sur), de tal modo que su extremo NE se ubica frente al departamento de Ica en donde presenta un ancho de aproximadamente 220 km sobre la cota de 2000 metros. Sin embargo; su ancho y altitud disminuye gradualmente hacia su extremo SW. Según la Figura 10, la cota de 2000 metros de esta dorsal, se localiza a 50 km de distancia aproximadamente de la línea de fosa; mientras que, las cotas

menores ya subducieron bajo la placa continental (BERNAL & TAVERA, 2002).

- B. Fractura de Mendaña:** Corresponde a una discontinuidad de la corteza oceánica que se localiza en el extremo NW de la región Central de Perú, frente al departamento de Ancash ( $10^{\circ}$  -  $12^{\circ}$  de latitud Sur). En la actualidad, esta fractura tiene una orientación NE-SW; es decir, perpendicular a la línea de la fosa peruano-chilena y un ancho de 80km aproximadamente sobre la cota de 1000m. Según la Figura 11, esta estructura se localiza aproximadamente a una distancia de 180km de la línea de fosa (BERNAL & TAVERA, 2002).
- C. Fosa Perú-Chile:** Delimita el inicio de la interacción entre la placa de Nazca y la Sudamericana. Litológicamente, la fosa está formada por sedimentos de diferente potencia depositados sobre rocas pre-existentes. Frente a la costa de Perú la fosa peruano-chilena presenta profundidades máximas de hasta 6000 metros en la región Norte y Sur; mientras que, en la región centro es del orden de 5000 metros. La fosa peruano-chilena presenta una contorsión NNW-SSE en la región Norte y Centro, y NW-SE en la región Sur de Perú. El cambio en la orientación de la fosa se produce frente a la Dorsal de Nazca (BERNAL & TAVERA, 2002).
- D. Cordillera andina:** Se distribuye paralela al borde Oeste de Sudamérica sobre una extensión de 7000 km, y con alturas máximas de 6000 metros sobre el nivel del mar. En Perú, de Norte a Sur, la Cordillera de los Andes se presenta bien definida; sin embargo, es notoria la presencia de dos inflexiones, a la altura de  $5^{\circ}$  Sur, denominada deflexión de Huancabamba y a los  $14^{\circ}$  Sur, denominada deflexión de Abancay (ver Figura 9, áreas de color rojo). Estas deflexiones cambian parcialmente la orientación de la cordillera en dirección NE-SW y Este-Oeste respectivamente. Transversalmente, la Cordillera Andina presenta diversas unidades morfoestructurales y anchos que oscilan entre 250km en la región norte y centro de Perú hasta 500km en la frontera entre Perú, Chile y Bolivia (BERNAL & TAVERA, 2002).
- E. Cadena volcánica:** Se ubica en la región sur de Perú por debajo de la deflexión de Abancay hasta los  $25^{\circ}$ S en Chile. Esta cadena se distribuye sobre la Cordillera Occidental siguiendo un aparente alineamiento con orientación NW-SE en Perú y N-S en el extremo Norte de Chile. Las características geométricas de cada uno de los volcanes que integran esta cadena, muestran que la actividad tectónica es contemporánea a la

orogenia extensional que experimenta la Cordillera Andina cerca del cuaternario medio y reciente (BERNAL & TAVERA, 2002).

**Figura 11:** Principales rasgos tectónicos superficiales en Perú y en el borde oeste de Sudamérica. Los triángulos indican localización de los volcanes y las líneas de color celeste los principales sistemas de fallas activas en Perú. HP=Huaypira, AM=Altomayo, CB=Cordillera Blanca, SA=Satipo Amauta, HU=Huaytapallana, AY=Ayacacucho, MA=Marcona, MD=Madre de Dios, TM=Tambomachay, PL=Planchada, HC=Huambo y Cabanaconde y IP=Ichupampa.



**Fuente:** (BERNAL & TAVERA, 2002)

**F. Sistema de fallas** presentes en el Perú, son el resultado del continuo proceso de deformación de la corteza continental. Estos sistemas están presentes en mayor número, de Norte a Sur, sobre la zona Subandina al pie del borde oriental de la Cordillera Andina, afectando a los principales



plegamientos del escudo Brasileño (sistemas de fallas de Moyobamba, Satipo, Madre de Dios, etc.). El número de estos sistemas de fallas es menor sobre la Alta Cordillera y en el Altiplano (sistema de fallas de la Cordillera Blanca, Huaytapallana y Tambomachay). En general, el mayor número de fallas son de tipo inverso que evidencian el acortamiento de la corteza (BERNAL & TAVERA, 2002).

### **2.3.5.2. Zonificación de la cordillera andina**

La Cordillera Andina, se extiende a lo largo del continente Sudamericano desde Venezuela hasta el sur de Chile con orientaciones que varían desde NE-SW en Colombia y Ecuador, NW-SE en Perú y N-S en Chile (ver Figura 8 y 10). Tal como se analizó anteriormente, la topografía actual de la Cordillera Andina, es el resultado de varios procesos orogénicos ocurridos durante épocas geológicas pasadas, dando origen a la formación de pliegues, fallas, depresiones, elongaciones de los grandes intrusivos y alineamiento de conos volcánicos. Estudios de sismicidad muestran que la Cordillera Andina tiene espesores del orden de 51km en la región central y de 75km en la región Sur (BERNAL & TAVERA, 2002).

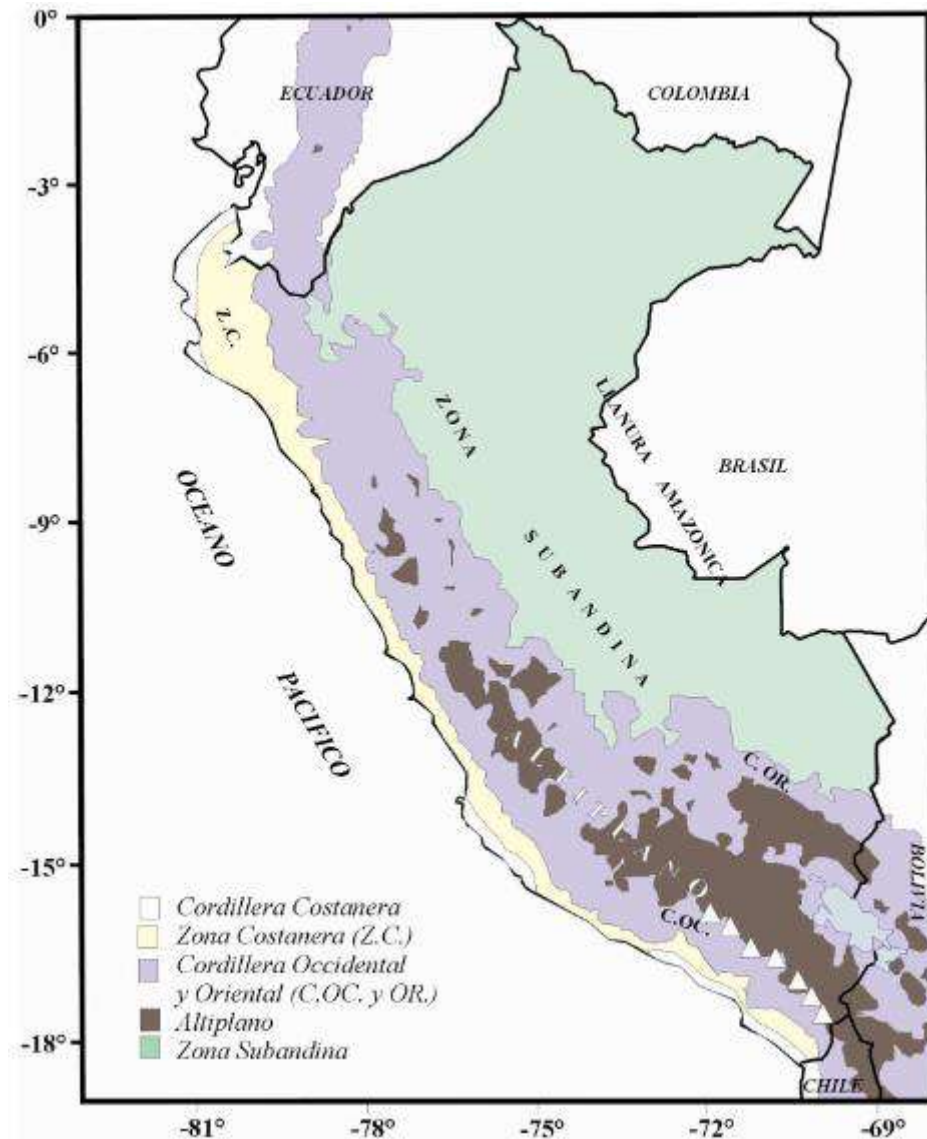
La cordillera Andina, desde el punto de vista geomorfológico, puede ser zonificada en una serie de siete unidades morfoestructurales que se distribuyen de Oeste a Este (ver Figura 9), paralelas a la línea de costa. En la Figura 11, se puede identificar la Cordillera de la Costa, la Zona Costanera (Z.C.), la Cordillera Occidental (C.O.C.), el Altiplano, la Cordillera Oriental (C.O.R.), la Zona Subandina y la Llanura Amazónica. A continuación, se presenta una descripción de cada una de estas unidades (BERNAL & TAVERA, 2002).

**A. Cordillera costanera:** Tiene su origen durante las fases tectónicas del Pre-Cámbrico (aproximadamente hace 4500 años) habiendo sido plegada hasta alcanzar elevaciones máximas de 1200msnm y posteriormente erosionada parcialmente. Actualmente, esta unidad se presenta segmentada a lo largo y próximo al litoral siguiendo una dirección NW-SE. El segmento Sur de esta cordillera, está formada por el macizo de Arequipa ubicado entre los 14° y 18° Sur como parte de la deflexión ubicada en el extremo SE del territorio peruano y el segmento Norte entre 2° y 7° Sur, el mismo que forma parte de la deflexión ubicada al Nor-Oeste del territorio peruano y que se proyecta sobre el territorio ecuatoriano. Entre las latitudes de 6° a 14° Sur, esta unidad desaparece debido posiblemente a

la subsidencia de una parte del margen continental por efectos tectónicos (BERNAL & TAVERA, 2002).

- B. Zona costanera:** Presenta elevaciones entre 50 y 1500 metros sobre el nivel del mar. Esta unidad presenta un ancho máximo de 100 km en la región Norte y de 40 km en la región Sur de Perú. La Zona Costanera está constituida por materiales volcánicos y rocas sedimentarias con la presencia de plegamientos suaves en la región Norte-Centro y basamentos fuertemente plegados en la región Sur (BERNAL & TAVERA, 2002).
- C. Cordillera occidental:** Con una elevación máxima de 5000msnm, se caracteriza por constituir el batolito plutónico andino de mayor volumen. En general, esta cordillera se orienta en dirección NW a SE; sin embargo, algunas estructuras regionales tienden a cambiar su orientación hacia el Oeste en las proximidades de la deflexión de Abancay (entre 13° y 14° Sur) y en el extremo NE cerca de la deflexión de Huancabamba (~5.0° Sur). Esta unidad está compuesta principalmente por rocas volcánicas y plutónicas medianamente deformadas, además de la presencia de fuertes plegamientos, fallas normales, inversas y grandes sobrecorrimentos. En la región Sur, esta unidad se caracteriza por presentar una alineación de conos volcánicos sobre una longitud de aproximadamente 300km en dirección NW-SE.
- D. El altiplano:** Presenta elevaciones medias del orden de 3000msnm y anchos que varían entre 10 a 50km en la región Central y de 140 a 200km en la región Sur. Esta unidad se extiende desde la latitud de 9° Sur (Ancash) hasta cubrir todo el Altiplano peruano-boliviano siguiendo una orientación NW a SE. El Altiplano, está formado por una serie de depresiones (cuencas intra-montañas) y elevaciones (altas mesetas) que se prolongan hacia el altiplano boliviano. En la región Sur, se puede identificar la cuenca del lago Titicaca y las depresiones intra-montañas a lo largo de los valles longitudinales interandinos (BERNAL & TAVERA, 2002).

**Figura 12:** Principales unidades geomorfológicas en Perú. La zona Costanera y la Zona Subandina presentan elevaciones menores a 1500 metros, la Cordillera Occidental y Oriental entre 1500-4000 metros y el Altiplano mayores a 4000 metros. Los triángulos en blanco indican la presencia de cadena volcánica.



**Fuente:** (BERNAL & TAVERA, 2002)

**E. Cordillera oriental:** En promedio presenta elevaciones medias de 3700 a 4000msnm y anchos que varían entre 70 a 100 km aproximadamente. En general, esta cordillera se extiende de Norte a Sur siguiendo una orientación NW-SE; sin embargo, soporta un fuerte arqueamiento en dirección Este-Oeste a la altura de la latitud de 14° Sur conocida como deflexión de Abancay. En la región Norte, la Cordillera Oriental aparentemente desaparece debido a la deflexión de Huancabamba (~5° Sur). Esta cordillera corresponde principalmente a un extenso anticlinal

formado esencialmente por depósitos intrusivos y cuyo levantamiento fue controlado por fallas regionales longitudinales distribuidas a lo largo de su límite con la zona Subandina (BERNAL & TAVERA, 2002).

**F. Zona subandina:** Presenta una anchura variable debido a que en ella se amortiguan las estructuras andinas formando una gruesa serie continental de terrenos sedimentarios fuertemente plegados como producto de la subsidencia del escudo brasileño bajo la Cordillera Andina. Este proceso permite observar una topografía accidentada con la presencia de numerosos sistemas de fallas inversas, sobrecorrimientos y plegamientos de estratos con trazas de falla y ejes de plegamiento orientados en dirección NW-SE (BERNAL & TAVERA, 2002).

**G. Llanura amazónica:** Se extiende desde la zona Subandina sobre todo el escudo brasileño y desde el punto de vista geomorfológico, esta unidad representa una amplia zona llana formada por una importante secuencia de sedimentos (BERNAL & TAVERA, 2002).

Geodinámicamente, las unidades descritas anteriormente son el resultado de una tectónica compresional que se concentra en ambos lados de la Cordillera Andina y una extensional en la parte elevada de la misma. Esta tectónica activa permite considerar al territorio peruano como una de las regiones más activas en el mundo con la consecuente ocurrencia frecuente de sismos, erupciones volcánicas y la formación de fallas geológicas (BERNAL & TAVERA, 2002).

### **2.3.5.3. Principales sistemas de fallas**

El proceso de deformación de la corteza continental, como consecuencia del levantamiento de la Cordillera Andina, ha dado origen a la formación de diferentes sistemas de fallas distribuidas sobre todo el territorio peruano. En general, estos sistemas son de tipo inverso sobre la zona Subandina, al pie de los principales plegamientos formados por la subsidencia del escudo brasileño bajo la Cordillera Oriental (fallas de Moyobamba, Satipo, Madre de Dios). Mientras que, en la Alta Cordillera y en el Altiplano, el número de estos sistemas es menor y se encuentran ubicados principalmente al pie de algunos nevados importantes, y deben su origen a procesos extensivos (fallas de la Cordillera Blanca y Tambomachay) y compresivos (sistema de fallas del Huaytapallana). A continuación, se describirá las características más importantes de los principales sistemas de fallas, según su ubicación en cada una de las unidades

morfoestructurales descritas anteriormente (ver Figura 10) (BERNAL & TAVERA, 2002).

**A. Zona costanera:** Al Norte de 5° Sur, se ubica la falla de Huaypira (HP) con una orientación NE-SW y E-W; entre 14° y 16° Sur, se observa la presencia de la falla de Marcona (MA) con orientación NW-SE y a la altura de 16.5° Sur, destaca la falla de La Planchada (PL) con orientación NW-SE. Estas fallas presentan longitudes del orden de 90 km en promedio y son de tipo normal (BERNAL & TAVERA, 2002).

**B. Cordillera occidental:** Es importante la presencia de la falla de la Cordillera Blanca (CB), siendo esta de tipo normal con buzamiento al SW y de las de mayor extensión en el mundo (200km). El ramal Norte de esta falla, recibe el nombre de falla de Quiches. A la altura de la latitud de 16° Sur aparece la falla de Pampacolca (PC) con una longitud de 30km, siendo esta de tipo normal con el buzamiento de su plano principal en dirección SW. La falla de Ichupampa (IP) se ubica entre 17° y 18.5° Sur sobre una longitud de 220km aproximadamente. Esta falla es de tipo normal con buzamiento hacia el SW y conforme se extiende hacia Chile buza hacia el Oeste. En la Alta Cordillera, sobre la latitud de 12.5°S, sobresale el sistema de fallas del tipo inverso del Huaytapallana (HU) con una longitud de 25km en dirección NW-SE y con buzamiento hacia el NE. A la latitud de 13.5°S, sobresale el sistema de fallas de Ayacucho (AY) (BERNAL & TAVERA, 2002).

**C. Altiplano y en la cordillera oriental:** Entre 13°-14.5°S, se ubica el sistema de fallas de Tambomachay (TM), el mismo que prácticamente cruza el extremo sur del departamento de Cuzco. Este sistema considera, además, a un importante número de fallas de tipo normal que se distribuyen siguiendo diversas direcciones, siendo las de mayor longitud las fallas de Viscachani, Alto Vilcanota, Pomacanchi y Langui-Layo, todas con una orientación en dirección Este-Oeste (BERNAL & TAVERA, 2002).

**D. Zona subandina:** Destacan los sistemas de fallas inversas del Alto Mayo (AM) ubicadas entre las latitudes de 4° a 8° Sur, el sistema de fallas de Satipo–Amauta (SA) entre 9° y 12° Sur y el sistema de fallas de Madre de Dios (MD) entre 12° y 14° Sur. Todos estos sistemas, presentan fallas de diferentes longitudes (entre 300 a 500 km) y en general, se orientan paralelas a la Cordillera Andina con buzamiento hacia el SW (BERNAL & TAVERA, 2002).

**E. Todos los sistemas de fallas:** Descritos anteriormente, se han originado o soportado en el pasado importantes reactivaciones debido a la ocurrencia de sismos de magnitud elevada, los mismos que en algunos casos, han puesto en evidencia sobre la superficie escarpas de falla con desniveles, sobre el nivel del suelo, del orden de 2 y 4 metros (Falla de Huaytapallana y Quiches). Por ejemplo, en la Zona Subandina los sismos de 1990 y 1991 reactivaron el sistema de fallas del Alto Mayo; en la Cordillera Oriental, la falla de Tambomachay fue reactivada con el sismo de 1986; en la Cordillera Occidental, la falla de Quichés se originó con el sismo de 1946 y la falla de Huaytapallana, con dos sismos ocurridos en 1969, en la Alta Cordillera, la falla de Ayacucho fue reactivada con los sismos ocurridos en 1981 y 1999 (BERNAL & TAVERA, 2002).

## **2.3.6. Sismicidad y evaluación de la actividad sísmica**

### **2.3.6.1. Definición de sismicidad**

La sismicidad es la capacidad que tiene una zona determinada de experimentar sismos. El hecho es relevante en lo que respecta a la actividad humana, circunstancia que redundará en algunas precauciones si la misma fuese demasiado elevada. La sismicidad de una determinada zona geográfica se relaciona estrechamente con el choque de placas tectónicas y es por ello que las zonas montañosas o adyacentes suelen experimentar esta condición de modo supino. Al respecto, han existido situaciones que han desembocado en auténticas tragedias, en donde han existido pérdidas materiales de enorme relevancia, como asimismo pérdidas de vidas humanas. Es frecuente que las zonas de una sismicidad considerable se encuentren en cercanías de zonas con actividad volcánica (BERNAL & TAVERA, 2002).

### **2.3.6.2. Sismicidad histórica**

La información sobre la sismicidad histórica de Perú data del tiempo de la conquista y colonización hasta aproximadamente el año 1959, y en su mayoría se encuentra esparcida en diferentes obras inéditas, manuscritos, crónicas, narraciones, informes administrativos por parte de los clérigos y gobernantes de aquellos años. La recopilación realizada por Silgado (1978) es la más completa para sismos importantes ocurridos en Perú entre 1513 y 1974, y en ella, el autor describe en detalle las principales características de los sismos (valores de intensidad local y regional), siendo muchos de ellos estudiados por el mismo autor. Asimismo, el autor estima la magnitud para un gran número de

sismos a partir del área de intensidad máxima a fin de poder compararlos con otros sismos. Sobre sismicidad histórica, el trabajo más reciente es el realizado por Dorbath, los mismos que consideran una revisión detallada de toda la información existente sobre sismos históricos a fin de correlacionar las áreas de intensidad máxima con sus respectivas longitudes de ruptura para estimar la magnitud de un gran número de sismos. Asimismo, los autores sugieren que los grandes sismos en Perú tienen un periodo de recurrencia del orden de una centuria (100 años) (BERNAL & TAVERA, 2002).

Es importante remarcar que la calidad de la información disponible para, evaluar la sismicidad histórica, dependerá de la distribución y densidad de la población en las regiones afectadas por los sismos; por lo tanto, existe la posibilidad de que hayan ocurrido sismos importantes en áreas no pobladas o próximas a localidades con las cuales era difícil establecer comunicación. De ahí, la ausencia de información sobre sismos que pudieran haber ocurrido en la Alta Cordillera y Zona Subandina (BERNAL & TAVERA, 2002).

En la Figura 13, se muestra la localización y los parámetros hipocentrales de los sismos históricos ocurridos en Perú entre 1500 y 1959 ( $M_s \geq 6.0$ ), los mismos que han generado intensidades mayores a VII en la escala Mercalli Modificada. En esta figura se observa que los sismos históricos se distribuyen principalmente entre la línea de fosa y la costa, localizándose en mayor número en la región centro y sur de Perú debido probablemente a que estas regiones eran las más pobladas y donde se constituyeron las ciudades más importantes después del siglo XVI. La mayoría de estos sismos produjeron tsunamis con olas de diferentes alturas. Según la Figura 13, en el interior del continente, el número de sismos disminuye considerablemente (BERNAL & TAVERA, 2002).

Entre los sismos más importantes ocurridos durante el periodo histórico se puede mencionar en la región Norte a los de 1619 y 1953 (VIII MM), ambos produjeron muerte y destrucción en las ciudades de Trujillo y Tumbes. En la región Central, sobresalen los sismos ocurridos en 1586 (IX MM), primer gran sismo para el cual se tiene documentación histórica; 1687 (VIII MM) y 1746 (X MM) que destruyeron casi completamente a la ciudad de Lima. El sismo de 1746 generó un tsunami con olas de 15-20 metros de altura que inundó totalmente al puerto del Callao. En la región Sur, ocurrieron sismos importantes en 1604 (IX MM), 1784 (X MM) y 1868 (X MM) que destruyeron principalmente a las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna, Puno y Norte de Chile (BERNAL & TAVERA, 2002).

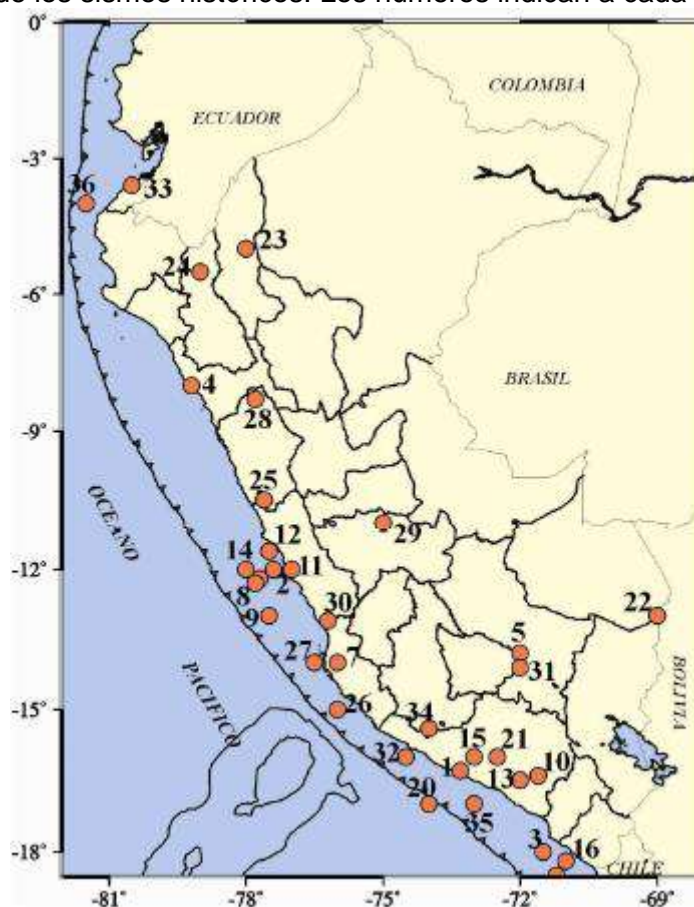
**Tabla 9:** Sismicidad histórica de Perú entre 1500-1959 Ms≥6.0, parámetros epicentrales, magnitud y energía sísmica.

Nº	Fecha (a/m/d)	Lat. (°)	Long. (°)	Mag. (Ms)	Energía (ergios)
1	1582/01/22	-16.3	-73.3	7.9	4.50E+23
2	1586/07/09	-12.2	-77.7	8.1	8.90E+23
3	1604/11/24	18.0	-71.5	8.4	2.50E+23
4	1619/02/14	-8.0	-79.2	7.8	3.20E+23
5	1650/05/31	-13.8	-72.0	7.2	4.00E+23
6	1655/11/13	-12.0	-74.4	7.4	7.90E+23
7	1664/05/31	-14.0	-76.0	7.8	3.20E+23
8	1678/06/16	-12.3	-77.8	7.0	2.00E+23
9	1687/09/20	-13.0	-77.5	8.2	1.30E+23
10	1687/10/21	-16.4	-71.6	7.0	2.00E+23
11	1725/01/22	-12.0	-77.0	7.0	2.00E+23
12	1746/09/28	-11.6	-77.5	8.4	2.50E+23
13	1784/05/13	-16.5	-72.0	8.0	6.30E+23
14	1806/12/07	-12.0	-78.0	7.5	1.10E+23
15	1821/07/10	-16.0	-73.0	7.9	4.50E+23
16	1833/09/18	-18.0	-71.0	7.0	2.00E+23
17	1868/08/13	-18.5	-71.2	8.6	5.00E+23
18	1877/05/09	-19.5	-71.0	7.5	1.10E+23
19	1913/07/28	-17.0	-73.0	7.0	2.00E+22
20	1913/08/06	-17.0	-74.0	7.7	2.20E+23
21	1922/10/11	-16.0	-72.5	7.4	7.90E+22
22	1928/04/09	-13.0	-69.0	6.4	2.50E+21
23	1928/05/14	-5.0	-78.0	7.3	5.60E+22
24	1928/07/18	-5.5	-79.0	7.0	2.00E+22
25	1940/05/24	-10.5	-77.6	8.2	1.30E+24
26	1942/08/24	-15.0	-76.0	8.4	2.50E+24
27	1946/09/30	-14.0	-76.5	7.0	2.00E+22
28	1946/11/10	-8.3	-77.8	7.2	4.00E+22
29	1947/11/01	-11.0	-75.0	7.5	1.10E+23
30	1948/05/28	-13.1	-76.2	6.7	7.10E+21
31	1950/05/21	-14.1	-72.0	6.0	6.30E+20
32	1951/03/04	-16.0	-74.5	6.7	7.10E+21
33	1953/12/12	-3.6	-80.5	7.7	2.20E+23
34	1955/07/21	-15.4	-74.0	6.7	7.10E+21
35	1958/01/15	-16.5	-72.0	7.3	5.60E+22
36	1959/02/07	-4.0	-81.5	7.2	4.00E+22

*Fuente:* (BERNAL & TAVERA, 2002)



**Figura 13:** Sismicidad histórica de Perú entre 1500-1959 Ms≥6.0. Distribución epicentral de los sismos históricos. Los números indican a cada sismo.

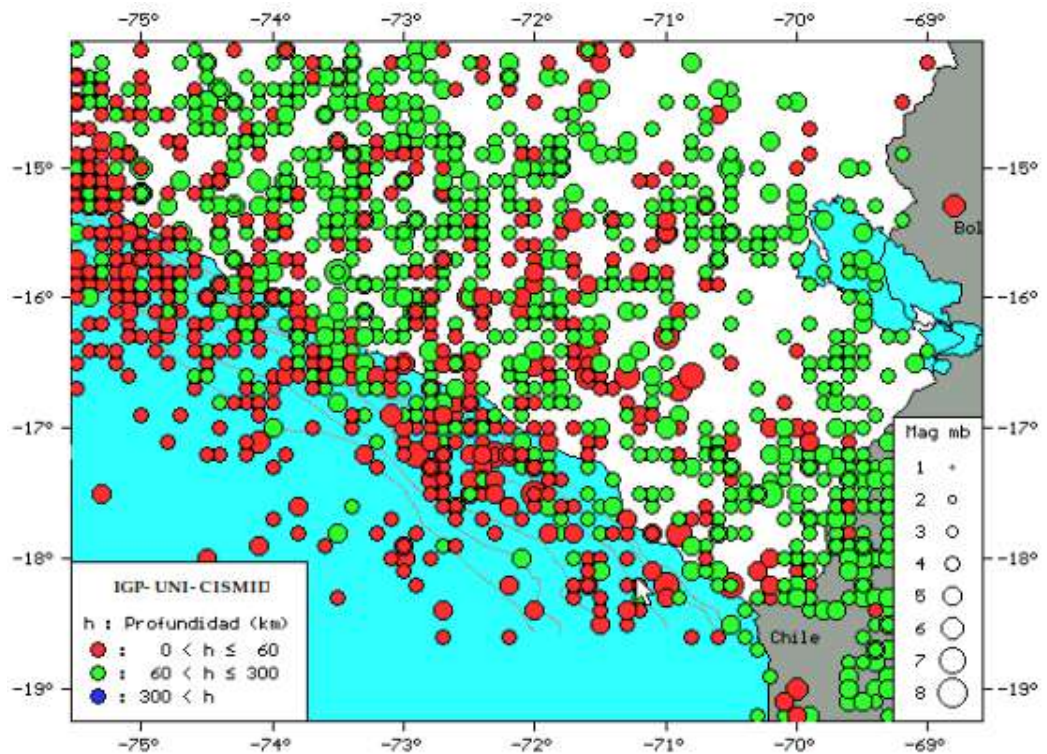


**Fuente:** (BERNAL & TAVERA, 2002)

### 2.3.7. Características tectónicas de la región andina

La zona del presente estudio, comprende la región sur-occidental del Perú y está sujeta a una dinámica activa, donde la placa oceánica de Nazca esta subducida bajo la placa continental Sudamericana. La subducción de la litosfera oceánica es considerada un proceso estable, ya que la litosfera es más densa que la astenosfera, de este modo, la subducción se puede extender por un largo intervalo de tiempo hasta acabar por variaciones en el movimiento de placas o por procesos de colisión. Es evidente, a través de los estudios de tectónica de placas, que la subducción de la litosfera oceánica puede provocar diferentes manifestaciones estructurales en la placa continental (OLARTE & LOPEZ, 2001).

**Figura 14:** Región de estudio donde se muestran los sismos ocurridos desde 1471 hasta 1999, con  $m_b \geq 4.0$ .



**Fuente:** (OLARTE & LOPEZ, 2001)

Por ello, como una consecuencia de esta acción en la región occidental del continente Sudamericano, se forma la cadena orogénica montañosa de los Andes, que se extiende en casi toda la margen occidental del continente con aproximadamente 8000km de longitud. Eventos sísmicos destructores, actividad volcánica y el surgimiento de la corteza terrestre, son comunes en esa región (OLARTE & LOPEZ, 2001).

Las fases tectónicas compresivas y los pulsos asociados de magmatismo intrusivo están relacionados con episodios de altos índices de expansión o convergencia de esas placas, en cuanto que los eventos grandes están relacionados con eventos de bajo índice de convergencia de las placas.

Además de las características ya mencionadas, las diferencias en la geometría de la zona Wadati–Benioff (W-B), causadas por la particularidad en la convergencia de las placas oceánica y continental, también provocan el desenvolvimiento discontinuo de volcanes a lo largo de la cadena andina. Los rasgos tectónicos del carácter regional más importantes, a lo largo de la margen occidental Sudamericana, son la fosa oceánica Perú–Chile y la cadena orogénica de los Andes (OLARTE & LOPEZ, 2001).

### **2.3.7.1. Distribución de la Sismicidad**

Mediante los estudios de sismicidad se busca, de alguna manera, delinear el contacto de las placas en función de la profundidad de los focos de los sismos, la misma que parece ser diferente a las regiones Norte y Centro (OLARTE & LOPEZ, 2001).

En este estudio se analiza las principales características de la sismicidad en la región sur del Perú, usando como fuente de información el último catálogo sísmico del Perú, recientemente publicado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2001-a), el cual incluye una base de datos, que comprende del año 1471–1982 (en donde se ha recopilado toda la información existente en esos años, de anteriores catálogos sin repetición de eventos, y con parámetros hipocentrales corregidos), complementado con la información de los últimos años (IGP, 2001-b) que comprende desde agosto de 1982 hasta diciembre de 1999 (que viene a ser muy confiable, a pesar de que falta su revisión y actualización).

Para poder realizar un análisis detallado de la distribución espacial de los sismos del Perú, se procedió a clasificarlos en función de la profundidad de sus focos, para lo cual tenemos lo siguiente (OLARTE & LOPEZ, 2001):

#### **A. Sismos con foco superficial ( $h \leq 60$ km)**

Estos sismos con foco superficial se distribuyen principalmente entre la fosa y la línea de costa, asociados probablemente al proceso de subducción a profundidades menores a 60 km. La sismicidad superficial se localiza en el interior del continente y ellos pueden ser relacionados con la deformación tectónica superficial (ver Figura 15).

#### **B. Sismos con foco intermedio ( $60 < h < 300$ km)**

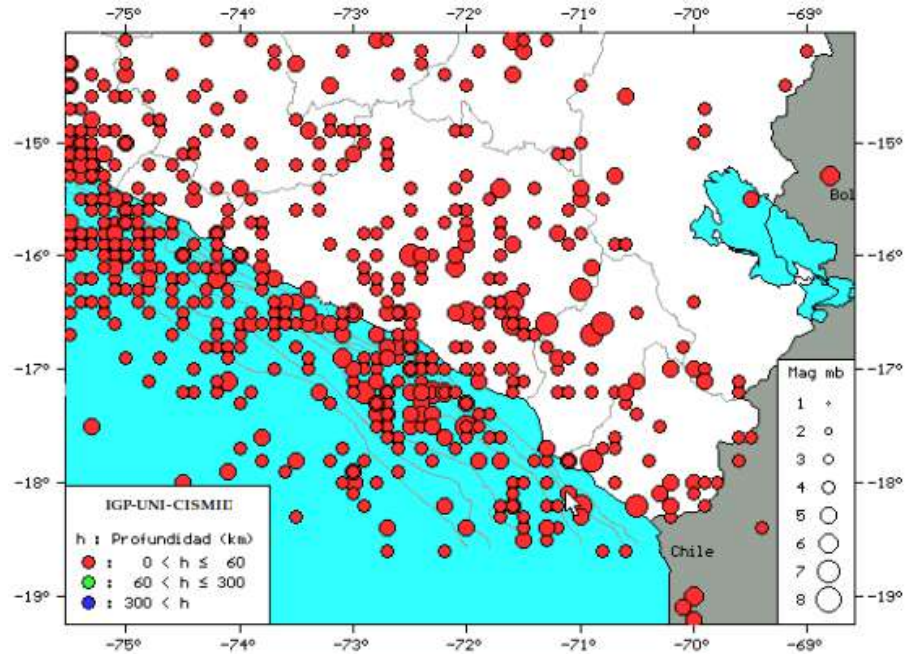
Estos sismos se distribuyen en la parte continental, de la siguiente manera: Existe una mayor concentración de sismos, en el departamento de Tacna, en la parte SE del departamento de Puno, en la parte sur del departamento de Ayacucho, en la parte NW de Puno y en su totalidad en los departamentos de Arequipa y Apurímac. Una menor concentración de la actividad sísmica, en el departamento de Moquegua, en la parte central de Puno, en los departamentos de Ica, Huancavelica y en parte del norte de Ayacucho (ver Figura 16).

#### **C. Sismos con foco profundo ( $h \geq 300$ km)**

Para sismos con foco profundo, se pudo observar que la sismicidad se distribuye mayormente en la parte oriental del Perú, concentrada en la

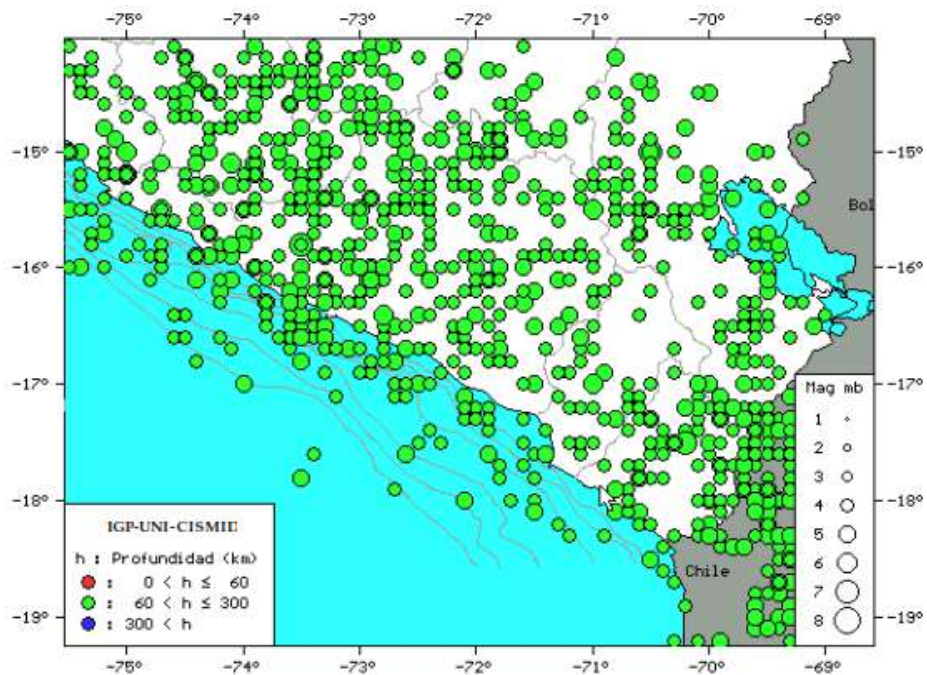
frontera Perú–Brasil siguiendo un alineamiento N–S y en la frontera Perú–Bolivia (entre 13° y 15°S) de manera dispersa (ver Figura 17).

**Figura 15:** Región de estudio en donde se muestra los sismos con foco superficial ocurridos desde 1471 hasta 1999, con  $m_b \geq 4.0$  y una profundidad de  $h \leq 60$  km.



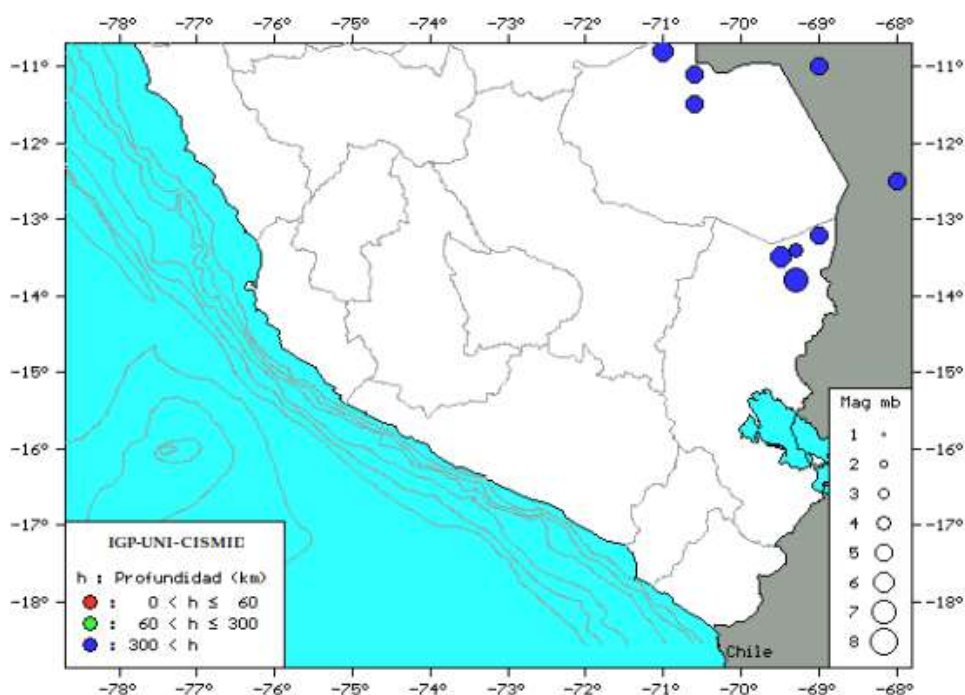
**Fuente:** (OLARTE & LOPEZ, 2001)

**Figura 16:** Región de estudio en donde se muestra los sismos con foco intermedio ocurridos desde 1471 hasta 1999, con  $m_b \geq 4.0$  y una profundidad de  $60 < h \leq 300$  km.



**Fuente:** (OLARTE & LOPEZ, 2001)

**Figura 17:** Región de estudio en donde se muestra los sismos con foco profundo ocurridos desde 1471 hasta 1999, con  $m_b \geq 4.0$  y una profundidad de  $h > 300$  km.



**Fuente:** (OLARTE & LOPEZ, 2001)

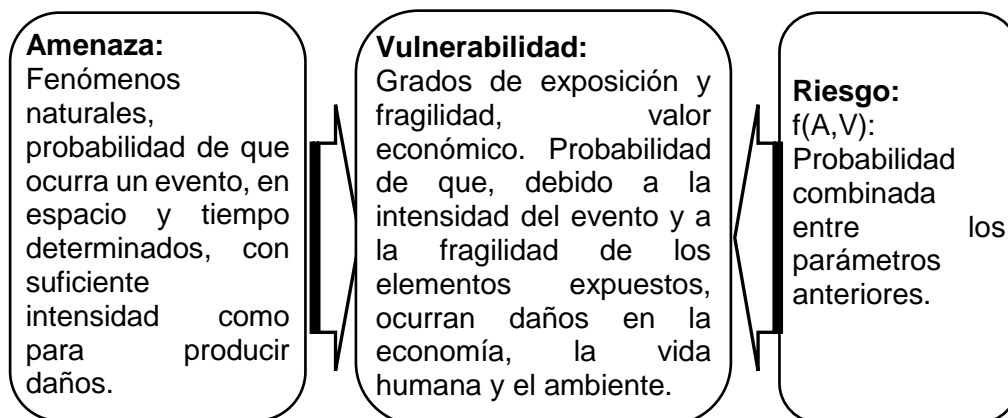
### 2.3.8. Vulnerabilidad sísmica

Se denomina vulnerabilidad al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. Estas estructuras se pueden calificar en “más vulnerables” o “menos vulnerables” ante un evento sísmico. Se debe tener en cuenta que la vulnerabilidad sísmica de una estructura es una propiedad intrínseca a sí misma, además, es independiente de la peligrosidad del lugar ya que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes, teniendo en cuenta que se encuentran en la misma zona sísmica. En otras palabras, una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico o amenaza sísmica (VIZCONDE CARLOS, 2004).

Es preciso resaltar que no existen metodologías estándares para estimar la vulnerabilidad de las estructuras. El resultado de los estudios de vulnerabilidad es un índice de daño que caracteriza la degradación que sufriría una estructura de una tipología estructural dada, sometida a la acción de un sismo de determinadas características.

Como sostiene el Banco Interamericano de Desarrollo y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe: “La reducción de la vulnerabilidad es una inversión clave, no solamente para reducir los costos humanos y materiales de los desastres naturales, sino también para alcanzar un desarrollo sostenible”. En la Figura 18 se explica cómo la vulnerabilidad se relaciona con el riesgo y su amenaza.

**Figura 18:** Relación existente entre vulnerabilidad, amenaza y riesgo.



**Fuente:** (VIZCONDE CARLOS, 2004)

La vulnerabilidad es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido suficiente en prevención y mitigación, y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado elevado. De aquí se desprende que la tarea prioritaria para definir una política preventiva es reducir la vulnerabilidad, pues no es posible enfrentarse a las fuerzas naturales con el objeto de anularlas.

### 2.3.8.1. Clases de vulnerabilidad sísmica

#### A. Vulnerabilidad estructural

Se refiere a que tan susceptibles a ser afectados o dañados son los elementos estructurales de una edificación o estructura frente a las fuerzas sísmicas inducidas en ella y actuando en conjunto con las demás cargas habidas en dicha estructura. Los elementos estructurales son aquellas partes que sostienen la estructura de una edificación, encargados de resistir y transmitir a la cimentación y luego al suelo; las fuerzas causadas por el peso del edificio y su contenido, así como las cargas provocadas por los sismos. Entre estos elementos se encuentran las columnas, vigas, placas de concreto, muros de albañilería de corte, etc. (VIZCONDE CARLOS, 2004)

Debido a ello como se dirá que un buen diseño estructural es la clave para que la integridad del edificio sobreviva aún ante desastres naturales severos

como lo son los terremotos. Por esto los mayores daños en edificios hospitalarios tras un sismo se deben a esquemas de configuración estructural lejanos a formas y esquemas estructurales simples. El sismo castiga fuertemente dichas irregularidades.

Desafortunadamente, en países como Perú, muchos casos del pasado (basta recordar los daños en estructuras tras el sismo de Nazca o el de Arequipa) constatan que las normas y criterios de diseño sismorresistente no se han aplicado efectivamente; y a veces dichas normas no han considerado especificaciones especiales para estructuras hospitalarias. En otras palabras, la vulnerabilidad estructural en general de los hospitales y clínicas es alta, situación que debe ser corregida total o parcialmente con el fin de evitar pérdidas económicas y sociales, en particular en nuestros países que están en vías de desarrollo.

#### **B. Vulnerabilidad no estructural.**

Un estudio de vulnerabilidad no estructural busca determinar la susceptibilidad a daños que estos elementos puedan presentar. Sabemos que al ocurrir un sismo la estructura puede quedar inhabilitada debido a daños no estructurales, sean por colapso de equipos, elementos arquitectónicos, etc., mientras que la estructura permanece en pie. Esto generalmente se aplica a los hospitales y clínicas donde entre el 80% y 90% del valor de la instalación no está en las columnas, vigas, losas, etc.; sino en el diseño arquitectónico, en los sistemas electromecánicos y en el equipo médico contenido dentro del hospital (VIZCONDE CARLOS, 2004).

Dentro del sistema electromecánico podríamos mencionar las líneas tuberías, apoyos de equipos, la conexión de los equipos, etc. De igual forma, dentro de los elementos arquitectónicos tenemos las fachadas, vidrios, tabiques, mamparas, puertas, ventanas, escaleras, etc.; y que una vez afectados todos estos elementos obligan a la paralización del servicio dentro del hospital, lo que afectaría directamente a las personas que necesiten ayuda en un momento dado.

#### **C. Vulnerabilidad funcional**

Un estudio de la vulnerabilidad funcional busca determinar la susceptibilidad de un hospital o clínica a sufrir un “colapso funcional” como consecuencia de un sismo. Esto es sólo visible en el momento en que ocurre una emergencia. A fin de determinar en esta tercera etapa la vulnerabilidad funcional, se evalúa lo referente a la infraestructura. En primer lugar, el

sistema de suministro de agua y de energía eléctrica, que son las partes más vulnerables. También son afectadas por los sismos las tuberías de alcantarillado, gas y combustibles, para lo cual se realizan investigaciones sobre su resistencia y flexibilidad (VIZCONDE CARLOS, 2004).

Estos aspectos funcionales incluyen también un análisis detallado de las áreas externas, vías de acceso a exteriores y su conexión con el resto de la ciudad; las interrelaciones, circulaciones primarias y secundarias, privadas y públicas y los accesos generales y particulares de las áreas básicas en que se subdivide el hospital. Se analiza la posibilidad de inutilización de ascensores, acumulación de escombros en escaleras y pasillos, como así también el atascamiento de puertas.

### **2.3.9. Peligro sísmico**

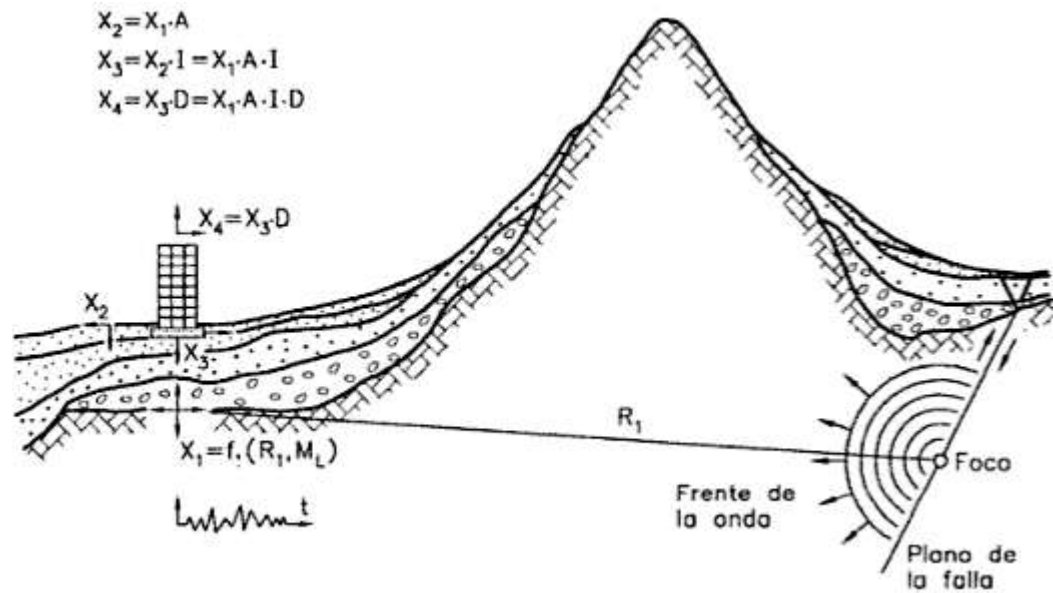
Por peligrosidad sísmica de una zona se entiende cualquier descripción de los efectos provocados por terremotos en el suelo de dicha zona. Estos efectos pueden ser representados mediante la aceleración, la velocidad o el desplazamiento sísmico del terreno o también utilizando la intensidad macrosísmica de la zona. Para evaluar la peligrosidad, es necesario analizar los fenómenos que ocurren desde la emisión de las ondas sísmicas en el foco hasta que dichas ondas alcanzan la zona en estudio.

En la figura 19 puede observarse el mecanismo de propagación de la energía de un sismo desde el epicentro hasta el emplazamiento de una estructura. Cuando se produce un terremoto con determinadas características (profundidad del foco, mecanismo focal, magnitud, etc.), parte de la energía disipada se convierte en ondas sísmicas. Al propagarse por la tierra, dichas ondas se reflejan, refractan, atenúan o amplifican y llegan, en forma de excitación sísmica  $X_1$ , al basamento rocoso que se encuentra debajo del emplazamiento de una estructura.

Las ondas sufren un nuevo filtrado a través de la función de transferencia **A** correspondiente a las capas de suelo que se encuentran entre el basamento y la superficie, por lo que se obtiene la señal al fenómeno de interacción suelo-estructura, descrito por una función de transferencia **I**, la señal sufrirá nuevos cambios hasta obtenerse la señal  $X_3$ , que será la excitación en la base del edificio. La respuesta de la estructura  $X_4$  es el resultado de la convolución de la señal  $X_3$  por la función de transferencia **D** de la estructura (M. BOZZO & H. BARBAT, 2004).



**Figura 19:** Propagación de la energía sísmica desde el epicentro a la estructura.



**Fuente:** (M. BOZZO & H. BARBAT, 2004)

La evaluación de las funciones de transferencia **I** y **D** es un problema de ingeniería estructural, mientras que el cálculo de la función de transferencia **A** y la evaluación de la excitación  $X_1$ , deben resolverse mediante estudios de peligrosidad sísmica. En otras palabras, el objetivo del estudio de peligrosidad es evaluar el movimiento del terreno en un lugar determinado como consecuencia de un terremoto o, como mínimo, proporcionar una estimación de la severidad del terremoto en el lugar en cuestión.

Los estudios de peligrosidad sísmica a escala regional, también conocidos como estudios de macrozonificación, evalúan el parámetro  $X_1$ , mientras que los estudios de peligrosidad a escala local, o de microzonificación, tienen como objetivo la determinación de la función de transferencia **A** y, por ende, de la señal  $X_2$ . Estos estudios requieren investigaciones detalladas en varios campos tales como Geofísica, Geología y Geotécnica. La evaluación de la peligrosidad sísmica a escala regional requiere la definición de dos aspectos fundamentales (M. BOZZO & H. BARBAT, 2004): Caracterización de zonas fuente y Mecanismo de propagación de la energía sísmica.

### 2.3.10. Interacción sísmica suelo-estructura en edificaciones con zapatas aisladas

El Perú es un país altamente sísmico y según la clasificación mundial le corresponde 9 grados en la escala Mercalli Modificada. Cerca de 18 millones de peruanos viven en zonas sísmicas y están expuestos a las constantes

amenazas de ocurrencias de sismos. Cabe indicar, que, en investigaciones sísmicas, aún están lejos de poder resolver el peligro sísmico, el cual se incrementa y al que están expuestos cotidianamente (VILLARREAL CASTRO, INTERACCION SISMICA SUELO-ESTRUCTURA EN EDIFICACIONES CON ZAPATAS AISLADAS, 2009).

#### **2.3.10.1. Actualidad de la investigación**

Las construcciones en zonas sísmicas se incrementan a diario en nuestro país. En consecuencia, la seguridad estructural tiene un valor importante en el desarrollo nacional. La reducción de los costos, con la consecuente seguridad de las obras en zonas sísmicas es el problema central de la construcción en nuestro país. La razón fundamental en la solución de este problema es la elaboración de metodologías de cálculo sísmico de edificaciones con zapatas aisladas, considerando la real interacción suelo-estructura (VILLARREAL CASTRO, INTERACCION SISMICA SUELO-ESTRUCTURA EN EDIFICACIONES CON ZAPATAS AISLADAS, 2009).

La flexibilidad del suelo de fundación se refleja en los períodos, frecuencias y formas de vibración libre de las estructuras, que a su vez influyen en la magnitud de las fuerzas sísmicas.

En general, este problema se ha investigado en forma insuficiente y, por lo tanto, es un campo abierto para los investigadores. La consideración de la flexibilidad del suelo de fundación nos lleva a la precisión del esquema de cálculo de la edificación.

#### **2.3.10.2. Objetivo y problemas de investigación**

El objetivo de la presente investigación es la elaboración de una metodología de uso y aplicación de los modelos dinámicos de interacción suelo-estructura, considerando la flexibilidad y las propiedades inerciales de los suelos, para el cálculo de edificaciones con zapatas aisladas ante la acción sísmica (VILLARREAL CASTRO, INTERACCION SISMICA SUELO-ESTRUCTURA EN EDIFICACIONES CON ZAPATAS AISLADAS, 2009).

Partiendo del objetivo planteado, se resolvieron los siguientes problemas:

- 👤 Análisis de los esquemas de cálculo de edificaciones, donde se consideró la flexibilidad de la base de fundación.
- 👤 Análisis y elección de los modelos de cálculo para edificaciones con zapatas aisladas, donde se describen su flexibilidad y propiedades inerciales de los suelos.

- 👤 Elaboración de la metodología de modelación de edificaciones con zapatas aisladas, ante la acción sísmica y con el uso de programas informáticos basados en el método de elementos finitos.
- 👤 Ejecución de los cálculos para los diferentes esquemas de interacción sísmica suelo-zapata aislada-superestructura, de acuerdo al análisis espectral y tiempo historia bajo la acción de acelerogramas reales.
- 👤 Comparación de los resultados obtenidos y la elaboración de las recomendaciones para el cálculo sísmico del edificio investigado, donde se consideró la flexibilidad de la base de fundación.

### **2.3.10.3. Aporte científico**

El aporte científico consiste en lo siguiente (VILLARREAL CASTRO, INTERACCION SISMICA SUELO-ESTRUCTURA EN EDIFICACIONES CON ZAPATAS AISLADAS, 2009):

- 👤 En base al análisis de la bibliografía estudiada, se eligieron los modelos dinámicos más adecuados para edificaciones con zapatas aisladas, considerando la flexibilidad y las propiedades inerciales de los suelos.
- 👤 Se elaboró el modelo dinámico de interacción sísmica suelo-estructura para edificaciones con zapatas aisladas.
- 👤 Se elaboró la metodología de modelación de la edificación con zapatas aisladas ante la acción sísmica en condiciones reales del Perú, documentos normativos y con el uso del programa SAP2000.
- 👤 Se adaptó el modelo dinámico propuesto a cualquier programa informático, utilizando barras universales, en caso que el programa carezca de la posibilidad de trabajo de resortes, modelando la misma edificación por los reconocidos programas informáticos LIRA y COSMOS.
- 👤 Se obtuvieron los resultados del cálculo de la edificación por los diferentes modelos de interacción suelo-estructura, diversos ángulos de acción del sismo y considerando la disipación de energía.
- 👤 Se realizó la comparación del efecto de flexibilidad del suelo de fundación para las dos principales formas de cálculo sísmico de edificaciones – por el análisis espectral y tiempo-historia a través de acelerogramas reales; teniendo un especial interés la comparación de la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E030-2003 con la Norma Rusa SNIP II-7-81\* “Construcción en zonas sísmicas”.
- 👤 Se elaboró una metodología de reforzamiento racional, la cual permite determinar el período límite de explotación de la edificación.

#### 2.3.10.4. Conclusiones

Las conclusiones alcanzadas fueron (VILLARREAL CASTRO, INTERACCION SISMICA SUELO-ESTRUCTURA EN EDIFICACIONES CON ZAPATAS AISLADAS, 2009):

- 👤 Como resultado de los diferentes modelos dinámicos de interacción suelo-zapata aislada-superestructura, se eligieron cuatro modelos, que consideran la flexibilidad y propiedades inerciales del suelo de fundación (Barkan, Ilichev, Sargsian y Norma Rusa), que poseen una amplia aplicación y adaptación a los programas informáticos por elementos finitos para el cálculo sísmico de edificaciones.
- 👤 El cálculo sísmico con ayuda de los modelos dinámicos de interacción suelo-estructura, nos muestra que la flexibilidad de la base de fundación influye directamente en la determinación de los parámetros de cálculo. La flexibilidad de la base de fundación por la Norma Peruana E030-2003, cuando  $\alpha=00$ , permite el incremento del período de la primera forma de vibración hasta 30,1%; disminución de la frecuencia correspondiente a la primera forma de vibración hasta 30,1%; incremento de los desplazamientos máximos del centro de masas en el eje OX hasta 28,3% y en el eje OY hasta 24,1%; disminución de las fuerzas axiales máximas hasta 24,8%; disminución de las fuerzas cortantes máximas hasta 17,0% y disminución de los momentos flectores máximos hasta 5,1%. Los momentos torsores no varían.
- 👤 La flexibilidad de la base de fundación por la Norma Rusa SNIP II-7-81\* “Construcción en zonas sísmicas”, cuando  $\alpha=00$ , permite el incremento del período de la primera forma de vibración libre hasta 30,1%; disminución de la frecuencia correspondiente a la primera forma de vibración hasta 30,1%; incremento de los desplazamientos máximos del centro de masas en el eje OX hasta 54,1% y en el eje OY hasta 44,6%; disminución de las fuerzas axiales máximas hasta 17,0%; disminución de las fuerzas cortantes máximas hasta 33,1% y disminución de los momentos flectores máximos hasta 29,7%. Los momentos torsores no varían.
- 👤 La flexibilidad de la base de fundación bajo la acción de los acelerogramas de Lima (17.10.1966) y Moyobamba (25.09.2005), permiten el incremento de los desplazamientos máximos del centro de masas en el eje OX hasta 46,1% y en el eje OY hasta 37,7%; disminución de las fuerzas axiales máximas hasta 27,0%; disminución de las fuerzas

cortantes máximas hasta 37,7%; disminución de los momentos flectores máximos hasta 41,2% y disminución de los momentos torsores máximos hasta 8,3%.

- 👤 El cálculo sísmico por la Norma Peruana E030-2003, cuando  $\alpha=450$ , permite el incremento de los desplazamientos máximos del centro de masas en el eje OX hasta 34,8% y en el eje OY hasta 23,3%; disminución de las fuerzas axiales máximas hasta 15,4%; disminución de las fuerzas cortantes máximas hasta 13,4% y disminución de los momentos flectores máximos hasta 25,7%. Los momentos torsores no varían.
- 👤 Por la Norma Peruana E030-2003, la flexibilidad de la base de fundación, cuando  $\alpha=90^\circ$  permite el incremento de los desplazamientos máximos del centro de masas en el eje OX hasta 32,7% y en el eje OY hasta 32,5%; disminución de las fuerzas axiales máximas hasta 18,2%; disminución de las fuerzas cortantes máximas hasta 17,5% y disminución de los momentos flectores máximos hasta 28,9%. Los momentos torsores no varían.
- 👤 La comparación de los resultados de cálculo obtenidos, nos permite indicar que el mayor efecto de flexibilidad de la base de fundación se da en el modelo dinámico Ilichev (sin disipación de energía) y el menor efecto en el modelo dinámico Barkan. Los resultados de los modelos dinámicos Norma Rusa (sin disipación y con disipación de energía), Sargsian e Ilichev (con disipación de energía) se encuentran entre los dos modelos dinámicos anteriores.
- 👤 Analizando los acelerogramas usados, podemos indicar que el acelerograma con mayor aceleración, es decir el de Lima (17.10.1966), permite obtener mayores valores de desplazamientos, fuerzas axiales, fuerzas cortantes, momentos flectores y momentos torsores, que los obtenidos por el acelerograma de Moyobamba (25.09.2005).
- 👤 En base al programa SAP2000 se elaboró una forma de modelación de la edificación con zapatas aisladas, considerando la flexibilidad de la base de fundación, para el cálculo sísmico por la Norma Peruana E030-2003 y bajo la acción de acelerogramas reales.
- 👤 El programa LIRA nos permitió demostrar que el modelo dinámico adaptado (sin uso de resortes y solo con aplicación de barras universales), describe perfectamente el problema de interacción suelo-estructura para edificaciones con zapatas aisladas, pudiendo ser aplicado por cualquier programa informático.

- 👤 En base a la aplicación de las posibilidades del programa COSMOS, se elaboró un nuevo esquema de cálculo para edificaciones en zonas sísmicas. La particularidad de este esquema consiste en el uso de elementos sólidos en la modelación estructural de la edificación. Se realizaron cálculos numéricos bajo la acción del sismo de San Francisco del año 1957, analizando la edificación sin considerar la interacción sueloestructura y considerando dicho efecto por los modelos dinámicos Barkan e Ilichev. Se demostró a través de los resultados de investigación numérica, que la distribución de esfuerzos Von Misses por toda la altura de la edificación, es muy parecida a los daños que suceden en estructuras aporticadas en zonas sísmicas, siendo muy notorio el daño de concentración de esfuerzos en el modelo dinámico Ilichev.
- 👤 Del análisis espectral por la Norma Peruana E030-2003, se concluye que es solo referencial para el caso de edificaciones aporticadas con zapatas aisladas sobre suelos rígidos, ya que sus valores están por debajo de los obtenidos por los acelerogramas de Lima y Moyabamba y de la Norma Rusa SNIP II-7-81\* "Construcción en zonas sísmicas".
- 👤 Se recomienda el uso y aplicación de los modelos dinámicos Barkan y Norma Rusa (sin disipación y con disipación de energía) por no superar los valores admisibles de la comprobación de desplazamientos según la Norma Peruana E030-2003, ni tampoco permite la concentración de esfuerzos en columnas, lo cual es notorio en los modelos dinámicos Ilichev y Sargsian, donde ocurren daños estructurales muy cercanos a la intersección con las vigas.
- 👤 Si el reforzamiento estructural se realiza sin considerar la interacción suelo-estructura, entonces el nivel de reforzamiento de la edificación se incrementará, aumentando los gastos de la misma.
- 👤 Es notorio el efecto de la flexibilidad de la base de fundación en el análisis sísmico, debiendo de mejorarse la Norma Peruana E030-2003, incluyendo la exigencia de dicho tipo de análisis, el cual describe perfectamente el comportamiento real de la edificación ante sismos.

## **2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **2.4.1. Autoconstrucción**

Cuando una persona o un grupo de personas, por falta de medios, de información o de instrucción, deciden construir una vivienda sin apoyo técnico de ningún tipo, lo que sucede muy frecuentemente en asentamientos irregulares o en otros ámbitos, en donde no existe o no se aplica las normativas de construcción.

### **2.4.2. Vulnerabilidad sísmica**

La vulnerabilidad sísmica de una edificación es un conjunto de parámetros capaz de predecir el tipo de daño estructural, el modo de fallo y la capacidad resistente de una estructura bajo unas condiciones probables de sismo. La vulnerabilidad sísmica no solo depende del edificio de estudio en cuestión, sino también del lugar. Es decir, dos edificios iguales tendrán mayor o menor vulnerabilidad dependiendo del lugar.

### **2.4.3. Sistema estructural**

Es un ensamblaje de miembros o elementos independientes para conformar un cuerpo único y cuyo objetivo es darle solución (cargas y forma) a un problema civil determinado. La manera de ensamblaje y el tipo de miembro ensamblado definen el comportamiento final de la estructura y constituyen diferentes sistemas estructurales.

### **2.4.4. Riesgo sísmico**

Se llama riesgo sísmico a una medida que combina el peligro sísmico, con la vulnerabilidad y la posibilidad de que se produzcan en ella daños por movimientos sísmicos en un período determinado. No debe confundirse este concepto con el de peligro sísmico, que mide la probabilidad de que se produzca una cierta aceleración del suelo por causas sísmicas.

### **2.4.5. Vivienda familiar**

Vivienda destinada a ser habitada por una o varias personas, general pero no necesariamente unidas por parentesco, que pueden ser de dos, tres a cuatro niveles con sala, comedor, dormitorios y SS.HH.

### **2.4.6. Niveles de una vivienda**

También se denominan plantas y los materiales que conforman la superficie superior de cada planta se llaman pavimentos, incluso los de las zonas exteriores a la edificación. Tanto la palabra planta como piso, son términos homónimos.

## CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 3.1. HIPÓTESIS

#### 3.1.1. Hipótesis general

Las viviendas familiares autoconstruidas de concreto armado presentan un alto grado de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Abancay.

#### 3.1.2. Hipótesis específicas

**HE1:** Existe un alto grado de autoconstrucción en las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay.

**HE2:** Existe un alto grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay.

### 3.2. VARIABLES

#### 3.2.1. Definición conceptual de la variable

**VI: Autoconstrucción:** Construcción de una vivienda familiar de concreto armado de sistema estructural aporticado entre 2 a 4 niveles con asesoramiento técnico y/o profesional deficiente.

**VD: Vulnerabilidad sísmica:** Viviendas familiares autoconstruidas con parámetros de análisis (separación entre edificios, periodo fundamental de vibración, fuerza cortante mínima, desplazamientos laterales relativos) que en su mayoría no cumplen con los valores límites que establece la norma técnica E.030.

#### 3.2.2. Definición operacional de la variable

**VI: Autoconstrucción:** Ficha técnica – Encuesta y recopilación de datos técnicos que determinan el proceso constructivo de las viviendas.

**VD: Vulnerabilidad sísmica:** Ficha de reporte - Análisis sísmico estático y dinámico para la verificación de los parámetros de control de acuerdo a la norma técnica E.030. de diseño sismorresistente.



### 3.2.3. Operacionalización de la variable

**Tabla 10:** Operacionalización de Variables

VARIABLES (HG)	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES
VI: Auto-construcción	Caracterización del suelo de fundación.	Tipo de suelo y parámetros de análisis respectivos.	Estudio de mecánica de suelos (EMS)
	Asesoramiento técnico y/o profesional en el proceso constructivo.	Asesoramiento al inicio.	Plano de Arquitectura Plano de estructuras.
		Asesoramiento durante.	Supervisión durante el proceso constructivo.
	Sistema Estructural	Tipo de sistema estructural	Aporticado.
			Albañilería Confinada.
			Dual.
			Otros.
VD: Vulnerabilidad Sísmica	Análisis sísmico estático y dinámico.	Periodo de vibración de la edificación.	Altura del edificio. Coeficiente $C_T$ Tipo de suelo
		Fuerza cortante en la base (estático y dinámico).	Coeficiente $C_E$ Peso Sísmico Dimensiones de los elementos estructurales
		Desplazamiento lateral de los entrepisos (Derivas).	Excentricidad Espectro sísmico Peso sísmico Dimensiones de los elementos estructurales
	Análisis convencional.	Separación entre edificios.	Altura del edificio
		Irregularidad.	Irregularidad en planta. Irregularidad en altura.

**Fuente:** Elaboración Propia

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

#### **4.1.1. Tipo de Investigación**

*Teniendo en cuenta que los tipos de investigación que son: Básica y Aplicada (HERNANDEZ SAMPIERI et al,2010).*

La presente investigación es de tipo aplicada ya que pretende contribuir con la solución de un problema específico.

#### **4.1.2. Nivel de Investigación**

*La investigación cuantitativa resulta de la revisión de la literatura y de la perspectiva del estudio y dependen de los objetivos del investigador para combinar los elementos en el estudio y son: Exploratorios, Descriptivos, Correlacionales y Explicativos (HERNANDEZ SAMPIERI et al,2010).*

La presente investigación es de carácter correlacional ya que asocia conceptos y variables y cuantifica relaciones entre variables.

### **4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **4.2.1. Población**

La población motivo de esta investigación está conformada por el total de edificaciones y/o viviendas familiares de concreto armado de 2 a 4 niveles con un sistema estructural aporricado, ubicadas en la ciudad de Abancay dentro de la región de Apurímac.

Habiendo sido seleccionado por ser la capital del departamento de Apurímac y tener facilidades de accesibilidad por parte del investigador.

#### **4.2.2. Muestra**

*En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación (HERNANDEZ SAMPIERI et al, 2010).*

La muestra para la siguiente investigación es una del tipo no probabilística o dirigida por que se selecciona a los elementos por un propósito que viene a ser el tipo de suelo, por ello se seleccionó la mayor cantidad de viviendas que representen en su totalidad los diversos tipos de suelo que existen en la ciudad de Abancay, siendo un total de 08 viviendas como representa el siguiente cuadro, ver anexo:

**Tabla 11:** Viviendas que conforman la muestra

Nº	Ubicación	Propietario	Nº Niveles
1	Av. Victor Raul Aya de la Torre	Pedro Arenas Vargas – Ana Flores Palomino	3
2	Av. Augusto Salazar Bondy	Clara Anita Bravo Moterrey	2
3	Barrio Fonavi	Flora Utani de Serrano	4
4	Barrio Fonavi	Ruth Miriam Rivas Trujillo	2
5	Jr. Junin	Beltran Utani Subelete- Vanessa Castillo Felix	3
6	Av. Ayacucho	Marco Chevarria Ttito- Julia Carazas Sullca	3
7	Av. Bella Abanquina	Sacarias Hilaes Maruri y esposa	4
8	Av. Concebamba	Cecilio Villafuerte Riecra	4

*Fuente:* Elaboración propia

### 4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 4.3.1. Técnicas:

*La técnica no es el camino como el método, sino el arte o manera de recorrer ese camino. Las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener la información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación. Se pueden mencionar como técnicas de recolección de información la observación, la encuesta, la entrevista, la revisión documental, las sesiones en profundidad (HURTADO DE BARREDA, 2000).*

En la presente investigación se utilizará la técnica de la encuesta.

#### 4.3.2. Instrumentos:

*Los instrumentos constituyen las vías mediante la cual es posible aplicar una determinada técnica de recolección de información.*

**Tabla 12:** Técnicas e instrumentos de recolección de datos

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
<i>Observación</i>	<i>Guía de Observación</i> <i>Lista de Cotejo</i> <i>Escala de Observación</i>
<i>Revisión Documental</i>	<i>Matriz de categorías</i>
<i>Entrevista</i>	<i>Guía de entrevista</i> <i>Cuestionario</i>
<i>Encuesta</i>	<i>Escala</i> <i>Test</i> <i>Prueba de conocimiento</i>
<i>Sociometría</i>	<i>Test sociométrico</i>
<i>Sesión en profundidad</i>	<i>Guía de Observación</i>

**Fuente:** (HURTADO DE BARREDA, 2000)

En función a esta clasificación el instrumento utilizado será el cuestionario por ser el instrumento más utilizado para recolectar los datos, un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir y debe ser congruente con el planteamiento del problema e hipótesis.

Para conocer y analizar las principales características del sistema estructural de las viviendas encuestadas, se utilizaron dos formatos técnicos desarrollados en MS Excel. El primero se denomina Ficha técnica – Encuesta y recopilación de datos que básicamente permitió recopilar la información sobre el estado de las viviendas y la forma como fueron construidas estas y la Ficha de reporte – Análisis de resultados, donde se examinan los datos recopilados.

#### **4.4. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO**

Los instrumentos utilizados en la presente investigación fueron elaborados en base a los parámetros de norma técnica peruana E.030 “Diseño sismorresistente”, la cual garantiza la confiabilidad de los mismos.

#### **4.5. PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

Para conocer y analizar las principales características del sistema estructural y proceso constructivo en las viviendas encuestadas, se utilizaron dos formatos técnicos desarrollados en MS Excel. El primero se denomina “Ficha técnica – Encuesta y recopilación de datos técnicos” que básicamente permitió recopilar la información sobre el estado de las viviendas y las forma en que fueron construidas, en algunos casos una parte de los datos de la encuesta se han recopilado a partir de planos, la

parte final de esta ficha fue realizada de forma inmediata por ser esta una ficha electrónica. El segundo denominado “Ficha técnica – Análisis de irregularidad”, que consigna datos de irregularidad de acuerdo a la norma técnica E.030, los datos para esta se recopilaban a través de los planos realizados para cada vivienda y los que genera el software CSI ETABS 2015. El tercero denominado “Ficha de reporte – Análisis de resultados”, donde se examinan los datos recopilados después del modelamiento respectivo con el software CSI ETABS 2015.

#### **4.5.1. Ficha técnica – Encuesta y recopilación de datos técnicos**

Esta ficha tiene la función de recopilar datos para medir las variables en estudio (autoconstrucción, vulnerabilidad sísmica), elaborada en base a algunas preguntas dicotómicas cuyas respuestas fueron obtenidas de los encuestados y algunas fueron llenadas por el encuestador a partir de la observación y el cálculo inmediato apoyados con hojas electrónicas.

Culminado el trabajo de campo, se procedió a la transcripción de los datos obtenidos a hojas de cálculo en la computadora. El software empleado fue Ms Excel. Además, se traspasó los bocetos de los planos de planta a un dibujo asistido por computadora (CAD). Para ello se empleó el software Autocad. En cada una de las viviendas.

#### **4.5.2. Ficha técnica – Análisis de irregularidad**

Para el cálculo del coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas ( $R$ ), se realizó un análisis de irregularidad en altura y en planta con el software MS Excel, a partir de los datos recopilados con la ficha anterior, la misma que sirvió además para generar el espectro sísmico de las viviendas en estudio.

Los criterios de evaluación de irregularidad fueron considerados a partir de la norma técnica E.030.

#### **4.5.3. Ficha de reporte – Análisis de resultados**

Esta ficha se elaboró con el software MS Excel a partir de resultados obtenidos con CSI ETABS 2015 software innovador y revolucionario para el análisis estructural y dimensionamiento de edificios. Los parámetros obtenidos con este software (periodo fundamental de vibración, fuerza cortante mínima y desplazamientos laterales relativos de entrepiso) fueron evaluados de acuerdo a los rangos y restricciones establecidos por la norma técnica E.030.

Así mismo, esta ficha determina el nivel de vulnerabilidad de las viviendas en estudio, cuyos resultados detallaremos en el capítulo siguiente.

## CAPÍTULO V: ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

Para medir esta variable (Autoconstrucción) se utilizó una ficha de encuesta denominada “FICHA TÉCNICA – ENCUESTA Y RECOPIACIÓN DE DATOS”, la misma que se aplicó a los propietarios de las 8 viviendas familiares encuestadas. Esta encuesta contiene 5 preguntas relacionadas a autoconstrucción, siendo estas del tipo cerradas dicotómicas de respuestas sí o no, cuyos resultados se analizan en la Tabla N° 13.

**Tabla 13:** Respuestas a las preguntas sobre autoconstrucción

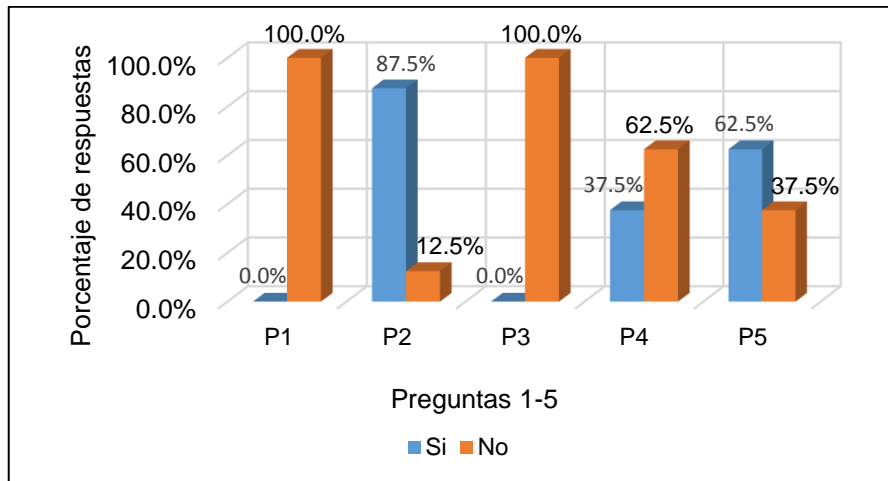
Preguntas	Respuestas			
	Si		No	
<b>P1:</b> ¿Realizo Ud. estudios de mecánica de suelos para la construcción de su vivienda?	0	0.0%	8	100.0%
<b>P2:</b> ¿La vivienda construida cuenta con un plano de arquitectura (plano en planta, cortes y elevaciones)?	7	87.5%	1	12.5%
<b>P3:</b> ¿La vivienda construida cuenta con un plano de estructuras?	0	0.0%	8	100.0%
<b>P4:</b> ¿Ud. recibió asistencia técnica y/o profesional durante el proceso de construcción?	3	37.5%	5	62.5%
<b>P5:</b> ¿La vivienda presenta un sistema estructural definido?	5	62.5%	3	37.5%

**Fuente:** Elaboración propia

La Tabla N° 13 muestra que el 100% de los encuestados no realizó un estudio de mecánica de suelos para construir su vivienda, este porcentaje equivale a 08 encuestados en su totalidad. El 87.5% respondió que, construyeron su vivienda con un plano de arquitectura y un 12.5% que no contaban con dicho plano, siendo este un documento básico para la construcción de cualquier infraestructura. El 100% de los propietarios encuestados respondió que construyeron sus viviendas sin un plano de estructuras, mostrando así el poco interés que estos tienen en contratar un profesional para realizar estos trabajos. El 62.5% respondió que no recibió asistencia técnica durante el proceso de construcción, argumentando que estos trabajos solo fueron realizados por un maestro de obra y peón, mientras el 37.5% que equivale a 3 propietarios manifestaron que de alguna manera fueron asesorados por algunos parientes y/o amigos con profesiones a fines a la ingeniería civil sin remuneración alguna. En el 62.5% de los casos estudiados, las viviendas cuentan con un sistema estructural definido ya sea aporricado o albañilería confinada, mientras que en el

37.5% se observó el uso inadecuado de un sistema estructural. Estos resultados se muestran a continuación en un gráfico de barras.

**Gráfico 1:** Porcentaje de respuestas a las preguntas sobre autoconstrucción



**Fuente:** Elaboración propia

### 5.1.1. Diagnóstico de la autoconstrucción

Para determinar el grado de autoconstrucción de las viviendas encuestadas se utilizó la Tabla 14 que determina el grado de autoconstrucción en función a las respuestas obtenidas para las 5 preguntas.

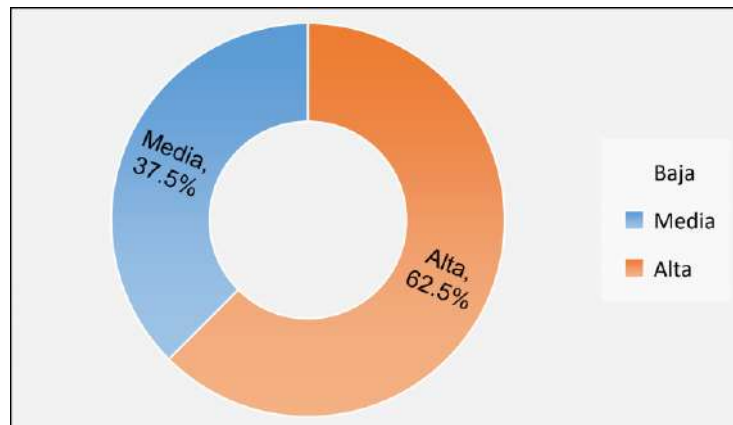
**Tabla 14:** Autoconstrucción

	Rango	Nº de viviendas	
Baja	[1-2>	0	0.0%
Media	[2-3>	3	37.5%
Alta	[3-5]	5	62.5%

**Fuente:** Elaboración propia

De la tabla anterior se observa que, el 62.5% de viviendas encuestadas presentan un alto grado de autoconstrucción, el 37.5% que presenta un grado de autoconstrucción media y el 0% autoconstrucción baja.

**Gráfico 2:** Autoconstrucción en las viviendas encuestadas



**Fuente:** Elaboración propia

En función a estos resultados obtenidos, se genera la siguiente tabla cruzada para realizar la prueba de hipótesis respectiva .

**Tabla 15:** Respuestas para cada una de las preguntas formuladas

	P1	P2	P3	P4	P5	Ponderación
Vivienda 01	0	0	0	0	0	5
Vivienda 02	0	1	0	1	1	2
Vivienda 03	0	1	0	1	1	2
Vivienda 04	0	1	0	0	1	3
Vivienda 05	0	1	0	0	1	3
Vivienda 06	0	1	0	1	1	2
Vivienda 07	0	1	0	0	0	4
Vivienda 08	0	1	0	0	0	4

**Fuente:** Elaboración propia

## 5.2. RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE LA VARIABLE DEPENDIENTE

Para medir esta variable se utilizó una ficha de reporte denominada “FICHA DE REPORTE – ANÁLISIS DE RESULTADOS”, la misma que contiene un análisis detallado de 4 parámetros de evaluación de acuerdo a la norma técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, estos parámetros son: Separación entre edificios (S), Periodo fundamental de vibración del edificio (T), Fuerza cortante mínima (relación entre el sismo dinámico y estático) y desplazamientos laterales relativos admisibles (derivadas). El cálculo de estos parámetros se realizó con el software CSI ETABS 2015 y hojas de cálculo elaboradas en MS EXCEL 2016 en base a la ficha “FICHA TÉCNICA – ENCUESTA Y RECOPIACIÓN DE DATOS”.

### 5.2.1. Separación entre edificios (S)

La Tabla 16 muestra en la columna “S - calculado” la separación entre viviendas colindantes que se obtuvo a través de la “FICHA TÉCNICA – ENCUESTA Y RECOPIACIÓN DE DATOS”, las otras columnas adyacentes muestran la separación adecuada y la separación mínima en función de la altura total del edificio de acuerdo a la norma técnica E.030.

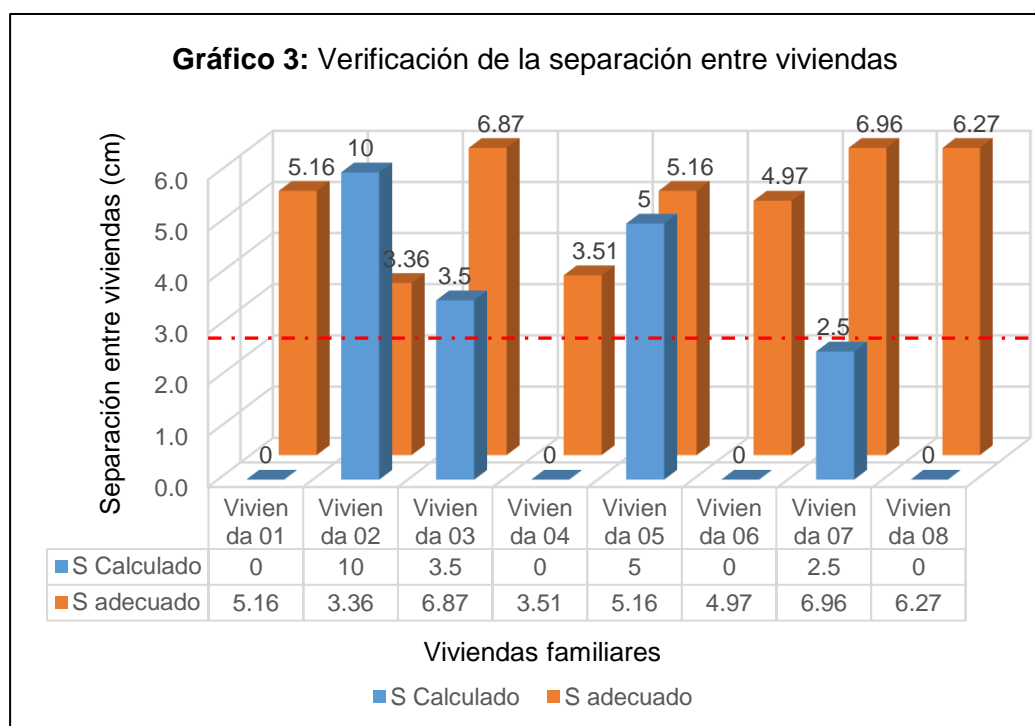
**Tabla 16:** Separación entre edificios en cm

	Nº de pisos	S - calculado	S - adecuado	Smín
Vivienda 01	3	0	5.16	3
Vivienda 02	2	10	3.36	3
Vivienda 03	4	3.5	6.87	3
Vivienda 04	2	0	3.51	3
Vivienda 05	3	5	5.16	3
Vivienda 06	3	0	4.97	3
Vivienda 07	4	2.5	6.96	3
Vivienda 08	4	0	6.27	3

**Fuente:** Elaboración propia



El Gráfico 3 representa la distribución de la separación entre viviendas colindantes, así mismo la línea horizontal entrecortada marca la separación mínima que exige la norma técnica E.030 (3cm).



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla 17 se muestran los valores que no verifican ( $S > 3$ ), verifican el mínimo ( $3 \leq S < 0.006xn$ ) y los que si verifican ( $S \geq 0.006xn$ ), donde "n" es la altura total de la vivienda.

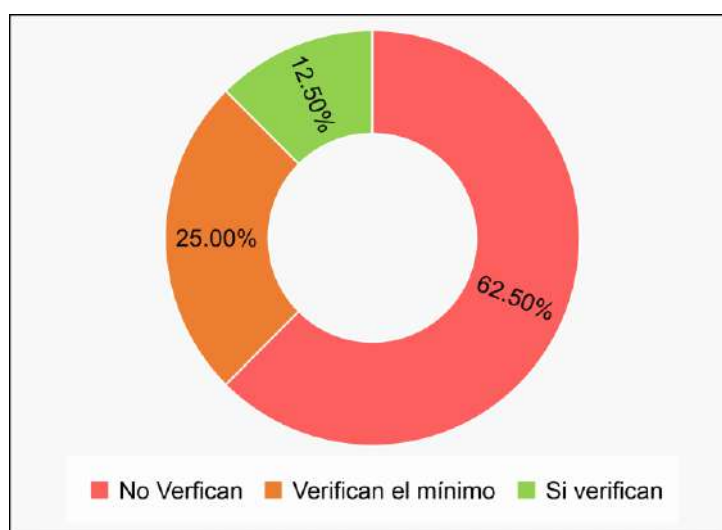
**Tabla 17:** Separación entre viviendas colindantes

	No Verifican	Verifican el mínimo	Si verifican
Nº de viviendas	5	2	1
% viviendas	62.50%	25.00%	12.50%

**Fuente:** Elaboración propia

La Gráfica 4 muestra un 62.50% de un total de 8 viviendas analizadas que no cumplen el valor mínimo de separación entre viviendas colindantes propuesto por la norma técnica E.030, 2 viviendas que representan el 25% del total que cumplen con el valor mínimo, dejando así solo a una vivienda que cumple con el valor adecuado.

**Gráfico 4:** Separación entre edificios



**Fuente:** Elaboración propia

### 5.2.2. Periodo fundamental de vibración del edificio (T)

Este parámetro se obtuvo con el software CSI ETABS 2015 desde la barra de herramientas “Show Deformed Shape → Modal Case”, luego de realizar el modelamiento respectivo para cada una de las viviendas en estudio, el mismo que está adjuntado como anexo de la presente investigación.

La columna “T - calculado” muestra el parámetro obtenido con el software que entre otros factores depende de la distribución adecuada de los elementos estructurales y las dimensiones de los mismos. Sin embargo, la columna adyacente a esta “T - adecuado” representa el periodo adecuado de acuerdo al número de niveles y la norma técnica E.030.

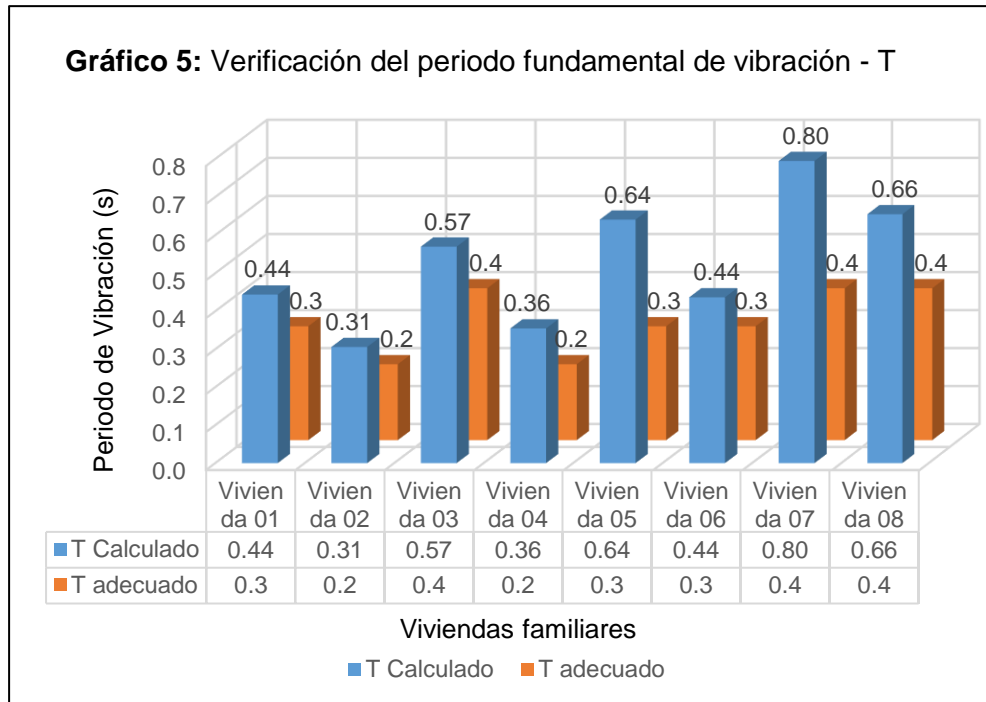
**Tabla 18:** Análisis del periodo fundamental de vibración

	Nº de pisos	T - calculado	T - adecuado
Vivienda 01	3	0.44	0.3
Vivienda 02	2	0.31	0.2
Vivienda 03	4	0.57	0.4
Vivienda 04	2	0.36	0.2
Vivienda 05	3	0.64	0.3
Vivienda 06	3	0.44	0.3
Vivienda 07	4	0.80	0.4
Vivienda 08	4	0.66	0.4

**Fuente:** Elaboración propia

En el Gráfico 5 se observa los valores del periodo de vibración asignados a cada vivienda, donde las barras de azul representan los valores calculados y las de anaranjado los valores adecuados de acuerdo a la norma técnica E.030.

**Gráfico 5:** Verificación del periodo fundamental de vibración - T



**Fuente:** Elaboración propia

La norma técnica E.030 recomienda que la edificación debería vibrar 0.1s por nivel, sin embargo, el periodo de vibración de ninguna de las viviendas en análisis verifica este criterio.

**Tabla 19:** Periodo fundamental de vibración del edificio

	No verifican	Si verifican
Nº de viviendas	8	0
% viviendas	100.00%	0.00%

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 6:** Periodo fundamental de vibración



**Fuente:** Elaboración propia

### 5.2.3. Fuerza cortante mínima (relación entre el sismo dinámico y estático)

Este parámetro se obtuvo con el software CSI ETABS 2015 desde el menú “Display → Show Tables... → Analysis → Results → Reactions → Base Reactions”, luego de realizar el modelamiento respectivo para la vivienda, el mismo que está adjuntado como anexo de la presente investigación.

Cabe resaltar que el cortante por sismo estático y dinámico corresponde a la base de cada edificio.

**Tabla 20:** Fuerza cortante mínima

	Nº de pisos	En dirección "X"		En dirección "Y"	
		SD	0.90SE	SD	0.90SE
Vivienda 01	3	47.26	53.35	52.79	53.35
Vivienda 02	2	11.43	16.74	13.35	16.74
Vivienda 03	4	53.35	27.77	51.91	27.77
Vivienda 04	2	27.89	25.57	28.88	25.57
Vivienda 05	3	25.51	26.81	29.21	26.81
Vivienda 06	3	55.76	47.91	55.20	47.91
Vivienda 07	4	106.83	53.50	107.87	53.50
Vivienda 08	4	42.70	25.58	41.98	25.58

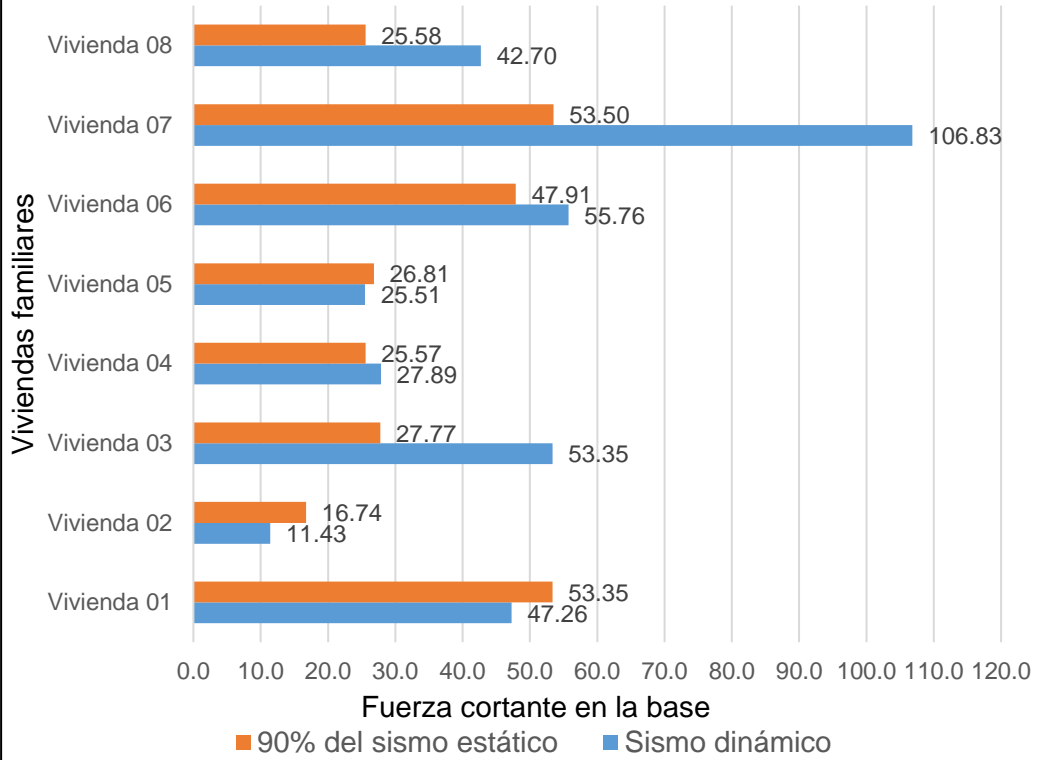
**Fuente:** Elaboración propia

Los gráficos siguientes representan la distribución de los valores del sismo dinámico (barras de color azul) y el 90% del sismo estático (barras de color anaranjado).

Sin embargo, la norma establece que el cortante basal calculado por sismo dinámico no podrá ser menor que el 80% del sismo estático para estructuras regulares y 90% para estructuras irregulares. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos. Para nuestro caso se considera el 90% por irregularidad en base a la ficha técnica respectiva.

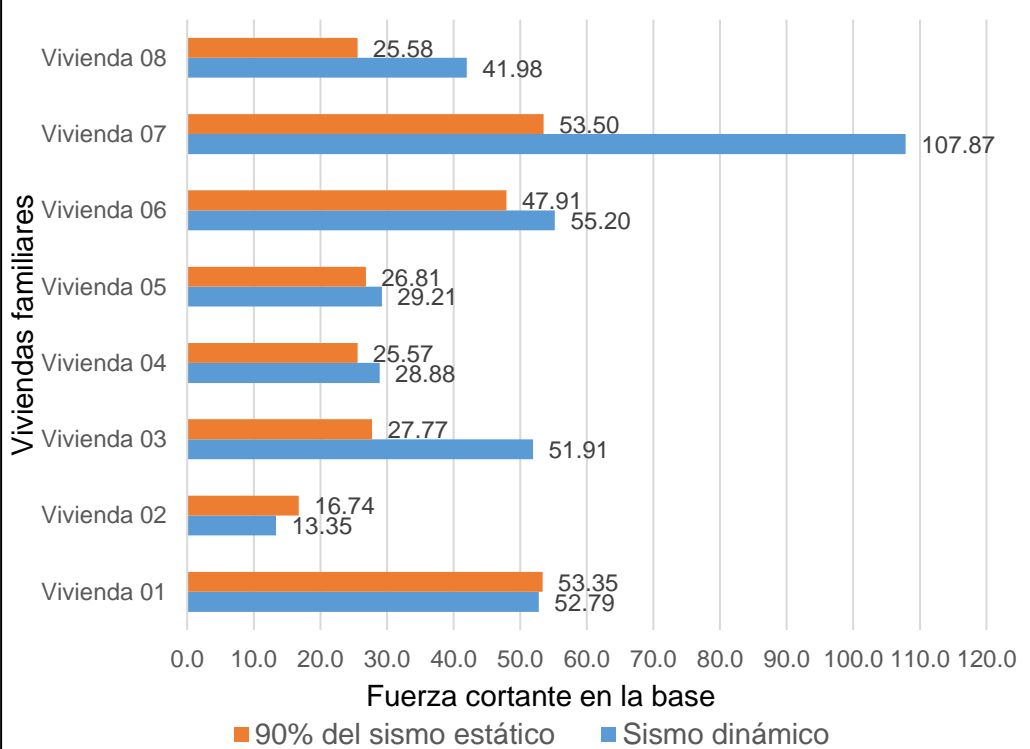
Además, se observa que el cortante basal por sismo dinámico es ligeramente diferente en cada una de las direcciones analizadas (X,Y) y mantienen los mismos valores para el cortante basal en el caso estático.

**Gráfico 7:** Verificación de la fuerza cortante en la base en dirección "X"



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 8:** Verificación de la fuerza cortante en la base en dirección "Y"



Fuente: Elaboración propia

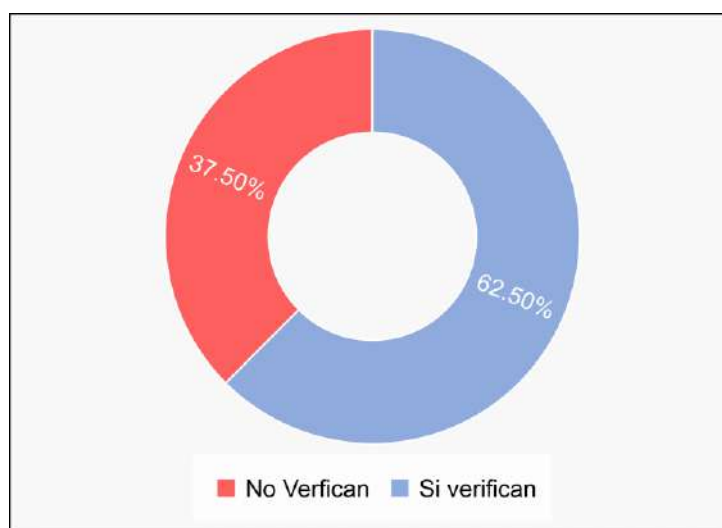
En la Tabla 21 se hace un recuento de las viviendas que verifican y las que no verifican con la fuerza cortante mínima en ambas direcciones, donde se observa que el 62.50 % si verifican con este parámetro de control y un 35.70% que no verifica, esto debido principalmente a la falta de rigidez en los elementos resistentes y el uso inadecuado de los volados (prolongaciones del diafragma en niveles superiores).

**Tabla 21:** Fuerza cortante mínima

	No verifican	Si verifican
Nº de viviendas	3	5
% viviendas	37.50%	62.50%

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 9:** Fuerza cortante mínima



**Fuente:** Elaboración propia

#### 5.2.4. Desplazamientos laterales relativos admisibles (derivados)

Este parámetro se obtuvo con el software CSI ETABS 2015 desde el menú “Display → Show Tables...→Analysis → Results → Displacements”, luego de realizar el modelamiento respectivo para la vivienda, el mismo que está adjuntado como anexo de la presente investigación.

Para este caso, el parámetro que nos da la norma es el desplazamiento por diafragma, estos se llevan a desplazamientos laterales relativos de entrepiso a través de una hoja de cálculo que se encuentra anexada también a la presente investigación.

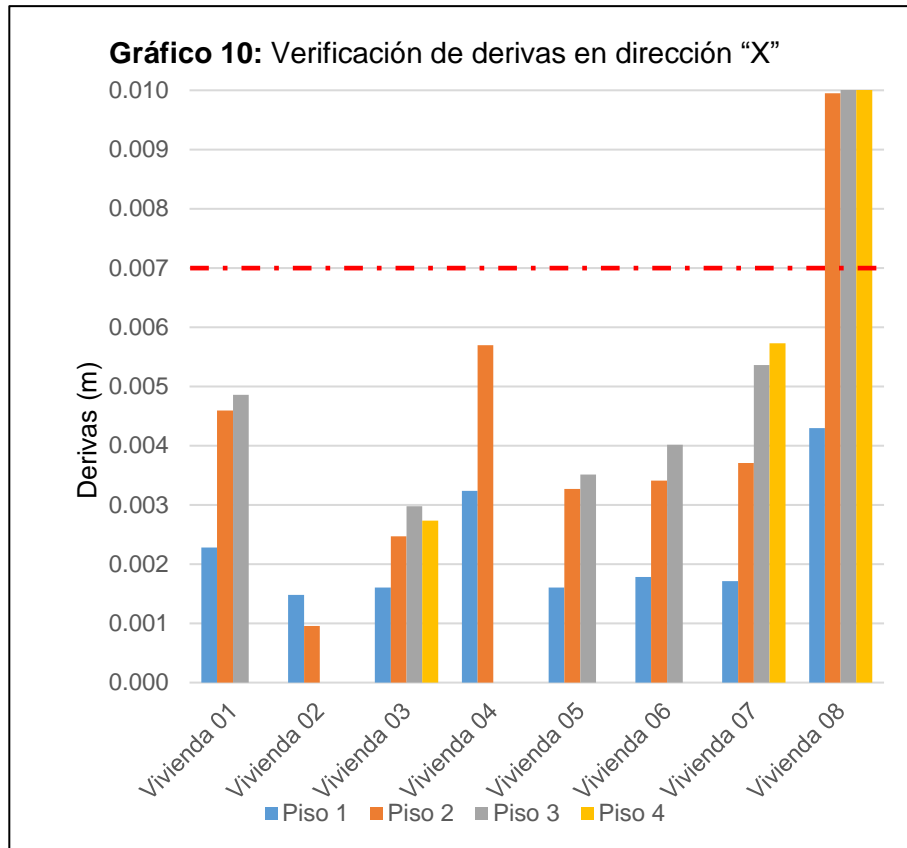
**Tabla 22:** Desplazamientos laterales relativos de entrepiso (derivadas)

	Nº de pisos	Derivas en la dirección "X"				Derivas en la dirección "Y"			
		Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4
Vivienda 01	3	0.0023	0.0046	0.0049		0.0022	0.0042	0.0043	
Vivienda 02	2	0.0015	0.0010			0.0017	0.0024		
Vivienda 03	4	0.0016	0.0025	0.0030	0.0027	0.0042	0.0079	0.0098	0.0061
Vivienda 04	2	0.0032	0.0057			0.0026	0.0040		
Vivienda 05	3	0.0016	0.0033	0.0035		0.0029	0.0059	0.0068	
Vivienda 06	3	0.0018	0.0034	0.0040		0.0028	0.0055	0.0060	
Vivienda 07	4	0.0017	0.0037	0.0054	0.0057	0.0066	0.0127	0.0189	0.0214
Vivienda 08	4	0.0043	0.0099	0.0157	0.0145	0.0041	0.0077	0.0106	0.0091

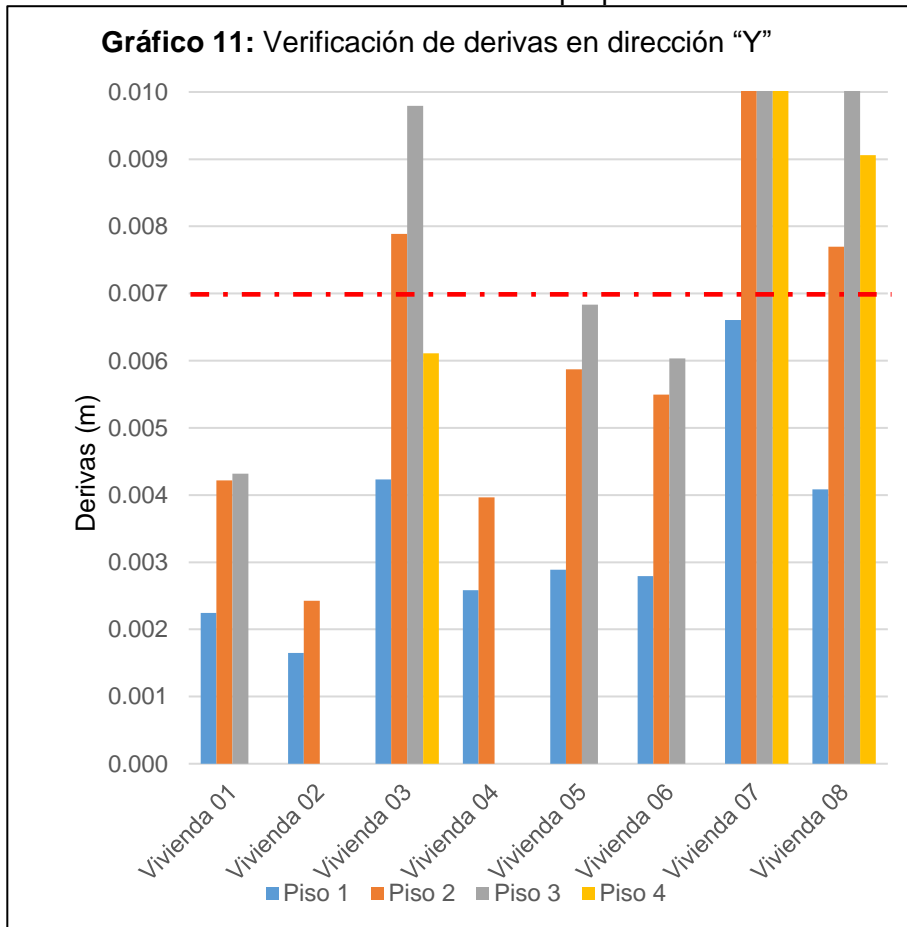
**Fuente:** Elaboración propia

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado según el numeral 5.1, no debe exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la tabla N° 11 de la norma técnica E.030, para este caso de estudio el valor del parámetro de comparación es 0.007 por ser las viviendas de concreto armado.

Los gráficos que se presentan a continuación muestran con claridad a las viviendas cuyas derivadas sobrepasan el valor límite establecido por la norma técnica E.030 (0.007). Así mismo, se puede observar que la "Vivienda 08" en los niveles 2º, 3º y 4º nivel sobrepasa al valor establecido por la norma en mención, esto en la dirección "X", sin embargo, en la dirección "Y" se observa que la "Vivienda 03, 07 y 08" tampoco verifica el valor mínimo establecido por la norma en los niveles 2º y 3º; 2º, 3º y 4º; 2º, 3º y 4º respectivamente.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



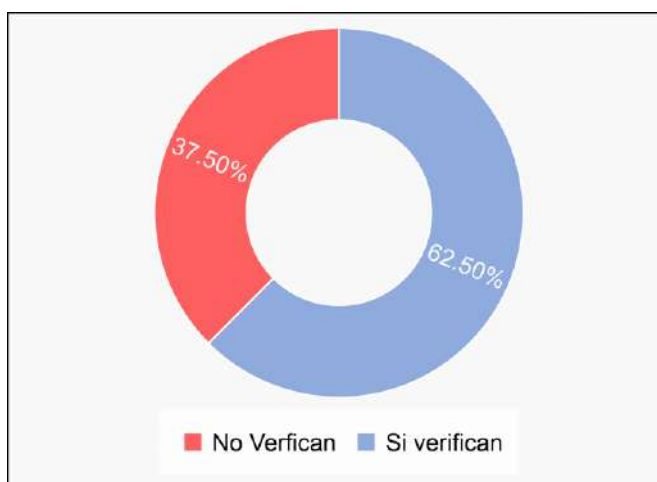
**Tabla 23:** Desplazamiento lateral relativo de entrepiso (derivadas)

	No Verifican	Si verifican
Nº de viviendas	3	5
% viviendas	37.50%	62.50%

**Fuente:** Elaboración propia

La Tabla 23 muestra un 62.50% de viviendas estudiadas cumplen con este parámetro de control de acuerdo a la norma técnica E.030, mientras un 37.50% de viviendas encuestadas que no verifican este parámetro de control debido a la excentricidad que se genera entre los centros de masa y rigidez, la discontinuidad de los diafragmas rígidos y otros.

**Gráfico 12:** Desplazamiento lateral relativo de entrepiso (derivadas)



**Fuente:** Elaboración propia

### 5.2.5. Diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica

#### Periodo Fundamental de vibración:

Se tuvieron más de 1000 edificios derrumbados, murieron 10,000 personas ocasionado por un terremoto de magnitud 8.1 que había golpeado la costa del pacífico de México avanzando más de 400m hasta la capital donde se produjeron en lentas ondas durante 3 minutos, esto significa 12 veces el terremoto de Kobe en Japón de 1995 con un tiempo de aproximadamente 1s y en la ciudad de México fue el doble, esto es denominado movimiento de terreno de periodo largo y se concluyó que una oscilación más lenta y mucho más prolongada afecta a los edificios de manera muy diferente que los terremotos tradicionales de movimiento rápido como el de Kobe. Haciendo que los edificios más altos sean más vulnerables a daños de acuerdo a la investigación de

doctor Saburo Midorikahua, por ello algunos autores sugieren controlar el periodo fundamental como  $T=0.1(n)$ .

#### **Separación entre viviendas colindantes:**

Las edificaciones ante un movimiento sísmico que genera fuerzas horizontales producen una oscilación invertida el cual necesita de un espacio mínimo de 3cm de acuerdo a la norma E.030 para este fenómeno físico, de no ser así su oscilación se verá afectado con la de las edificaciones colindantes produciendo el colapso con más rapidez.

#### **Fuerza cortante mínima:**

La fuerza cortante mínima relaciona el cortante basal calculado por sismo dinámico y el cortante basal por sismo estático, lo cual establece a través de procedimientos empíricos para evitar el momento de volteo de la edificación, cuya restricción se encuentra en la norma técnica E.030.

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

#### **Desplazamientos laterales de entrepiso (derivas):**

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral 5.1 de la norma E.030, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11 de la mencionada norma, para tener la seguridad de que el edificio sea lo suficientemente rígido ante fuerzas laterales, evitando los desplazamientos excesivos y las principales direcciones de análisis.





Para estimar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas estudiadas, se considera la siguiente tabla, elaborada en base a la investigación realizada por Mosqueira y Tarque en el año 2005, que consiste en realizar una combinación de los parámetros de control de acuerdo a la importancia de estos para determinar un valor numérico en la columna ponderación que representa la vulnerabilidad en una escala baja (1.00→1.30), media (1.40→2.10) y alta (2.20→3.30).

**Tabla 24:** Combinación de los parámetros de vulnerabilidad sísmica

	T		S			V		$\beta$		Ponderación
	Adecuada	Inadecuada	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Adecuada	Inadecuada	Adecuada	Inadecuada	
BAJA	x		x			x		x		1.00
	x		x			x			x	1.10
	x		x				x	x		1.20
	x		x				x		x	1.30
MEDIA	x			x		x		x		1.40
	x			x		x			x	1.50
	x			x			x	x		1.60
	x			x			x		x	1.70
	x				x	x		x		1.80
	x				x	x			x	1.90
	x				x		x	x		2.00
	x				x		x		x	2.10
ALTA		X	x			x		x		2.20
		X	x			x			x	2.30
		X	x				x	x		2.40
		X	x				x		x	2.50
		X		x		x		x		2.60
		X		x		x			x	2.70
		X		x			x	x		2.80
		X		x			x		x	2.90
		X			x	x		x		3.00
		X			x	x			x	3.10
		X			x		x	x		3.20
		X			x		x		x	3.30

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

-  **T:** Periodo fundamental de vibración de la edificación
-  **S:** Separación entre viviendas colindantes
-  **V:** Fuerza cortante mínima
-   **$\beta$ :** Desplazamientos laterales relativos de entrepiso (derivadas)

Con los datos obtenidos se construyó la siguiente tabla para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica que presentan las viviendas en estudio.

La columna “Ponderación” contiene el valor numérico asignada a cada vivienda en función al grado de vulnerabilidad que esta tiene, según se observa todos los valores de ponderación de las viviendas en estudio caen en la zona de alta vulnerabilidad del cuadro anterior.

**Tabla 25:** Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica

	T		S		V		β		Ponderación
Vivienda 01	x			x	x	x			3.2
Vivienda 02	x	x			x	x			2.4
Vivienda 03	x		x		x		x		2.7
Vivienda 04	x			x	x		x		3
Vivienda 05	x		x		x	x			2.8
Vivienda 06	x			x	x		x		2.7
Vivienda 07	x			x	x			x	3.1
Vivienda 08	x			x	x			x	3.1

**Fuente:** Elaboración propia

En conclusión, a raíz de los datos obtenidos y analizados de acuerdo a la norma técnica E.030, los elementos que componen la muestra tienen un alto grado de vulnerabilidad sísmica.

### 5.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

#### 5.3.1. Hipótesis general:

**H1:** El nivel de autoconstrucción influye en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas familiares autoconstruidas de concreto armado en la ciudad de Abancay.

**H0:** El nivel de autoconstrucción no influye en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas familiares autoconstruidas de concreto armado en la ciudad de Abancay.

**Tabla 26:** Prueba de hipótesis ANOVA

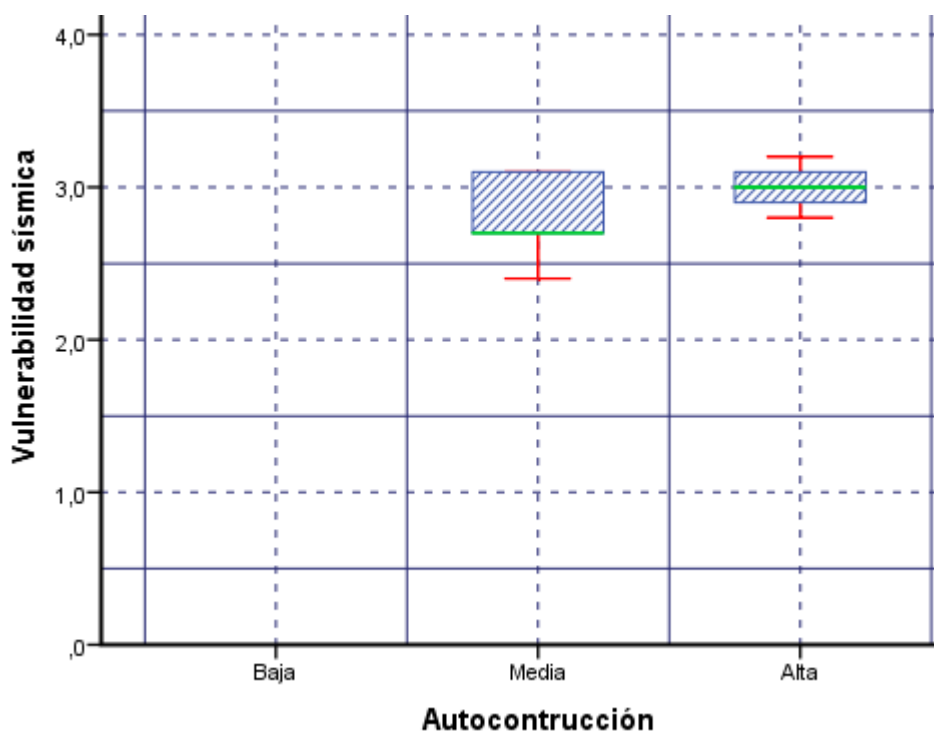
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.435	3	0.145	7.3	0.043
Dentro de grupos	0.08	4	0.02		
<b>Total</b>	<b>0.515</b>	<b>7</b>			

**Fuente:** Elaboración propia

#### Interpretación:

En base a la Tabla 26 se rechaza la hipótesis nula (H0) con una probabilidad de 0.043 de cometer un error, este valor es menor que 0.05, por lo tanto, podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que el nivel de autoconstrucción influye en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas familiares autoconstruidas de concreto armado en la ciudad de Abancay.

**Gráfico 13:** Diagrama de caja Autoconstrucción – Vulnerabilidad sísmica



**Fuente:** Elaboración propia

En el Gráfico 13 se observa un diagrama que representa la vulnerabilidad sísmica en función de la autoconstrucción donde las cajas muestran la distribución de los datos, las líneas de color rojo el cuartil 1 y 3 (Q1 y Q3) y la línea de color verde representa la media. Luego se puede afirmar que la media del grupo de autoconstrucción alta es mayor que la de autoconstrucción media.

### 5.3.2. Hipótesis específica 1:

**HE1:** Las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay, presentan un alto grado de autoconstrucción ( $\mu > 1$ ).

**HE0:** Las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay, presentan un alto grado de autoconstrucción ( $\mu = 1$ ).

**Tabla 27:** Prueba de medias para una variable (Autoconstrucción)

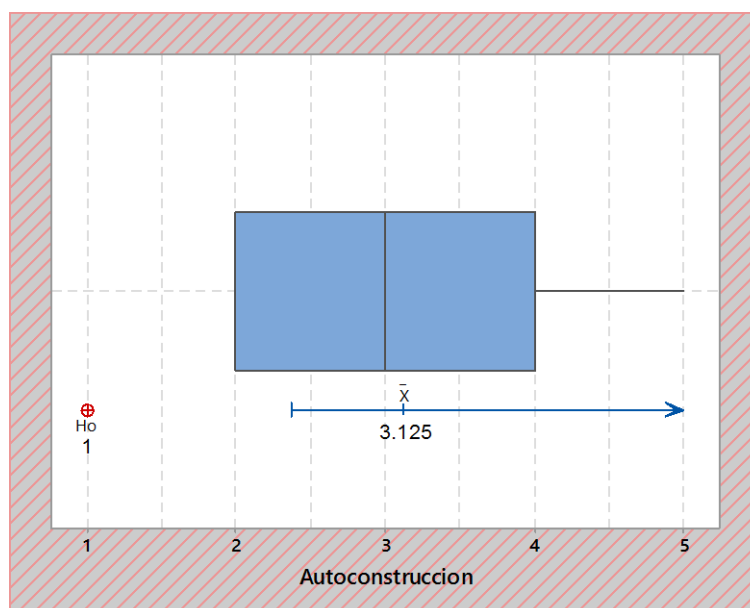
Variable:	Autoconstrucción
N:	8
Media:	3.125
Desviación estándar:	1.126
Error estándar de la media:	0.398
Cota inferior:	2.371
T:	5.34
P:	0.001

**Fuente:** Elaboración propia

### Interpretación:

En base a la Tabla 27 se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) con una probabilidad de 0.001 de cometer un error, este valor es menor que 0.05, por lo tanto, podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay, presentan un alto grado de autoconstrucción.

**Gráfico 14:** Diagrama de caja - Autoconstrucción



**Fuente:** Elaboración propia

En el Gráfico 14 se observa un diagrama que representa el nivel de autoconstrucción donde la caja muestra la distribución de los datos respecto a la hipótesis nula ( $H_0$ ), los extremos de la caja (izquierda y derecha) indican el cuartil 1 y 3 ( $Q_1$  y  $Q_3$ ) y la línea transversal al medio representa la media. Luego se puede afirmar que la media ( $\mu = \bar{x} > 1$ ) con lo cual queda rechazada la hipótesis nula y aceptada la hipótesis alterna.

### 5.3.3. Hipótesis específica 2:

**HE1:** ( $\mu > 1.7$ ) Las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay, presentan un alto grado de vulnerabilidad estructural sísmica.

**HE0:** ( $\mu = 1.7$ ) Las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay, presentan un alto grado de vulnerabilidad estructural sísmica.

**Tabla 28:** Prueba de medias para una variable – Vulnerabilidad sísmica

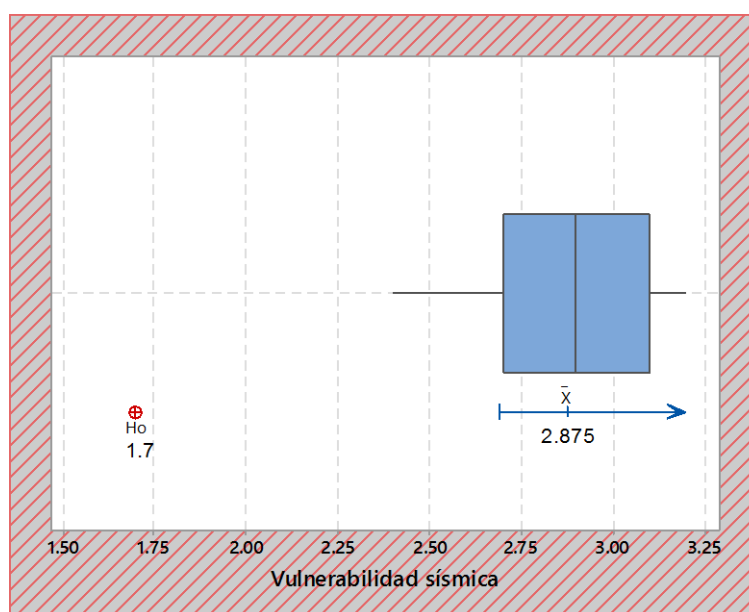
Variable:	Vulnerabilidad sísmica
N:	8
Media:	2.875
Desviación estándar:	0.2712
Error estándar de la media:	0.0959
Cota inferior:	2.6933
T:	12.25
P:	0.000

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

En base a la Tabla 28 se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) con una probabilidad de 0.000 de cometer un error, este valor es menor que 0.05, por lo tanto, podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay, presentan un alto grado de vulnerabilidad estructural sísmica.

**Gráfico 15:** Diagrama de caja – Vulnerabilidad sísmica



**Fuente:** Elaboración propia

#### 5.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación tuvo como propósito determinar la influencia de la autoconstrucción en viviendas familiares de concreto armado sobre la vulnerabilidad sísmica estructural, para este objetivo se determinó una muestra no probabilística de 8 viviendas en diferentes zonas de la ciudad de Abancay en función a la heterogeneidad de las características geotécnicas que estas tienen para representar en su totalidad de forma significativa a la ciudad de Abancay.

Posteriormente en base a los datos recopilados a través de fichas técnicas de encuesta se realizó un análisis de irregularidad de acuerdo a la norma técnica E.030 (Diseño sismorresistente), que consiste en determinar el valor de la irregularidad en planta y la irregularidad en altura para determinar el coeficiente de reducción sísmica (R) que determina el coeficiente para el análisis estático y dinámico. Luego con estos datos elaborados se procedió a realizar el modelamiento sísmico (estático y dinámico) con el software CSI ETABS 2015.

Finalmente, con los resultados obtenidos a través software, se realizó un análisis de los parámetros más importantes de acuerdo a la norma técnica E.030. tales como: Separación entre edificaciones colindantes, periodo fundamental de vibración, fuerza cortante mínima y desplazamiento lateral relativo de entrepiso (derivadas). En función a estos parámetros se determinó el grado de vulnerabilidad haciendo una combinación de estos valores de acuerdo a la importancia que tienen. Estos resultados obtenidos se discuten a continuación.

#### **Autoconstrucción:**

En contraste con la investigación realizada por Laucata Luna en el 2013 se reafirma que, la mayoría de las viviendas informales carecen de diseño arquitectónico, estructural. Además, estas viviendas son construidas generalmente por los mismos pobladores de la zona, quienes no poseen los conocimientos, ni medios económicos necesarios para una buena práctica constructiva.

Además, la poca iniciativa que tienen los pobladores para conocer las características geotécnicas del suelo donde van a cimentar, el mal uso de un sistema estructural y la negativa a contratar un ingeniero para realizar estos trabajos debido a factores económicos en su mayoría.

#### **Vulnerabilidad sísmica estructural:**

De acuerdo a la norma técnica E.030 sobre limitaciones del análisis estático para el diseño estructural respectivo se debe realizar:

Análisis estático para la zona 1 con configuración regular e irregular con alturas menores a 30m en concreto armado y 15m en albañilería confinada, caso contrario se exige realizar un análisis estático más un análisis dinámico, con este último se procede a realizar el diseño estructural.

Así mismo Villarreal Castro en su libro “Diseño sismorresistente de edificaciones” sugiere realizar un modelamiento por carga vertical y carga lateral para el diseño estructural tal como indica la Figura 2.

Sin embargo, en las viviendas encuestadas ninguna vivienda fue construida a partir de un diseño estructural adecuado, en ninguno de los casos se realizó un modelamiento por carga lateral (fuerzas por sismo).



## CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas fruto de la presente investigación, se detallan a continuación:

- 👷 Se demostró que, las viviendas familiares autoconstruidas de concreto armado presentan un alto grado de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Abancay.
- 👷 Se verificó que, existe un alto grado de autoconstrucción en las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay.
- 👷 Se verificó que, existe un alto grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas familiares de concreto armado en la ciudad de Abancay.

## SUGERENCIAS

A continuación, detallaremos las recomendaciones:

- 👤 Para realizar la construcción de una vivienda, se debe tener una adecuada caracterización del suelo de fundación del lugar o de lugares colindantes.
- 👤 Se debe contar indispensablemente con un plano de arquitectura con sus detalles respectivos realizados y avalados por un profesional (arquitecto o ingeniero civil), así mismo estas deben contener un plano de estructuras.
- 👤 El proceso constructivo debe tener asesoramiento técnico y/o profesional para la compatibilización de los planos y la supervisión de los materiales a usar y la calidad de mano de obra.
- 👤 Invocar a las instituciones pertinentes la evaluación oportuna y adecuada de las licencias de construcción para las viviendas familiares.
- 👤 Realizar un análisis sísmico indispensablemente por estar en la zona 2 del mapa de peligrosidad sísmica de acuerdo a la norma técnica E.030.
- 👤 Fermentar las buenas practicas constructivas.

## BIBLIOGRAFÍA

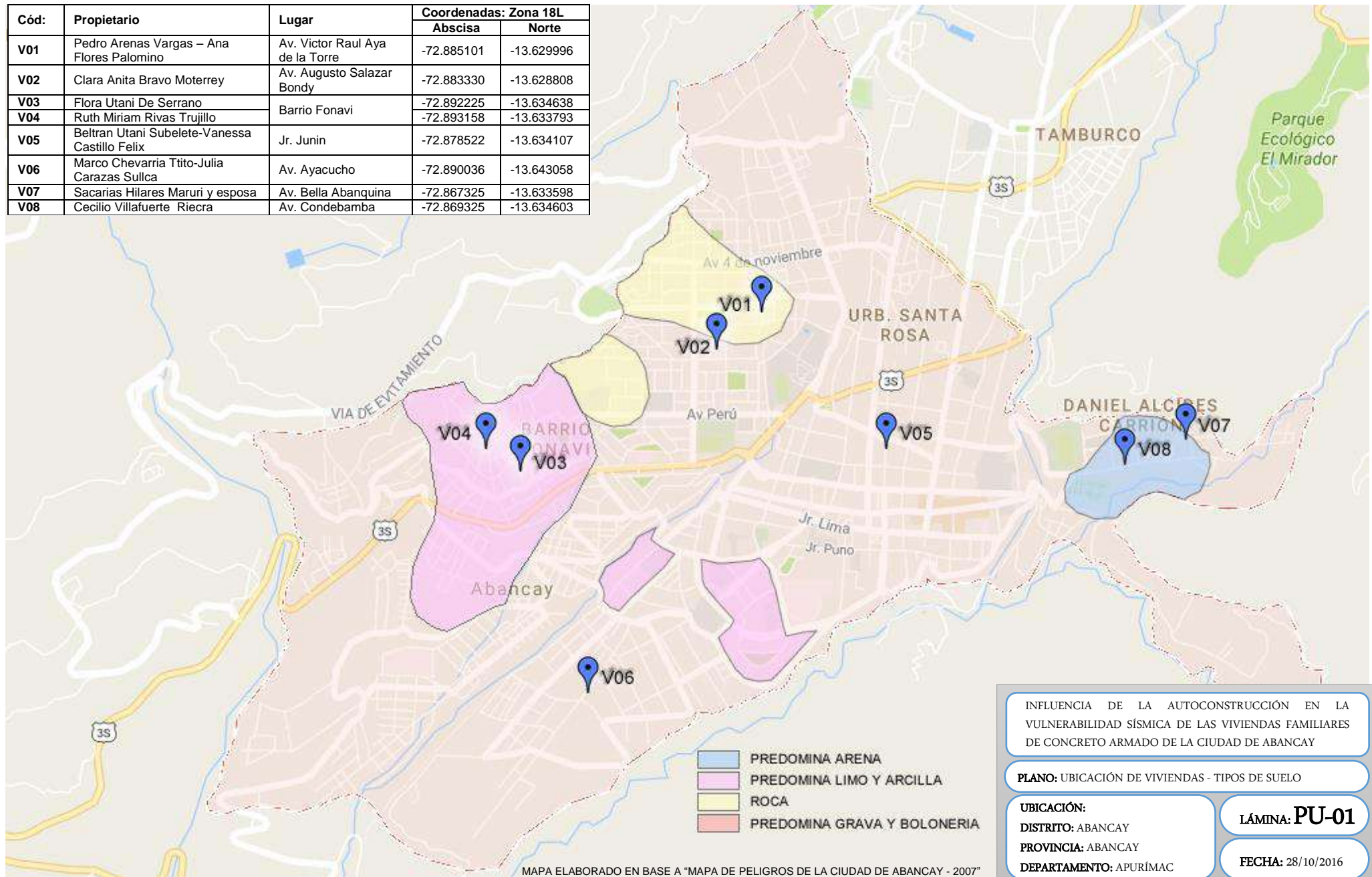
- BASURTO, R. (2010). VULNERABILIDAD SÍSMICA Y MITIGACIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE SAN LUIS – LIMA (TESIS DE PRE GRADO). UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, LIMA.
- BERNAL, I., Y TAVERA, H. (2002). GEODINÁMICA, SISMICIDAD Y ENERGÍA SÍSMICA EN PERÚ. (1º ED.). LIMA: MC GRAW HILL.
- DEZA, J. Y MUÑOZ, S. (2012). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA: TEXTO APLICADO AL REGLAMENTO DE INVESTIGACIÓN DE LA UAP. (4º ED.). LIMA: TALLERES GRÁFICOS DE LA UAP.
- FLORES, R. (2002). DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS AUTOCONSTRUCCIONES EN LIMA (TESIS DE PRE GRADO). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU, LIMA.
- GALLEGOS, H. Y CASABONNE, C. (2005). ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL (3º ED.). LIMA: EDICIONES NOVA PRINT S.A.C.
- HURTADO, J. (2000). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. (2º ED.). LIMA: QUIRON.
- LAUCATA, J. (2013). ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO (TESIS DE PRE GRADO). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU, LIMA.
- BOZZO, L., Y BARBAT, A. (2004). DISEÑO SISMORRESISTENTE DE EDIFICIOS. (4º ED.). BARCELONA: REVERTE S.A.
- NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE”. DIARIO OFICIAL EL PERUANO, LIMA, PERÚ, 24 DE ENERO DEL 2016.

- OLARTE, J., Y LOPEZ, D. (2001). SISMICIDAD Y PELIGROSIDAD SÍSMICA EN LA REGIÓN SUR-OCCIDENTAL DEL PERÚ. (1º ED.) LIMA: CISMID.
- ORIHUELA, P. Y LAZO, C. (2010). MANUAL DEL MAESTRO CONSTRUTOR. (1º ED.) LIMA: MOTIVA S.A.
- PAS, M. (2000). DINÁMICA ESTRUCTURAL: TEORÍA Y CÁLCULO. (3º ED.). ESPAÑA: EDITORIAL REVERTE S.A.
- SAN BARTOLOMÉ, A., QUIJUN, D. Y SILVA, W. (2011). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS SISMORRESISTENTES DE ALBAÑILERÍA. LIMA: TAREÁ ASOCIACIÓN GRÁFICA EDUCATIVA.
- VELARDE, G. (2014). ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE DOS PISOS DE ADOBE EXISTENTE EN LIMA (TESIS DE PRE GRADO). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU, LIMA.
- VILLARREAL, G. (2009). INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO-ESTRUCTURA EN EDIFICACIONES CON ZAPATAS AISLADAS (1º ED.). LIMA: MACRO S.A.
- VILLARREAL, G. Y OVIEDO, R. (2016). DISEÑO SISMORRESISTENTE DE EDIFICACIONES CON DISIPADORES DE ENERGÍA. (1º ED.) LIMA: OVIEDO INGENIERÍA E.I.R.L.
- VIZCONDE, CARLOS. (2004). EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UN EDIFICIO EXISTENTE (TESIS DE PRE GRADO). UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO, TRUJILLO.

**ANEXO 01**

**MAPAS TEMÁTICOS**

Cód:	Propietario	Lugar	Coordenadas: Zona 18L	
			Abscisa	Norte
V01	Pedro Arenas Vargas – Ana Flores Palomino	Av. Victor Raul Aya de la Torre	-72.885101	-13.629996
V02	Clara Anita Bravo Moterrey	Av. Augusto Salazar Bondy	-72.883330	-13.628808
V03	Flora Utani De Serrano	Barrio Fonavi	-72.892225	-13.634638
V04	Ruth Miriam Rivas Trujillo		-72.893158	-13.633793
V05	Beltran Utani Subelete-Vanessa Castillo Felix	Jr. Junin	-72.878522	-13.634107
V06	Marco Chevarria Ttito-Julia Carazas Sulca	Av. Ayacucho	-72.890036	-13.643058
V07	Sacarias Hilaes Maruri y esposa	Av. Bella Abanquina	-72.867325	-13.633598
V08	Cecilio Villafuerte Rieera	Av. Condebamba	-72.869325	-13.634603



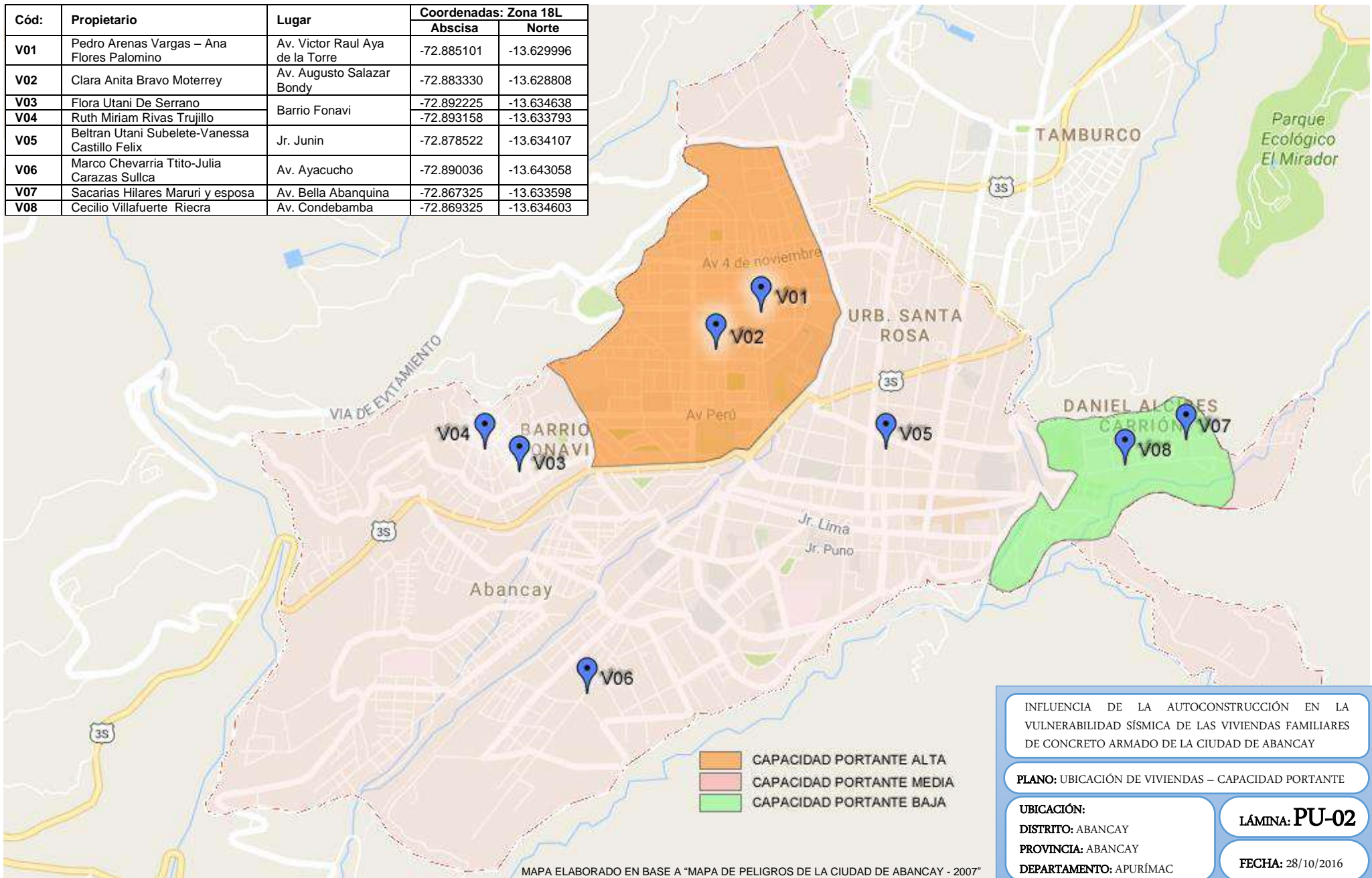
INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY

PLANO: UBICACIÓN DE VIVIENDAS - TIPOS DE SUELO

UBICACIÓN:  
 DISTRITO: ABANCAY  
 PROVINCIA: ABANCAY  
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC

LÁMINA: **PU-01**  
 FECHA: 28/10/2016

Cód:	Propietario	Lugar	Coordenadas: Zona 18L	
			Abscisa	Norte
V01	Pedro Arenas Vargas – Ana Flores Palomino	Av. Victor Raul Aya de la Torre	-72.885101	-13.629996
V02	Clara Anita Bravo Moterrey	Av. Augusto Salazar Bondy	-72.883330	-13.628808
V03	Flora Utani De Serrano	Barrio Fonavi	-72.892225	-13.634638
V04	Ruth Miriam Rivas Trujillo		-72.893158	-13.633793
V05	Beltran Utani Subelete-Vanessa Castillo Felix	Jr. Junin	-72.878522	-13.634107
V06	Marco Chevarria Ttito-Julia Carazas Sulca	Av. Ayacucho	-72.890036	-13.643058
V07	Sacarias Hilaes Maruri y esposa	Av. Bella Abanquina	-72.867325	-13.633598
V08	Cecilio Villafuerte Riecrá	Av. Condebamba	-72.869325	-13.634603



INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY

PLANO: UBICACIÓN DE VIVIENDAS – CAPACIDAD PORTANTE

UBICACIÓN:  
 DISTRITO: ABANCAY  
 PROVINCIA: ABANCAY  
 DEPARTAMENTO: APURÍMAC

LÁMINA: PU-02

FECHA: 28/10/2016

## **ANEXO 02**

### **DETERMINACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO**



DETERMINACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO

1. CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO

Nº	Dirección	Pz	GRANULOMETRÍA			LÍMITES %		CORTE DIRECTO			W%	Su (kPa)	Perfil
			G	S	F	LL	IP	$\phi$	C	$\gamma$			
01	Av. Victor Raul Haya de la Torre	01	13.3	38.3	48.4	21.91	8.78	35	1.79	1.72	4.5	122.23	S1
02	Av. Augusto Salazar Bondy	02	21	57.1	21.9	23.57	7.07	32	1.17	1.65	9.79	104.27	
03	Barrio Fonavi	07	27.1	36.3	36.6	22.82	10.43	20	1.258	1.76	14.7	65.32	S2
04	Barrio Fonavi	27	51.5	35	13.5	19.08	6.08	18	1.193	1.87	13.5	61.95	
05	Jr. Junin	34	42.4	38.8	18.8	21.55	5.49	31	0.501	1.6	5.6	96.64	
06	Av. Ayacucho	35	22.9	44.4	32.7	29.42	7.99	29	1.259	1.59	9.91	89.39	S3
07	Av. Bella Abanquina	75	63.1	23.1	13.8	20.79	5.79	32	0	0.8	4.17	49.99	
08	Av. Condebamba	78	49.4	26.5	24.1	21.31	6.01	33.5	0	0.75	6.33	49.64	

Donde:

Pz: Número de calicatas excavadas según "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY - 2007"

G: Gravas

S: Arenas

F: Suelos finos

LL: Límite líquido

IP: Indices de plasticidad

$\phi$ : Angulo de fricción interna

C: Cohesion del suelo

$\gamma$ : Esfuerzo normal al plano del corte

w%: Porcentaje de humedad

Su: Promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada

2. DESCRIPCIÓN DE SUELOS EN CALICATAS

01	Pz-01: Hasta 2.40m estrato de piedra subangular de 10 a 38" con arena y finos color marron grisaceo claro compacto, heterogeneo poco humedo, tierra agricola 0.30m, tubo de concreto a 1.40m.
02	Pz-02: Hasta 0.90m estrato de arena gradada con limo marron negruzco claro, duro uniforme, poco humedo. Hasta 1.70m estrato de grava con piedra de 8 a 15", 0.60m de material compacto. Hasta 2.55m estrato de piedra subangular de 6 a 18" de roca caliza con arena marron grisaceo claro, compacto, heterogeneo, poco humedo.
03	Pz-07: Hasta 2.50m, estrato de arcilla limosa con arena fina y grava color marron veduzco oscuro, fragil uniforme con alto contenido de humedad.
04	Pz-27: Hasta 1.15m, estrato de limo arcilloso marron oscuro humedo. Hasta 2.20m, estrato de arcilla marron oscura uniforme, poca piedra amarillenta deleznable. Hasta 2.25m, estrato de grava angulosa sueave hasta 3" con limo arcilloso, marron amarillento.
05	Pz-34: Hasta 0.90m, bolsonada de grava con piedra angulosa hasta 10", arenosa con limo marron grisaceo oscuro suave, homogeneo, humedo (hacia la superficie 0.25m de limo arcilloso oscuro). Hasta 2.50m, estrato de arena gruesa uniforme redondeada con poco limo color marron veduzco oscuro. estrato inclinado.
06	Pz-35: Hasta 1.40m, estrato de piedra angulosa de 23" con grava tambien angulosa gradada y limo color marron grisaceo oscuro homogeneo poco humedo. Hasta 2.15m, bolsonada de piedra y grava angulosa, color negro rojizo poco humeda. Hasta 2.30m, estrato de grava angulosa gradada hasta 3" con arena gruesa gradada angulosa, marron grisaceo suave heterogeneo humedo, con muchas blanquecinas.
07	Pz-75: Hasta 2.50m, estrato de arena fina limosa amarillo verdoso claro, compacto.
08	Pz-78: Hasta 0.40m, estrato de arena gravosa sub angular dura, con limo marron grisaceo oscuro suave uniforme seco. Hasta 1.40m, estrato de grava subangular gradad hasta 3", con abundante arena gradada gruesa subangular, con limo color anaranjado claro heterogeneo poco humedo, origen aluvial. Hasta 2.40m, bolsonada de arena media, uniforme, marron grisacea oscura, origen aluvial.

Fuente: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY - 2007

Donde:

V<sub>s</sub>: Velocidad promedio de propagación de las ondas de corte.

N<sub>60</sub>: Promedio ponderado de los ensayos de penetración estándar.

Su: Promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada

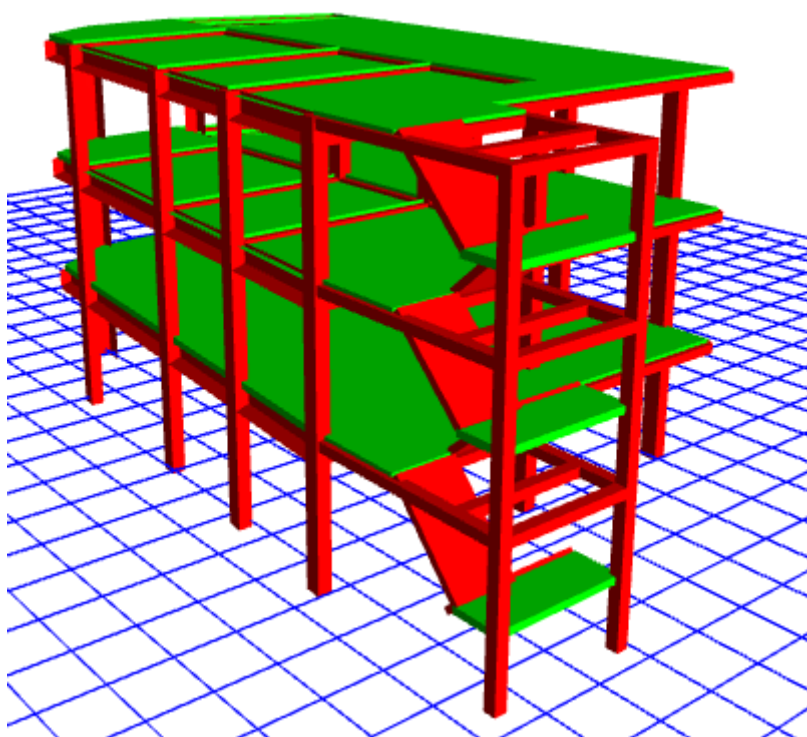
CLASIFICACIÓN DE PERFILES DE SUELO			
Perfil	V <sub>s</sub>	N <sub>60</sub>	Su
S0	>1500m/s	-	-
S1	500m/s a 1500m/s	>50	>100kPa
S2	180m/s a 500m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S3	<180m/s	<15	25kPa a 50kPa

Fuente: Norma técnica E.030

**ANEXO 03**

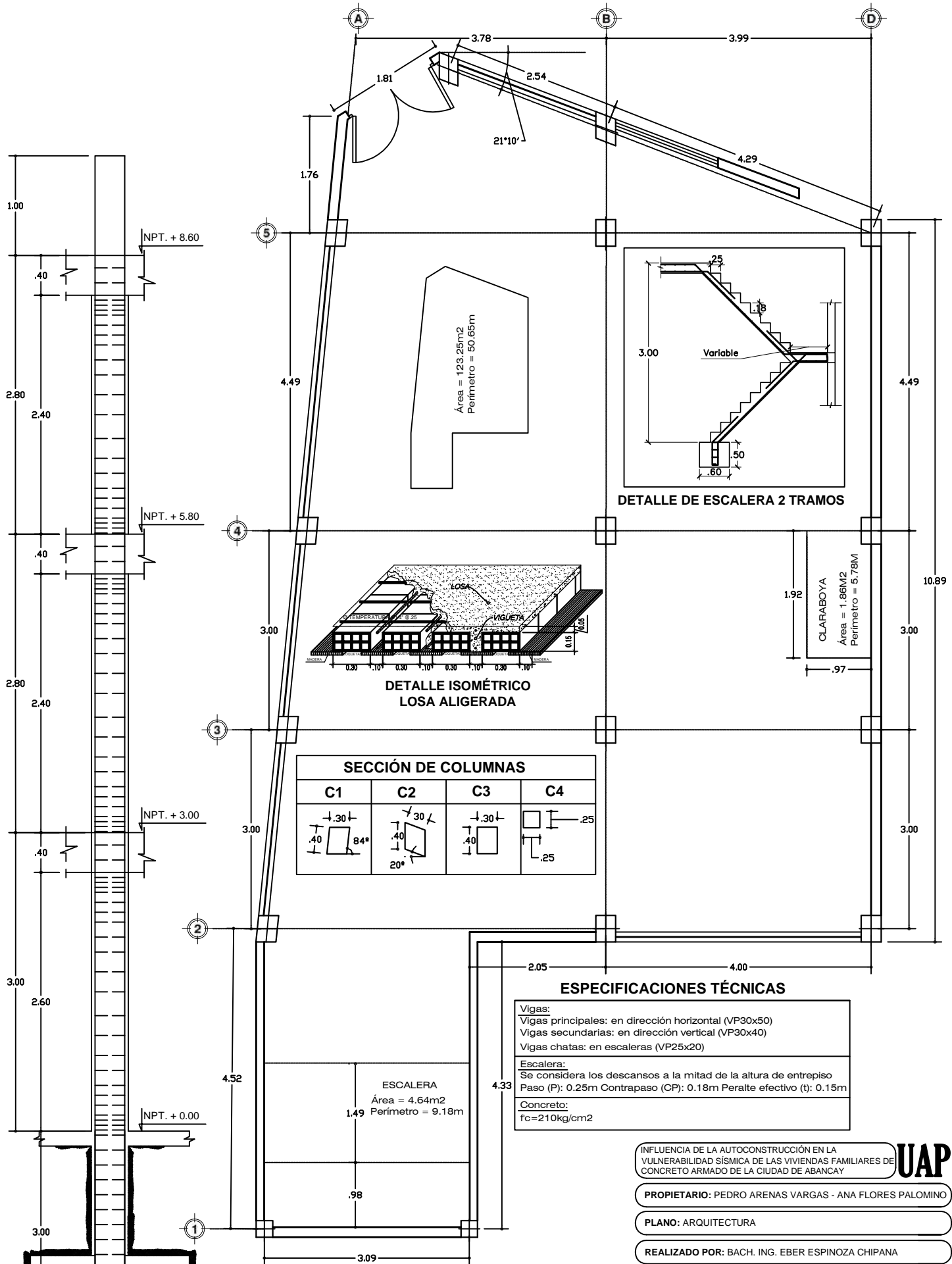
**FICHAS DE RECOPIACIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE  
DATOS**

**INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES  
DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY**

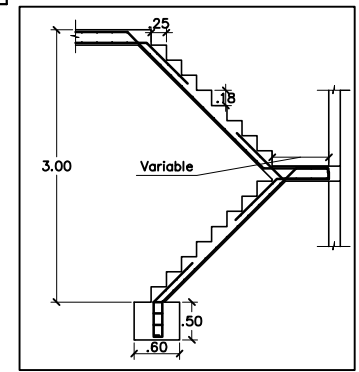


VIVIENDA N°

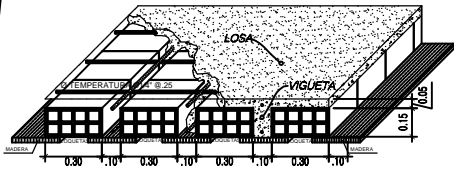
**01**



Área = 123.25m<sup>2</sup>  
Perímetro = 50.65m



DETALLE DE ESCALERA 2 TRAMOS



DETALLE ISOMÉTRICO  
LOSA ALIGERADA

SECCIÓN DE COLUMNAS			
C1	C2	C3	C4

ESCALERA  
Área = 4.64m<sup>2</sup>  
1.49 Perímetro = 9.18m

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Vigas:**  
Vigas principales: en dirección horizontal (VP30x50)  
Vigas secundarias: en dirección vertical (VP30x40)  
Vigas chatas: en escaleras (VP25x20)

**Escalera:**  
Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrespiso  
Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m

**Concreto:**  
fc=210kg/cm<sup>2</sup>

INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY **UAP**

PROPIETARIO: PEDRO ARENAS VARGAS - ANA FLORES PALOMINO

PLANO: ARQUITECTURA

REALIZADO POR: BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

**UBICACIÓN:**  
Lugar: Av. Victor Raul Haya de la Torre  
Distrito: Abancay  
Provincia: Abancay  
Departamento: Apurímac

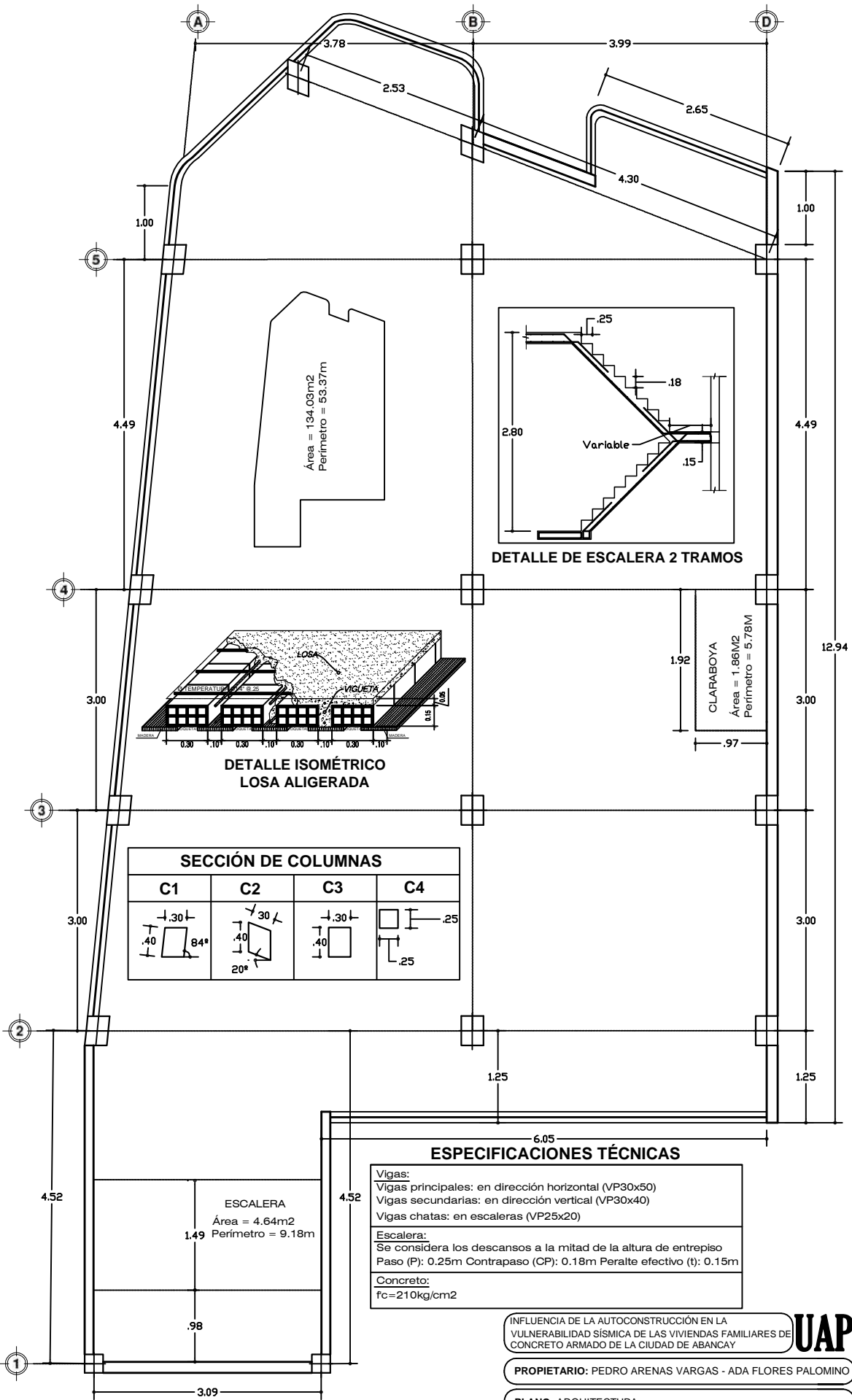
LÁMINA: **V01-01**

ESCALA: Indicada

FECHA: 28/08/2016

**PLANO 1º NIVEL**  
ESCALA: 1/75

DETALLE DE COLUMNA TÍPICA (S/E)



**PLANO 2º Y 3 NIVEL**  
**ESCALA: 1/75**

**SECCIÓN DE COLUMNAS**

C1	C2	C3	C4

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

<b>Vigas:</b> Vigas principales: en dirección horizontal (VP30x50) Vigas secundarias: en dirección vertical (VP30x40) Vigas chatas: en escaleras (VP25x20)
<b>Escalera:</b> Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrepiso Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m
<b>Concreto:</b> $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**UAP**

**PROPIETARIO:** PEDRO ARENAS VARGAS - ADA FLORES PALOMINO

**PLANO:** ARQUITECTURA

**REALIZADO POR:** BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

**UBICACIÓN:**  
Lugar: Av. Victor Raul Haya de la Torre  
Distrito: Abancay  
Provincia: Abancay  
Departamento: Apurímac

**LÁMINA:** V01-02

**ESCALA:** Indicada

**FECHA:** 28/08/2016

FICHA TÉCNICA - ENCUESTA Y RECOPIACION DE DATOS TÉCNICOS

1. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	01		
Fecha:	28/08/2016		
Propietario:	PEDRO ARENAS VARGAS - ANA FLORES PALOMINO		
Dirección:	Av. Victor Raul Haya de la Torre		
Pisos contruidos:	3	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		134.03 m <sup>2</sup>
N° de personas que habitan la vivienda:	6		
Inversión de la construcción (S/.):	132,800.00		
Antigüedad de la vivienda (años):	6		
Caract. de la ubicación de la vivienda:			

La vivienda se encuentra sobre una superficie con un ligero ángulo de inclinacion hacia el norte, con un tipo de suelo aparentemente compuesto por grava y boloneria, la zona es urbana donde predomina construcciones de material noble (concreto armado) y algunas de abobe.

2. DATOS TÉCNICOS

2.1. Datos referenciales

P1: Realizo Ud. estudios de mecanica de suelos para la construcción de su vivienda?	No
P2: La vivienda construida cuenta con un plano de arquitectura (plano en planta, cortes y elevaciones)?	Si
P3: La vivienda construida cuenta con un plano de estructuras?	No
P4: Ud. recibio asistencia técnica y/o profesional durante el proceso de construcción?	No
P5: La vivienda presenta un sistema estructural defínido?	Si

2.2. Elementos estructurales

Junta sísmica entre elementos estructurales (cm):	0
---	---

Zapatas	a (m)	b (m)	d (m)	Df (m)	Cant.
Zapata 1 (Z1)	1.8	1.8	0.6	3	4
Zapata 2 (Z2)	1.6	1.6	0.6	3	2
Zapata 3 (Z3)	1.4	1.4	0.6	3	10

Columnas	a (m)	b (m)	Tipo	Cant.
Col.1 (C1)	0.3	0.4	Rectangular	14
Col. 2 (C2)	0.25	0.25	Cuadrado	2

Vigas	b (m)	h (m)
Viga Principal (VP)	0.3	0.4
Viga Secundaria (VS)	0.3	0.5
Viga Chata (VCH)	0.25	0.2

Losas	e (m)	Ladrillo Pandereta
Losa Alig. 1	0.2	0.30x0.30x0.15

Escaleras	p (m)	Cp (m)	t (m)	N° de Tramos
Escalera 1	0.25	0.18	0.15	2

2.3. Características del concreto, acero y/o albañilería

Concreto:	
Nombre del material:	$f_c=210\text{kg/cm}^2$
Peso específico ( $\gamma_c$ ):	2.4 Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de eslast. (Ec):	2173706.512 Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de corte (Gc):	905711.05 Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de poisson ( $\mu$ ):	0.2 Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la compresión ( $f_c$ ):	2100 Tonf/m <sup>2</sup>

Acero:	
Nombre del material:	Acero G60
Peso específico ( $\gamma_a$ ):	7.85 Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad (Ea):	2.00E+07 Tonf/m <sup>2</sup>
Limite elástico mín. (Fy):	42000 Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la tracción (Fu):	63000 Tonf/m <sup>2</sup>

Muros:	
Nombre del material:	$f_c=210\text{kg/cm}^2$
Peso específico ( $\gamma_m$ ):	1.9 Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad (Em):	275000 Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de corte (Gm):	110000 Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de poisson ( $\mu$ ):	0.25 Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la compresión ( $f_c$ ):	550 Tonf/m <sup>2</sup>



2.4. Características del suelo de fundación

Perfil de suelo:	S1
Periodos:	Tp: 0.4
	Tl: 2.5

2.5. Características de la vivienda:

Nº de pisos:	3
Altura 1º nivel:	3
Altura demas niveles:	2.8
Altura total (Hn):	8.6

2.6. Parámetros de análisis sísmico según E.030

Factor de zona (Z):	0.25
Factor de uso (U):	1
Factor de suelo (S):	1
Coeficiente Ct:	Ctx: 35
	Cty: 35
Periodo fundamental de vibración (T):	Tx: 0.24571
	Ty: 0.24571
Factor de amplificación sísmica (C):	Cx: 2.5
	Cy: 2.5
Irregularidad en altura (Ia):	0.5
Irregularidad en planta (Ip):	1
Coeficiente básico de reducción (R0):	R0x: 8
	R0y: 8
Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R):	Rx: 4
	Ry: 4
Coeficiente para el cálculo del contante estático (CE):	CEX: 0.15625
	CEY: 0.15625
Cx/Rx:	0.625 ...Ok!
Cy/Ry:	0.625 ...Ok!

2.7. Espectro sísmico

T	C	Sax	Say
0.01	2.5	0.156	0.15625
0.1	2.5	0.156	0.15625
0.2	2.5	0.156	0.15625
0.3	2.5	0.156	0.15625
0.4	2.5	0.156	0.15625
0.5	2	0.125	0.125
0.6	1.666666667	0.104	0.10417
0.7	1.428571429	0.089	0.08929
0.8	1.25	0.078	0.07813
0.9	1.111111111	0.069	0.06944
1	1	0.063	0.0625
1.1	0.909090909	0.057	0.05682
1.2	0.833333333	0.052	0.05208
1.3	0.769230769	0.048	0.04808
1.4	0.714285714	0.045	0.04464
1.5	0.666666667	0.042	0.04167

Donde:

T: Periodo fundamental de vibración

C: Coeficiente de amplificación sísmica

Sax, Say: Aceleración espectral en "X" e "Y"

FÓRMULAS SEGÚN LA NORMA E.030

• $C = 2.5; T < T_p$	$T = \frac{H_n}{C_t} \quad S_a = \frac{ZUCS}{R}$
• $C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T}\right); T_p < T < T_l$	$R = (I_a)(I_p)(R_0)$
• $C = 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right); T > T_l$	$C_E = \frac{ZUCS}{R}; \frac{C}{R} \geq 0.125$

CLASIFICACIÓN DE PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	>1500m/s	-	-
S1	500m/s a 1500m/s	>50	>100kPa
S2	180m/s a 500m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S3	<180m/s	<15	25kPa a 50kPa

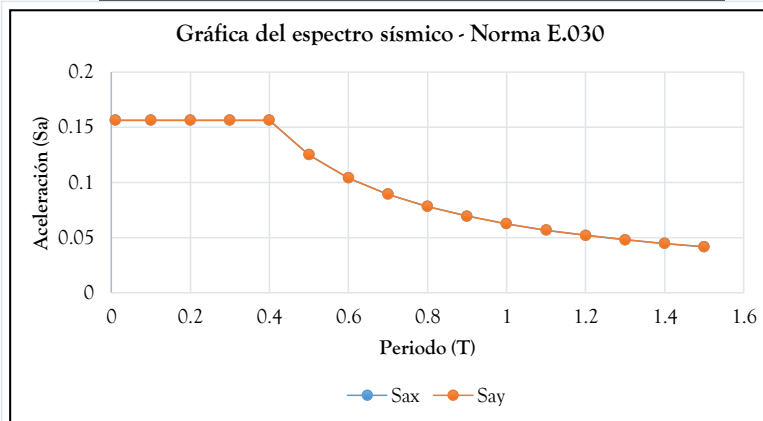
CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría	Factor "U"	
A	Edificaciones Esenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1

ELECCION DEL Ct	
Ct	Descripción
35	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos
45	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos y muros
60	Edif. cuyos elem. resist. sean muros

SISTEMAS ESTRUCTURALES		FACT./ZONA
Ro	Sistema estructural	ZONA:Z
8	Porticos	4:0.45
7	Dual	3:0.35
6	Muros estructurales	2:0.25
4	Muros de ductilidad limitada	1:0.10

FACTOR DE SUELO "S"				
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

PERIODOS Tp y Tl				
	S0	S1	S2	S3
Tp(S)	0.3	0.4	0.6	1
Tl(S)	3	2.5	2	1.6



FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	01		
Fecha:	28/08/2016		
Propietario:	PEDRO ARENAS VARGAS - ANA FLORES PALOMINO		
Dirección:	Av. Victor Raul Haya de la Torre		
Pisos contruidos:	3	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		134.03 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

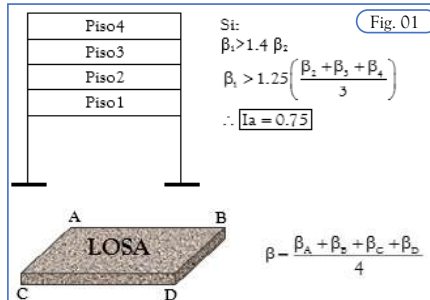
1. IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)

1.1. Irregularidad de rigidez - Piso Blando

1.1.1. Resultados

Derivas	$\beta_x$	Derivas	$\beta_y$
Piso3	0.00057	Piso3	0.00056179
Piso2	0.0011486	Piso2	0.00105429
Piso1	0.001214	Piso1	0.00107933

1.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



Nota: No se aplica en azoteas

1.1.3. Conclusión

$\beta_1$	$1.4(\beta_2)$	$1.25((\beta_2+\beta_3)/2)$	Ia:
0.001214	0.001608	0.001074107	0.75

1.2. Irregularidad de resistencia - Piso debil

1.2.1. Resultados

Rigidez en "X"		Rigidez en "Y"	
Rigidez	k	Rigidez	k
Piso3	5785.767	Piso3	8822.839
Piso2	8003.102	Piso2	13030.887
Piso1	11859.594	Piso1	15724.404

1.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $k_1 < 0.80k_2$	Ia:	0.75
------------------------------------	-----	------

1.2.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:
k1	0.80(k2)	k1	0.80(k2)	1
11859.594	6402.4816	15724.404	10424.7096	

1.3. Irregularidad extrema de rigidez (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.3.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.1.1

1.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

$$\beta_1 > 1.60\beta_2 \vee \beta_1 > 1.4 \left( \frac{\beta_2 + \beta_3 + \beta_4}{3} \right)$$

$$\therefore Ia = 0.50$$

1.3.3. Conclusión

$\beta_1$	$1.6(\beta_2)$	$1.4((\beta_2+\beta_3)/2)$	Ia:
0.001214	0.0018377	0.001203	0.5

1.4. Irregularidad extrema de resistencia (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.4.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.2.1

1.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $k_2 < 0.65k_3$	Ia:	0.5
------------------------------------	-----	-----

1.4.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:
k1	0.65(k2)	k1	0.65(k2)	1
11859.594	5202.0163	15724.404	8470.07655	



FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

1.5. Irregularidad de masa o peso

1.5.1. Resultados

Peso	P
Piso3	7.43641
Piso2	12.50501
Piso1	12.54911

1.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $P1 > 1.5P2$	Ia:	0.9
---------------------------------	-----	-----

1.5.3. Conclusión

P1	1.5(P2)
12.54911	18.757515

Ia:	1
-----	---

1.6. Irregularidad geométrica vertical

1.6.1. Resultados

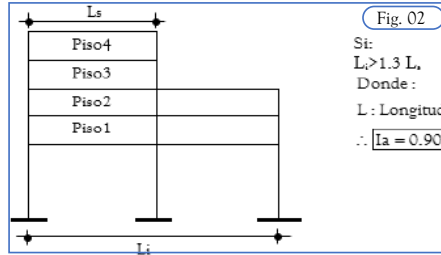
En el eje "X"	
Li	Ls

En el eje "Y"	
Li	Ls

donde:

Li:	Longitud en planta del primer nivel en el eje "X" e "Y"
Ls:	Menor longitud en planta de los niveles superiores al primer nivel en "X" e "Y"

1.6.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.6.3. Conclusión

No presenta irregularidad

Li	1.5(Li)
----	---------

Ia:	1
-----	---

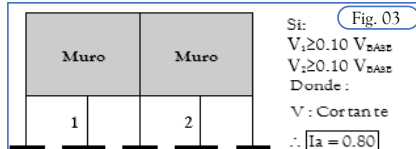
1.7. Discontinuidad en los sistemas resistentes

1.7.1. Resultados

En el eje "X"	
F. cortante	V
Cortante 1	
Cortante 2	

En el eje "Y"	
F. cortante	V
Cortante 1	
Cortante 2	

1.7.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.7.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V	0.1(Vbase)
---	------------

Ia:	1
-----	---

1.8. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

1.8.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.7.1

1.8.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 03, Si: $V1+V2 > 0.5V_{base}$	Ia:	0.6
--	-----	-----

1.8.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V1+V2	0.5(Vbase)
-------	------------

Ia:	1
-----	---

2. IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)

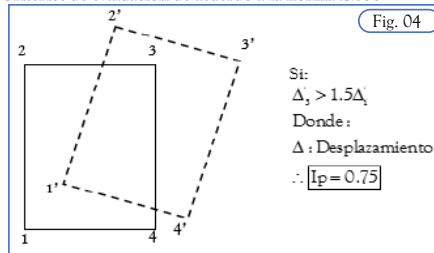
2.1. Irregularidad torsional

2.1.1. Resultados

Desplazamientos	$\Delta'1$	$\Delta'3$
Piso 1	0.0032	0.0031
Piso 2	0.0023	0.0022
Piso 3	0.0035	0.0036

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.1.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p$	1
-------	---

$\Delta_3'$	$1.5\Delta_1'$
0.0031	0.0048

2.2. Irregularidad torsional extrema

2.2.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 2.1.1

2.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 04, Si: $\Delta_3 > 3\Delta_1'$	$I_a$ :	0.6
--	---------	-----

2.2.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p$	1
-------	---

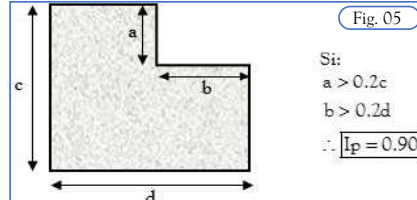
$\Delta_3'$	$3\Delta_1'$
0.0031	0.0096

2.3. Irregularidad por esquina entrante

2.3.1. Resultados

Lados	L (m)
a	6.1
b	4.6
c	9.4
d	17.73

2.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.3.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p$	1
-------	---

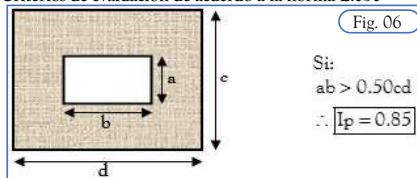
a	0.2(c)	b	0.2(d)	$I_p$	1
6.1	1.88	4.6	3.546		

2.4. Irregularidad por discontinuidad de diafragma

2.4.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.4.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p$	1
-------	---

ab	0.5(cd)
6.5	61.625

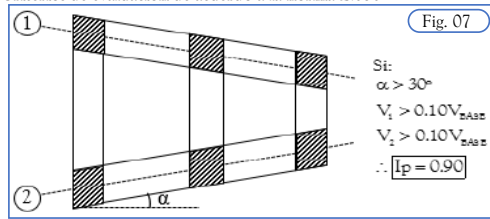
2.5. Irregularidad por ejes no paralelos

2.5.1. Resultados

Angulo ( $\Theta$ ):	21.1
Cortante V1:	
Cortante V2:	
Cortante basal V:	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.5.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p$ :	1
---------	---

$\theta$ :	22
F. Cortante	0.1(V)

3. RESUMEN DE IRREGULARIDAD ( $I_a$ ,  $I_p$ )

Irregularidad	Valor	Observaciones
$I_a$ :	0.5	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_a=1$ )
$I_p$ :	1	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_p=1$ )

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	01		
Fecha:	28/08/2016		
Propietario:	PEDRO ARENAS VARGAS - ANA FLORES PALOMINO		
Dirección:	Av. Victor Raul Haya de la Torre		
Pisos contruidos:	3	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		134.03 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. SEPARACION ENTRE EDIFICIOS Y/O ELEMETOS RESISTENTES

1.1. Resultados

Entre edificios	Entre elementos resistentes
S:   0 cm	S:   0 cm

1.2. Restricciones de la norma E.030

$S=0.006(h) \geq 3\text{cm}$

donde:

S: Separación entre edificios y/o elementos resistentes

h: Altura total del edificio

1.3. Conclusiones

h:   2.8 m	No Verifica	
S	0.006(h)	S <sub>mín</sub>
0	1.68	3

Como  $s=0\text{cm}$ , no cumple el valor mínimo establecido por la norma que es de 3cm de junta sísmica entre edificaciones colindantes

2. PERÍODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN DEL EDIFICIO (T)

2.1. Resultados

T: | 0.444 s

2.2. Restricciones de la norma E.030

$T \leq 0.1(n)$

donde:

T: Periodo fundamental de vibracion del edificio

n: Número de pisos y/o niveles del edificio

2.3. Conclusiones

n:   0	No Verifica
T	0.1(n)
0.444	0

La norma sugiere un periodo de vibración de 0.1s por nivel, sin embargo el resultado obtenido prueba que la edificación esta vibrando como si fuera una edificación de 4 niveles.

3. FUERZA CORTANTE EN LA BASE (V)

3.1. Resultados

En el eje "X"	En el eje "Y"
Sismo estático (SE <sub>x</sub> ):   -59.273	Sismo estático (SE <sub>y</sub> ):   -59.273
Sismo dinámico (SD <sub>x</sub> ):   47.257	Sismo dinámico (SD <sub>y</sub> ):   52.7946

3.2. Restricciones de la norma E.030

Estructura Regular	SD $\geq$ 0.80(SE)
Estructura Irregular	SD $\geq$ 0.90(SE)

1.3. Conclusiones

En el eje "X"	En el eje "Y"	No Verifica
SD <sub>x</sub>	SD <sub>y</sub>	0.90(SE <sub>y</sub> )
47.26	53.34579	52.795
53.34579	53.34579	

Pa este caso de análisis se cumple que el cortante basal para el sismo dinámico no supera el 90% del obtenido por sismo estático, según establece la norma E.030.

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LOS ENTREPISOS (DERIVAS)

4.1. Resultados

Sistema estructural en "X":	Aporticada		Irregular	
Sistema estructural en "Y":	Aporticada		Irregular	
Datos Adicionales:	Rx:	4	Ry:	4
	CCx:	4	CCy:	4

Elección del factor CC	
Est. regular:	CC=0.75R
Est. irregular:	CC=R

4.1.1. Desplazamientos en "X":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso3	Sismo dinámico X (máx)	0.00845	0.0016	3
Piso2	Sismo dinámico X (máx)	0.00686	0.00322	3
Piso1	Sismo dinámico X (máx)	0.00364	0.00364	3

4.1.2. Desplazamientos en "Y":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso3	Sismo dinámico Y (máx)	0.00776	0.00157	3
Piso2	Sismo dinámico Y (máx)	0.00619	0.00295	3
Piso1	Sismo dinámico Y (máx)	0.00324	0.00324	3

donde:

$\Delta$ : Desplazamiento

$\Delta R$ : Desplazamiento relativo

$\Delta R/H_i$ : Deriva estructural

Rx, Ry: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas en "X" e "Y"

CCx, CCy: Factor de deriva para pasar al rango inelástico en "X" e "Y"

4.2. Restricciones de la norma E.030

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	$\Delta R/H$
Concreto armado	0.007
Albañilería	0.005

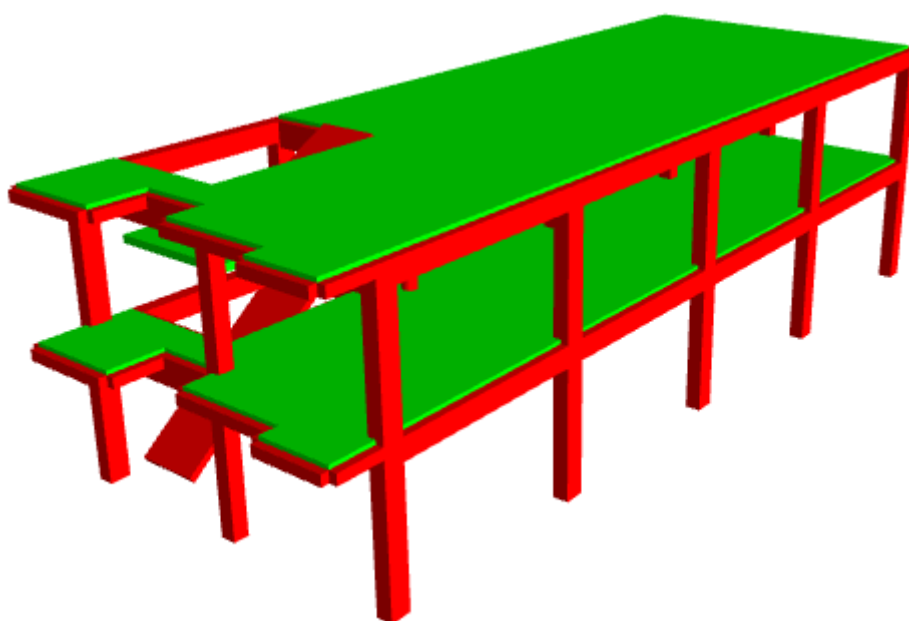
4.3. Conclusiones

Piso	En el eje "X"		En el eje "Y"	
	$\Delta R/H$	Elást.	$\Delta R/H$ Inelást.	$\Delta R/H$ Inelást.
Piso3	0.00053		0.002	0.0005
Piso2	0.00107		0.004	0.001
Piso1	0.00121		0.005	0.004

Si Verifica

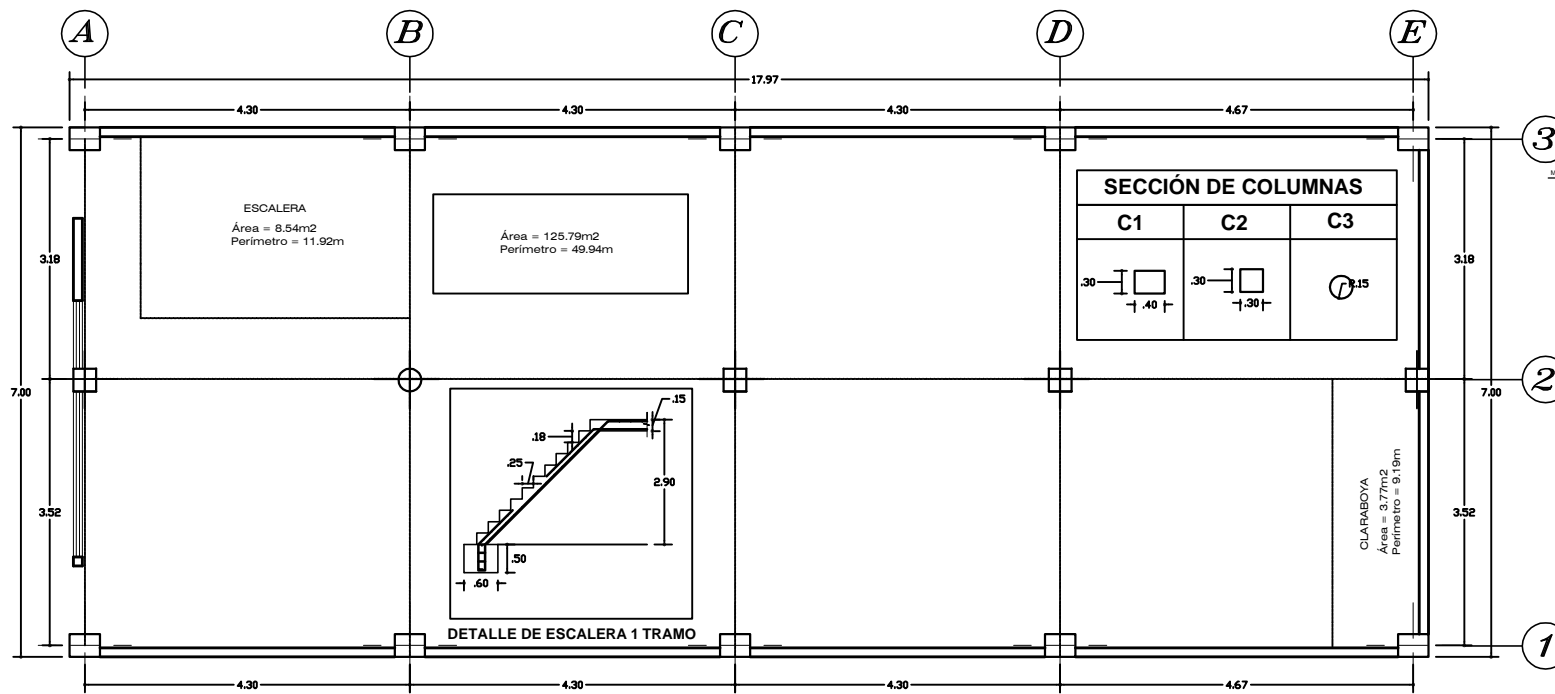
Los desplazamientos laterales relativos de entrepiso pasados al rango inelástico considerando la estructura irregular si verifican el valor establecido por la norma E.030.

**INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES  
DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY**

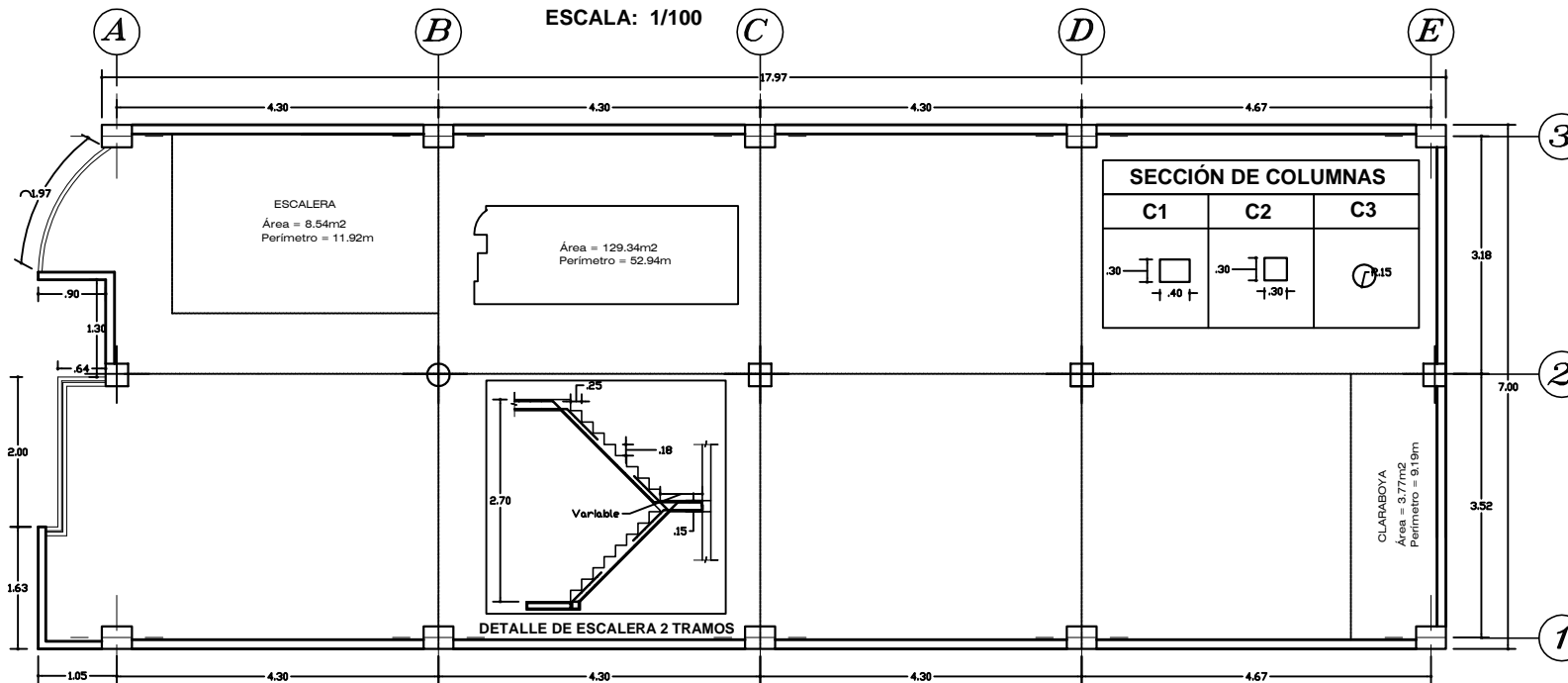


VIVIENDA N°

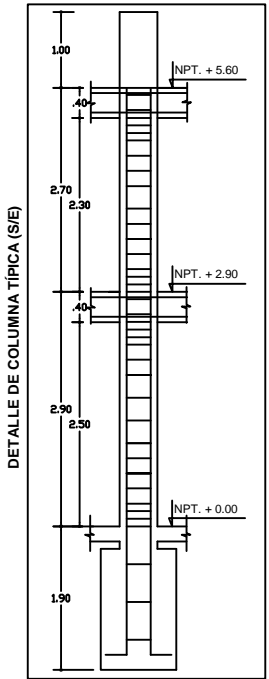
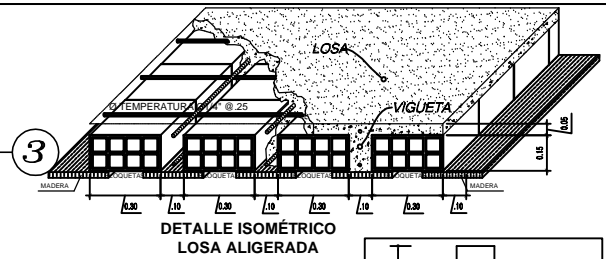
**02**



PLANO 1º NIVEL  
ESCALA: 1/100



PLANO 2º NIVEL  
ESCALA: 1/100



SECCIÓN DE COLUMNAS		
C1	C2	C3

SECCIÓN DE COLUMNAS		
C1	C2	C3

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Vigas:**  
 Vigas principales: en dirección horizontal (VP30x50)  
 Vigas secundarias: en dirección horizontal (VP30x40)  
 Vigas chatas: en escaleras (VCH25x20)

**Escalera:**  
 Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrespiso  
 Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m

**Concreto:**  
 f<sub>c</sub>=210kg/cm<sup>2</sup>

INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY **UAP**

PROPIETARIO: CLARA ANITA BRAVO MOTERREY

PLANO: ARQUITECTURA

REALIZADO POR: BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

UBICACIÓN:  
 Lugar: Av. Augusto Salazar Bondy  
 Distrito: Abancay  
 Provincia: Abancay  
 Departamento: Apurímac

LÁMINA: **V02-U**

ESCALA: Indicada

FECHA: 28/08/2016

FICHA TÉCNICA - ENCUESTA Y RECOPIACION DE DATOS TÉCNICOS

1. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	02		
Fecha:	28/08/2016		
Propietario:	CLARA ANITA BRAVO MOTERREY		
Dirección:	Av. Augusto Salazar Bondy		
Pisos contruidos:	2	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		129.34 m <sup>2</sup>
N° de personas que habitan la vivienda:	5		
Inversión de la construcción (S/.):	99,800.00		
Antigüedad de la vivienda (años):	3		
Caract. de la ubicación de la vivienda:			

La vivienda se encuentra sobre una superficie con un ligero ángulo de inclinación hacia el norte, cercano a un riachuelo que suele incrementar su caudal en tiempos de lluvia, con un tipo de suelo aparentemente compuesto por grava, la zona es urbana donde predomina construcciones de material noble (concreto armado) y algunas de abobe.

2. DATOS TÉCNICOS

2.1. Datos referenciales

P1: Realizo Ud. estudios de mecanica de suelos para la construcción de su vivienda?	No
P2: La vivienda construida cuenta con un plano de arquitectura (plano en planta, cortes y elevaciones)?	Si
P3: La vivienda construida cuenta con un plano de estructuras?	No
P4: Ud. recibio asistencia técnica y/o profesional durante el proceso de construcción?	No
P5: La vivienda presenta un sistema estructural definido?	Si

2.2. Elementos estructurales

Junta sísmica entre elementos estructurales (cm):	10
---	----

Zapatas	a (m)	b (m)	d (m)	Df (m)	Cant.
Zapata 1 (Z1)	1.2	1.2	0.7	1.9	15

Columnas	a (m)	b (m)	Tipo	Cant.
Col.1 (C1)	0.3	0.4	Rectangular	10
Col. 2 (C2)	0.3	0.3	Cuadrado	4
Col. 3 (C3)	D=0.30		Circular	1

Vigas	b (m)	h (m)
Viga Principal (VP)	0.3	0.5
Viga Secundaria (VS)	0.3	0.4
Viga Chata (VCH)	0.25	0.2

Losas	e (m)	Ladrillo Pandereta
Losa Alig. 1	0.2	0.30x0.30x0.15

Escaleras	p (m)	Cp (m)	t (m)	N° de Tramos
Escalera 1	0.25	0.18	0.15	Ver plano
Escalera 2				

2.3. Características del concreto, acero y/o albañilería

Concreto:	
Nombre del material:	f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico (γ <sub>c</sub> ):	2.4 Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de eslast. (Ec):	2173706.512 Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de corte (Gc):	905711.05 Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de poisson (μ):	0.2 Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la compresión (f'c):	2100 Tonf/m <sup>2</sup>

Acero:	
Nombre del material:	Acero G60
Peso específico (γ <sub>a</sub> ):	7.85 Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad (Ea):	2.00E+07 Tonf/m <sup>2</sup>
Límite elástico mín. (Fy):	42000 Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la tracción (Fu):	63000 Tonf/m <sup>2</sup>

Muros:	
Nombre del material:	
Peso específico (γ <sub>m</sub> ):	
Módulo de elasticidad (Em):	
Módulo de corte (Gm):	
Módulo de poisson (μ):	
Resist. a la compresión (f'c):	



2.4. Características del suelo de fundación

Perfil de suelo:	S1
Periodos:	Tp: 0.4
	Tl: 2.5

2.5. Características de la vivienda:

Nº de pisos:	2
Altura 1º nivel:	2.9
Altura demas niveles:	2.7
Altura total (Hn):	5.6

2.6. Parámetros de análisis sísmico según E.030

Factor de zona (Z):	0.25
Factor de uso (U):	1
Factor de suelo (S):	1
Coeficiente Ct:	Ctx: 35
	Cty: 35
Periodo fundamental de vibración (T):	Tx: 0.16
	Ty: 0.16
Factor de amplificación sísmica (C):	Cx: 2.5
	Cy: 2.5
Irregularidad en altura (Ia):	0.9
Irregularidad en planta (Ip):	1
Coeficiente básico de reducción (R):	ROX: 8
	ROY: 8
Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R):	RX: 7.2
	RY: 7.2
Coeficiente para el cálculo del contante estático (CE):	CEX: 0.08681
	CEY: 0.08681
Cx/Rx:	0.34722222...Ok!
Cy/Ry:	0.34722222...Ok!

PARÁMETROS SEGUN LA NORMA E.030

CLASIFICACIÓN DE PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	>1500m/s	-	-
S1	500m/s a 1500m/s	>50	>100kPa
S2	180m/s a 500m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S3	<180m/s	<15	25kPa a 50kPa

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría	Factor "U"	
A	Edificaciones Esenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1

ELECCION DEL Ct	
Ct	Descripción
35	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos
45	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos y muros
60	Edif. cuyos elem. resist. sean muros

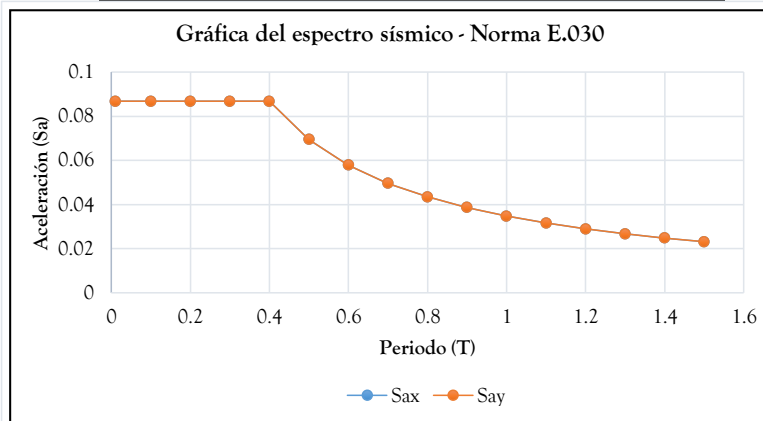
SISTEMAS ESTRUCTURALES	FACT./ZONA	
R0	Sistema estructural	ZONA:Z
8	Porticos	4:0.45
7	Dual	3:0.35
6	Muros estructurales	2:0.25
4	Muros de ductilidad limitada	1:0.10

FACTOR DE SUELO "S"				
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

PERIODOS Tp y Tl				
	S0	S1	S2	S3
Tp(S)	0.3	0.4	0.6	1
Tl(S)	3	2.5	2	1.6

2.7. Espectro sísmico

T	C	Sax	Say
0.01	2.5	0.087	0.08681
0.1	2.5	0.087	0.08681
0.2	2.5	0.087	0.08681
0.3	2.5	0.087	0.08681
0.4	2.5	0.087	0.08681
0.5	2	0.069	0.06944
0.6	1.666666667	0.058	0.05787
0.7	1.428571429	0.05	0.0496
0.8	1.25	0.043	0.0434
0.9	1.111111111	0.039	0.03858
1	1	0.035	0.03472
1.1	0.909090909	0.032	0.03157
1.2	0.833333333	0.029	0.02894
1.3	0.769230769	0.027	0.02671
1.4	0.714285714	0.025	0.0248
1.5	0.666666667	0.023	0.02315



Donde:

T: Periodo fundamental de vibración

C: Coeficiente de amplificación sísmica

Sax, Say: Aceleración espectral en "X" e "Y"

FÓRMULAS SEGÚN LA NORMA E.030

• $C = 2.5; T < T_p$	$T = \frac{H_n}{C_t} \left  S_a = \frac{ZUCS}{R} \right.$
• $C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right); T_p < T < T_l$	$R = (I_a)(I_p)(R_0)$
• $C = 2.5 \left( \frac{T_p \cdot T_l}{T^2} \right); T > T_l$	$C_E = \frac{ZUCS}{R}; \frac{C}{R} \geq 0.125$

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	02		
Fecha:	28/08/2016		
Propietario:	CLARA ANITA BRAVO MOTERREY		
Dirección:	Av. Augusto Salazar Bondy		
Pisos contruidos:	2	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		129.34 m2

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)

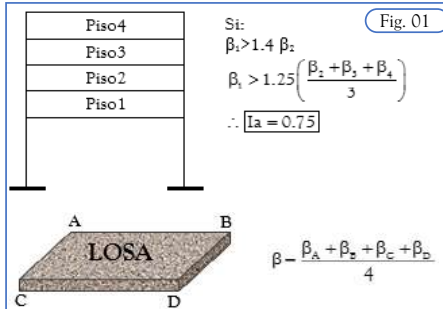
1.1. Irregularidad de rigidez - Piso Blando

1.1.1. Resultados

Derivas	$\beta_x$
Piso2	0.0002059
Piso1	0.0001328

Derivas	$\beta_y$
Piso2	0.00022926
Piso1	0.00033724

1.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



Nota: No se aplica en azoteas

1.1.3. Conclusión

$\beta_1$	1.4( $\beta_2$ )
0.00013276	0.0002883

Ia:	1
-----	---

1.2. Irregularidad de resistencia - Piso debil

1.2.1. Resultados

Rigidez en "X"	
Rigidez	k
Piso2	11485.003
Piso1	27057.056

Rigidez en "Y"	
Rigidez	k
Piso2	7778.574
Piso1	10188.608

1.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $k_1 < 0.80k_2$	Ia:	0.75
------------------------------------	-----	------

1.2.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:
k1	0.80(k2)	k1	0.80(k2)	1
27057.056	9188.0024	10188.608	6222.8592	

1.3. Irregularidad extrema de rigidez (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.3.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.1.1

1.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

$$\beta_1 > 1.60\beta_2 \vee \beta_1 > 1.4 \left( \frac{\beta_2 + \beta_3 + \beta_4}{3} \right)$$

$\therefore Ia = 0.50$

1.3.3. Conclusión

$\beta_1$	1.6( $\beta_2$ )
0.00013276	0.0003295

Ia:	1
-----	---

1.4. Irregularidad extrema de resistencia (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.4.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.2.1

1.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $k_2 < 0.65k_3$	Ia:	0.5
------------------------------------	-----	-----

1.4.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:
k1	0.65(k2)	k1	0.65(k2)	1
27057.056	17465.252	10188.608	5056.0731	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

1.5. Irregularidad de masa o peso

1.5.1. Resultados

Peso	P
Piso2	8.48618
Piso1	15.20947

1.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $P1 > 1.5P2$	Ia:	0.9
---------------------------------	-----	-----

1.5.3. Conclusión

P1	1.5(P2)	Ia:	0.9
15.20947	12.72927		

1.6. Irregularidad geométrica vertical

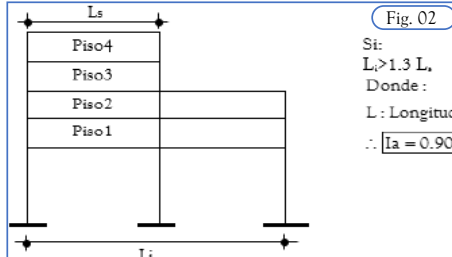
1.6.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
Li	Ls	Li	Ls

donde:

Li:	Longitud en planta del primer nivel en el eje "X" e "Y"
Ls:	Menor longitud en planta de los niveles superiores al primer nivel en "X" e "Y"

1.6.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.6.3. Conclusión

No presenta irregularidad

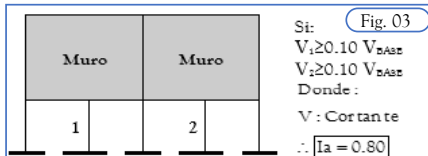
Li	1.5(Li)	Ia:	1

1.7. Discontinuidad en los sistemas resistentes

1.7.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
F. cortante	V	F. cortante	V
Cortante 1		Cortante 1	
Cortante 2		Cortante 2	

1.7.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.7.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V	0.1(Vbase)	Ia:	1

1.8. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

1.8.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.7.1

1.8.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 03, Si: $V1 + V2 > 0.5V_{base}$	Ia:	0.6
--	-----	-----

1.8.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V1+V2	0.5(Vbase)	Ia:	1

2. IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)

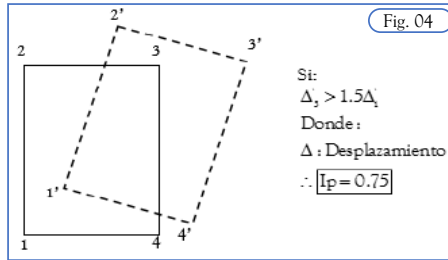
2.1. Irregularidad torsional

2.1.1. Resultados

Desplazamientos	$\Delta'1$	$\Delta'3$
Piso 1	0.003	0.0031
Piso 2	0.0021	0.0019
Piso 3	0.0015	0.0017

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.1.3. Conclusión

No presenta irregularidad	
$\Delta 3'$	$1.5\Delta 1'$
0.0031	0.0045

$I_p$ :	1
---------	---

2.2. Irregularidad torsional extrema

2.2.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 2.1.1

2.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 04, Si: $\Delta 3 > 3\Delta 1'$	$I_a$ :	0.6
--	---------	-----

2.2.3. Conclusión

No presenta irregularidad	
$\Delta 3'$	$3\Delta 1'$
0.0031	0.009

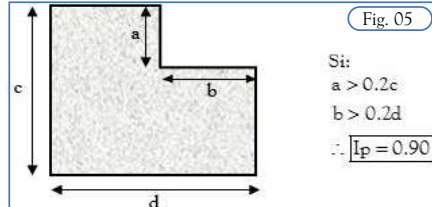
$I_p$ :	1
---------	---

2.3. Irregularidad por esquina entrante

2.3.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.3.3. Conclusión

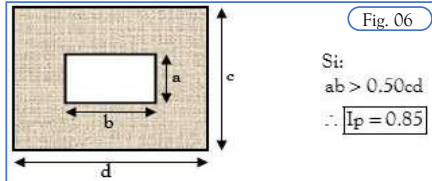
No presenta irregularidad					
a	0.2(c)	b	0.2(d)	$I_p$ :	1

2.4. Irregularidad por discontinuidad de diafragma

2.4.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.4.3. Conclusión

No presenta irregularidad		$I_p$ :	1
ab	0.5(cd)		
12.31	62.895		

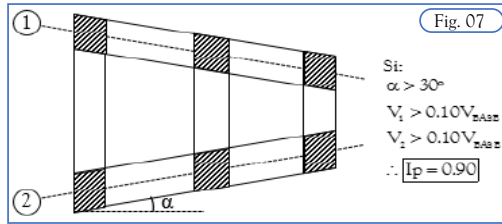
2.5. Irregularidad por ejes no paralelos

2.5.1. Resultados

Angulo ( $\Theta$ ):	
Cortante V1:	
Cortante V2:	
Cortante basal V:	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.5.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p$ : 1

$\theta$ :	22
F. Cortante	0.1(V)

3. RESUMEN DE IRREGULARIDAD ( $I_a$ ,  $I_p$ )

Irregularidad	Valor	Observaciones
$I_a$ :	0.9	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_a=1$ )
$I_p$ :	1	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_p=1$ )

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	02		
Fecha:	28/08/2016		
Propietario:	CLARA ANITA BRAVO MOTERREY		
Dirección:	Av. Augusto Salazar Bondy		
Pisos contruidos:	2	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		129.34 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. SEPARACION ENTRE EDIFICIOS Y/O ELEMETOS RESISTENTES

1.1. Resultados

Entre edificios	Entre elementos resistentes
S:   10 cm	S:   0 cm

1.2. Restricciones de la norma E.030

$S=0.006(h) \geq 3\text{cm}$

donde:

S: Separación entre edificios y/o elementos resistentes

h: Altura total del edificio

1.3. Conclusiones

h:   5.6 m	Si Verifica
S   0.006(h)   S <sub>mín</sub>	
10   3.36   3	

Como  $s=10\text{cm}$ , cumple el valor establecido por la norma que es de 3.36cm de junta sísmica entre edificaciones colindantes

2. PERÍODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN DEL EDIFICIO (T)

2.1. Resultados

T: | 0.306 s

2.2. Restricciones de la norma E.030

$T \leq 0.1(n)$

donde:

T: Periodo fundamental de vibracion del edificio

n: Número de pisos y/o niveles del edificio

2.3. Conclusiones

n:   2	No Verifica
T   0.1(n)	
0.306   0.2	

La norma sugiere un periodo de vibración de 0.1s por nivel, sin embargo el resultado obtenido prueba que la edificación esta vibrando como si fuera una edificación de 3 niveles.

3. FUERZA CORTANTE EN LA BASE (V)

3.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
Sismo estático (SE <sub>x</sub> ):	-20.926	Sismo estático (SE <sub>y</sub> ):	-20.926
Sismo dinámico (SD <sub>x</sub> ):	11.435	Sismo dinámico (SD <sub>y</sub> ):	13.3457

3.2. Restricciones de la norma E.030

Estructura Regular	$SD \geq 0.80(SE)$
Estructura Irregular	$SD \geq 0.90(SE)$

1.3. Conclusiones

En el eje "X"		En el eje "Y"		No Verifica
SD <sub>x</sub>	0.80(SE <sub>x</sub> )	SD <sub>y</sub>	0.80(SE <sub>y</sub> )	
11.43	16.7408	13.346	16.7408	

Pa este caso de análisis se cumple que el cortante basal para el sismo dinámico no supera el 90% del obtenido por sismo estático, según establece la norma E.030.

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LOS ENTREPISOS (DERIVAS)

4.1. Resultados

Sistema estructural en "X":	Aporticada		Irregular	
Sistema estructural en "Y":	Aporticada		Irregular	
Datos Adicionales:	Rx:	7.2	Ry:	7.2
	CCx:	7.2	CCy:	7.2

Elección del factor CC	
Est. regular:	CC=0.75R
Est. irregular:	CC=R

4.1.1. Desplazamientos en "X":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso2	Sismo dinámico X (máx)	0.00094	0.00056	2.7
Piso1	Sismo dinámico X (máx)	0.00039	0.00039	2.9

4.1.2. Desplazamientos en "Y":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso2	Sismo dinámico Y (máx)	0.0016	0.00062	2.7
Piso1	Sismo dinámico Y (máx)	0.00098	0.00098	2.9

donde:

$\Delta$ : Desplazamiento

$\Delta R$ : Desplazamiento relativo

$\Delta R/H_i$ : Deriva estructural

Rx, Ry: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas en "X" e "Y"

CCx, CCy: Factor de deriva para pasar al rango inelástico en "X" e "Y"

4.2. Restricciones de la norma E.030

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	$\Delta R/H$
Concreto armado	0.007
Albañilería	0.005

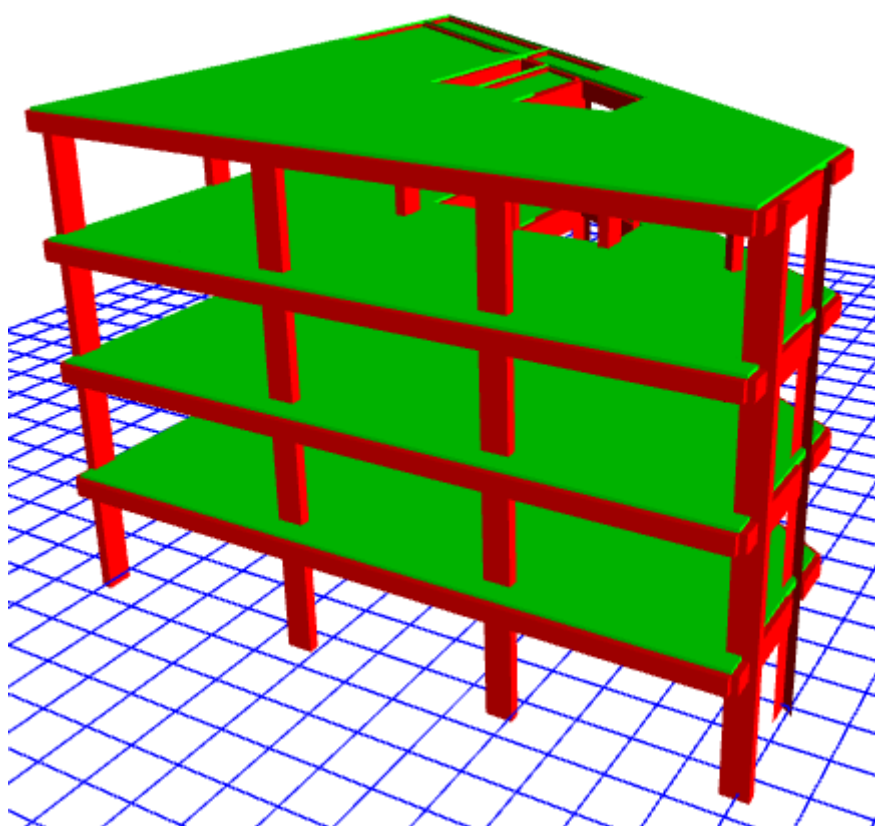
4.3. Conclusiones

Piso	En el eje "X"		En el eje "Y"	
	$\Delta R/H$	Elást.	$\Delta R/H$	Elást.
Piso2	0.00021	0.0015	0.0002	0.00165
Piso1	0.00013	0.001	0.0003	0.00243

Si Verifica

Los desplazamientos laterales relativos de entrepiso pasados al rango inelástico considerando la estructura irregular si verifican el valor establecido por la norma E.030.

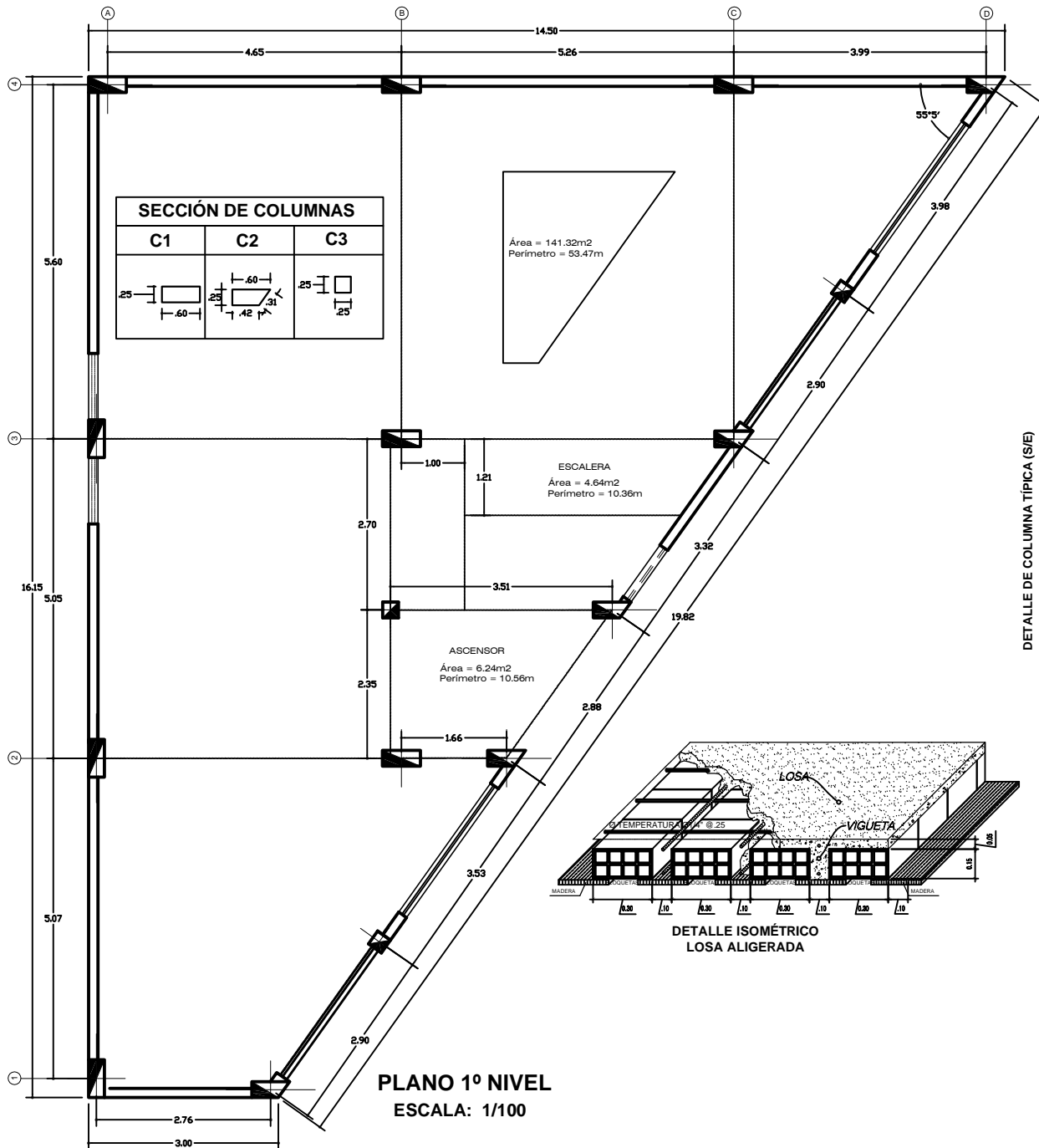
**INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES  
DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY**



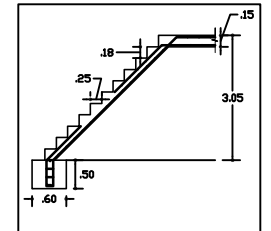
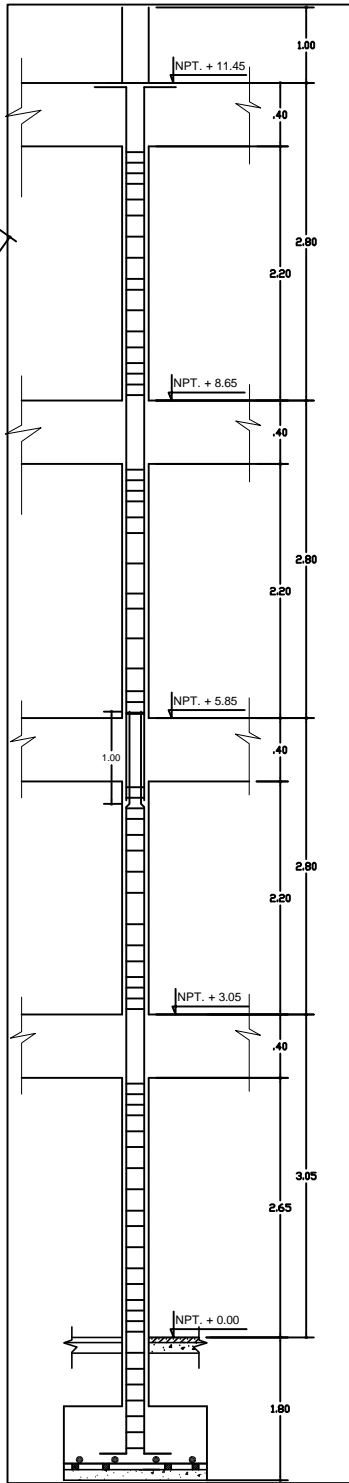
VIVIENDA N°

**03**





DETALLE DE COLUMNA TÍPICA (S/E)



DETALLE DE ESCALERA 1 TRAMO

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Vigas:**  
Vigas principales: en dirección horizontal (VP25x60)  
Vigas secundarias: en dirección vertical (VS25x40)  
Vigas chatas: en escaleras (VP30x20)

**Escalera:**  
Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrespiso  
Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m

**Concreto:**  
f<sub>c</sub> = 210kg/cm<sup>2</sup>

INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY **UAP**

PROPIETARIO: FLORA UTANI DE SERRANO

PLANO: ARQUITECTURA

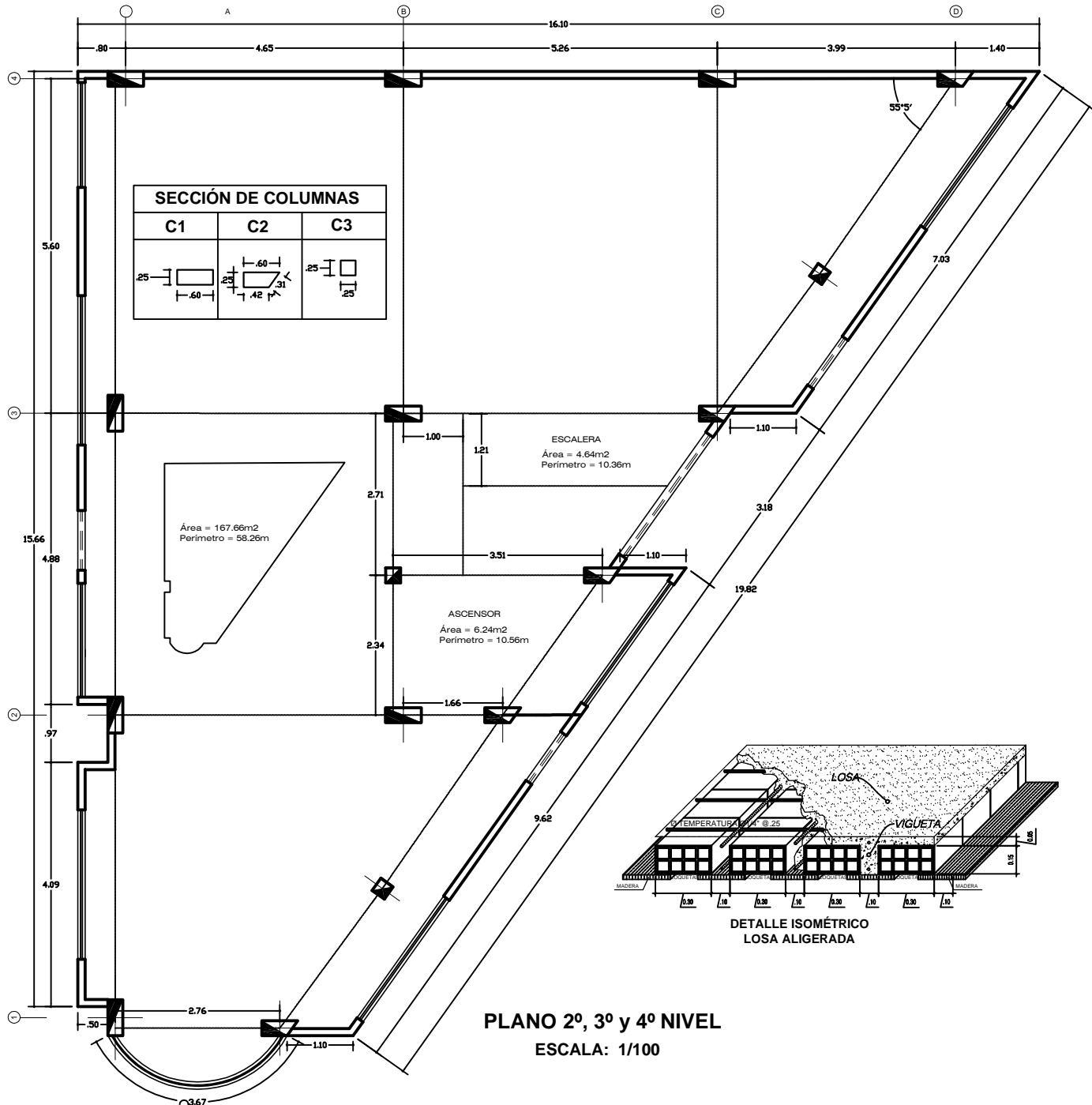
REALIZADO POR: BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

**UBICACIÓN:**  
Lugar: Barrio Fonavi  
Distrito: Abancay  
Provincia: Abancay  
Departamento: Apurímac

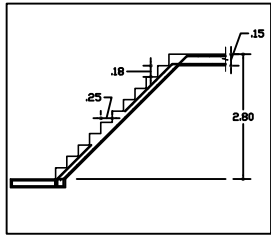
**LÁMINA: V03-01**

ESCALA: Indicada

FECHA: 29/08/2016



SECCIÓN DE COLUMNAS		
C1	C2	C3



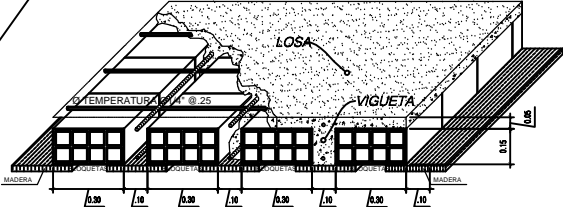
DETALLE DE ESCALERA 1 TRAMO

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Vigas:**  
 Vigas principales: en dirección horizontal (VP25x60)  
 Vigas secundarias: en dirección vertical (VS25x40)  
 Vigas chatas: en escaleras (VP30x20)

**Escalera:**  
 Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrepiso  
 Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m

**Concreto:**  
 f<sub>c</sub> = 210kg/cm<sup>2</sup>



DETALLE ISOMÉTRICO  
 LOSA ALIGERADA

**PLANO 2º, 3º y 4º NIVEL**  
 ESCALA: 1/100

INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY **UAP**

PROPIETARIO: FLORA UTANI DE SERRANO

PLANO: ARQUITECTURA

REALIZADO POR: BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

UBICACIÓN:  
 Lugar: Barrio Fonavi  
 Distrito: Abancay  
 Provincia: Abancay  
 Departamento: Apurímac

LÁMINA: **V03-02**

ESCALA: Indicada

FECHA: 29/08/2016

FICHA TÉCNICA - ENCUESTA Y RECOPIACION DE DATOS TECNICOS

1. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	03		
Fecha:	29/08/2016		
Propietario:	FLORA UTANI DE SERRANO		
Dirección:	Barrio Fonavi		
Pisos contruidos:	4	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		167.66 m2
N° de personas que habitan la vivienda:	8		
Inversión de la construcción (S/.):	140,000.00		
Antigüedad de la vivienda (años):	3		
Caract. de la ubicación de la vivienda:			

La vivienda se encuentra sobre una superficie con un ligero ángulo de inclinación hacia el norte, con presencia visible de reptacion de suelos, con un tipo de suelo aparentemente arcilloso, la zona es urbana donde predomina construcciones de material noble (concreto armado) y algunas de abobe.

2. DATOS TÉCNICOS

2.1. Datos referenciales

P1: Realizo Ud. estudios de mecanica de suelos para la construcción de su vivienda?	No
P2: La vivienda construida cuenta con un plano de arquitectura (plano en planta, cortes y elevaciones?)	Si
P3: La vivienda construida cuenta con un plano de estructuras?	No
P4: Ud. recibio asitencia técnica y/o profesional durante el proceso de construcción?	No
P5: La vivienda presenta un sistema estructural defínido?	Si

2.2. Elementos estructurales

Junta sísmica entre elementos estructurales (cm):	3.5
---	-----

Zapatas	a (m)	b (m)	d (m)	Df (m)	Cant.
Zapata1 (Z1)	1.65	1.5	0.8	1.8	8
Zapata2 (Z2)	1.65	4.65	0.8	1.8	1
Zapata3 (Z3)	1.1	1.1	0.8	1.8	5

Columnas	a (m)	b (m)	Tipo	Cant.
Col.1 (C1)	0.25	0.6	Rectangular	8
Col. 2 (C2)			Irregular	5
Col. 3 (C3)	0.25	0.25	Cuadrado	3

Vigas	b (m)	h (m)
Viga Principal (VP)	0.25	0.6
Viga Secundaria (VS)	0.25	0.4
Viga Chata (VCH)	0.3	0.2

Losas	e (m)	Ladrillo Pandereta
Losa Alig. 1	0.2	0.30x0.30x0.15

Escaleras	p (m)	Cp (m)	t (m)	N° de Tramos
Escalera 1	0.25	0.18	0.15	2

2.3. Características del concreto, acero y/o albañilería

Concreto:		
Nombre del material:	f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>	
Peso específico (γ <sub>c</sub> ):	2.4	Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elast. (E <sub>c</sub> ):	2173706.512	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de corte (G <sub>c</sub> ):	905711.05	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de poisson (μ):	0.2	Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	2100	Tonf/m <sup>2</sup>

Acero:	
Nombre del material:	Acero G60
Peso específico (γ <sub>a</sub> ):	7.85 Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad (E <sub>a</sub> ):	2.00E+07 Tonf/m <sup>2</sup>
Límite elástico mín. (F <sub>y</sub> ):	42000 Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la tracción (F <sub>u</sub> ):	63000 Tonf/m <sup>2</sup>

Muros:	
Nombre del material:	
Peso específico (γ <sub>m</sub> ):	
Módulo de elasticidad (E <sub>m</sub> ):	
Módulo de corte (G <sub>m</sub> ):	
Módulo de poisson (μ):	
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	

2.4. Características del suelo de fundación

Perfil de suelo:	S2
Periodos:	Tp: 0.6
	Tl: 2

2.5. Características de la vivienda:

Nº de pisos:	4
Altura 1º nivel:	3.05
Altura demas niveles:	2.8
Altura total (Hn):	11.45

2.6. Parámetros se análisis sísmico según E.030

Factor de zona (Z):	0.25
Factor de uso (U):	1
Factor de suelo (S):	1.2
Coeficiente Ct:	Ctx: 35
	Cty: 35
Periodo fundamental de vibración (T):	Tx: 0.32714
	Ty: 0.32714
Factor de amplificación sísmica (C):	Cx: 2.5
	Cy: 2.5
Irregularidad en altura (Ia):	1
Irregularidad en planta (Ip):	0.9
Coeficiente básico de reducción (Ro):	Rox: 8
	Roy: 8
Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R):	Rx: 7.2
	Ry: 7.2
Coeficiente para el cálculo del contante estatico (CE):	CEx: 0.10417
	CEy: 0.10417
Cx/Rx:	0.347222222...Ok!
Cy/Ry:	0.347222222...Ok!

PARÁMETROS SEGUN LA NORMA E.030

CLASIFICACIÓN DE PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	>1500m/s	-	-
S1	500m/s a 1500m/s	>50	>100kPa
S2	180m/s a 500m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S3	<180m/s	<15	25kPa a 50kPa

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría	Factor "U"	
A	Edificaciones Ecenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1

ELECCION DEL Ct	
Ct	Descripción
35	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos
45	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos y muros
60	Edif. cuyos elem. resist. sean muros

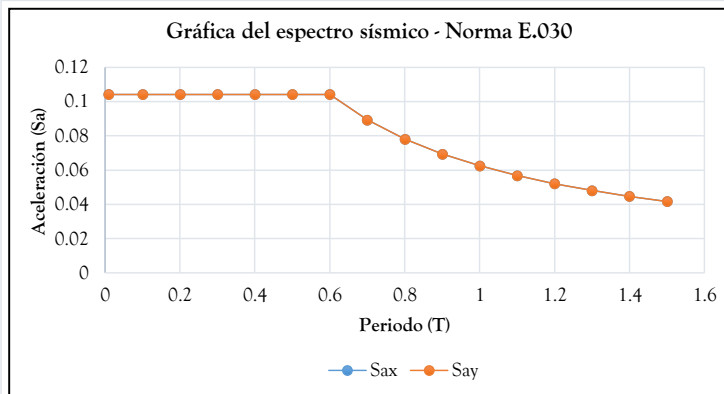
SISTEMAS ESTRUCTURALES	FACT./ZONA	
R0	Sistema estructural	ZONA:Z
8	Porticos	4:0.45
7	Dual	3:0.35
6	Muros estructurales	2:0.25
4	Muros de ductilidad limitada	1:0.10

FACTOR DE SUELO "S"				
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

PERIODOS Tp y Tl				
	S0	S1	S2	S3
Tp(S)	0.3	0.4	0.6	1
Tl(S)	3	2.5	2	1.6

2.7. Espectro sísmico

T	C	Sax	Say
0.01	2.5	0.104	0.10417
0.1	2.5	0.104	0.10417
0.2	2.5	0.104	0.10417
0.3	2.5	0.104	0.10417
0.4	2.5	0.104	0.10417
0.5	2.5	0.104	0.10417
0.6	2.5	0.104	0.10417
0.7	2.142857143	0.089	0.08929
0.8	1.875	0.078	0.07813
0.9	1.666666667	0.069	0.06944
1	1.5	0.063	0.0625
1.1	1.363636364	0.057	0.05682
1.2	1.25	0.052	0.05208
1.3	1.153846154	0.048	0.04808
1.4	1.071428571	0.045	0.04464
1.5	1	0.042	0.04167



Donde:

T: Periodo fundamental de vibración

C: Coeficiente de amplificación sísmica

Sax, Say: Aceleracion espectral en "X" e "Y"

FÓRMULAS SEGÚN LA NORMA E.030

• C = 2.5; T < Tp	$T = \frac{Hn}{C_t}$	$Sa = \frac{ZUCS}{R}$
• C = 2.5 $\left(\frac{Tp}{T}\right)$ ; Tp < T < Tl	$R = (Ia)(Ip)(Ro)$	
• C = 2.5 $\left(\frac{Tp \cdot Tl}{T^2}\right)$ ; T > Tl	$C_e = \frac{ZUCS}{R}$ ; $\frac{C}{R} \geq 0.125$	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	03		
Fecha:	29/08/2016		
Propietario:	FLORA UTANI DE SERRANO		
Dirección:	Barrio Fonavi		
Pisos contruidos:	4	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		167.66 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

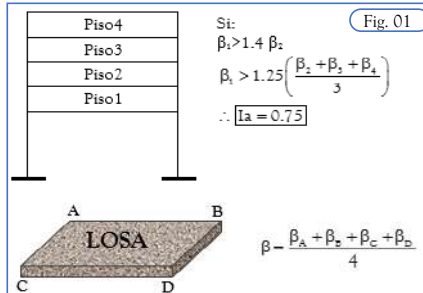
1. IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)

1.1. Irregularidad de rigidez - Piso Blando

1.1.1. Resultados

Derivas	$\beta_x$	Derivas	$\beta_y$
Piso4	0.0002232	Piso4	0.0005875
Piso3	0.0003432	Piso3	0.00109536
Piso2	0.0004136	Piso2	0.00136036
Piso1	0.00038	Piso1	0.00084852

1.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



Nota: No se aplica en azoteas

1.1.3. Conclusión

$\beta_1$	1.4( $\beta_2$ )	$1.25(\beta_2 + \beta_3 + \beta_4)/3$	Ia:	1
0.00038	0.000579	0.000408333		

1.2. Irregularidad de resistencia - Piso debil

1.2.1. Resultados

Rigidez en "X"		Rigidez en "Y"	
Rigidez	k	Rigidez	k
Piso4	20654.205	Piso4	8336.735
Piso3	29515.764	Piso3	10397.531
Piso2	33426.668	Piso2	11466
Piso1	40253.297	Piso1	19177.202

1.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si:  $k_1 < 0.80k_2$  Ia: 0.75

1.2.3. Conclusión

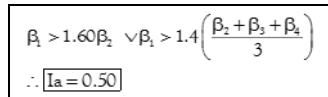
En "X"		En "Y"		Ia:	1
k1	0.80(k2)	k1	0.80(k2)		
40253.297	26741.334	19177.202	9172.8		

1.3. Irregularidad extrema de rigidez (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.3.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.1.1

1.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.3.3. Conclusión

$\beta_1$	1.6( $\beta_2$ )	Ia:	1
0.00038	0.0006617		

1.4. Irregularidad extrema de resistencia (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.4.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.2.1

1.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si:  $k_2 < 0.65k_3$  Ia: 0.5

1.4.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:	1
k1	0.65(k2)	k1	0.65(k2)		
40253.297	21727.334	19177.202	7452.9		

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

1.5. Irregularidad de masa o peso

1.5.1. Resultados

Peso	P
Piso4	10.37023
Piso3	16.58496
Piso2	16.58496
Piso1	15.96763

1.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si:  $P1 > 1.5P2$  Ia: 0.9

1.5.3. Conclusión

P1	1.5(P2)	Ia:	1
15.96763	24.87744		

1.6. Irregularidad geométrica vertical

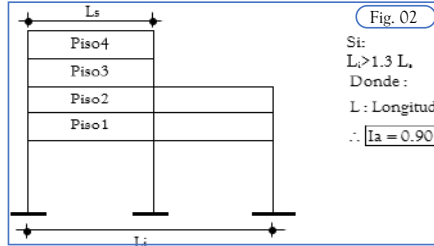
1.6.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
Li	Ls	Li	Ls

donde:

Li:	Longitud en planta del primer nivel en el eje "X" e "Y"
Ls:	Menor longitud en planta de los niveles superiores al primer nivel en "X" e "Y"

1.6.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.6.3. Conclusión

No presenta irregularidad

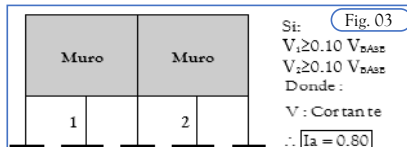
Li	1.5(Li)	Ia:	1

1.7. Discontinuidad en los sistemas resistentes

1.7.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
F. cortante	V	F. cortante	V
Cortante 1		Cortante 1	
Cortante 2		Cortante 2	

1.7.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.7.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V	0.1(Vbase)	Ia:	1

1.8. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

1.8.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.7.1

1.8.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 03, Si:  $V1 + V2 > 0.5Vbase$  Ia: 0.6

1.8.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V1+V2	0.5(Vbase)	Ia:	1

2. IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)

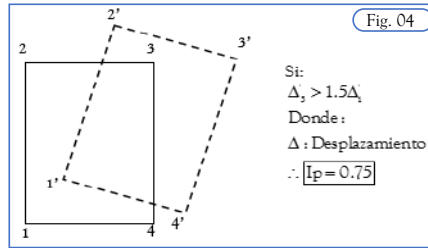
2.1. Irregularidad torsional

2.1.1. Resultados

Desplazamientos	$\Delta'1$	$\Delta'3$
Piso 1	0.00015	0.0002
Piso 2	0.00033	0.0018
Piso 3	0.0015	0.0017
Piso 4	0.0016	0.0015

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.1.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$\Delta 3'$	$1.5\Delta 1'$
0.0002	0.000225

$I_p$ : 1

2.2. Irregularidad torsional extrema

2.2.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 2.1.1

2.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 04, Si:  $\Delta 3 > 3\Delta 1'$  Ia: 0.6

2.2.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$\Delta 3'$	$3\Delta 1'$
0.0002	0.00045

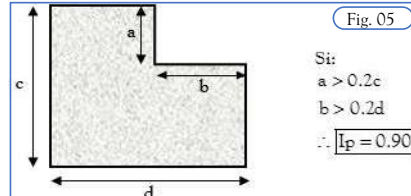
$I_p$ : 1

2.3. Irregularidad por esquina entrante

2.3.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.3.3. Conclusión

No presenta irregularidad

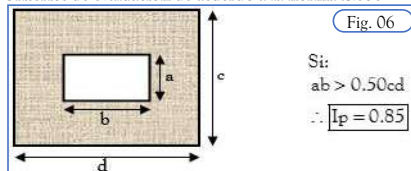
a	0.2(c)	b	0.2(d)	$I_p$ :	1
---	--------	---	--------	---------	---

2.4. Irregularidad por discontinuidad de diafragma

2.4.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.4.3. Conclusión

No presenta irregularidad

ab	0.5(cd)
10.88	83.83

$I_p$ : 1

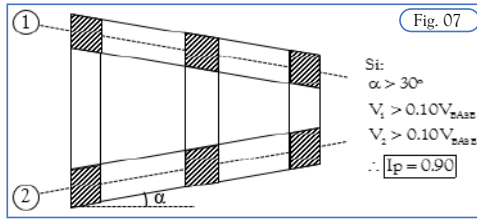
2.5. Irregularidad por ejes no paralelos

2.5.1. Resultados

Angulo ( $\Theta$ ):	55.5
Cortante V1:	
Cortante V2:	
Cortante basal V:	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.5.3. Conclusión

Ip:	0.9
-----	-----

θ:	55.5
F. Cortante	0.1(V)

3. RESUMEN DE IRREGULARIDAD (Ia, Ip)

Irregularidad	Valor	Observaciones
Ia:	1	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular (Ia=1)
Ip:	0.9	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular (Ip=1)



FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	03		
Fecha:	29/08/2016		
Propietario:	FLORA UTANI DE SERRANO		
Dirección:	Barrio Fonavi		
Pisos contruidos:	4	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		167.66 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. SEPARACIÓN ENTRE EDIFICIOS Y/O ELEMENTOS RESISTENTES

1.1. Resultados

<b>Entre edificios</b>	<b>Entre elementos resistentes</b>
S:   3.5   cm	S:   0   cm

1.2. Restricciones de la norma E.030

$S=0.006(h) \geq 3\text{cm}$

donde:

S: Separación entre edificios y/o elementos resistentes

h: Altura total del edificio

1.3. Conclusiones

h:   0   m	Si Verifica
S   0.006(h)   S <sub>mín</sub>	
3.5   0   3	

Como  $s=3.5\text{cm}$ , cumple el valor establecido por la norma que es de 6.87cm de junta sísmica entre edificaciones colindantes

2. PERÍODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN DEL EDIFICIO (T)

2.1. Resultados

T: | 0.57 | s

2.2. Restricciones de la norma E.030

$T \leq 0.1(n)$

donde:

T: Periodo fundamental de vibracion del edificio

n: Número de pisos y/o niveles del edificio

2.3. Conclusiones

n:   5	#VALOR!
T   0.1(n)	
0.57   #####	

La norma sugiere un periodo de vibración de 0.1s por nivel, sin embargo el resultado obtenido prueba que la edificación esta vibrando como si fuera una edificación de 5 ó 6 niveles.

3. FUERZA CORTANTE EN LA BASE (V)

3.1. Resultados

<b>En el eje "X"</b>		<b>En el eje "Y"</b>	
Sismo estático (SE <sub>x</sub> ):	-34.707	Sismo estático (SE <sub>y</sub> ):	-34.707
Sismo dinámico (SD <sub>x</sub> ):	53.351	Sismo dinámico (SD <sub>y</sub> ):	51.9112

3.2. Restricciones de la norma E.030

Estructura Regular	$SD \geq 0.80(SE)$
Estructura Irregular	$SD \geq 0.90(SE)$

3.3. Conclusiones

<b>En el eje "X"</b>		<b>En el eje "Y"</b>		Si Verifica
SD <sub>x</sub>	0.80(SE <sub>x</sub> )	SD <sub>y</sub>	0.80(SE <sub>y</sub> )	
53.35	27.76576	51.911	27.76576	

Pa este caso de análisis se cumple que el cortante basal para el sismo dinámico supera el 90% del obtenido por sismo estático, según establece la norma E.030.

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LOS ENTREPISOS (DERIVAS)

4.1. Resultados

Sistema estructural en "X":	Aporticada		Irregular	
Sistema estructural en "Y":	Aporticada		Irregular	
Datos Adicionales:	Rx:	1	Ry:	0.9
	CCx:	7.2	CCy:	7.2

Elección del factor CC	
Est. regular:	CC=0.75R
Est. irregular:	CC=R

4.1.1. Desplazamientos en "X":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso4	Sismo dinámico X (máx)	0.0039	0.00063	2.8
Piso3	Sismo dinámico X (máx)	0.00328	0.00096	2.8
Piso2	Sismo dinámico X (máx)	0.00232	0.00116	2.8
Piso1	Sismo dinámico X (máx)	0.00116	0.00116	3.05

4.1.2. Desplazamientos en "Y":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso4	Sismo dinámico Y (máx)	0.01111	0.00165	2.8
Piso3	Sismo dinámico Y (máx)	0.00946	0.00307	2.8
Piso2	Sismo dinámico Y (máx)	0.0064	0.00381	2.8
Piso1	Sismo dinámico Y (máx)	0.00259	0.00259	3.05

donde:

$\Delta$ : Desplazamiento

$\Delta R$ : Desplazamiento relativo

$\Delta R/H_i$ : Deriva estructural

Rx, Ry: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas en "X" e "Y"

CCx, CCy: Factor de deriva para pasar al rango inelástico en "X" e "Y"

4.2. Restricciones de la norma E.030

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	$\Delta R/H$
Concreto armado	0.007
Albañilería	0.005

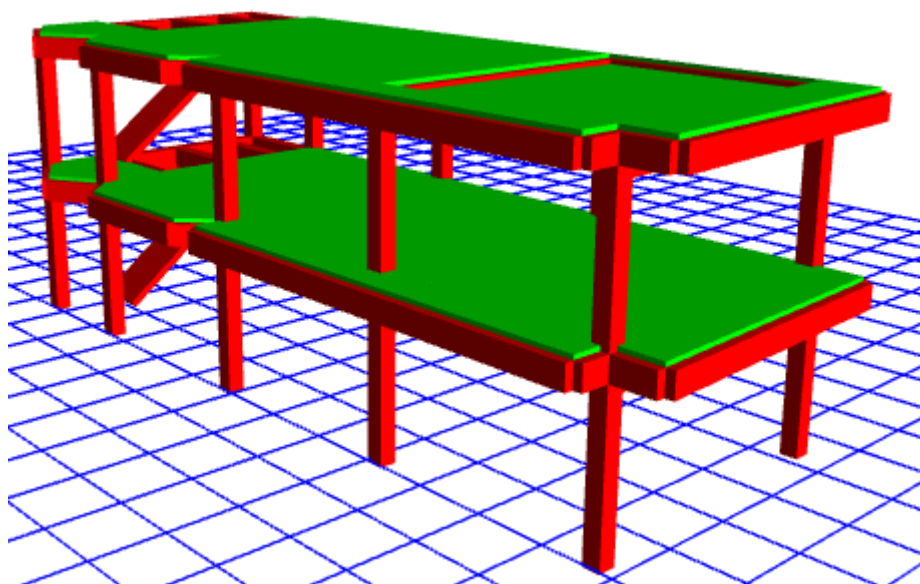
4.3. Conclusiones

Piso	En el eje "X"		En el eje "Y"	
	$\Delta R/H$	Elást.	$\Delta R/H$ Inelást.	$\Delta R/H$ Inelást.
Piso4	0.00022	0.0016	0.0006	0.00423
Piso3	0.00034	0.0025	0.0011	0.00789
Piso2	0.00041	0.003	0.0014	0.00979
Piso1	0.00038	0.0027	0.0008	0.00611

No Verifica

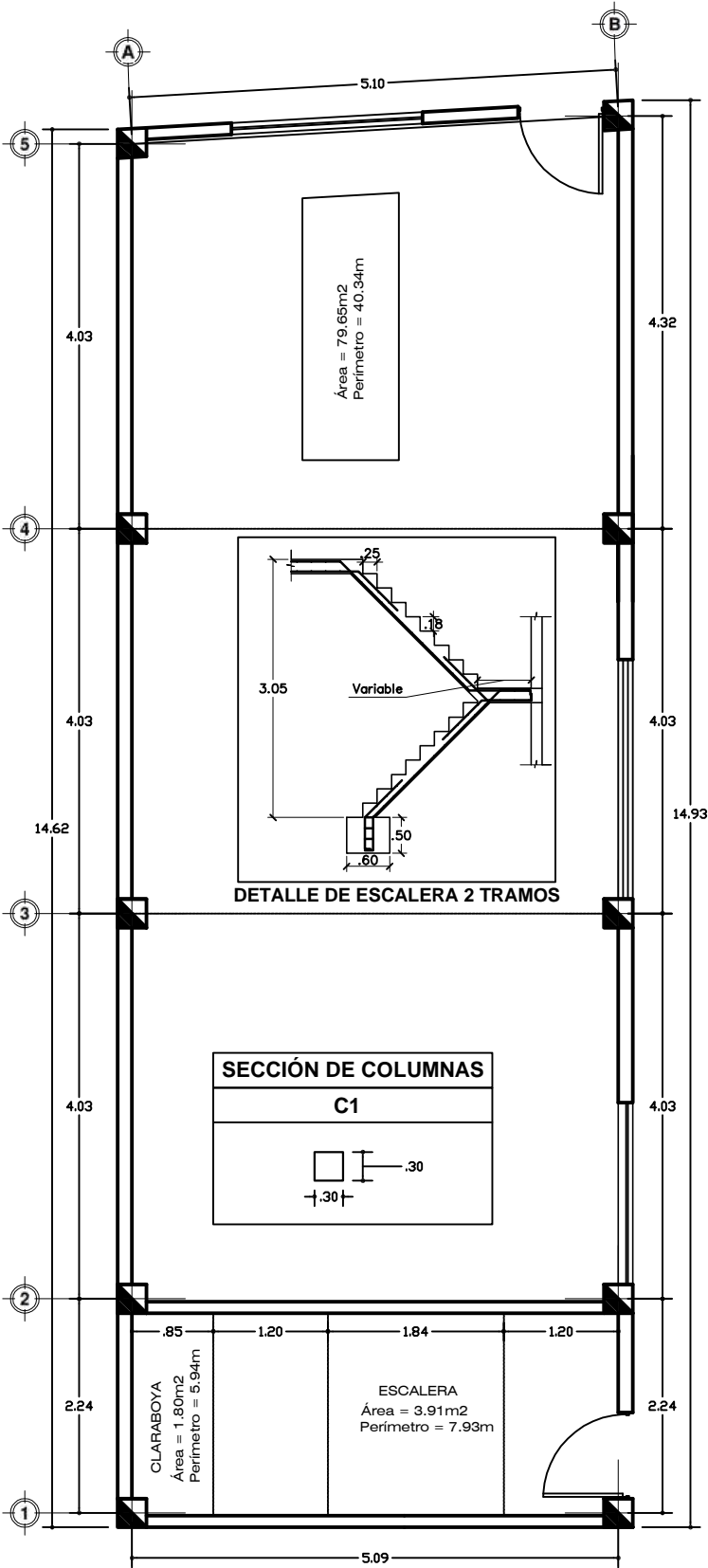
Los desplazamientos laterales relativos de entrepiso pasados al rango inelástico considerando la estructura irregular no verifican el valor establecido por la norma E.030.

**INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES  
DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY**



VIVIENDA N°

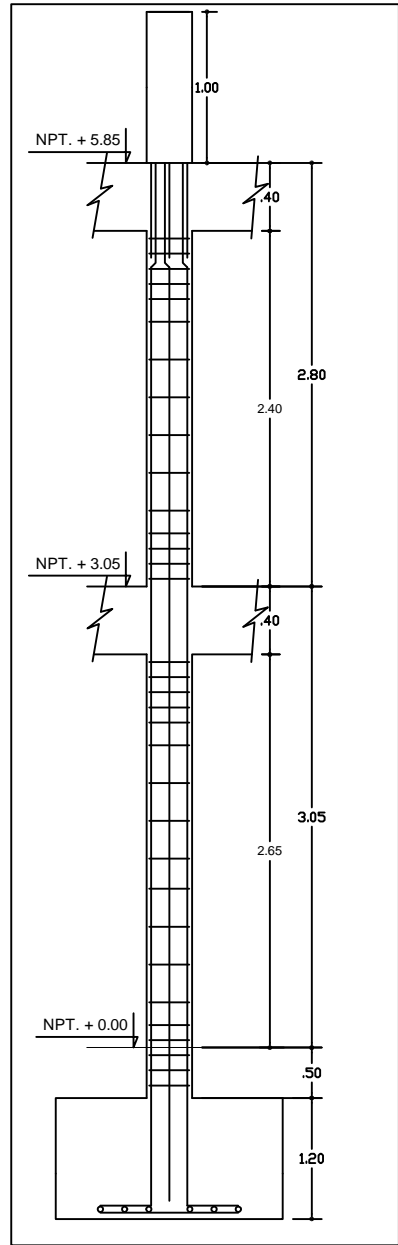
**04**



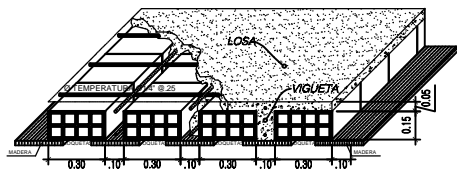
**PLANO 1º NIVEL**  
ESCALA: 1/75

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

<b>Vigas:</b> Vigas principales: en dirección horizontal (VP30x60) Vigas secundarias: en dirección vertical (VP30x40) Vigas chatas: en escaleras (VP25x20)
<b>Escalera:</b> Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrespiso Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m
<b>Concreto:</b> f <sub>c</sub> = 210kg/cm <sup>2</sup>



**DETALLE DE COLUMNA TÍPICA**



**DETALLE ISOMÉTRICO LOSA ALIGERADA**

INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY



**PROPIETARIO:** RUTH MIRIAM RIVAS TRUJILLO

**PLANO:** ARQUITECTURA

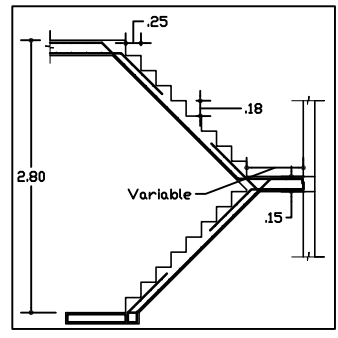
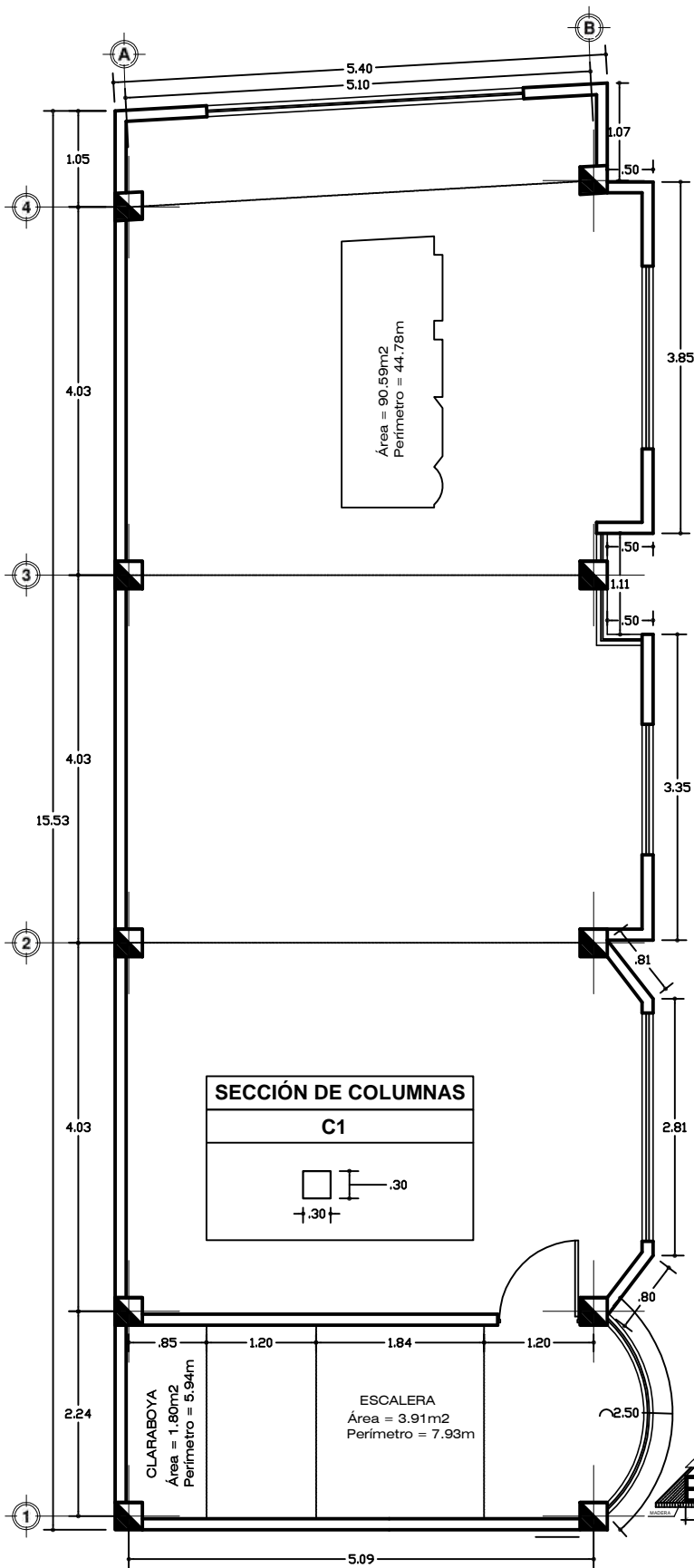
**REALIZADO POR:** BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

**UBICACIÓN:**  
 Lugar: Barrio Fonavi  
 Distrito: Abancay  
 Provincia: Abancay  
 Departamento: Apurímac

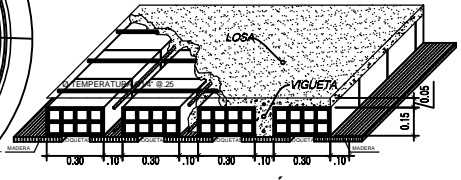
**LÁMINA:** V04-01

**ESCALA:** Indicada

**FECHA:** 03/09/2016



DETALLE DE ESCALERA 2 TRAMOS



DETALLE ISOMÉTRICO LOSA ALIGERADA

**PLANO 2º NIVEL**

ESCALA: 1/75

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Vigas:**  
 Vigas principales: en dirección horizontal (VP30x60)  
 Vigas secundarias: en dirección vertical (VP30x40)  
 Vigas chatas: en escaleras (VP25x20)

**Escalera:**  
 Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrespiso  
 Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m

**Concreto:**  
 fc=210kg/cm2

INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY



PROPIETARIO: RUTH MIRIAM RIVAS TRUJILLO

PLANO: ARQUITECTURA

REALIZADO POR: BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

**UBICACIÓN:**  
 Lugar: Barrio Fonavi  
 Distrito: Abancay  
 Provincia: Abancay  
 Departamento: Apurímac

LÁMINA: **V04-02**  
 ESCALA: Indicada  
 FECHA: 03/09/2016

FICHA TÉCNICA - ENCUESTA Y RECOPIACION DE DATOS TECNICOS

1. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	04		
Fecha:	03/09/2016		
Propietario:	RUTH MIRIAM RIVAS TRUJILLO		
Dirección:	Barrio Fonavi		
Pisos contruidos:	2	Pisos proyectados:	2
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		90.59 m <sup>2</sup>
N° de personas que habitan la vivienda:	5		
Inversión de la construcción (S/.):	85,000.00		
Antigüedad de la vivienda (años):	3		
Caract. de la ubicación de la vivienda:			

La vivienda se encuentra sobre una superficie con un ligero ángulo de inclinación hacia el norte, con presencia visible de reptación de suelos, presenta la evidencia de deslizamientos, con un tipo de suelo aparentemente arcilloso, la zona es urbana donde predomina construcciones de material noble (concreto armado) y algunas de abobe.

2. DATOS TÉCNICOS

2.1. Datos referenciales

P1: Realizo Ud. estudios de mecanica de suelos para la construcción de su vivienda?	No
P2: La vivienda construida cuenta con un plano de arquitectura (plano en planta, cortes y elevaciones)?	Si
P3: La vivienda construida cuenta con un plano de estructuras?	No
P4: Ud. recibio asistencia técnica y/o profesional durante el proceso de construcción?	No
P5: La vivienda presenta un sistema estructural defínido?	Si

2.2. Elementos estructurales

Junta sísmica entre elementos estructurales (cm):	0
---	---

Zapatas	a (m)	b (m)	d (m)	Df (m)	Cant.
Zapata1 (Z1)	1.65	1.5	0.8	1.2	6
Zapata2 (Z2)	1.74	1.5	0.8	1.2	2
Zapata3 (Z3)	1.35	1.2	0.8	1.2	2

Columnas	a (m)	b (m)	Tipo	Cant.
Col.1 (C1)	0.3	0.3	Cuadrado	10
Col. 2 (C2)				
Col. 3 (C3)				

Vigas	b (m)	h (m)
Viga Principal (VP)	0.3	0.6
Viga Secundaria (VS)	0.3	0.4
Viga Chata (VCH)	0.25	0.2

Losas	e (m)	Ladrillo Pandereta
Losa Alig. 1	0.2	0.30x0.30x0.15

Escaleras	p (m)	Cp (m)	t (m)	N° de Tramos
Escalera 1	0.25	0.18	0.15	2

2.3. Características del concreto, acero y/o albañilería

Concreto:		
Nombre del material:	f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>	
Peso específico (γ <sub>c</sub> ):	2.4	Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elast. (E <sub>c</sub> ):	2173706.512	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de corte (G <sub>c</sub> ):	905711.05	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de poisson (μ):	0.2	Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	2100	Tonf/m <sup>2</sup>

Muros:	
Nombre del material:	
Peso específico (γ <sub>m</sub> ):	
Módulo de elasticidad (E <sub>m</sub> ):	
Módulo de corte (G <sub>m</sub> ):	
Módulo de poisson (μ):	
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	

Acero:	
Nombre del material:	Acero G60
Peso específico (γ <sub>a</sub> ):	7.85 Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad (E <sub>a</sub> ):	2.00E+07 Tonf/m <sup>2</sup>
Límite elástico mín. (F <sub>y</sub> ):	42000 Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la tracción (F <sub>u</sub> ):	63000 Tonf/m <sup>2</sup>

2.4. Características del suelo de fundación

Perfil de suelo:	S2
Periodos:	Tp: 0.6
	Tl: 2

2.5. Características de la vivienda:

Nº de pisos:	2
Altura 1º nivel:	3.05
Altura demas niveles:	2.8
Altura total (Hn):	5.85

2.6. Parámetros se análisis sísmico según E.030

Factor de zona (Z):	0.25
Factor de uso (U):	1
Factor de suelo (S):	1.2
Coeficiente Ct:	Ctx: 35
	Cty: 35
Periodo fundamental de vibración (T):	Tx: 0.16714
	Ty: 0.16714
Factor de amplificación sísmica (C):	Cx: 2.5
	Cy: 2.5
Irregularidad en altura (Ia):	0.5
Irregularidad en planta (Ip):	1
Coeficiente básico de reducción (Ro):	Rox: 8
	Roy: 8
Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R):	Rx: 4
	Ry: 4
Coeficiente para el cálculo del contante estatico (Ce):	Cex: 0.1875
	Cey: 0.1875
Cx/Rx:	0.625 ...Ok!
Cy/Ry:	0.625 ...Ok!

PARÁMETROS SEGUN LA NORMA E.030

CLASIFICACIÓN DE PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	>1500m/s	-	-
S1	500m/s a 1500m/s	>50	>100kPa
S2	180m/s a 500m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S3	<180m/s	<15	25kPa a 50kPa

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría	Factor "U"	
A	Edificaciones Ecenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1

ELECCION DEL Ct	
Ct	Descripción
35	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos
45	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos y muros
60	Edif. cuyos elem. resist. sean muros

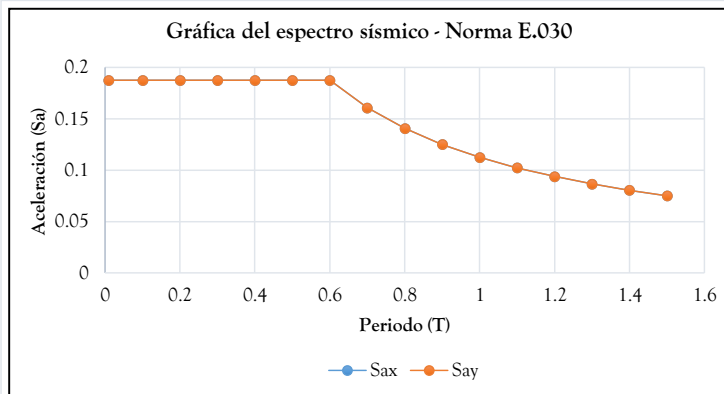
SISTEMAS ESTRUCTURALES	FACT./ZONA
R0	Sistema estructural ZONA:Z
8	Porticos 4:0.45
7	Dual 3:0.35
6	Muros estructurales 2:0.25
4	Muros de ductilidad limitada 1:0.10

FACTOR DE SUELO "S"				
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

PERIODOS Tp y Tl				
	S0	S1	S2	S3
Tp(S)	0.3	0.4	0.6	1
Tl(S)	3	2.5	2	1.6

2.7. Espectro sísmico

T	C	Sax	Say
0.01	2.5	0.188	0.1875
0.1	2.5	0.188	0.1875
0.2	2.5	0.188	0.1875
0.3	2.5	0.188	0.1875
0.4	2.5	0.188	0.1875
0.5	2.5	0.188	0.1875
0.6	2.5	0.188	0.1875
0.7	2.142857143	0.161	0.16071
0.8	1.875	0.141	0.14063
0.9	1.666666667	0.125	0.125
1	1.5	0.113	0.1125
1.1	1.363636364	0.102	0.10227
1.2	1.25	0.094	0.09375
1.3	1.153846154	0.087	0.08654
1.4	1.071428571	0.08	0.08036
1.5	1	0.075	0.075



Donde:

T: Periodo fundamental de vibración

C: Coeficiente de amplificación sísmica

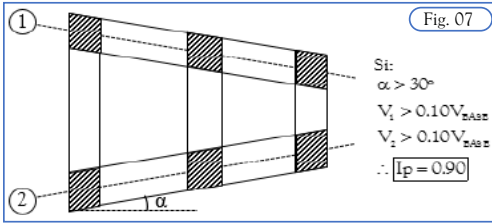
Sax, Say: Aceleracion espectral en "X" e "Y"

FÓRMULAS SEGÚN LA NORMA E.030

• C = 2.5; T < Tp	$T = \frac{Hn}{Ct}$	$Sa = \frac{ZUCS}{R}$
• C = 2.5 $\left(\frac{Tp}{T}\right)$ ; Tp < T < Tl	$R = (Ia)(Ip)(Ro)$	
• C = 2.5 $\left(\frac{Tp \cdot Tl}{T^2}\right)$ ; T > Tl	$C_e = \frac{ZUCS}{R}$ ; $\frac{C}{R} \geq 0.125$	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.5.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p: 1$

$\theta:$	
F. Cortante	0.1(V)

3. RESUMEN DE IRREGULARIDAD ( $I_a, I_p$ )

Irregularidad	Valor	Observaciones
$I_a:$	0.5	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_a=1$ )
$I_p:$	1	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_p=1$ )



FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	04		
Fecha:	03/09/2016		
Propietario:	RUTH MIRIAM RIVAS TRUJILLO		
Dirección:	Barrio Fonavi		
Pisos contruidos:	2	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		90.59 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

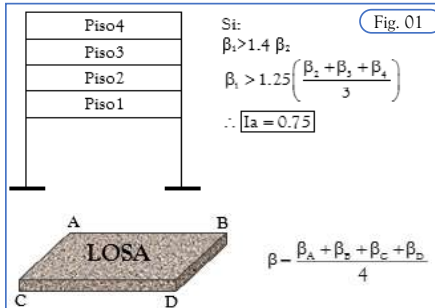
1. IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)

1.1. Irregularidad de rigidez - Piso Blando

1.1.1. Resultados

Derivas	$\beta_x$	Derivas	$\beta_y$
Piso2	0.000809	Piso2	0.00064571
Piso1	0.001424	Piso1	0.000918

1.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



Nota: No se aplica en azoteas

1.1.3. Conclusión

$\beta_1$	1.4( $\beta_2$ )	Ia:	0.75
0.00142393	0.001133		

1.2. Irregularidad de resistencia - Piso debil

1.2.1. Resultados

Rigidez en "X"		Rigidez en "Y"	
Rigidez	k	Rigidez	k
Piso2	5062.904	Piso2	7717.153
Piso1	5335.442	Piso1	9200.894

1.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $k_1 < 0.80k_2$	Ia:	0.75
------------------------------------	-----	------

1.2.3. Conclusión

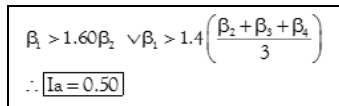
En "X"		En "Y"		Ia:	1
k1	0.80(k2)	k1	0.80(k2)		
5335.442	4050.323	9200.894	6173.7224		

1.3. Irregularidad extrema de rigidez (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.3.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.1.1

1.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.3.3. Conclusión

$\beta_1$	1.6( $\beta_2$ )	Ia:	0.5
0.00142393	0.001294		

1.4. Irregularidad extrema de resistencia (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.4.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.2.1

1.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $k_2 < 0.65k_3$	Ia:	0.5
------------------------------------	-----	-----

1.4.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:	1
k1	0.65(k2)	k1	0.65(k2)		
5335.442	3290.888	9200.894	5016.14945		

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

1.5. Irregularidad de masa o peso

1.5.1. Resultados

Peso	P
Piso2	6.12554
Piso1	9.84731

1.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $P1 > 1.5P2$	Ia:	0.9
---------------------------------	-----	-----

1.5.3. Conclusión

P1	1.5(P2)
9.84731	9.18831

Ia:	0.9
-----	-----

1.6. Irregularidad geométrica vertical

1.6.1. Resultados

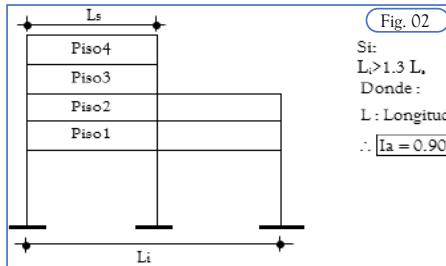
En el eje "X"	
Li	Ls

En el eje "Y"	
Li	Ls

donde:

Li:	Longitud en planta del primer nivel en el eje "X" e "Y"
Ls:	Menor longitud en planta de los niveles superiores al primer nivel en "X" e "Y"

1.6.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.6.3. Conclusión

No presenta irregularidad

Li	1.5(Li)

Ia:	1
-----	---

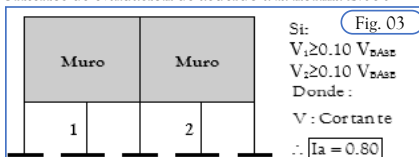
1.7. Discontinuidad en los sistemas resistentes

1.7.1. Resultados

En el eje "X"	
F. cortante	V
Cortante 1	
Cortante 2	

En el eje "Y"	
F. cortante	V
Cortante 1	
Cortante 2	

1.7.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.7.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V	0.1(Vbase)

Ia:	1
-----	---

1.8. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

1.8.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.7.1

1.8.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 03, Si: $V1 + V2 > 0.5V_{base}$	Ia:	0.6
--	-----	-----

1.8.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V1+V2	0.5(Vbase)

Ia:	1
-----	---

2. IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)

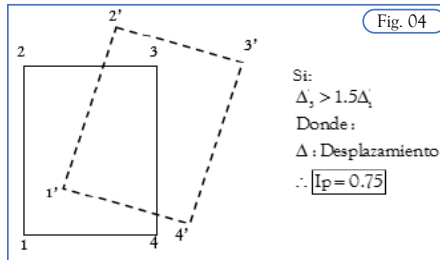
2.1. Irregularidad torsional

2.1.1. Resultados

Desplazamientos	$\Delta'1$	$\Delta'3$
Piso 1	0.0014	0.0015
Piso 2	0.007	0.0078

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.1.3. Conclusión

No presenta irregularidad

Ip: 1

$\Delta'$	$1.5\Delta'$
0.0014	0.0021

2.2. Irregularidad torsional extrema

2.2.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 2.1.1

2.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 04, Si:  $\Delta 3 > 3\Delta 1'$  Ia: 0.6

2.2.3. Conclusión

No presenta irregularidad

Ip: 1

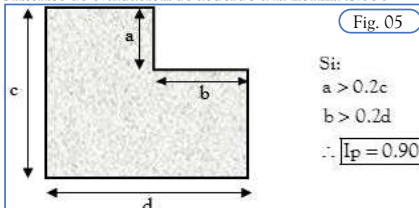
$\Delta 3'$	$3\Delta 1'$
0.0014	0.0042

2.3. Irregularidad por esquina entrante

2.3.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.3.3. Conclusión

No presenta irregularidad

Ip: 1

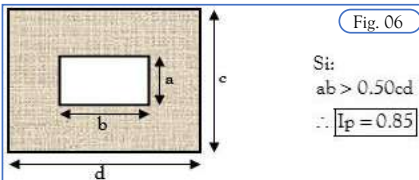
a	0.2(c)	b	0.2(d)	Ip:	1
---	--------	---	--------	-----	---

2.4. Irregularidad por discontinuidad de diafragma

2.4.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.4.3. Conclusión

No presenta irregularidad

Ip: 1

ab	0.5(cd)
5.71	39.825

2.5. Irregularidad por ejes no paralelos

2.5.1. Resultados

Angulo (Θ):	
Cortante V1:	
Cortante V2:	
Cortante basal V:	

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	04		
Fecha:	03/09/2016		
Propietario:	RUTH MIRIAM RIVAS TRUJILLO		
Dirección:	Barrio Fonavi		
Pisos contruidos:	2	Pisos proyectados:	2
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		90.59 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. SEPARACION ENTRE EDIFICIOS Y/O ELEMETOS RESISTENTES

1.1. Resultados

Entre edificios	Entre elementos resistentes
S:   0   cm	S:   0   cm

1.2. Restricciones de la norma E.030

$S=0.006(h) \geq 3\text{cm}$

donde:

S: Separación entre edificios y/o elementos resistentes

h: Altura total del edificio

1.3. Conclusiones

h:   0   m	No Verifica	
S	0.006(h)	S <sub>mín</sub>
0	0	3

Como s=0cm, no cumple el valor mínimo establecido por la norma técnica E.030 que es de 3cm de junta sísmica entre edificaciones colindantes

2. PERÍODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN DEL EDIFICIO (T)

2.1. Resultados

T: | 0.355 | s

2.2. Restricciones de la norma E.030

$T \leq 0.1(n)$

donde:

T: Periodo fundamental de vibracion del edificio

n: Número de pisos y/o niveles del edificio

2.3. Conclusiones

n:   S2	#¡VALOR!
T	0.1(n)
0.355	#####

La norma sugiere un periodo de vibración de 0.1s por nivel, sin embargo el resultado obtenido prueba que la edificación esta vibrando como si fuera una edificación de 3 ó 4 niveles.

3. FUERZA CORTANTE EN LA BASE (V)

3.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
Sismo estático (SE <sub>x</sub> ):	-31.964	Sismo estático (SE <sub>y</sub> ):	-31.964
Sismo dinámico (SD <sub>x</sub> ):	27.886	Sismo dinámico (SD <sub>y</sub> ):	28.8752

3.2. Restricciones de la norma E.030

Estructura Regular	SD ≥ 0.80(SE)
Estructura Irregular	SD ≥ 0.90(SE)

1.3. Conclusiones

En el eje "X"		En el eje "Y"		Si Verifica
SD <sub>x</sub>	0.80(SE <sub>x</sub> )	SD <sub>y</sub>	0.80(SE <sub>y</sub> )	
27.89	25.5712	28.875	25.5712	

Pa este caso de análisis se cumple que el cortante basal para el sismo dinámico supera el 90% del obtenido por sismo estático, según establece la norma E.030.

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LOS ENTREPISOS (DERIVAS)

4.1. Resultados

Sistema estructural en "X":		Aporticada		Irregular	
Sistema estructural en "Y":		Aporticada		Irregular	
Datos Adicionales:	Rx:	0.5	Ry:	1	
	CCx:	4	CCy:	4	

Elección del factor CC	
Est. regular:	CC=0.75R
Est. irregular:	CC=R

4.1.1. Desplazamientos en "X":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso2	Sismo dinámico X (máx)	0.00661	0.00227	3
Piso1	Sismo dinámico X (máx)	0.00434	0.00434	3.05

4.1.2. Desplazamientos en "Y":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso2	Sismo dinámico Y (máx)	0.00483	0.00181	3
Piso1	Sismo dinámico Y (máx)	0.00303	0.00303	3.05

donde:

$\Delta$ : Desplazamiento

$\Delta R$ : Desplazamiento relativo

$\Delta R/H_i$ : Deriva estructural

Rx, Ry: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas en "X" e "Y"

CCx, CCy: Factor de deriva para pasar al rango inelástico en "X" e "Y"

4.2. Restricciones de la norma E.030

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	$\Delta R/H$
Concreto armado	0.007
Albañilería	0.005

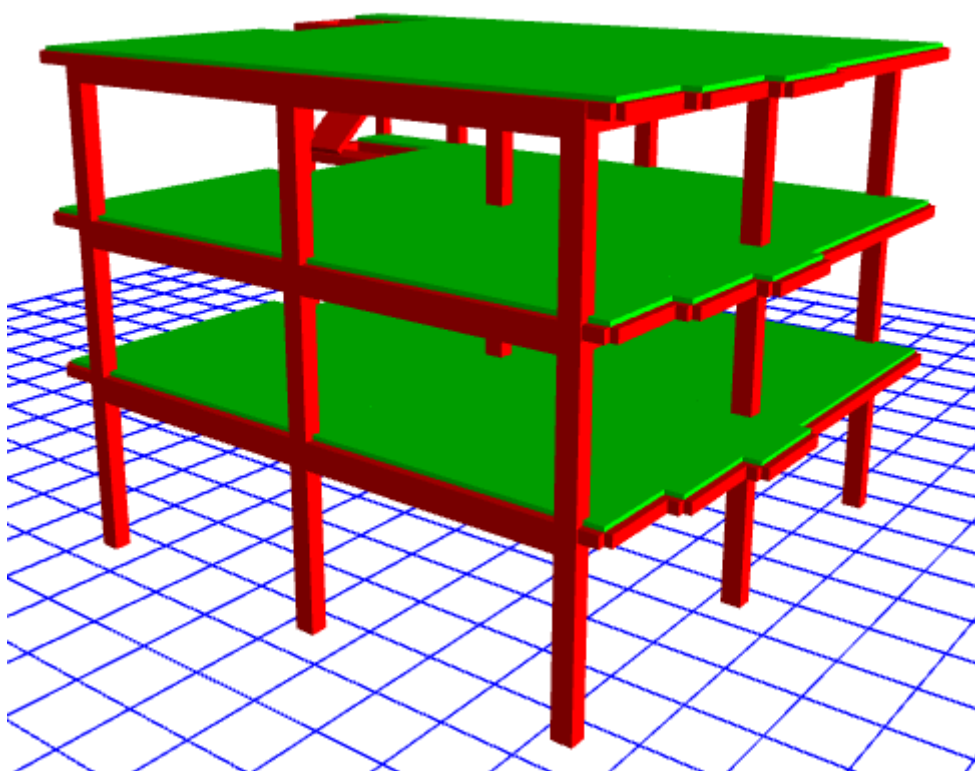
4.3. Conclusiones

Piso	En el eje "X"		En el eje "Y"	
	$\Delta R/H$	Elást. Inelást.	$\Delta R/H$	Elást. Inelást.
Piso2	0.00076	0.003	0.0006	0.00241
Piso1	0.00142	0.0057	0.001	0.00397

Si Verifica

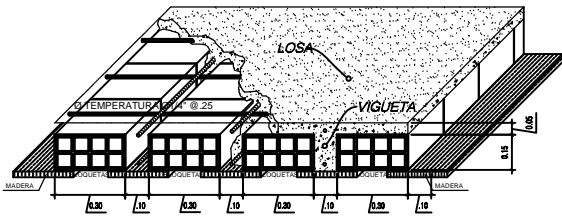
Los desplazamientos laterales relativos de entrepiso pasados al rango inelástico considerando la estructura irregular si verifican el valor establecido por la norma E.030.

**INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES  
DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY**

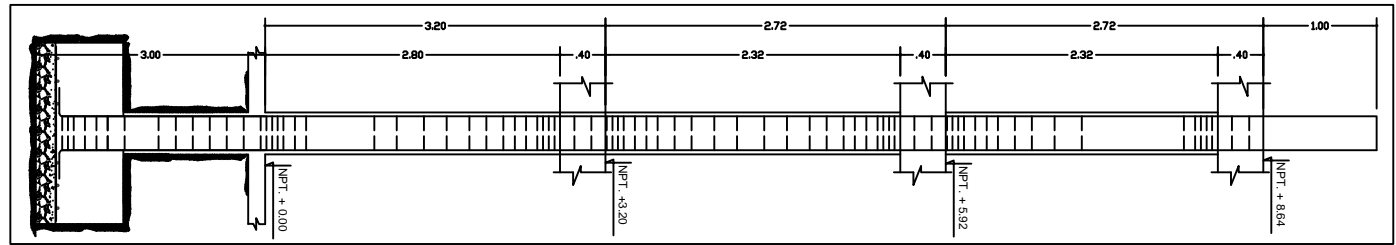


VIVIENDA N°

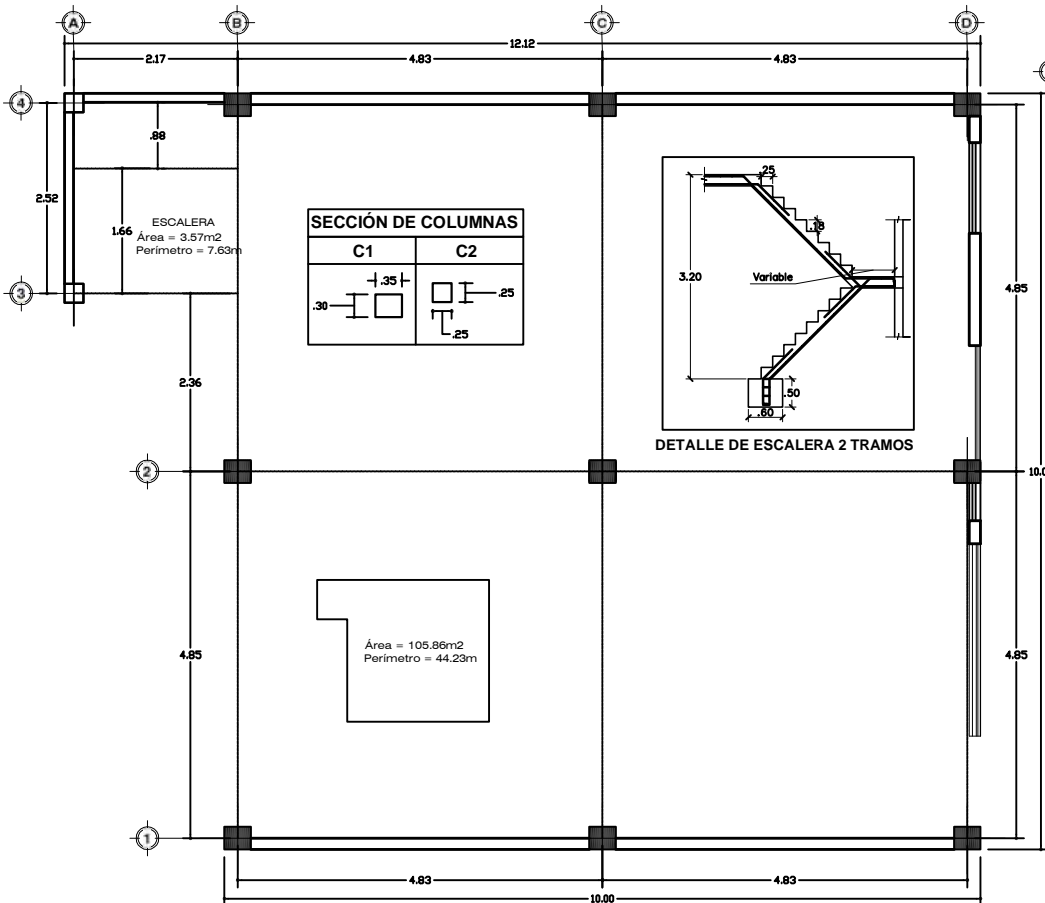
**05**



DETALLE ISOMÉTRICO  
LOSA ALIGERADA

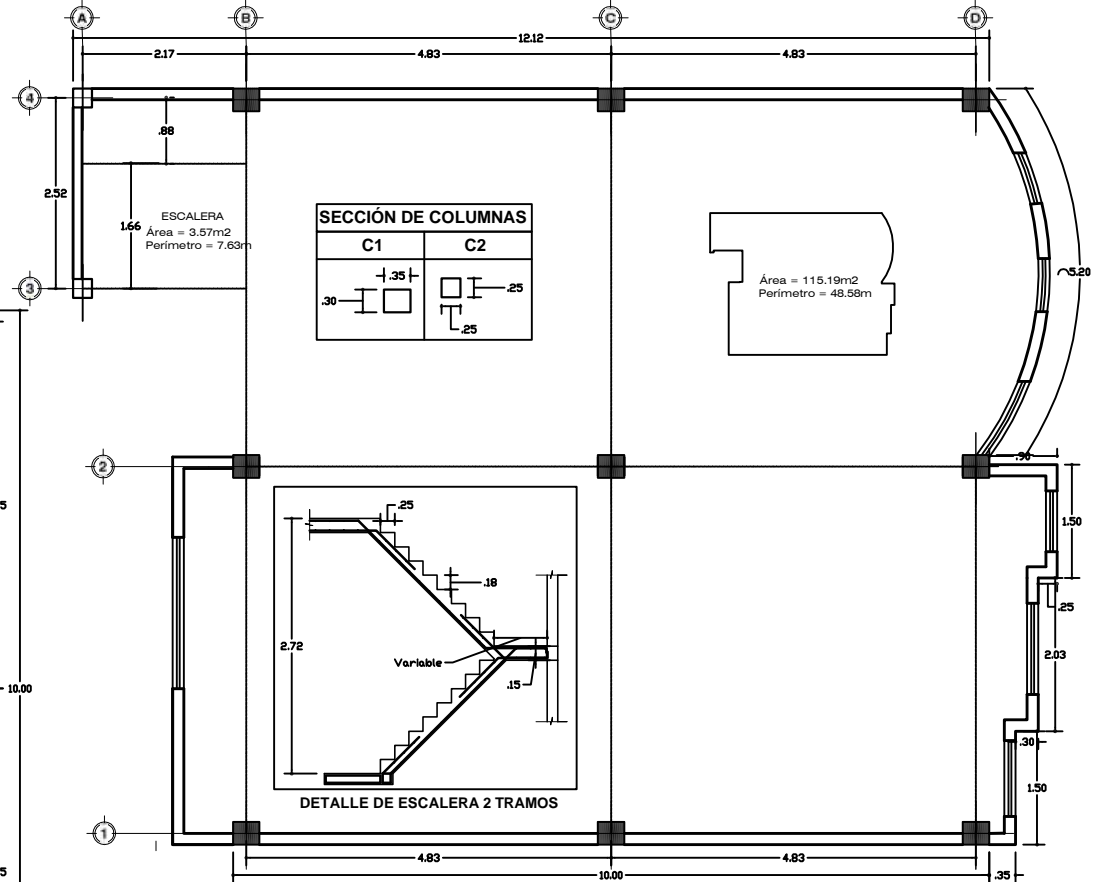


DETALLE DE COLUMNA TÍPICA



PLANO 1º NIVEL

ESCALA: 1/100



PLANO 2º Y 3º NIVEL

ESCALA: 1/100

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**Vigas:**  
Vigas principales: en dirección horizontal (VP30x45)  
Vigas secundarias: en dirección vertical (VS30x40)  
Vigas chatas: en escaleras (VCH250x20)

**Escalera:**  
Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrepaso  
Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m

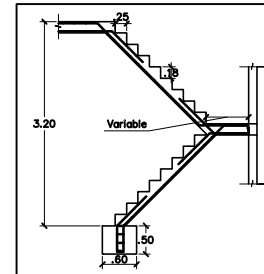
**Concreto:**  
f<sub>c</sub> = 210kg/cm<sup>2</sup>

SECCIÓN DE COLUMNAS

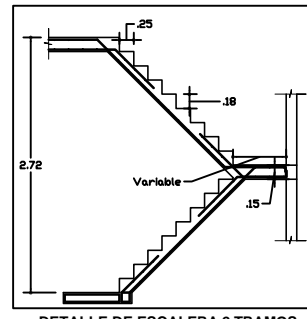
C1	C2

SECCIÓN DE COLUMNAS

C1	C2



DETALLE DE ESCALERA 2 TRAMOS



DETALLE DE ESCALERA 2 TRAMOS

INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY



PROPIETARIO: BELTRAN UTANI SUBELETE-VANESSA CASTILLO FELIX

PLANO: ARQUITECTURA

REALIZADO POR: BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

UBICACIÓN:  
Lugar: Jr. Jurin  
Distrito: Abancay  
Provincia: Abancay  
Departamento: Apurímac

LÁMINA: V05-U

ESCALA: Indicada

FECHA: 03/09/2016

FICHA TÉCNICA - ENCUESTA Y RECOPIACION DE DATOS TECNICOS

1. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	05		
Fecha:	03/09/2016		
Propietario:	BELTRAN UTANI SUBELETE-VANESSA CASTILLO FELIX		
Dirección:	Jr. Junin		
Pisos contruidos:	3	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		115.19 m2
N° de personas que habitan la vivienda:	7		
Inversión de la construcción (S/.):	110,000.00		
Antigüedad de la vivienda (años):	4		
Caract. de la ubicación de la vivienda:			

La vivienda se encuentra sobre una superficie con un ligero ángulo de inclinación hacia el norte, con un tipo de suelo aparentemente compuesto por material granular, la zona es urbana donde predomina construcciones de material noble (concreto armado) de 2 a mas niveles y algunas de abobe.

2. DATOS TÉCNICOS

2.1. Datos referenciales

P1: Realizo Ud. estudios de mecanica de suelos para la construcción de su vivienda?	No
P2: La vivienda construida cuenta con un plano de arquitectura (plano en planta, cortes y elevaciones)?	Si
P3: La vivienda construida cuenta con un plano de estructuras?	No
P4: Ud. recibio asitencia técnica y/o profesional durante el proceso de construcción?	No
P5: La vivienda presenta un sistema estructural defínido?	Si

2.2. Elementos estructurales

Junta sísmica entre elementos estructurales (cm):	5
---	---

Zapatas	a (m)	b (m)	d (m)	Df (m)	Cant.
Zapata1 (Z1)	1.2	1.2	0.8	3	9
Zapata2 (Z2)	1	1	0.8	3	2
Zapata3 (Z3)					

Columnas	a (m)	b (m)	Tipo	Cant.
Col.1 (C1)	0.35	0.3	Rectangular	9
Col. 2 (C2)	0.25	0.25	Cuadrado	2
Col. 3 (C3)				

Vigas	b (m)	h (m)
Viga Principal (VP)	0.3	0.45
Viga Secundaria (VS)	0.3	0.4
Viga Chata (VCH)	0.25	0.2

Losas	e (m)	Ladrillo Pandereta
Losa Alig. 1	0.2	0.30x0.30x0.15

Escaleras	p (m)	Cp (m)	t (m)	N° de Tramos
Escalera 1	0.25	0.18	0.15	2

2.3. Características del concreto, acero y/o albañilería

Concreto:		
Nombre del material:	f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>	
Peso específico (γ <sub>c</sub> ):	2.4	Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elast. (E <sub>c</sub> ):	2173706.512	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de corte (G <sub>c</sub> ):	905711.05	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de poisson (μ):	0.2	Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	2100	Tonf/m <sup>2</sup>

Muros:	
Nombre del material:	
Peso específico (γ <sub>m</sub> ):	
Módulo de elasticidad (E <sub>m</sub> ):	
Módulo de corte (G <sub>m</sub> ):	
Módulo de poisson (μ):	
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	

Acero:	
Nombre del material:	Acero G60
Peso específico (γ <sub>a</sub> ):	7.85 Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad (E <sub>a</sub> ):	2.00E+07 Tonf/m <sup>2</sup>
Límite elástico mín. (F <sub>y</sub> ):	42000 Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la tracción (F <sub>u</sub> ):	63000 Tonf/m <sup>2</sup>



2.4. Características del suelo de fundación

Perfil de suelo:	S2
Periodos:	Tp: 0.6
	Tl: 2

2.5. Características de la vivienda:

Nº de pisos:	3
Altura 1º nivel:	3.2
Altura demas niveles:	2.72
Altura total (Hn):	8.64

2.6. Parámetros se análisis sísmico según E.030

Factor de zona (Z):	0.25
Factor de uso (U):	1
Factor de suelo (S):	1.2
Coeficiente Ct:	Ctx: 35
	Cty: 35
Periodo fundamental de vibración (T):	Tx: 0.24686
	Ty: 0.24686
Factor de amplificación sísmica (C):	Cx: 2.5
	Cy: 2.5
Irregularidad en altura (Ia):	0.5
Irregularidad en planta (Ip):	0.9
Coeficiente básico de reducción (Ro):	Rox: 8
	Roy: 8
Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R):	Rx: 3.6
	Ry: 3.6
Coeficiente para el cálculo del contante estatico (Ce):	Cex: 0.20833
	Cey: 0.20833
Cx/Rx:	0.694444444...Ok!
Cy/Ry:	0.694444444...Ok!

PARÁMETROS SEGUN LA NORMA E.030

CLASIFICACIÓN DE PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	>1500m/s	-	-
S1	500m/s a 1500m/s	>50	>100kPa
S2	180m/s a 500m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S3	<180m/s	<15	25kPa a 50kPa

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría	Factor "U"	
A	Edificaciones Ecenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1

ELECCION DEL Ct	
Ct	Descripción
35	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos
45	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos y muros
60	Edif. cuyos elem. resist. sean muros

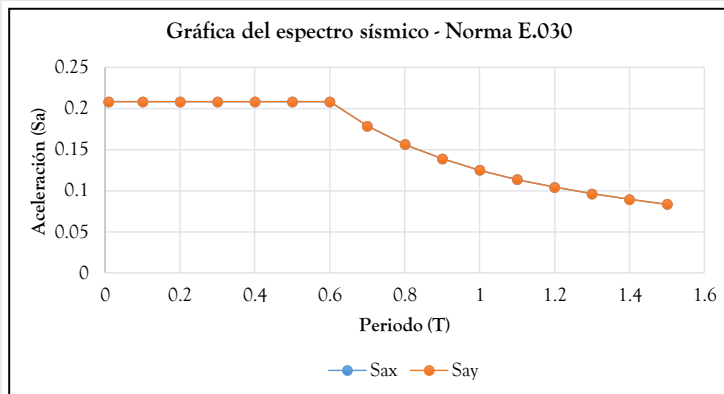
SISTEMAS ESTRUCTURALES	FACT./ZONA	
R0	Sistema estructural	ZONA:Z
8	Porticos	4:0.45
7	Dual	3:0.35
6	Muros estructurales	2:0.25
4	Muros de ductilidad limitada	1:0.10

FACTOR DE SUELO "S"				
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

PERIODOS Tp y Tl				
	S0	S1	S2	S3
Tp(S)	0.3	0.4	0.6	1
Tl(S)	3	2.5	2	1.6

2.7. Espectro sísmico

T	C	Sax	Say
0.01	2.5	0.208	0.20833
0.1	2.5	0.208	0.20833
0.2	2.5	0.208	0.20833
0.3	2.5	0.208	0.20833
0.4	2.5	0.208	0.20833
0.5	2.5	0.208	0.20833
0.6	2.5	0.208	0.20833
0.7	2.142857143	0.179	0.17857
0.8	1.875	0.156	0.15625
0.9	1.666666667	0.139	0.13889
1	1.5	0.125	0.125
1.1	1.363636364	0.114	0.11364
1.2	1.25	0.104	0.10417
1.3	1.153846154	0.096	0.09615
1.4	1.071428571	0.089	0.08929
1.5	1	0.083	0.08333



Donde:

- T: Periodo fundamental de vibración
- C: Coeficiente de amplificación sísmica
- Sax, Say: Aceleracion espectral en "X" e "Y"

FÓRMULAS SEGÚN LA NORMA E.030

• C = 2.5; T < Tp	$T = \frac{Hn}{C_t}$	$Sa = \frac{ZUCS}{R}$
• C = 2.5 $\left(\frac{T_p}{T}\right)$ ; Tp < T < Tl	$R = (Ia)(Ip)(Ro)$	
• C = 2.5 $\left(\frac{T_p Tl}{T^2}\right)$ ; T > Tl	$C_e = \frac{ZUCS}{R}$ ; $\frac{C}{R} \geq 0.125$	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	05		
Fecha:	03/09/2016		
Propietario:	BELTRAN UTANI SUBELETE-VANESSA CASTILLO FELIX		
Dirección:	Jr. Junin		
Pisos contruidos:	3	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		115.19 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

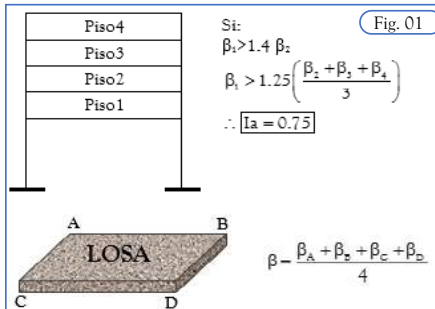
1. IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)

1.1. Irregularidad de rigidez - Piso Blando

1.1.1. Resultados

Derivas	$\beta_x$	Derivas	$\beta_y$
Piso3	0.000446	Piso3	0.00080221
Piso2	0.000908	Piso2	0.00163051
Piso1	0.000976	Piso1	0.00189781

1.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.1.3. Conclusión

$\beta_1$	$1.4(\beta_2)$	$1.25[(\beta_2 + \beta_3)/2]$	Ia:
0.00189781	0.002283	0.000846507	0.75

1.2. Irregularidad de resistencia - Piso debil

1.2.1. Resultados

Rigidez en "X"		Rigidez en "Y"	
Rigidez	k	Rigidez	k
Piso3	4711.227	Piso3	3067.99
Piso2	6725.223	Piso2	4551.201
Piso1	6789.435	Piso1	4526.923

1.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $k_1 < 0.80k_2$	Ia:	0.75
------------------------------------	-----	------

1.2.3. Conclusión

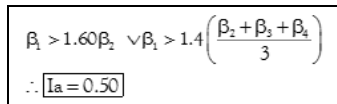
En "X"		En "Y"		Ia:
k1	0.80(k2)	k1	0.80(k2)	1
6789.435	5380.178	4526.923	3640.9608	

1.3. Irregularidad extrema de rigidez (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.3.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.1.1

1.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.3.3. Conclusión

$\beta_1$	$1.6(\beta_2)$	$1.4[(\beta_2 + \beta_3)/2]$	Ia:
0.00097594	0.001454	0.000948088	0.5

1.4. Irregularidad extrema de resistencia (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.4.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.2.1

1.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $k_2 < 0.65k_3$	Ia:	0.5
------------------------------------	-----	-----

1.4.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:
k1	0.65(k2)	k1	0.65(k2)	1
6789.435	4371.395	4526.923	2958.28065	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

1.5. Irregularidad de masa o peso

1.5.1. Resultados

Peso	P
Piso3	6.97199
Piso2	12.43746
Piso1	12.57132

1.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $P1 > 1.5P2$	Ia:	0.9
---------------------------------	-----	-----

1.5.3. Conclusión

P1	1.5(P2)
12.57132	18.65619

Ia:	1
-----	---

1.6. Irregularidad geométrica vertical

1.6.1. Resultados

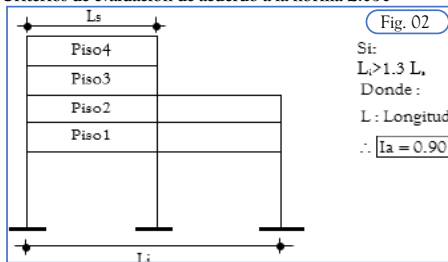
En el eje "X"	
Li	Ls

En el eje "Y"	
Li	Ls

donde:

Li:	Longitud en planta del primer nivel en el eje "X" e "Y"
Ls:	Menor longitud en planta de los niveles superiores al primer nivel en "X" e "Y"

1.6.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.6.3. Conclusión

No presenta irregularidad

Li	1.5(Li)

Ia:	1
-----	---

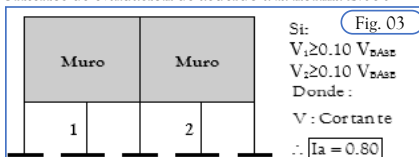
1.7. Discontinuidad en los sistemas resistentes

1.7.1. Resultados

En el eje "X"	
F. cortante	V
Cortante 1	
Cortante 2	

En el eje "Y"	
F. cortante	V
Cortante 1	
Cortante 2	

1.7.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.7.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V	0.1(Vbase)

Ia:	1
-----	---

1.8. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

1.8.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.7.1

1.8.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 03, Si: $V1 + V2 > 0.5V_{base}$	Ia:	0.6
--	-----	-----

1.8.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V1+V2	0.5(Vbase)

Ia:	1
-----	---

2. IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)

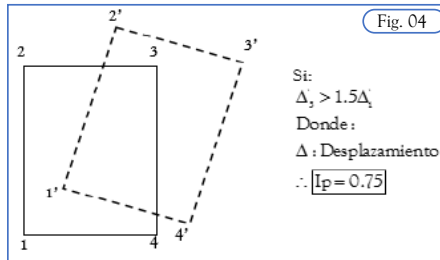
2.1. Irregularidad torsional

2.1.1. Resultados

Desplazamientos	$\Delta'1$	$\Delta'3$
Piso 1	0.0024	0.0023
Piso 2	0.002	0.0019
Piso 3	0.0035	0.0033

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.1.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p$ : 1

$\Delta_3'$	$1.5\Delta_1'$
0.0024	0.0036

2.2. Irregularidad torsional extrema

2.2.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 2.1.1

2.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 04, Si:  $\Delta_3 > 3\Delta_1'$   $I_a$ : 0.6

2.2.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p$ : 1

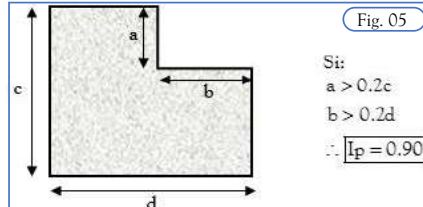
$\Delta_3'$	$3\Delta_1'$
0.0024	0.0072

2.3. Irregularidad por esquina entrante

2.3.1. Resultados

Lados	L (m)
a	2.52
b	2.17
c	10
d	12.12

2.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.3.3. Conclusión

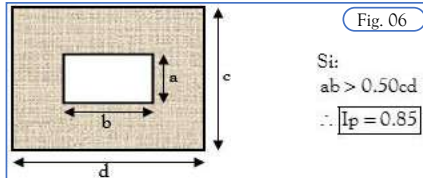
a	0.2(c)	b	0.2(d)	$I_p$ :	0.9
2.52	2	2.17	2.424		

2.4. Irregularidad por discontinuidad de diafragma

2.4.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.4.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p$ : 1

ab	0.5(cd)
3.57	52.93

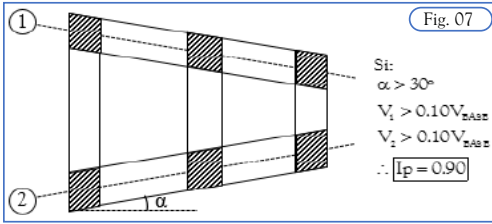
2.5. Irregularidad por ejes no paralelos

2.5.1. Resultados

Angulo ( $\Theta$ ):	
Cortante V1:	
Cortante V2:	
Cortante basal V:	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.5.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p: 1$

$\theta:$	
F. Cortante	0.1(V)

3. RESUMEN DE IRREGULARIDAD ( $I_a, I_p$ )

Irregularidad	Valor	Observaciones
$I_a:$	0.5	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_a=1$ )
$I_p:$	0.9	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_p=1$ )

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	05		
Fecha:	03/09/2016		
Propietario:	BELTRAN UTANI SUBELETE-VANESSA CASTILLO FELIX		
Dirección:	Jr. Junin		
Pisos contruidos:	3	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		115.19 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. SEPARACION ENTRE EDIFICIOS Y/O ELEMETOS RESISTENTES

1.1. Resultados

Entre edificios	Entre elementos resistentes
S:   5 cm	S:   0 cm

1.2. Restricciones de la norma E.030

$S=0.006(h) \geq 3\text{cm}$

donde:

S: Separación entre edificios y/o elementos resistentes

h: Altura total del edificio

1.3. Conclusiones

h:   2.8 m	Si Verifica
S   0.006(h)   S <sub>mín</sub>	
5   1.68   3	

Como  $s=5\text{cm}$ , cumple el valor mínimo establecido por la norma que es de 3cm de junta sísmica entre edificaciones colindantes

2. PERÍODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN DEL EDIFICIO (T)

2.1. Resultados

T: | 0.641 s

2.2. Restricciones de la norma E.030

$T \leq 0.1(n)$

donde:

T: Periodo fundamental de vibracion del edificio

n: Número de pisos y/o niveles del edificio

2.3. Conclusiones

n:   0	No Verifica
T   0.1(n)	
0.641   0	

La norma sugiere un periodo de vibración de 0.1s por nivel, sin embargo el resultado obtenido prueba que la edificación esta vibrando como si fuera una edificación de 6 niveles.

3. FUERZA CORTANTE EN LA BASE (V)

3.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
Sismo estático (SE <sub>x</sub> ):	-33.518	Sismo estático (SE <sub>y</sub> ):	-33.518
Sismo dinámico (SD <sub>x</sub> ):	25.51	Sismo dinámico (SD <sub>y</sub> ):	29.2113

3.2. Restricciones de la norma E.030

Estructura Regular	$SD \geq 0.80(SE)$
Estructura Irregular	$SD \geq 0.90(SE)$

1.3. Conclusiones

En el eje "X"		En el eje "Y"		No Verifica
SD <sub>x</sub>	0.80(SE <sub>x</sub> )	SD <sub>y</sub>	0.80(SE <sub>y</sub> )	
25.51	26.81472	29.211	26.81472	

Pa este caso de análisis se cumple que el cortante basal para el sismo dinámico no supera el 90% del obtenido por sismo estático, según establece la norma E.030.

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LOS ENTREPISOS (DERIVAS)

4.1. Resultados

Sistema estructural en "X":		Aporticada		Irregular	
Sistema estructural en "Y":		Aporticada		Irregular	
Datos Adicionales:	Rx:	3.6	Ry:	3.6	
	CCx:	3.6	CCy:	3.6	

Elección del factor CC	
Est. regular:	CC=0.75R
Est. irregular:	CC=R

4.1.1. Desplazamientos en "X":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso3	Sismo dinámico X (máx)	0.00681	0.00121	2.72
Piso2	Sismo dinámico X (máx)	0.00559	0.00247	2.72
Piso1	Sismo dinámico X (máx)	0.00312	0.00312	3.2

4.1.2. Desplazamientos en "Y":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso3	Sismo dinámico Y (máx)	0.01269	0.00218	2.72
Piso2	Sismo dinámico Y (máx)	0.01051	0.00444	2.72
Piso1	Sismo dinámico Y (máx)	0.00607	0.00607	3.2

donde:

$\Delta$ : Desplazamiento

$\Delta R$ : Desplazamiento relativo

$\Delta R/H_i$ : Deriva estructural

Rx, Ry: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas en "X" e "Y"

CCx, CCy: Factor de deriva para pasar al rango inelástico en "X" e "Y"

4.2. Restricciones de la norma E.030

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	$\Delta R/H$
Concreto armado	0.007
Albañilería	0.005

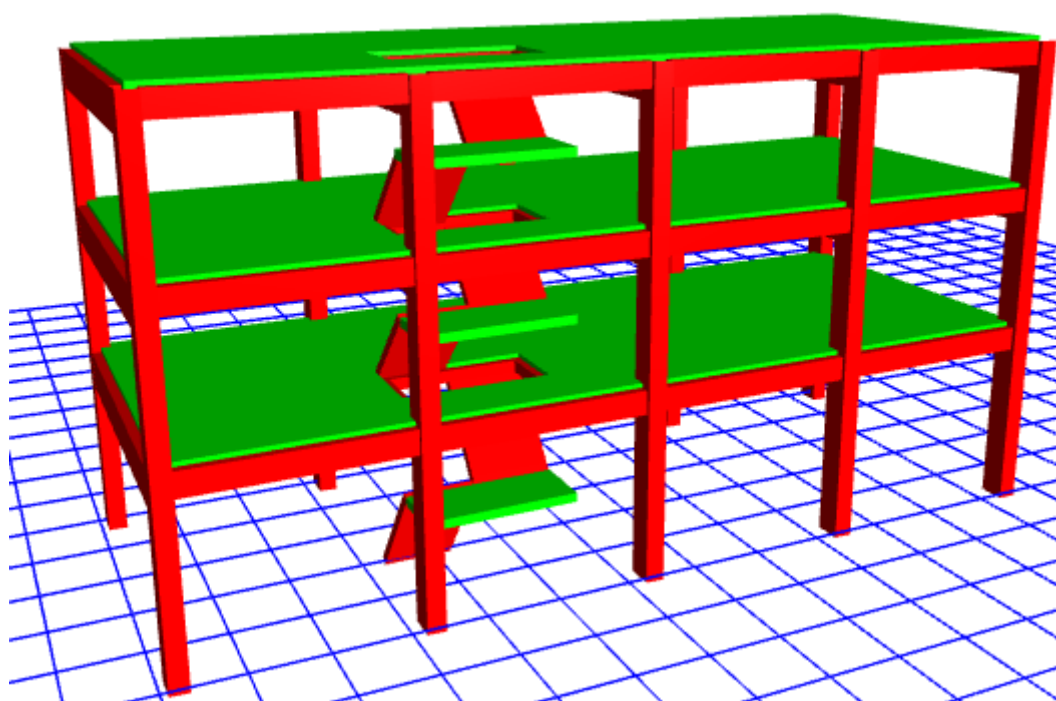
4.3. Conclusiones

Piso	En el eje "X"		En el eje "Y"	
	$\Delta R/H$	Elást.	$\Delta R/H$ Inelást.	$\Delta R/H$ Inelást.
Piso3	0.00045		0.0016	0.0008
Piso2	0.00091		0.0033	0.0016
Piso1	0.00098		0.0035	0.0019

Si Verifica

Los desplazamientos laterales relativos de entrepiso pasados al rango inelástico considerando la estructura irregular si verifican el valor establecido por la norma E.030.

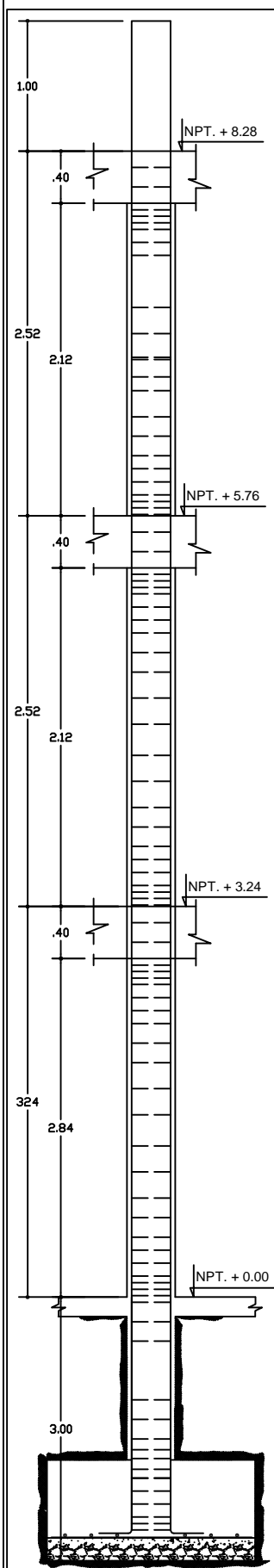
**INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES  
DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY**



VIVIENDA N°

**06**

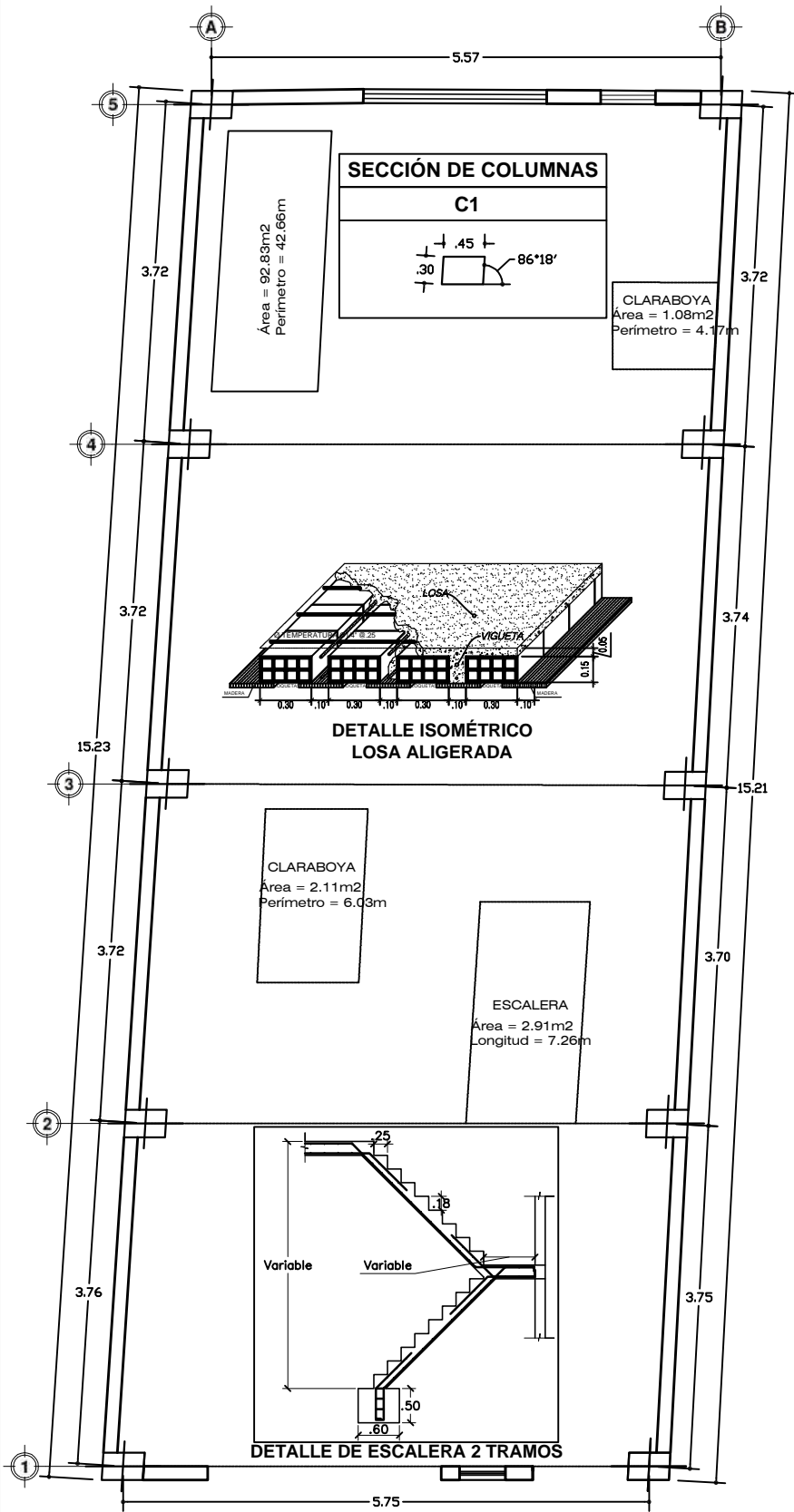




**DETALLE DE COLUMNA TÍPICA**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

<p>Vigas:          Vigas principales: en dirección horizontal (VP30x60)          Vigas secundarias: en dirección vertical (VP30x40)          Vigas chatas: en escaleras (VP25x20)</p>
<p>Escalera:          Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrepaso          Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m</p>
<p>Concreto:  <math>f_c=210\text{kg/cm}^2</math></p>



**PLANO 1º, 2º Y 3º NIVEL**

ESCALA: 1/75

INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY **UAP**

PROPIETARIO: MARCO CHEVARRIA TTITO-JULIA CARAZAS SULLCA

PLANO: ARQUITECTURA

REALIZADO POR: BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

UBICACIÓN:  
 Lugar: Av. Ayacucho  
 Distrito: Abancay  
 Provincia: Abancay  
 Departamento: Apurímac

LÁMINA: **V06-U**

ESCALA: Indicada

FECHA: 05/09/2016

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	06		
Fecha:	05/09/2016		
Propietario:	MARCO CHEVARRIA TTITO; JULIA CARAZAS SULLCA		
Dirección:	Av. Ayacucho		
Pisos contruidos:	3	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		92.83 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

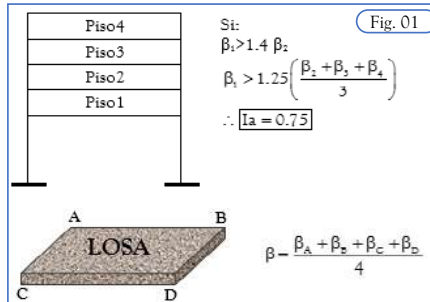
1. IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)

1.1. Irregularidad de rigidez - Piso Blando

1.1.1. Resultados

Derivas	$\beta_x$	Derivas	$\beta_y$
Piso3	0.0004956	Piso3	0.00077619
Piso2	0.0009472	Piso2	0.00152619
Piso1	0.0011148	Piso1	0.00167623

1.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



Nota: No se aplica en azoteas

1.1.3. Conclusión

$\beta_1$	$1.4(\beta_2)$	$1.25((\beta_2 + \beta_3) / 2)$	Ia:	0.75
0.00111481	0.0013261	0.000901786		

1.2. Irregularidad de resistencia - Piso debil

1.2.1. Resultados

Rigidez en "X"		Rigidez en "Y"	
Rigidez	k	Rigidez	k
Piso3	9744.64	Piso3	6747.285
Piso2	14115.871	Piso2	9408.204
Piso1	12727.389	Piso1	9016.338

1.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $k_1 < 0.80k_2$	Ia:	0.75
------------------------------------	-----	------

1.2.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:	1
k1	0.80(k2)	k1	0.80(k2)		
12727.389	11292.697	9016.338	7526.5632		

1.3. Irregularidad extrema de rigidez (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.3.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.1.1

1.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

$$\beta_1 > 1.60\beta_2 \vee \beta_1 > 1.4 \left( \frac{\beta_2 + \beta_3 + \beta_4}{3} \right)$$

$$\therefore Ia = 0.50$$

1.3.3. Conclusión

$\beta_1$	$1.6(\beta_2)$	$1.4((\beta_2 + \beta_3) / 2)$	Ia:	0.5
0.00111481	0.0015156	0.00101		

1.4. Irregularidad extrema de resistencia (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.4.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.2.1

1.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $k_2 < 0.65k_3$	Ia:	0.5
------------------------------------	-----	-----

1.4.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:	1
k1	0.65(k2)	k1	0.65(k2)		
12727.389	9175.3162	9016.338	6115.3326		

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

1.5. Irregularidad de masa o peso

1.5.1. Resultados

Peso	P
Piso3	6.48716
Piso2	11.20874
Piso1	11.49343

1.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si: $P1 > 1.5P2$	Ia:	0.9
---------------------------------	-----	-----

1.5.3. Conclusión

P1	1.5(P2)	Ia:	1
11.49343	16.81311		

1.6. Irregularidad geométrica vertical

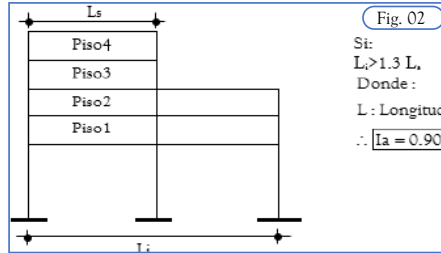
1.6.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
Li	Ls	Li	Ls

donde:

Li:	Longitud en planta del primer nivel en el eje "X" e "Y"
Ls:	Menor longitud en planta de los niveles superiores al primer nivel en "X" e "Y"

1.6.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.6.3. Conclusión

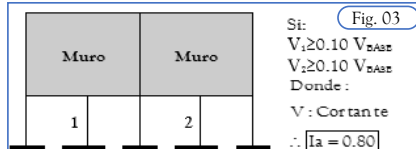
No presenta irregularidad		Ia:	1
Li	1.5(Li)		

1.7. Discontinuidad en los sistemas resistentes

1.7.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
F. cortante	V	F. cortante	V
Cortante 1		Cortante 1	
Cortante 2		Cortante 2	

1.7.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.7.3. Conclusión

No presenta irregularidad		Ia:	1
V	0.1(Vbase)		

1.8. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

1.8.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.7.1

1.8.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 03, Si: $V1+V2 > 0.5V_{base}$	Ia:	0.6
--	-----	-----

1.8.3. Conclusión

No presenta irregularidad		Ia:	1
V1+V2	0.5(Vbase)		

2. IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)

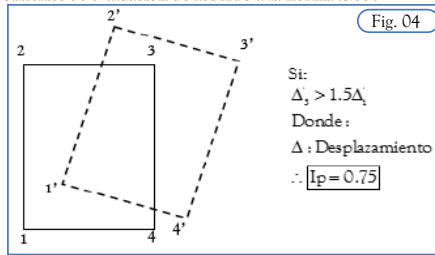
2.1. Irregularidad torsional

2.1.1. Resultados

Desplazamientos	$\Delta'1$	$\Delta'3$
Piso 1	0.0024	0.0023
Piso 2	0.002	0.0019
Piso 3	0.0035	0.0033

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.1.3. Conclusión

No presenta irregularidad

I <sub>p</sub> :	1
------------------	---

Δ <sub>3'</sub>	1.5Δ <sub>1'</sub>
0.0024	0.0036

2.2. Irregularidad torsional extrema

2.2.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 2.1.1

2.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 04, Si: Δ <sub>3</sub> > 3Δ <sub>1'</sub>	I <sub>a</sub> :	0.6
--	------------------	-----

2.2.3. Conclusión

No presenta irregularidad

I <sub>p</sub> :	1
------------------	---

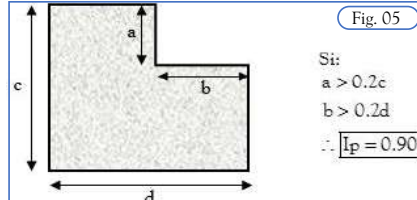
Δ <sub>3'</sub>	3Δ <sub>1'</sub>
0.0024	0.0072

2.3. Irregularidad por esquina entrante

2.3.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.3.3. Conclusión

No presenta irregularidad

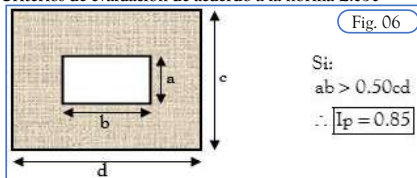
a	0.2(c)	b	0.2(d)	I <sub>p</sub> :	1
---	--------	---	--------	------------------	---

2.4. Irregularidad por discontinuidad de diafragma

2.4.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.4.3. Conclusión

No presenta irregularidad

I <sub>p</sub> :	1
------------------	---

ab	0.5(cd)
6.1	46.415

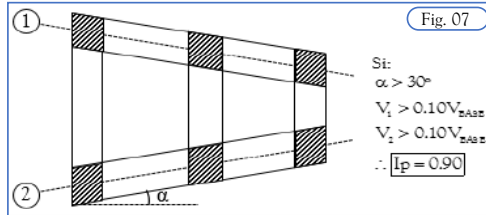
FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.5. Irregularidad por ejes no paralelos

2.5.1. Resultados

Angulo ( $\Theta$ ):	
Cortante V1:	
Cortante V2:	
Cortante basal V:	

2.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.5.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$\Theta$ :	
F. Cortante	0.1(V)

$I_p$ :	1
---------	---

3. RESUMEN DE IRREGULARIDAD ( $I_a$ ,  $I_p$ )

Irregularidad	Valor	Observaciones
$I_a$ :	0.5	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_a=1$ )
$I_p$ :	1	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_p=1$ )

FICHA TÉCNICA - ENCUESTA Y RECOPIACION DE DATOS TECNICOS

1. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	06		
Fecha:	05/09/2016		
Propietario:	MARCO CHEVARRIA TTITO-JULIA CARAZAS SULCA		
Dirección:	Av. Ayacucho		
Pisos contruidos:	3	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		92.83 m2
Nº de personas que habitan la vivienda:	4		
Inversión de la construcción (S/.):	100,000.00		
Antigüedad de la vivienda (años):	4		
Caract. de la ubicación de la vivienda:			

La vivienda se encuentra sobre una superficie con un ligero ángulo de inclinación hacia el norte, en la parte inferior de la ciudad de Abancay, con un tipo de suelo aparentemente compuesto por material granular (caliche), la zona es urbana donde predomina construcciones de material noble (concreto armado) de 2 a mas niveles y algunas de abobe.

2. DATOS TÉCNICOS

2.1. Datos referenciales

P1: Realizo Ud. estudios de mecanica de suelos para la construcción de su vivienda?	No
P2: La vivienda construida cuenta con un plano de arquitectura (plano en planta, cortes y elevaciones)?	Si
P3: La vivienda construida cuenta con un plano de estructuras?	No
P4: Ud. recibio asitencia técnica y/o profesional durante el proceso de construcción?	No
P5: La vivienda presenta un sistema estructural defínido?	Si

2.2. Elementos estructurales

Junta sísmica entre elementos estructurales (cm):	0
---	---

Zapatas	a (m)	b (m)	d (m)	Df (m)	Cant.
Zapata1 (Z1)	1.2	1.2	0.7	3	10
Zapata2 (Z2)					
Zapata3 (Z3)					

Columnas	a (m)	b (m)	Tipo	Cant.
Col.1 (C1)	0.3	0.45	Rectangular	10
Col. 2 (C2)				
Col. 3 (C3)				

Vigas	b (m)	h (m)
Viga Principal (VP)	0.3	0.6
Viga Secundaria (VS)	0.3	0.4
Viga Chata (VCH)	0.25	0.2

Losas	e (m)	Ladrillo Pandereta
Losa Alig. 1	0.2	0.30x0.30x0.15

Escaleras	p (m)	Cp (m)	t (m)	Nº de Tramos
Escalera 1	0.25	0.18	0.15	2

2.3. Características del concreto, acero y/o albañilería

Concreto:		
Nombre del material:	f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>	
Peso específico (γ <sub>c</sub> ):	2.4	Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elast. (E <sub>c</sub> ):	2173706.512	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de corte (G <sub>c</sub> ):	905711.05	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de poisson (μ):	0.2	Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	2100	Tonf/m <sup>2</sup>

Muros:	
Nombre del material:	
Peso específico (γ <sub>m</sub> ):	
Módulo de elasticidad (E <sub>m</sub> ):	
Módulo de corte (G <sub>m</sub> ):	
Módulo de poisson (μ):	
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	

Acero:	
Nombre del material:	Acero G60
Peso específico (γ <sub>a</sub> ):	7.85 Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad (E <sub>a</sub> ):	2.00E+07 Tonf/m <sup>2</sup>
Límite elástico mín. (F <sub>y</sub> ):	42000 Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la tracción (F <sub>u</sub> ):	63000 Tonf/m <sup>2</sup>

2.4. Características del suelo de fundación

Perfil de suelo:	S2
Periodos:	Tp: 0.6
	Tl: 2

2.5. Características de la vivienda:

Nº de pisos:	3
Altura 1º nivel:	3.24
Altura demas niveles:	2.52
Altura total (Hn):	8.28

2.6. Parámetros se análisis sísmico según E.030

Factor de zona (Z):	0.25
Factor de uso (U):	1
Factor de suelo (S):	1.2
Coeficiente Ct:	Ctx: 35
	Cty: 35
Periodo fundamental de vibración (T):	Tx: 0.23657
	Ty: 0.23657
Factor de amplificación sísmica (C):	Cx: 2.5
	Cy: 2.5
Irregularidad en altura (Ia):	0.5
Irregularidad en planta (Ip):	1
Coeficiente básico de reducción (Ro):	Rox: 8
	Roy: 8
Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R):	Rx: 4
	Ry: 4
Coeficiente para el cálculo del contante estatico (Ce):	Cex: 0.1875
	Cey: 0.1875
Cx/Rx:	0.625 ...Ok!
Cy/Ry:	0.625 ...Ok!

PARÁMETROS SEGUN LA NORMA E.030

CLASIFICACIÓN DE PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	>1500m/s	-	-
S1	500m/s a 1500m/s	>50	>100kPa
S2	180m/s a 500m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S3	<180m/s	<15	25kPa a 50kPa

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría	Factor "U"	
A	Edificaciones Ecenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1

ELECCION DEL Ct	
Ct	Descripción
35	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos
45	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos y muros
60	Edif. cuyos elem. resist. sean muros

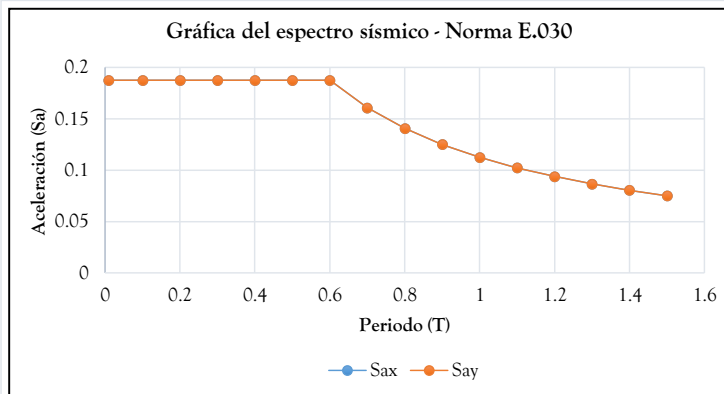
SISTEMAS ESTRUCTURALES	FACT./ZONA
R0	Sistema estructural ZONA:Z
8	Porticos 4:0.45
7	Dual 3:0.35
6	Muros estructurales 2:0.25
4	Muros de ductilidad limitada 1:0.10

FACTOR DE SUELO "S"				
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

PERIODOS Tp y Tl				
	S0	S1	S2	S3
Tp(S)	0.3	0.4	0.6	1
Tl(S)	3	2.5	2	1.6

2.7. Espectro sísmico

T	C	Sax	Say
0.01	2.5	0.188	0.1875
0.1	2.5	0.188	0.1875
0.2	2.5	0.188	0.1875
0.3	2.5	0.188	0.1875
0.4	2.5	0.188	0.1875
0.5	2.5	0.188	0.1875
0.6	2.5	0.188	0.1875
0.7	2.142857143	0.161	0.16071
0.8	1.875	0.141	0.14063
0.9	1.666666667	0.125	0.125
1	1.5	0.113	0.1125
1.1	1.363636364	0.102	0.10227
1.2	1.25	0.094	0.09375
1.3	1.153846154	0.087	0.08654
1.4	1.071428571	0.08	0.08036
1.5	1	0.075	0.075



Donde:

T: Periodo fundamental de vibración

C: Coeficiente de amplificación sísmica

Sax, Say: Aceleracion espectral en "X" e "Y"

FÓRMULAS SEGÚN LA NORMA E.030

• C = 2.5; T < Tp	$T = \frac{Hn}{C_e}$	$Sa = \frac{ZUCS}{R}$
• C = 2.5 $\left(\frac{T_p}{T}\right)$ ; Tp < T < Tl	$R = (Ia)(Ip)(Ro)$	
• C = 2.5 $\left(\frac{T_p T_l}{T^2}\right)$ ; T > Tl	$C_e = \frac{ZUCS}{R}$ ; $\frac{C}{R} \geq 0.125$	

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	06		
Fecha:	05/09/2016		
Propietario:	MARCO CHEVARRIA TITO JULIA CARAZAS SULLCA		
Dirección:	Av. Ayacucho		
Pisos contruidos:	3	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		92.83 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. SEPARACIÓN ENTRE EDIFICIOS Y/O ELEMENTOS RESISTENTES

1.1. Resultados

Entre edificios	Entre elementos resistentes
S: 0 cm	S: 0 cm

1.2. Restricciones de la norma E.030

$$S = 0.006(h) \geq 3 \text{ cm}$$

donde:

S: Separación entre edificios y/o elementos resistentes

h: Altura total del edificio

1.3. Conclusiones

h:	8.28 m	No Verifica
S	0.006(h)	S <sub>mín</sub>
0	4.968	3

Como  $s=0\text{cm}$ , no cumple el valor mínimo establecido por la norma técnica E.030 que es de 3cm de junta sísmica entre edificaciones colindantes

2. PERÍODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN DEL EDIFICIO (T)

2.1. Resultados

$$T: 0.437 \text{ s}$$

2.2. Restricciones de la norma E.030

$$T \leq 0.1(n)$$

donde:

T: Periodo fundamental de vibracion del edificio

n: Número de pisos y/o niveles del edificio

2.3. Conclusiones

n:	0	No Verifica
T	0.1(n)	
0.437	0	

La norma sugiere un periodo de vibración de 0.1s por nivel, sin embargo el resultado obtenido prueba que la edificación esta vibrando como si fuera una edificación de 4 niveles.

3. FUERZA CORTANTE EN LA BASE (V)

3.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
Sismo estático (SE <sub>x</sub> ):	-59.886	Sismo estático (SE <sub>y</sub> ):	-59.886
Sismo dinámico (SD <sub>x</sub> ):	55.761	Sismo dinámico (SD <sub>y</sub> ):	55.2035

3.2. Restricciones de la norma E.030

Estructura Regular	SD ≥ 0.80(SE)
Estructura Irregular	SD ≥ 0.90(SE)

3.3. Conclusiones

En el eje "X"		En el eje "Y"		Si Verifica
SD <sub>x</sub>	0.80(SE <sub>x</sub> )	SD <sub>y</sub>	0.80(SE <sub>y</sub> )	
55.76	47.90856	55.204	47.90856	

Pa este caso de análisis se cumple que el cortante basal para el sismo dinámico supera el 90% del obtenido por sismo estático, según establece la norma E.030.



FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LOS ENTREPISOS (DERIVAS)

4.1. Resultados

Sistema estructural en "X":		Aporticada		Irregular	
Sistema estructural en "Y":		Aporticada		Irregular	
Datos Adicionales:	Rx:	3.6	Ry:	3.6	
	CCx:	3.6	CCy:	3.6	

Elección del factor CC	
Est. regular:	CC=0.75R
Est. irregular:	CC=R

4.1.1. Desplazamientos en "X":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso3	Sismo dinámico X (máx)	0.00725	0.00125	2.52
Piso2	Sismo dinámico X (máx)	0.006	0.00239	2.52
Piso1	Sismo dinámico X (máx)	0.00361	0.00361	3.24

4.1.2. Desplazamientos en "Y":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso3	Sismo dinámico Y (máx)	0.01123	0.00196	2.52
Piso2	Sismo dinámico Y (máx)	0.00928	0.00385	2.52
Piso1	Sismo dinámico Y (máx)	0.00543	0.00543	3.24

donde:

$\Delta$ : Desplazamiento

$\Delta R$ : Desplazamiento relativo

$\Delta R/H_i$ : Deriva estructural

Rx, Ry: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas en "X" e "Y"

CCx, CCy: Factor de deriva para pasar al rango inelástico en "X" e "Y"

4.2. Restricciones de la norma E.030

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	$\Delta R/H$
Concreto armado	0.007
Albañilería	0.005

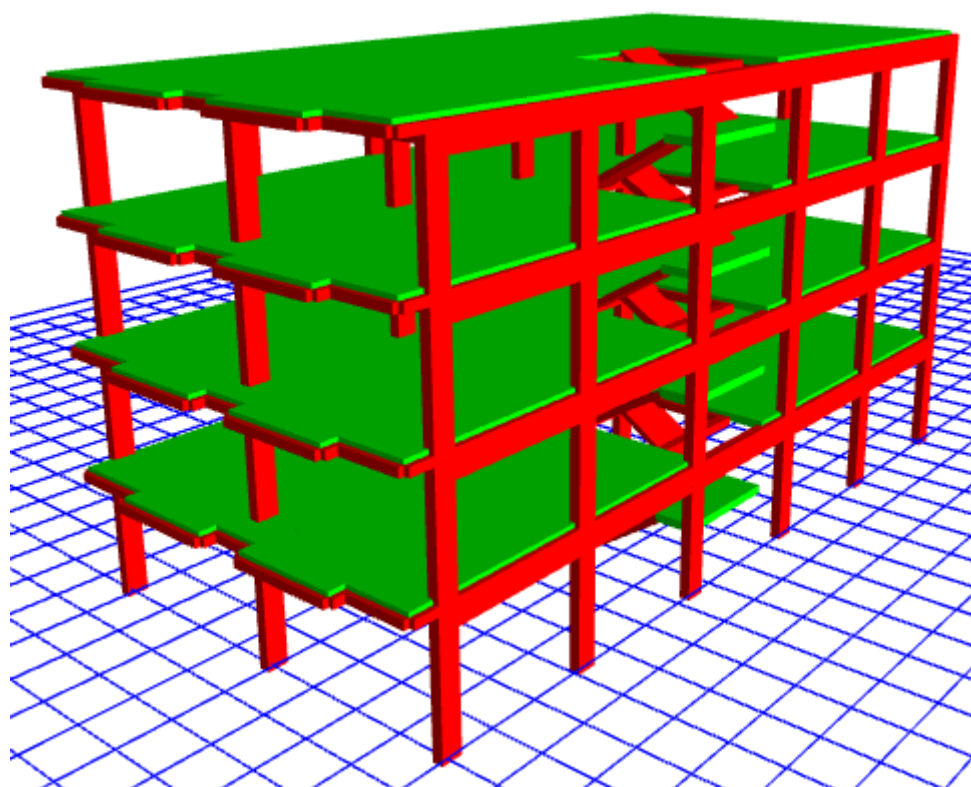
4.3. Conclusiones

Piso	En el eje "X"		En el eje "Y"	
	$\Delta R/H$	Elást.	$\Delta R/H$ Inelást.	$\Delta R/H$ Inelást.
Piso3	0.00050		0.0018	0.0008
Piso2	0.00095		0.0034	0.0015
Piso1	0.00111		0.004	0.0017

Si Verifica

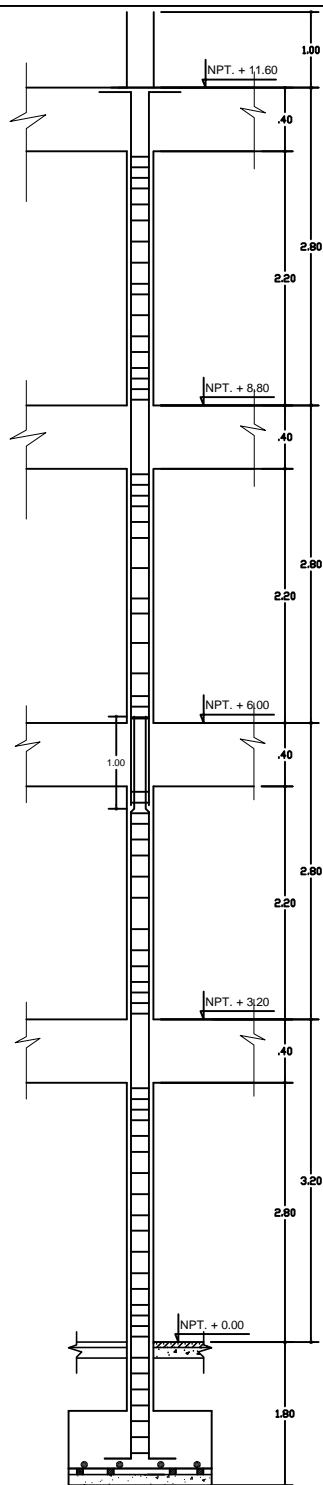
Los desplazamientos laterales relativos de entrepiso pasados al rango inelástico considerando la estructura irregular si verifican el valor establecido por la norma E.030.

**INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES  
DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY**

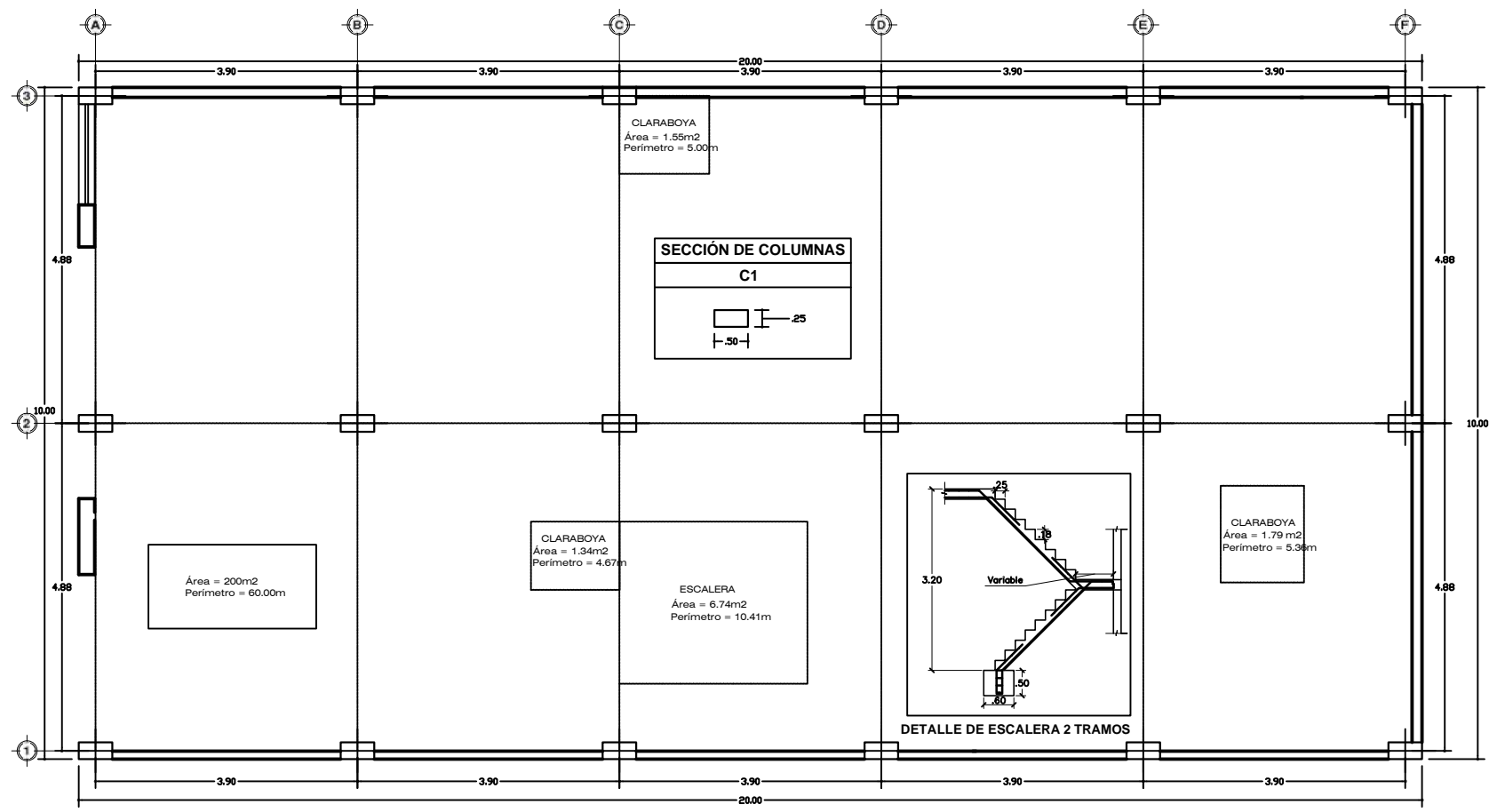


VIVIENDA N°

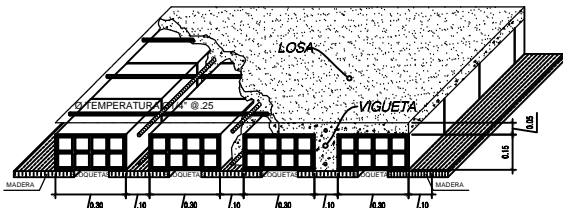
**07**



DETALLE DE COLUMNA TÍPICA (S/E)



**PLANO 1º NIVEL**  
ESCALA: 1/100



DETALLE ISOMÉTRICO  
LOSA ALIGERADA

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Vigas:**  
 Vigas principales: en dirección horizontal (VP25x60)  
 Vigas secundarias: en dirección vertical (VS25x40)  
 Vigas chatas: en escaleras (VCH25x20)

**Escalera:**  
 Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrepaso  
 Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m

**Concreto:**  
 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY **UAP**

PROPIETARIO: SACARIAS HILARES MARURI Y ESPOSA

PLANO: ARQUITECTURA

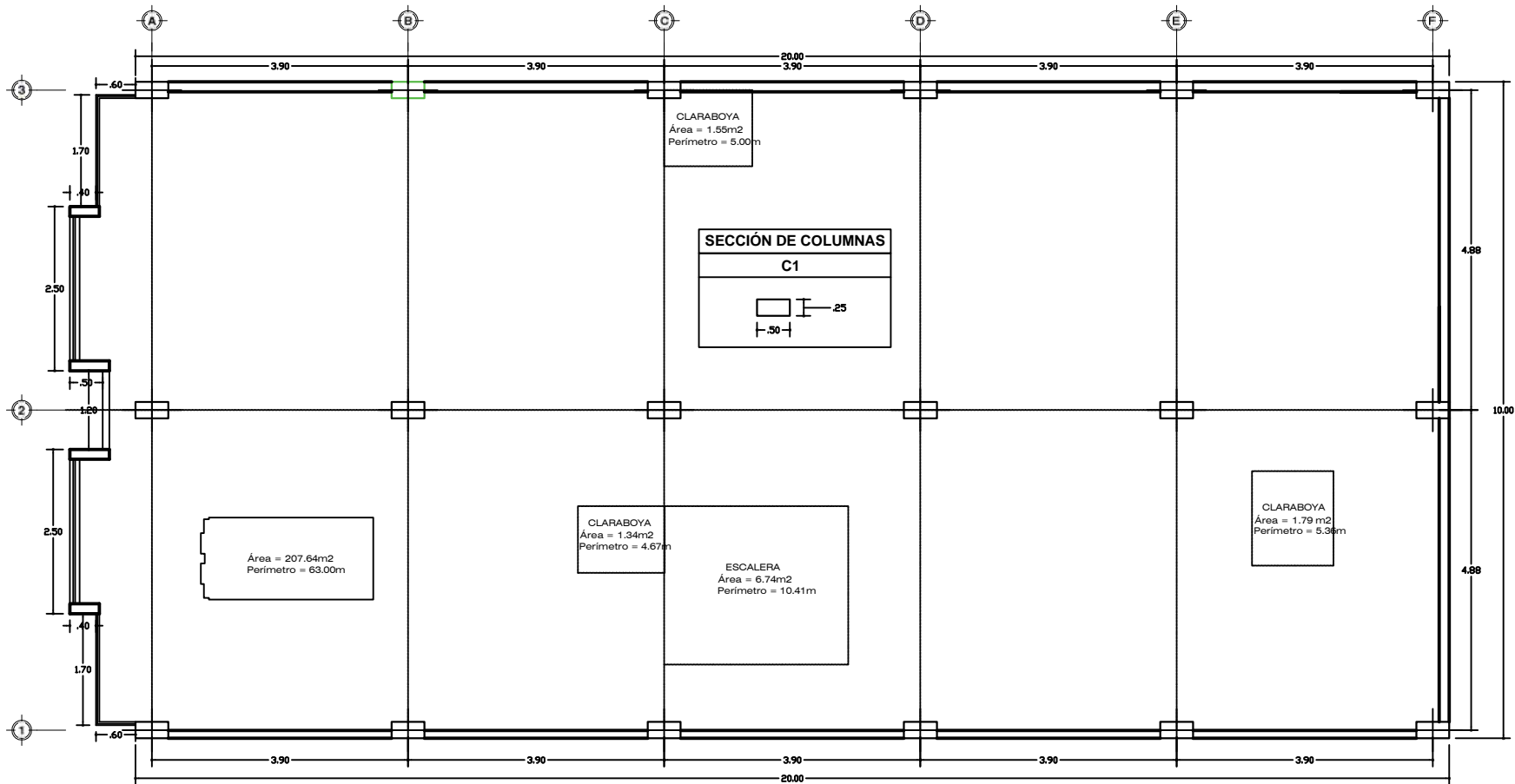
REALIZADO POR: BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

UBICACIÓN:  
 Lugar: Av. Bella Abanquina  
 Distrito: Abancay  
 Provincia: Abancay  
 Departamento: Apurímac

LÁMINA: **V07-01**

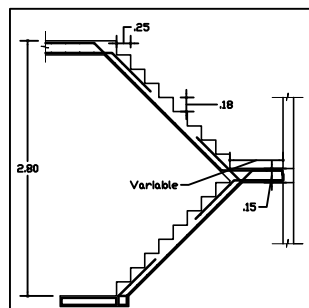
ESCALA: Indicada

FECHA: 10/09/2016

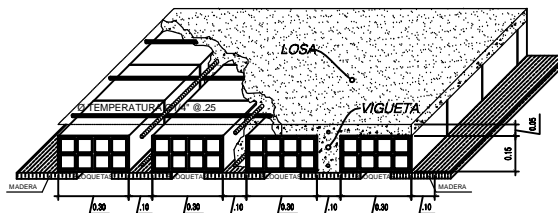


## PLANO 2º, 3º y 4º NIVEL

ESCALA: 1/100



DETALLE DE ESCALERA 2 TRAMOS



DETALLE ISOMÉTRICO  
LOSA ALIGERADA

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**Vigas:**  
 Vigas principales: en dirección horizontal (VP25x60)  
 Vigas secundarias: en dirección vertical (VS25x40)  
 Vigas chatas: en escaleras (VCH25x20)

**Escalera:**  
 Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrepiso  
 Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m

**Concreto:**  
 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY

**UAP**

PROPIETARIO: SACARIAS HILARES MARURI Y ESPOSA

PLANO: ARQUITECTURA

REALIZADO POR: BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

UBICACIÓN:  
 Lugar: Av. Bella Abanquina  
 Distrito: Abancay  
 Provincia: Abancay  
 Departamento: Apurímac

LÁMINA: **V07-02**

ESCALA: Indicada

FECHA: 10/09/2016

FICHA TÉCNICA - ENCUESTA Y RECOPIACION DE DATOS TECNICOS

1. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	07		
Fecha:	10/09/2016		
Propietario:	SACARIAS HILARES MARURI Y ESPOSA		
Dirección:	Av. Bella Abanquina		
Pisos contruidos:	4	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		207.64 m2
N° de personas que habitan la vivienda:	12		
Inversión de la construcción (S/.):	143,000.00		
Antigüedad de la vivienda (años):	9		
Caract. de la ubicación de la vivienda:			

La vivienda se encuentra sobre una superficie casi plana en las vertientes del cerro Quisapata y Marcahuasi, con un tipo de suelo aparentemente compuesto por material arenoso, la zona es urbana donde predomina construcciones de material noble (concreto armado) de 2 a mas niveles y algunas de abobe.

2. DATOS TÉCNICOS

2.1. Datos referenciales

P1: Realizo Ud. estudios de mecanica de suelos para la construcción de su vivienda?	No
P2: La vivienda construida cuenta con un plano de arquitectura (plano en planta, cortes y elevaciones)?	Si
P3: La vivienda construida cuenta con un plano de estructuras?	No
P4: Ud. recibo asistencia técnica y/o profesional durante el proceso de construcción?	No
P5: La vivienda presenta un sistema estructural defínido?	Si

2.2. Elementos estructurales

Junta sísmica entre elementos estructurales (cm):	2.5
---	-----

Zapatas	a (m)	b (m)	d (m)	Df (m)	Cant.
Zapata1 (Z1)	1.3	1.3	0.8	1.8	18
Zapata2 (Z2)					
Zapata3 (Z3)					

Columnas	a (m)	b (m)	Tipo	Cant.
Col.1 (C1)	0.25	0.5	Rectangular	18
Col. 2 (C2)				
Col. 3 (C3)				

Vigas	b (m)	h (m)
Viga Principal (VP)	0.25	0.6
Viga Secundaria (VS)	0.25	0.4
Viga Chata (VCH)	0.25	0.2

Losas	e (m)	Ladrillo Pandereta
Losa Alig. 1	0.2	0.30x0.30x0.15

Escaleras	p (m)	Cp (m)	t (m)	N° de Tramos
Escalera 1	0.25	0.18	0.15	2

2.3. Características del concreto, acero y/o albañilería

Concreto:		
Nombre del material:	f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>	
Peso específico (γ <sub>c</sub> ):	2.4	Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elast. (E <sub>c</sub> ):	2173706.512	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de corte (G <sub>c</sub> ):	905711.05	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de poisson (μ):	0.2	Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	2100	Tonf/m <sup>2</sup>

Muros:	
Nombre del material:	
Peso específico (γ <sub>m</sub> ):	
Módulo de elasticidad (E <sub>m</sub> ):	
Módulo de corte (G <sub>m</sub> ):	
Módulo de poisson (μ):	
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	

Acero:	
Nombre del material:	Acero G60
Peso específico (γ <sub>a</sub> ):	7.85 Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad (E <sub>a</sub> ):	2.00E+07 Tonf/m <sup>2</sup>
Límite elástico mín. (F <sub>y</sub> ):	42000 Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la tracción (F <sub>u</sub> ):	63000 Tonf/m <sup>2</sup>

2.4. Características del suelo de fundación

Perfil de suelo:	S3
Periodos:	Tp: 1
	Tl: 1.6

2.5. Características de la vivienda:

Nº de pisos:	4
Altura 1º nivel:	3.2
Altura demas niveles:	2.8
Altura total (Hn):	11.6

2.6. Parámetros se análisis sísmico según E.030

Factor de zona (Z):	0.25
Factor de uso (U):	1
Factor de suelo (S):	1.4
Coeficiente Ct:	Cdx: 35
	Cty: 35
Periodo fundamental de vibración (T):	Tx: 0.33143
	Ty: 0.33143
Factor de amplificación sísmica (C):	Cx: 2.5
	Cy: 2.5
Irregularidad en altura (Ia):	0.75
Irregularidad en planta (Ip):	1
Coeficiente básico de reducción (Ro):	Rox: 8
	Roy: 8
Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R):	Rx: 6
	Ry: 6
Coeficiente para el cálculo del contante estatico (Ce):	Cex: 0.14583
	Cey: 0.14583
Cx/Rx:	0.41666667 ...Ok!
Cy/Ry:	0.41666667 ...Ok!

PARÁMETROS SEGUN LA NORMA E.030

CLASIFICACIÓN DE PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	>1500m/s	-	-
S1	500m/s a 1500m/s	>50	>100kPa
S2	180m/s a 500m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S3	<180m/s	<15	25kPa a 50kPa

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría	Factor "U"	
A	Edificaciones Ecenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1

ELECCION DEL Ct	
Ct	Descripción
35	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos
45	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos y muros
60	Edif. cuyos elem. resist. sean muros

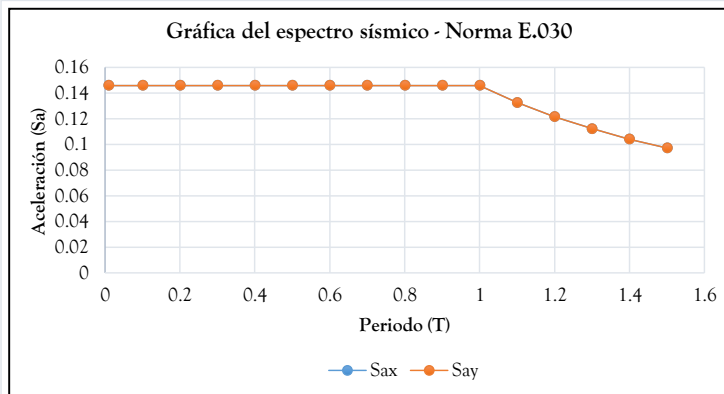
SISTEMAS ESTRUCTURALES	FACT./ZONA	
R0	Sistema estructural	ZONA:Z
8	Porticos	4:0.45
7	Dual	3:0.35
6	Muros estructurales	2:0.25
4	Muros de ductilidad limitada	1:0.10

FACTOR DE SUELO "S"				
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

PERIODOS Tp y Tl				
	S0	S1	S2	S3
Tp(S)	0.3	0.4	0.6	1
Tl(S)	3	2.5	2	1.6

2.7. Espectro sísmico

T	C	Sax	Say
0.01	2.5	0.146	0.14583
0.1	2.5	0.146	0.14583
0.2	2.5	0.146	0.14583
0.3	2.5	0.146	0.14583
0.4	2.5	0.146	0.14583
0.5	2.5	0.146	0.14583
0.6	2.5	0.146	0.14583
0.7	2.5	0.146	0.14583
0.8	2.5	0.146	0.14583
0.9	2.5	0.146	0.14583
1	2.5	0.146	0.14583
1.1	2.272727273	0.133	0.13258
1.2	2.083333333	0.122	0.12153
1.3	1.923076923	0.112	0.11218
1.4	1.785714286	0.104	0.10417
1.5	1.666666667	0.097	0.09722



Donde:

- T: Periodo fundamental de vibración
- C: Coeficiente de amplificación sísmica
- Sax, Say: Aceleración espectral en "X" e "Y"

FÓRMULAS SEGÚN LA NORMA E.030

• C = 2.5; T < Tp	$T = \frac{Hn}{C_e}$	$Sa = \frac{ZUCS}{R}$
• C = 2.5 $\left(\frac{Tp}{T}\right)$ ; Tp < T < Tl	$R = (Ia)(Ip)(Ro)$	
• C = 2.5 $\left(\frac{Tp, Tl}{T^2}\right)$ ; T > Tl	$C_e = \frac{ZUCS}{R}$ ; $\frac{C}{R} \geq 0.125$	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	07		
Fecha:	10/09/2016		
Propietario:	SACARIAS HILARES MARURI Y ESPOSA		
Dirección:	Av. Bella Abanquina		
Pisos contruidos:	4	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		207.64 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

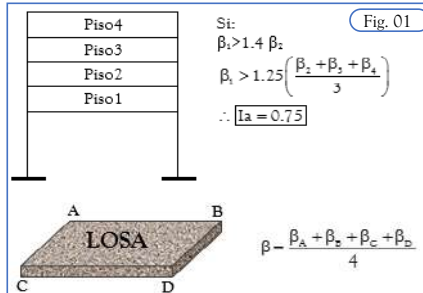
1. IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)

1.1. Irregularidad de rigidez - Piso Blando

1.1.1. Resultados

Derivas	$\beta_x$	Derivas	$\beta_y$
Piso4	0.0002854	Piso4	0.00110071
Piso3	0.0006175	Piso3	0.00211107
Piso2	0.0008936	Piso2	0.00314714
Piso1	0.0009547	Piso1	0.00356344

1.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



Nota: No se aplica en azoteas

1.1.3. Conclusión

$\beta_1$	1.4( $\beta_2$ )	$[1.25(\beta_2 + \beta_3 + \beta_4)]/3$	Ia:	0.75
0.00095469	0.001251	0.000748512		

1.2. Irregularidad de resistencia - Piso debil

1.2.1. Resultados

Rigidez en "X"		Rigidez en "Y"	
Rigidez	k	Rigidez	k
Piso4	22330.586	Piso4	6186.86
Piso3	30469.144	Piso3	9190.926
Piso2	33957.241	Piso2	9649.213
Piso1	33041.363	Piso1	8929.781

1.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si:  $k_1 < 0.80k_2$  Ia: 0.75

1.2.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:
k1	0.80(k2)	k1	0.80(k2)	1
33041.363	27165.793	8929.781	7719.3704	

1.3. Irregularidad extrema de rigidez (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.3.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.1.1

1.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

$$\beta_1 > 1.60\beta_2 \vee \beta_1 > 1.4 \left( \frac{\beta_2 + \beta_3 + \beta_4}{3} \right)$$

$\therefore Ia = 0.50$

1.3.3. Conclusión

$\beta_1$	1.6( $\beta_2$ )	$[1.4(\beta_2 + \beta_3 + \beta_4)]/3$	Ia:	1
0.00095469	0.0014297	0.000838333		

1.4. Irregularidad extrema de resistencia (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.4.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.2.1

1.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si:  $k_2 < 0.65k_3$  Ia: 0.5

1.4.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:
k1	0.65(k2)	k1	0.65(k2)	1
33041.363	22072.207	8929.781	6271.98845	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

1.5. Irregularidad de masa o peso

1.5.1. Resultados

Peso	P
Piso4	12.67491
Piso3	23.02004
Piso2	23.02551
Piso1	23.18427

1.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si:  $P1 > 1.5P2$  Ia: 0.9

1.5.3. Conclusión

P1	1.5(P2)
23.18427	34.538265

Ia: 1

1.6. Irregularidad geométrica vertical

1.6.1. Resultados

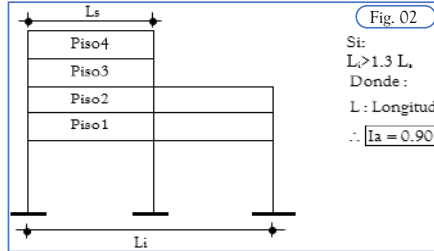
En el eje "X"	
Li	Ls

En el eje "Y"	
Li	Ls

donde:

Li:	Longitud en planta del primer nivel en el eje "X" e "Y"
Ls:	Menor longitud en planta de los niveles superiores al primer nivel en "X" e "Y"

1.6.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.6.3. Conclusión

No presenta irregularidad

Li	1.5(Li)

Ia: 1

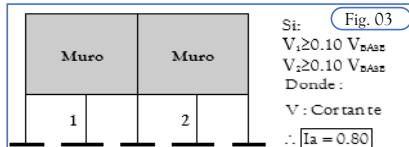
1.7. Discontinuidad en los sistemas resistentes

1.7.1. Resultados

En el eje "X"	
F. cortante	V
Cortante 1	
Cortante 2	

En el eje "Y"	
F. cortante	V
Cortante 1	
Cortante 2	

1.7.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.7.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V	0.1(Vbase)

Ia: 1

1.8. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

1.8.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.7.1

1.8.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 03, Si:  $V1 + V2 > 0.5V_{base}$  Ia: 0.6

1.8.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V1+V2	0.5(Vbase)

Ia: 1

2. IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)

2.1. Irregularidad torsional

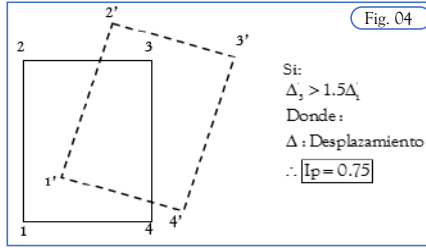
2.1.1. Resultados

Desplazamientos	$\Delta'1$	$\Delta'3$
Piso 1	0.00014	0.0002
Piso 2	0.00013	0.0018
Piso 3	0.0014	0.0014
Piso 3	0.001	0.0011



FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.1.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$\Delta 3'$	$1.5\Delta 1'$
0.0002	0.00021

$I_p$ : 1

2.2. Irregularidad torsional extrema

2.2.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 2.1.1

2.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 04, Si:  $\Delta 3 > 3\Delta 1'$   $I_a$ : 0.6

2.2.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$\Delta 3'$	$3\Delta 1'$
0.0002	0.00042

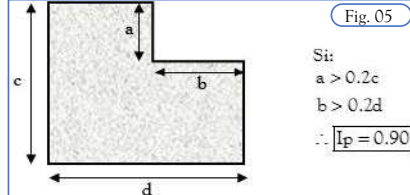
$I_p$ : 1

2.3. Irregularidad por esquina entrante

2.3.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.3.3. Conclusión

No presenta irregularidad

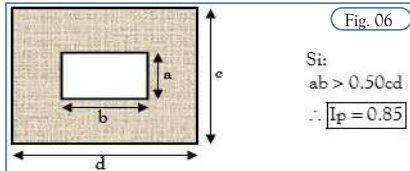
a	0.2(c)	b	0.2(d)	$I_p$ :	1
---	--------	---	--------	---------	---

2.4. Irregularidad por discontinuidad de diafragma

2.4.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.4.3. Conclusión

No presenta irregularidad

ab	0.5(cd)
11.42	100

$I_p$ : 1

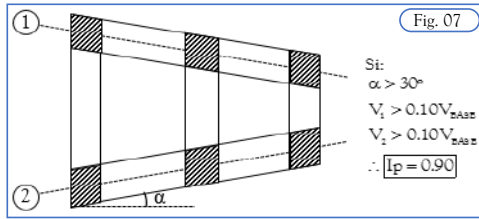
2.5. Irregularidad por ejes no paralelos

2.5.1. Resultados

Angulo ( $\Theta$ ):	
Cortante V1:	
Cortante V2:	
Cortante basal V:	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.5.3. Conclusión

No presenta irregularidad

Ip:	1
-----	---

$\theta$ :	
F. Cortante	0.1(V)

3. RESUMEN DE IRREGULARIDAD (Ia, Ip)

Irregularidad	Valor	Observaciones
Ia:	0.75	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular (Ia=1)
Ip:	1	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular (Ip=1)

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	07		
Fecha:	10/09/2016		
Propietario:	SACARIAS HILARES MARURI Y ESPOSA		
Dirección:	Av. Bella Abanquina		
Pisos contruidos:	4	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		207.64 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. SEPARACION ENTRE EDIFICIOS Y/O ELEMETOS RESISTENTES

1.1. Resultados

Entre edificios	Entre elementos resistentes
S:  2.5 cm	S:  0 cm

1.2. Restricciones de la norma E.030

$S=0.006(h) \geq 3\text{cm}$

donde:

S: Separación entre edificios y/o elementos resistentes

h: Altura total del edificio

1.3. Conclusiones

h:  11.6 m	No Verifica	
S	0.006(h)	S <sub>mín</sub>
2.5	6.96	3

Como  $s=2.5\text{cm}$ , no cumple el valor mínimo establecido por la norma técnica E.030 que es de 3cm de junta sísmica entre edificaciones colindantes

2. PERÍODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN DEL EDIFICIO (T)

2.1. Resultados

T:| 0.795 s

2.2. Restricciones de la norma E.030

$T \leq 0.1(n)$

donde:

T: Periodo fundamental de vibracion del edificio

n: Número de pisos y/o niveles del edificio

2.3. Conclusiones

n:  S2	#¡VALOR!
T	0.1(n)
0.795	#####

La norma sugiere un periodo de vibración de 0.1s por nivel, sin embargo el resultado obtenido prueba que la edificación esta vibrando como si fuera una edificación de 8 niveles.

3. FUERZA CORTANTE EN LA BASE (V)

3.1. Resultados

En el eje "X"	En el eje "Y"
Sismo estático (SE <sub>x</sub> ):  -66.878	Sismo estático (SE <sub>y</sub> ):  -66.878
Sismo dinámico (SD <sub>x</sub> ):  106.83	Sismo dinámico (SD <sub>y</sub> ):  107.87

3.2. Restricciones de la norma E.030

Estructura Regular	SD ≥ 0.80(SE)
Estructura Irregular	SD ≥ 0.90(SE)

1.3. Conclusiones

En el eje "X"	En el eje "Y"	Si Verifica
SD <sub>x</sub>	SD <sub>y</sub>	0.80(SE <sub>y</sub> )
106.8	53.50272	107.87
53.50272		53.50272

Pa este caso de análisis se cumple que el cortante basal para el sismo dinámico supera el 90% del obtenido por sismo estático, según establece la norma E.030.

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LOS ENTREPISOS (DERIVAS)

4.1. Resultados

Sistema estructural en "X":	Aporticada		Irregular	
Sistema estructural en "Y":	Aporticada		Irregular	
Datos Adicionales:	Rx:	6	Ry:	6
	CCx:	6	CCy:	6

Elección del factor CC	
Est. regular:	CC=0.75R
Est. irregular:	CC=R

4.1.1. Desplazamientos en "X":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso4	Sismo dinámico X (máx)	0.00809	0.0008	2.8
Piso3	Sismo dinámico X (máx)	0.00729	0.00173	2.8
Piso2	Sismo dinámico X (máx)	0.00556	0.0025	2.8
Piso1	Sismo dinámico X (máx)	0.00306	0.00306	3.2

4.1.2. Desplazamientos en "Y":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso4	Sismo dinámico Y (máx)	0.02921	0.00308	2.8
Piso3	Sismo dinámico Y (máx)	0.02613	0.00591	2.8
Piso2	Sismo dinámico Y (máx)	0.02022	0.00881	2.8
Piso1	Sismo dinámico Y (máx)	0.0114	0.0114	3.2

donde:

$\Delta$ : Desplazamiento

$\Delta R$ : Desplazamiento relativo

$\Delta R/H_i$ : Deriva estructural

Rx, Ry: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas en "X" e "Y"

CCx, CCy: Factor de deriva para pasar al rango inelástico en "X" e "Y"

4.2. Restricciones de la norma E.030

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	$\Delta R/H$
Concreto armado	0.007
Albañilería	0.005

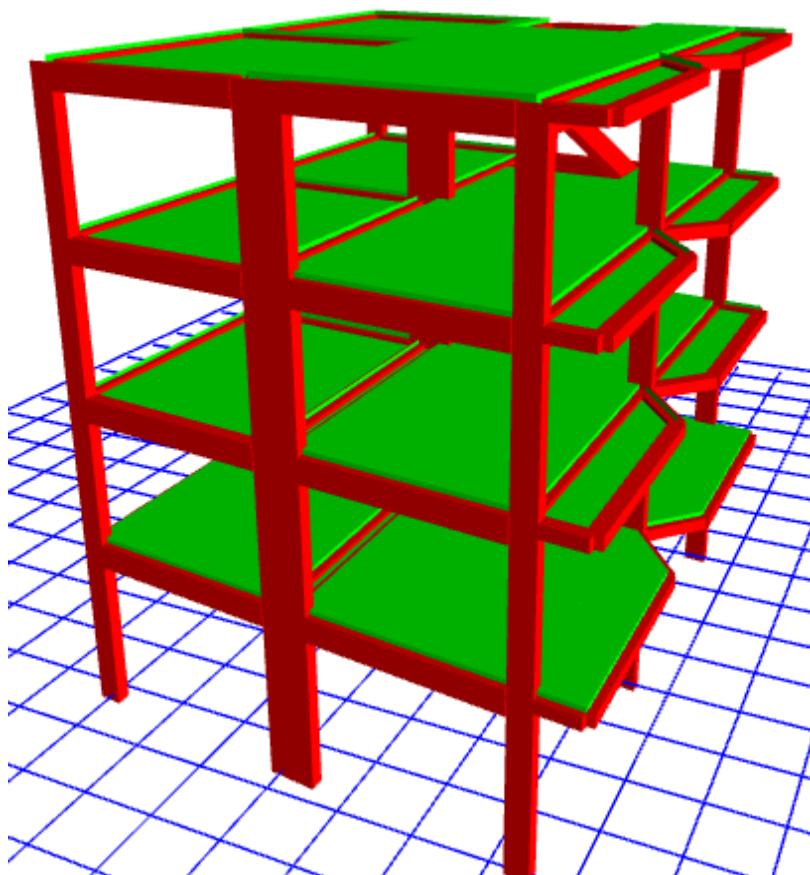
4.3. Conclusiones

Piso	En el eje "X"		En el eje "Y"	
	$\Delta R/H$	Elást.	$\Delta R/H$ Inelást.	$\Delta R/H$ Inelást.
Piso4	0.00029	0.0017	0.0011	0.0066
Piso3	0.00062	0.0037	0.0021	0.01267
Piso2	0.00089	0.0054	0.0031	0.01888
Piso1	0.00095	0.0057	0.0036	0.02138

No Verifica

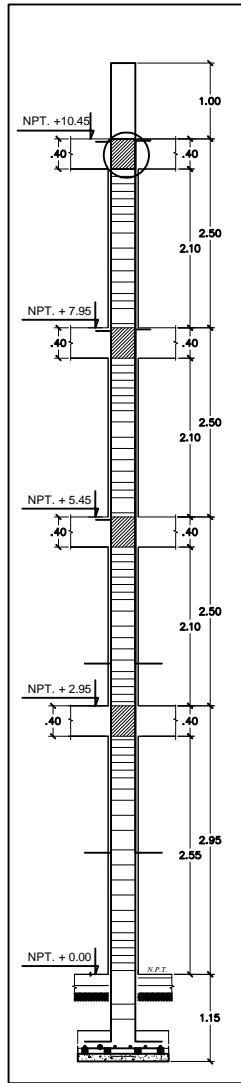
Los desplazamientos laterales relativos de entrepiso pasados al rango inelástico considerando la estructura irregular no verifican el valor establecido por la norma E.030.

**INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES  
DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY**

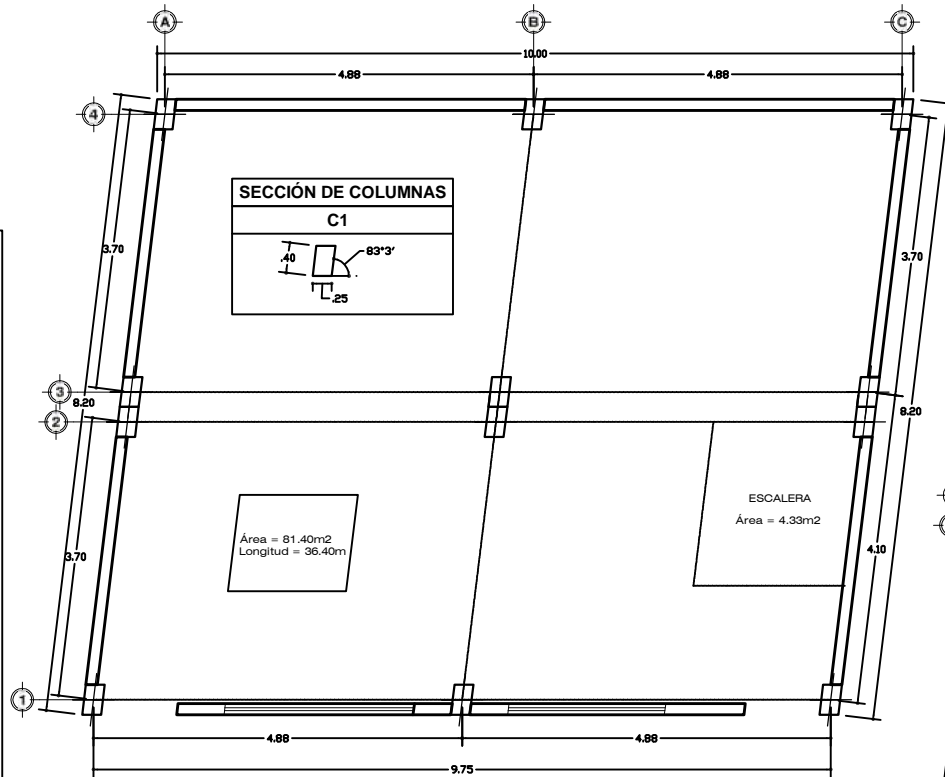


VIVIENDA N°

**08**

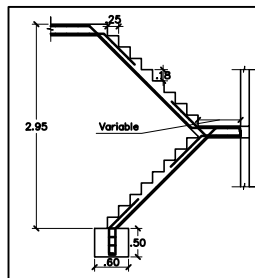


DETALLE DE COLUMNA TÍPICA

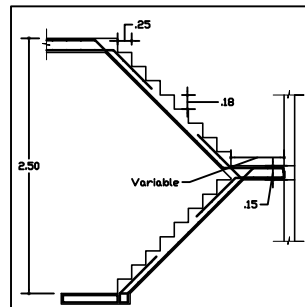


**PLANO 1º NIVEL**

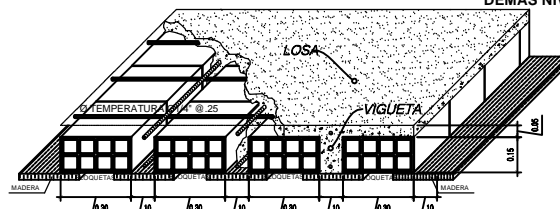
ESCALA: 1/100



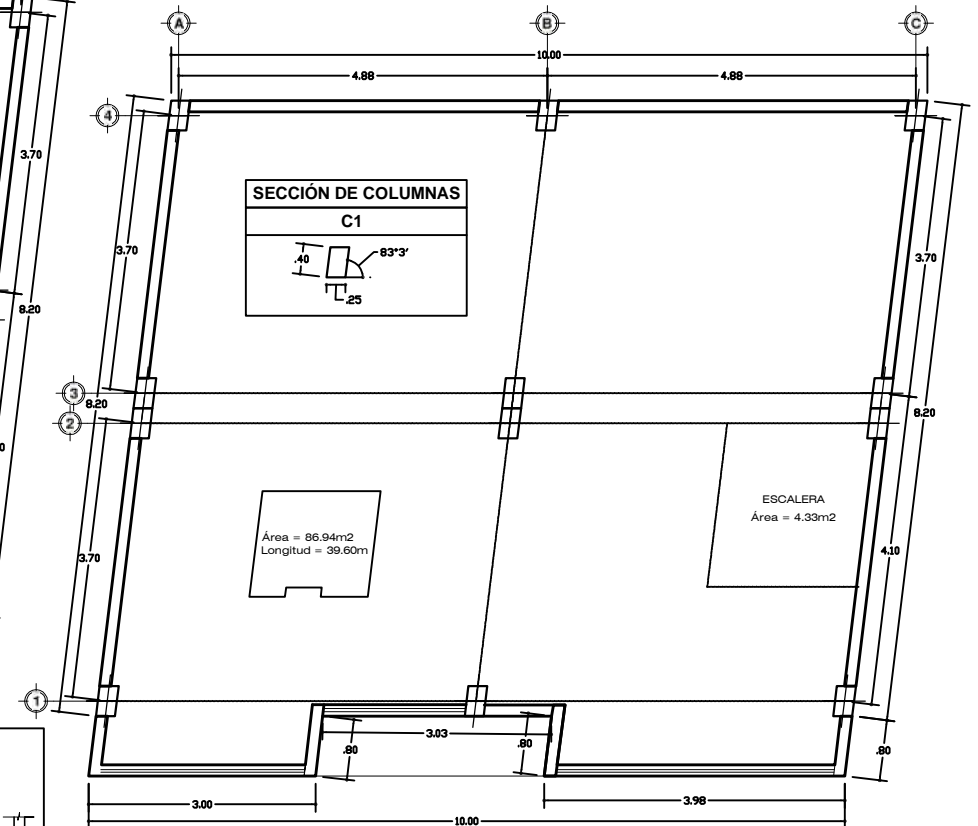
DETALLE DE ESCALERA 2 TRAMOS PRIMER NIVEL



DETALLE DE ESCALERA 2 TRAMOS DEMÁS NIVELES



DETALLE ISOMÉTRICO LOSA ALIGERADA



**PLANO 2º, 3º Y 4º NIVEL**

ESCALA: 1/100

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Vigas:**  
 Vigas principales: en dirección horizontal (VP25x40)  
 Vigas chatas: en escaleras (VCH25x20)

**Escalera:**  
 Se considera los descansos a la mitad de la altura de entrepiso  
 Paso (P): 0.25m Contrapaso (CP): 0.18m Peralte efectivo (t): 0.15m

**Concreto:**  
 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES DE CONCRETO ARMADO DE LA CIUDAD DE ABANCAY



PROPIETARIO: CECILIO VILLAFUERTE RIECRA

PLANO: ARQUITECTURA

REALIZADO POR: BACH. ING. EBER ESPINOZA CHIPANA

UBICACIÓN:  
 Lugar: Av. Condebamba  
 Distrito: Abancay  
 Provincia: Abancay  
 Departamento: Apurímac

LÁMINA: **V08-U**

ESCALA: Indicada

FECHA: 10/09/2016

FICHA TÉCNICA - ENCUESTA Y RECOPIACION DE DATOS TÉCNICOS

1. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	08		
Fecha:	10/09/2016		
Propietario:	CECILIO VILLAFUERTE RIECRA		
Dirección:	Av. Condebamba		
Pisos contruidos:	4	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		86.94 m <sup>2</sup>
N° de personas que habitan la vivienda:	8		
Inversión de la construcción (S/.):	99,000.00		
Antigüedad de la vivienda (años):	4		
Caract. de la ubicación de la vivienda:			

La vivienda se encuentra sobre una superficie casi plana en las vertientes del cerro Quisapata y Marcahuasi, con un tipo de suelo aparentemente compuesto por material arenoso, la zona es urbana donde predomina construcciones de material noble (concreto armado) de 2 a más niveles y algunas de abobe.

2. DATOS TÉCNICOS

2.1. Datos referenciales

P1: Realizo Ud. estudios de mecanica de suelos para la construcción de su vivienda?	No
P2: La vivienda construida cuenta con un plano de arquitectura (plano en planta, cortes y elevaciones?)	Si
P3: La vivienda construida cuenta con un plano de estructuras?	No
P4: Ud. recibio asitencia técnica y/o profesional durante el proceso de construcción?	No
P5: La vivienda presenta un sistema estructural defínido?	Si

2.2. Elementos estructurales

Junta sísmica entre elementos estructurales (cm):	0
---	---

Zapatas	a (m)	b (m)	d (m)	Df (m)	Cant.
Zapata1 (Z1)	1	1.2	0.6	1.15	9
Zapata2 (Z2)					
Zapata3 (Z3)					

Columnas	a (m)	b (m)	Tipo	Cant.
Col.1 (C1)	0.25	0.4	Rectangular	12
Col. 2 (C2)				
Col. 3 (C3)				

Vigas	b (m)	h (m)
Viga Principal (VP)	0.25	0.4
Viga Secundaria (VS)	0.25	0.4
Viga Chata (VCH)	0.25	0.2

Losas	e (m)	Ladrillo Pandereta
Losa Alig. 1	0.2	0.30x0.30x0.15

Escaleras	p (m)	Cp (m)	t (m)	N° de Tramos
Escalera 1	0.2	0.18	0.15	2

2.3. Características del concreto, acero y/o albañilería

Concreto:		
Nombre del material:	f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup>	
Peso específico (γ <sub>c</sub> ):	2.4	Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elast. (Ec):	2173706.512	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de corte (Gc):	905711.05	Tonf/m <sup>2</sup>
Módulo de poisson (μ):	0.2	Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	2100	Tonf/m <sup>2</sup>

Muros:	
Nombre del material:	
Peso específico (γ <sub>m</sub> ):	
Módulo de elasticidad (Em):	
Módulo de corte (Gm):	
Módulo de poisson (μ):	
Resist. a la compresión (f <sub>c</sub> ):	

Acero:	
Nombre del material:	Acero G60
Peso específico (γ <sub>a</sub> ):	7.85 Tonf/m <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad (Ea):	2.00E+07 Tonf/m <sup>2</sup>
Límite elástico mín. (Fy):	42000 Tonf/m <sup>2</sup>
Resist. a la tracción (Fu):	63000 Tonf/m <sup>2</sup>

2.4. Características del suelo de fundación

Perfil de suelo:	S3
Periodos:	Tp: 1
	Tl: 1.6

2.5. Características de la vivienda:

Nº de pisos:	4
Altura 1º nivel:	2.95
Altura demas niveles:	2.5
Altura total (Hn):	10.45

2.6. Parámetros se análisis sísmico según E.030

Factor de zona (Z):	0.25
Factor de uso (U):	1
Factor de suelo (S):	1.4
Coeficiente Ct:	Cdx: 35
	Cty: 35
Periodo fundamental de vibración (T):	Tx: 0.29857
	Ty: 0.29857
Factor de amplificación sísmica (C):	Cx: 2.5
	Cy: 2.5
Irregularidad en altura (Ia):	0.75
Irregularidad en planta (Ip):	1
Coeficiente básico de reducción (Ro):	Rox: 8
	Roy: 8
Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R):	Rx: 6
	Ry: 6
Coeficiente para el cálculo del contante estatico (Ce):	CEx: 0.14583
	CEy: 0.14583
Cx/Rx:	0.41666667 ...Ok!
Cy/Ry:	0.41666667 ...Ok!

PARÁMETROS SEGUN LA NORMA E.030

CLASIFICACIÓN DE PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	>1500m/s	-	-
S1	500m/s a 1500m/s	>50	>100kPa
S2	180m/s a 500m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S3	<180m/s	<15	25kPa a 50kPa

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría	Factor "U"	
A	Edificaciones Ecenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1

ELECCION DEL Ct	
Ct	Descripción
35	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos
45	Edif. cuyos elem. resist. sean porticos y muros
60	Edif. cuyos elem. resist. sean muros

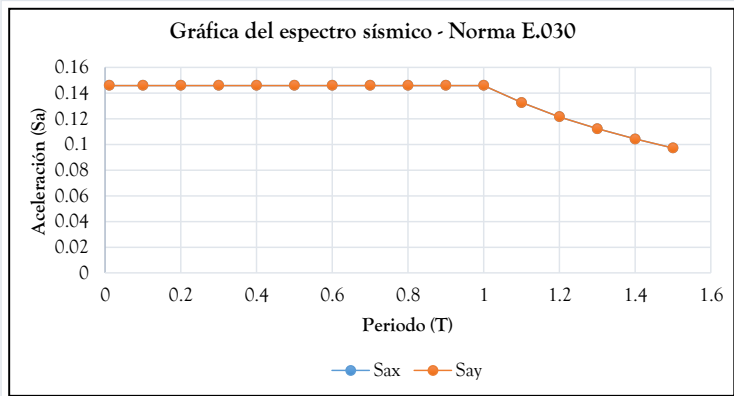
SISTEMAS ESTRUCTURALES	FACT./ZONA	
R0	Sistema estructural	ZONA:Z
8	Porticos	4:0.45
7	Dual	3:0.35
6	Muros estructurales	2:0.25
4	Muros de ductilidad limitada	1:0.10

FACTOR DE SUELO "S"				
	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

PERIODOS Tp y Tl				
	S0	S1	S2	S3
Tp(S)	0.3	0.4	0.6	1
Tl(S)	3	2.5	2	1.6

2.7. Espectro sísmico

T	C	Sax	Say
0.01	2.5	0.146	0.14583
0.1	2.5	0.146	0.14583
0.2	2.5	0.146	0.14583
0.3	2.5	0.146	0.14583
0.4	2.5	0.146	0.14583
0.5	2.5	0.146	0.14583
0.6	2.5	0.146	0.14583
0.7	2.5	0.146	0.14583
0.8	2.5	0.146	0.14583
0.9	2.5	0.146	0.14583
1	2.5	0.146	0.14583
1.1	2.272727273	0.133	0.13258
1.2	2.083333333	0.122	0.12153
1.3	1.923076923	0.112	0.11218
1.4	1.785714286	0.104	0.10417
1.5	1.666666667	0.097	0.09722



Donde:

- T: Periodo fundamental de vibración
- C: Coeficiente de amplificación sísmica
- Sax, Say: Aceleracion espectral en "X" e "Y"

FÓRMULAS SEGÚN LA NORMA E.030

• C = 2.5; T < Tp	$T = \frac{Hn}{C_t}$	$Sa = \frac{ZUCS}{R}$
• C = 2.5 $\left(\frac{T_p}{T}\right)$ ; Tp < T < Tl	$R = (Ia)(Ip)(Ro)$	
• C = 2.5 $\left(\frac{T_p T_l}{T^2}\right)$ ; T > Tl	$C_e = \frac{ZUCS}{R}$ ; $\frac{C}{R} \geq 0.125$	



FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	08		
Fecha:	10/09/2016		
Propietario:	CECILIO VILLAFUERTE RIECRA		
Dirección:	Av. Condebamba		
Pisos contruidos:	4	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		86.94 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

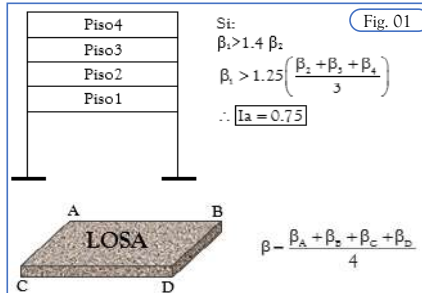
1. IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)

1.1. Irregularidad de rigidez - Piso Blando

1.1.1. Resultados

Derivas	$\beta_x$	Derivas	$\beta_y$
Piso4	0.0007164	Piso4	0.0006804
Piso3	0.001658	Piso3	0.0012824
Piso2	0.0026144	Piso2	0.0017624
Piso1	0.0024207	Piso1	0.00150983

1.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



Nota: No se aplica en azoteas

1.1.3. Conclusión

$\beta_1$	$1.4(\beta_2)$	$1.25(\beta_2 + \beta_3 + \beta_4)/3$	Ia:
0.00242068	0.0036602	0.002078667	0.75

1.2. Irregularidad de resistencia - Piso debil

1.2.1. Resultados

Rigidez en "X"		Rigidez en "Y"	
Rigidez	k	Rigidez	k
Piso4	3190.255	Piso4	3714.09
Piso3	5185.787	Piso3	6411.736
Piso2	5296.638	Piso2	7611.871
Piso1	5820.127	Piso1	8849.61

1.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si:  $k1 < 0.80k2$  Ia: 0.75

1.2.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:
k1	0.80(k2)	k1	0.80(k2)	
5820.127	4237.3104	8849.61	6089.4968	1

1.3. Irregularidad extrema de rigidez (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.3.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.1.1

1.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

$$\beta_1 > 1.60\beta_2 \vee \beta_1 > 1.4 \left( \frac{\beta_2 + \beta_3 + \beta_4}{3} \right)$$

$\therefore Ia = 0.50$

1.3.3. Conclusión

$\beta_1$	$1.6(\beta_2)$	$1.4(\beta_2 + \beta_3 + \beta_4)/3$	Ia:
0.00242068	0.004183	0.002328107	1

1.4. Irregularidad extrema de resistencia (ver tabla N°10 de la norma E.030)

1.4.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.2.1

1.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si:  $k2 < 0.65k3$  Ia: 0.5

1.4.3. Conclusión

En "X"		En "Y"		Ia:
k1	0.65(k2)	k1	0.65(k2)	
5820.127	3442.8147	8849.61	4947.71615	1

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

1.5. Irregularidad de masa o peso

1.5.1. Resultados

Peso	P
Piso4	3.25033
Piso3	9.3121
Piso2	9.3121
Piso1	9.83685

1.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 01, Si:  $P1 > 1.5P2$  Ia: 0.9

1.5.3. Conclusión

P1	1.5(P2)	Ia:	1
9.83685	13.96815		

1.6. Irregularidad geométrica vertical

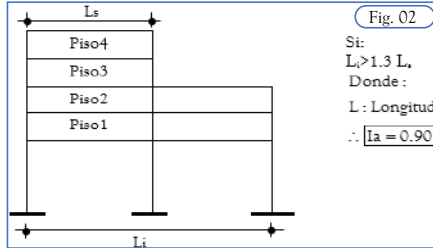
1.6.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
Li	Ls	Li	Ls

donde:

Li:	Longitud en planta del primer nivel en el eje "X" e "Y"
Ls:	Menor longitud en planta de los niveles superiores al primer nivel en "X" e "Y"

1.6.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.6.3. Conclusión

No presenta irregularidad

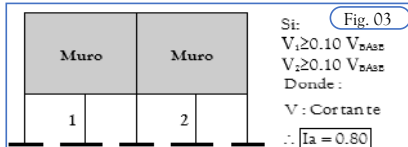
Li	1.5(Li)	Ia:	1

1.7. Discontinuidad en los sistemas resistentes

1.7.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
F. cortante	V	F. cortante	V
Cortante 1		Cortante 1	
Cortante 2		Cortante 2	

1.7.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



1.7.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V	0.1(Vbase)	Ia:	1

1.8. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

1.8.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 1.7.1

1.8.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 03, Si:  $V1+V2 > 0.5Vbase$  Ia: 0.6

1.8.3. Conclusión

No presenta irregularidad

V1+V2	0.5(Vbase)	Ia:	1

2. IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)

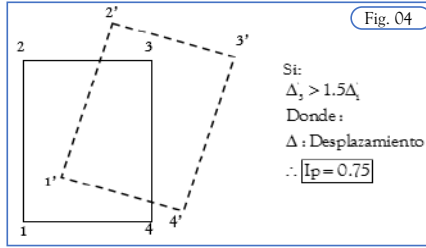
2.1. Irregularidad torsional

2.1.1. Resultados

Desplazamientos	$\Delta'1$	$\Delta'3$
Piso 1	0.000144	0.00021
Piso 2	0.000132	0.00182
Piso 3	0.00143	0.0014
Piso 3	0.00111	0.0011

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.1.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.1.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$\Delta 3'$	$1.5\Delta 1'$
0.00021	0.000216

$I_p$ :	1
---------	---

2.2. Irregularidad torsional extrema

2.2.1. Resultados

Obtenidos en el ítem 2.1.1

2.2.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030

De la Fig. 04, Si:  $\Delta 3 > 3\Delta 1'$        $I_a$ : 0.6

2.2.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$\Delta 3'$	$3\Delta 1'$
0.00021	0.000432

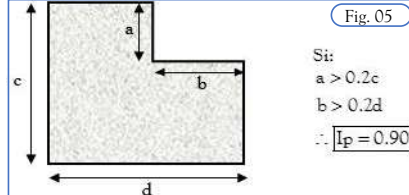
$I_p$ :	1
---------	---

2.3. Irregularidad por esquina entrante

2.3.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.3.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.3.3. Conclusión

No presenta irregularidad

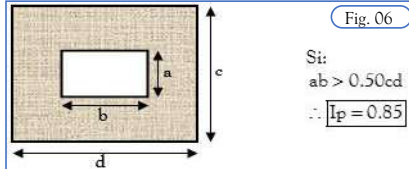
a	0.2(c)	b	0.2(d)	$I_p$ :	1
---	--------	---	--------	---------	---

2.4. Irregularidad por discontinuidad de diafragma

2.4.1. Resultados

Lados	L (m)
a	
b	
c	
d	

2.4.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.4.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$ab$	$0.5(cd)$	$I_p$ :	1
4.33	40.7		

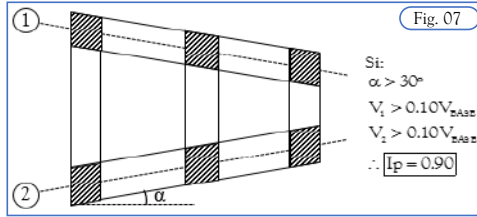
2.5. Irregularidad por ejes no paralelos

2.5.1. Resultados

Angulo ( $\Theta$ ):	
Cortante V1:	
Cortante V2:	
Cortante basal V:	

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE IRREGULARIDAD

2.5.2. Criterios de evaluación de acuerdo a la norma E.030



2.5.3. Conclusión

No presenta irregularidad

$I_p$ : 1

$\theta$ :	
F. Cortante	0.1(V)

3. RESUMEN DE IRREGULARIDAD ( $I_a$ ,  $I_p$ )

Irregularidad	Valor	Observaciones
$I_a$ :	0.75	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_a=1$ )
$I_p$ :	1	Se considera la menor de las irregularidades, si es regular ( $I_p=1$ )

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

I. DATOS GENERALES

Vivienda N°:	08		
Fecha:	10/09/2016		
Propietario:	CECILIO VILLAFUERTE RIECRA		
Dirección:	Av. Condebamba		
Pisos contruidos:	4	Pisos proyectados:	0
Area construida:	Ancho	Largo	Area
	Irregular		86.94 m <sup>2</sup>

II. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. SEPARACION ENTRE EDIFICIOS Y/O ELEMETOS RESISTENTES

1.1. Resultados

Entre edificios	Entre elementos resistentes
S:   0 cm	S:   0 cm

1.2. Restricciones de la norma E.030

$S=0.006(h) \geq 3\text{cm}$

donde:

S: Separación entre edificios y/o elementos resistentes

h: Altura total del edificio

1.3. Conclusiones

h:   10.45 m	No Verifica	
S	0.006(h)	S <sub>mín</sub>
0	6.27	3

Como  $s=0\text{cm}$ , no cumple el valor mínimo establecido por la norma técnica E.030 que es de 3cm (valor mínimo) de junta sísmica entre edificaciones colindantes.

2. PERÍODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN DEL EDIFICIO (T)

2.1. Resultados

T: | 0.655 s

2.2. Restricciones de la norma E.030

$T \leq 0.1(n)$

donde:

T: Periodo fundamental de vibracion del edificio

n: Número de pisos y/o niveles del edificio

2.3. Conclusiones

n:   S2	#¡VALOR!
T	0.1(n)
0.655	#####

La norma sugiere un periodo de vibración de 0.1s por nivel, sin embargo el resultado obtenido prueba que la edificación esta vibrando como si fuera una edificación de 6 ó 7 niveles.

3. FUERZA CORTANTE EN LA BASE (V)

3.1. Resultados

En el eje "X"		En el eje "Y"	
Sismo estático (SE <sub>x</sub> ):	-28.418	Sismo estático (SE <sub>y</sub> ):	-28.418
Sismo dinámico (SD <sub>x</sub> ):	42.705	Sismo dinámico (SD <sub>y</sub> ):	41.978

3.2. Restricciones de la norma E.030

Estructura Regular	SD ≥ 0.80(SE)
Estructura Irregular	SD ≥ 0.90(SE)

1.3. Conclusiones

En el eje "X"		En el eje "Y"		Si Verifica
SD <sub>x</sub>	0.90(SE <sub>x</sub> )	SD <sub>y</sub>	0.90(SE <sub>y</sub> )	
42.7	25.57611	41.978	25.57611	

Pa este caso de análisis se cumple que el cortante basal para el sismo dinámico supera el 90% del obtenido por sismo estático, según establece la norma E.030.

FICHA DE REPORTE - ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. DESPLAZAMIENTO LATERAL DE LOS ENTREPISOS (DERIVAS)

4.1. Resultados

Sistema estructural en "X":	Aporticada		Irregular	
Sistema estructural en "Y":	Aporticada		Irregular	
Datos Adicionales:	Rx:	6	Ry:	6
	CCx:	6	CCy:	6

Elección del factor CC	
Est. regular:	CC=0.75R
Est. irregular:	CC=R

4.1.1. Desplazamientos en "X":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso4	Sismo dinámico X (máx)	0.01961	0.00179	2.5
Piso3	Sismo dinámico X (máx)	0.01782	0.00415	2.5
Piso2	Sismo dinámico X (máx)	0.01368	0.00654	2.5
Piso1	Sismo dinámico X (máx)	0.00714	0.00714	2.95

4.1.2. Desplazamientos en "Y":

Piso	Caso de carga	$\Delta$	$\Delta R$	H
		m	m	m
Piso4	Sismo dinámico Y (máx)	0.01377	0.0017	2.5
Piso3	Sismo dinámico Y (máx)	0.01207	0.00321	2.5
Piso2	Sismo dinámico Y (máx)	0.00886	0.00441	2.5
Piso1	Sismo dinámico Y (máx)	0.00445	0.00445	2.95

donde:

$\Delta$ : Desplazamiento

$\Delta R$ : Desplazamiento relativo

$\Delta R/H_i$ : Deriva estructural

Rx, Ry: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas en "X" e "Y"

CCx, CCy: Factor de deriva para pasar al rango inelástico en "X" e "Y"

4.2. Restricciones de la norma E.030

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	$\Delta R/H$
Concreto armado	0.007
Albañilería	0.005

4.3. Conclusiones

Piso	En el eje "X"		En el eje "Y"	
	$\Delta R/H$	Elást.	$\Delta R/H$ Inelást.	$\Delta R/H$ Inelást.
Piso4	0.00072	0.0043	0.0007	0.00408
Piso3	0.00166	0.0099	0.0013	0.00769
Piso2	0.00261	0.0157	0.0018	0.01057
Piso1	0.00242	0.0145	0.0015	0.00906

No Verifica

Los desplazamientos laterales relativos de entrepiso pasados al rango inelástico considerando la estructura irregular no verifican el valor establecido por la norma E.030.

**ANEXO 04**

MANUAL DE CSI ETABS 2015

# MANUAL DE CSI ETABS 2015



INFLUENCIA DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS FAMILIARES  
DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE ABANCAY

**ANÁLISIS SISMICO ESTÁTICO Y DINAMICO CON LA  
NORMA E.030**

Bach. Eber Espinoza Chipana

**ABANCAY - 2016**

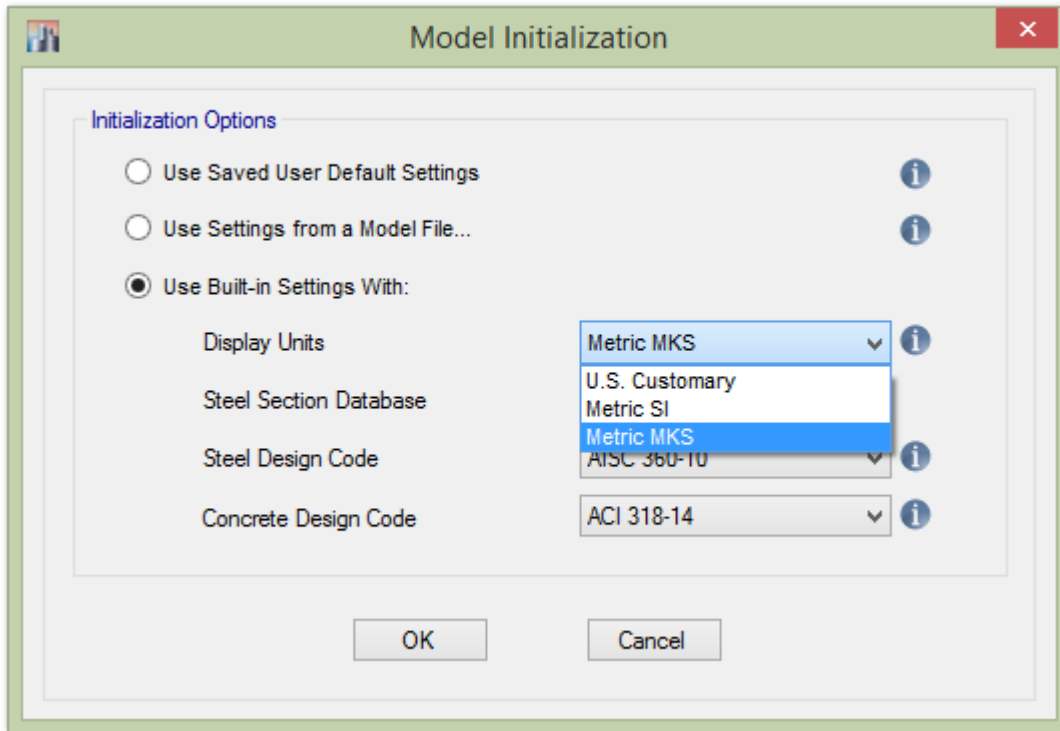




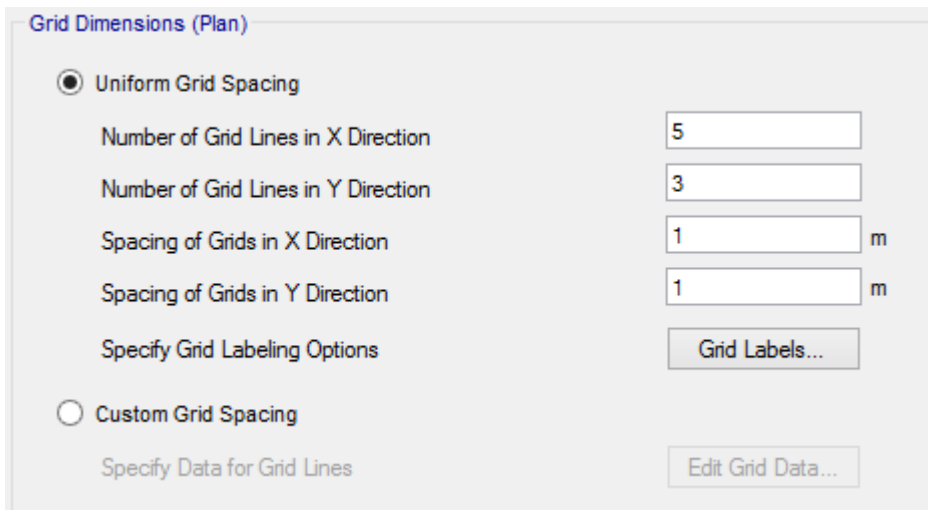
### 1. CONFIGURACIÓN INICIAL DEL PROGRAMA (ETABS 2015)

Se debe tener en cuenta que los datos a ingresar al software serán los de la ficha “FICHA TÉCNICA - ENCUESTA Y RECOPIACIÓN DE DATOS TÉCNICOS”, anexados a la presente investigación. A continuación, detallamos los pasos a seguir para el modelamiento respectivo.

Iniciamos abriendo el programa y establecemos las configuraciones iniciales, como el sistema de unidades en el que trabajaremos y el número de ejes en la dirección perpendicular a “X” e “Y”:



Establecemos el número de ejes perpendiculares a “X” y el número de ejes perpendiculares a “Y”:



Además, indicamos el número de pisos, la altura del primer piso y la altura típica de los niveles restantes, para este caso la altura del primer nivel es 2.9m y del segundo 2.7m, tal como indica el plano:

**Story Dimensions**

Simple Story Data

Number of Stories:

Typical Story Height:  m

Bottom Story Height:  m

Custom Story Data

Specify Custom Story Data:

Luego activamos “Custom Grid Spacing” y pulsamos el botón “Edit Grid Data...”, para asignar los espacios entre ejes horizontales y verticales dentro de la ventana “Grid System Data”, activamos la opción “Display Grid Data as Spacing” para colocar el espaciamiento entre ejes, como muestra la siguiente figura:

Display Grid Data as Ordinates  Display Grid Data as Spacing

**X Grid Data**

Grid ID	X Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
A	4.3	Yes	End
B	4.3	Yes	End
C	4.3	Yes	End
D	4.67	Yes	End
E	0	Yes	End

**Y Grid Data**

Grid ID	Y Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
1	3.52	Yes	Start
2	3.18	Yes	Start
3	0	Yes	Start

Click to Modify/Show:

**Options**

Bubble Size:  mm

Grid Color:

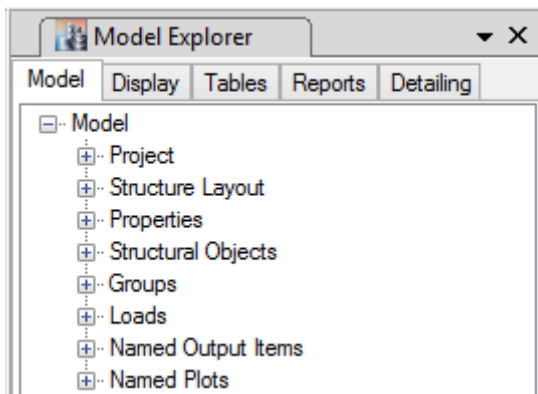
Una vez configurado estas opciones, salimos de la ventana dando click en Ok, luego dentro del panel “Story Dimensions” activamos la opción “Custom Story Data” y hacemos click en el botón “Edit Story Data”, para luego acceder a la siguiente ventana:

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color m
Piso2	2.7	5,6	No	None	No	0	
Piso1	2.9	2,9	No	None	No	0	
Base		0					

Salimos de la ventana dando click en Ok, otra vez Ok en la ventana “New Model Quick Templates”.

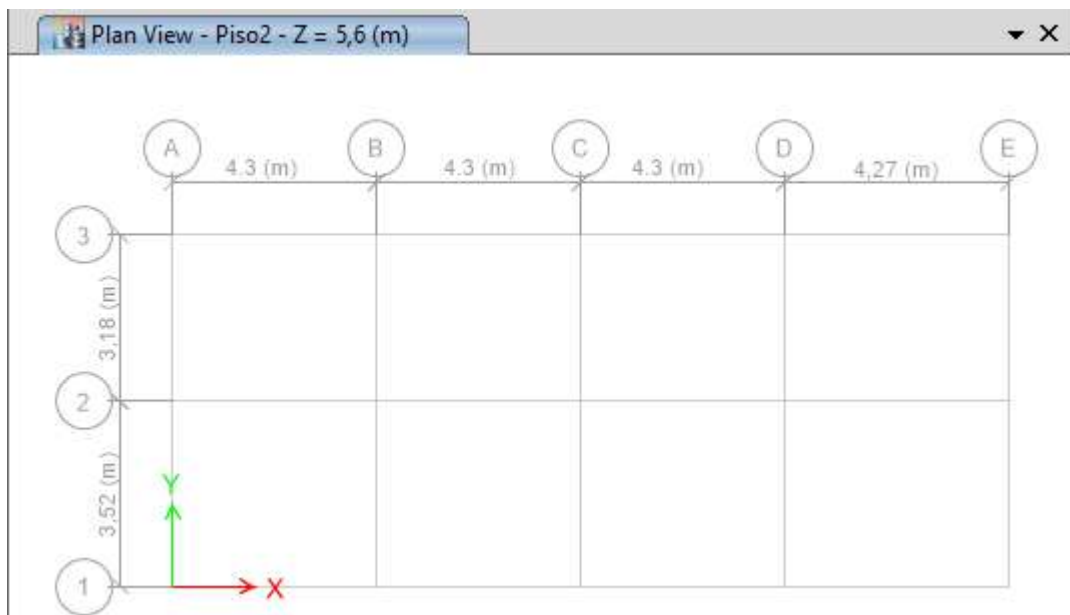
Siguiendo estos procedimientos podemos observar que el programa muestra 3 sub ventanas, las cuales son:

**a. Model Explorer:**



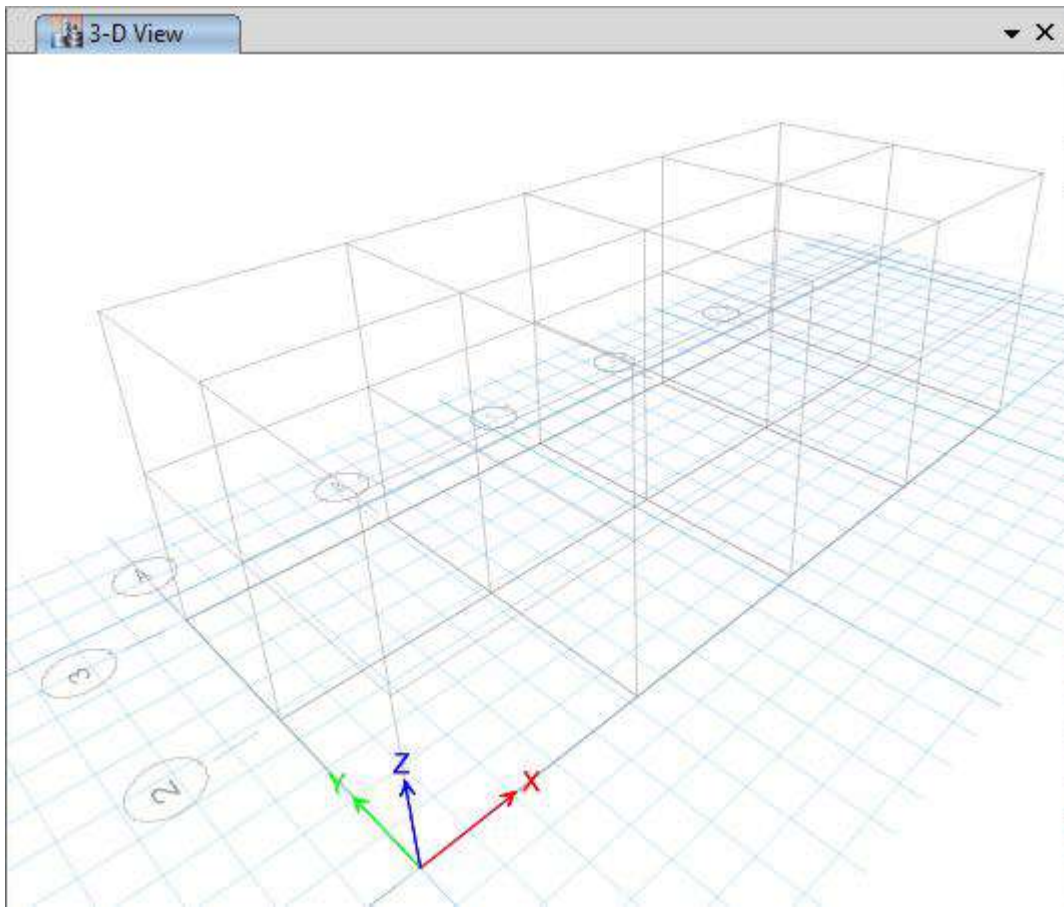
Básicamente, se utiliza para ver los resultados, una vez compilado el proyecto, además permite visualizar la estructura como está organizado el proyecto.

**b. Plan View – Piso2 – Z=5,6 (m):**



Muestra el plano en planta del proyecto, así mismo en ella se puede observar las elevaciones, 3-D, etc.

c. 3-D View:



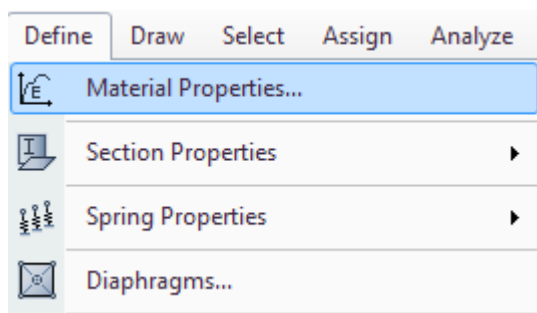
Los mismo que la ventana anterior, es de utilidad para interactuar con los planos ya sea en planta, elevación o 3-D como se muestra en la figura.

2. CREACIÓN DE MATERIALES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

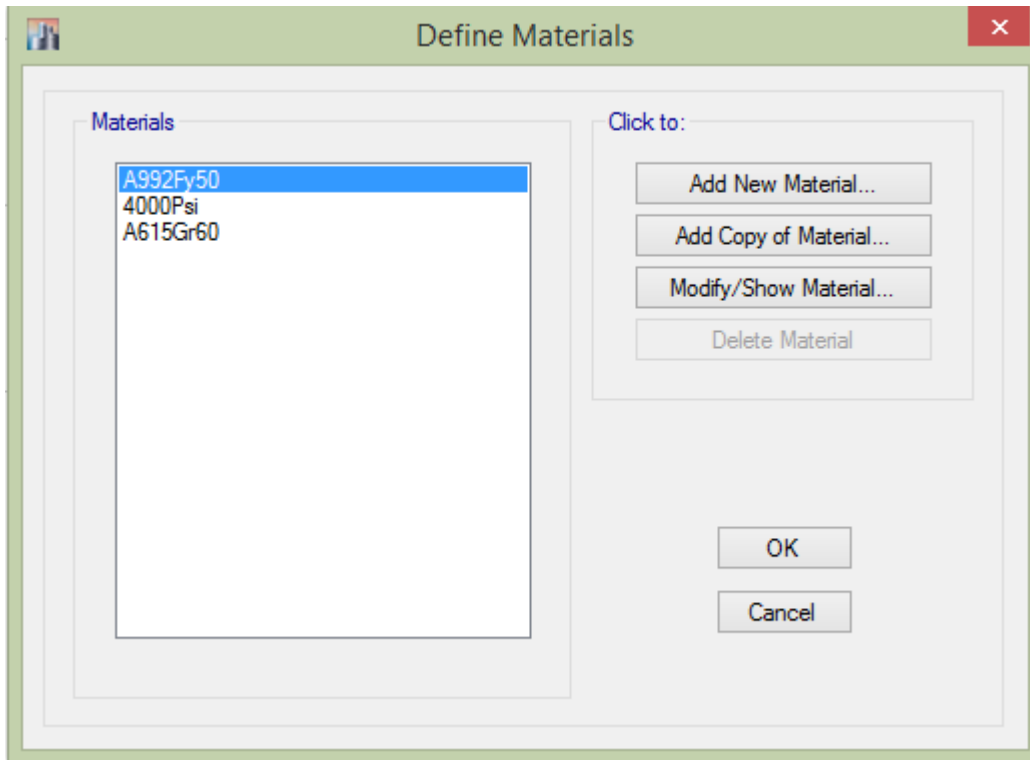
2.1. Creación de Materiales

El segundo paso es proceder a la creación de materiales con los que se va a trabajar a lo largo de toda la modelación del proyecto, estos son: concreto, acero, albañilería, etc.

Para ello accedemos a la siguiente ruta:



Donde tenemos la opción de modificar los materiales existentes en este caso para el concreto existe el material denominado 4000Psi y para el acero A615Gr60, estos son los que trae el programa por defecto.



- a. **Concreto:** Este es el primer material que crearemos con el nombre  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , para ello seleccionamos de la lista 4000Psi y hacemos click en “Modify/Show Material...” para modificar los siguientes datos:

General Data	
Material Name	<input type="text" value="F&lt;sub&gt;c&lt;/sub&gt;=210kg/cm&lt;sup&gt;2&lt;/sup&gt;"/>
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	<span style="background-color: red; color: red;"> </span> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	<input type="text" value="2.4"/> tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	<input type="text" value="0.244732"/> tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	<input type="text" value="2173706.51"/> tonf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	<input type="text" value="0.2"/>
Coefficient of Thermal Expansion, A	<input type="text" value="0.0000055"/> 1/F
Shear Modulus, G	<input type="text" value="905711.05"/> tonf/m <sup>2</sup>
Design Property Data	
<input type="button" value="Modify/Show Material Property Design Data..."/>	

**Nota1:** Dentro de la caja de texto de “Modulus of Elasticity, E”, presionamos la siguiente combinación de teclas “Shift+Enter”, para mostrar la calculadora y determinar el módulo de elasticidad del concreto a través de la fórmula  $E_c = 15100\sqrt{f'c}$ , además se debe precisar las unidades para nuestro caso toneladas fuerza (tonf) y metros (m) :

Calculate Formula (Textbox Units: kgf/mm2; Angles Used in Trig Functions: Radians)

Formula: 15100\*sqr(210)

Length: cm

Force: kgf

Result: 218819.78886746

Calculate

OK Cancel

**Nota2:** Hacemos click en la parte inferior de la ventana donde dice “Modify/Show Material Property Design Data...” para modificar el  $f'c$  del concreto que se está utilizando, como se muestra a continuación:

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: f'c=210kg/cm2

Material Type: Concrete, Isotropic

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 2.1 kgf/mm<sup>2</sup>

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

OK Cancel

- b. **Acero:** Este material llevara el nombre “AceroG60” que significa acero grado 60, para modificar sus propiedades seleccionamos de la lista A615Gr60 y hacemos click en “Modify/Show Material...”, el cual nos mostrara la siguiente ventana.

**General Data**

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

---

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density       Specify Mass Density

Weight per Unit Volume:  tonf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume:  tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

---

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E:  tonf/m<sup>2</sup>

Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/F

---

**Design Property Data**

**Nota1:** Para modificar la fluencia del acero y otros datos que se obtienen de la “FICHA TÉCNICA - ENCUESTA Y RECOPIACIÓN DE DATOS”, en la parte inferior de la ventana hacemos click en “Modify/Show Material Property Design Data...”

**Material Property Design Data**

**Material Name and Type**

Material Name:

Material Type:

---

**Design Properties for Rebar Materials**

Minimum Yield Strength, Fy:  tonf/m<sup>2</sup>

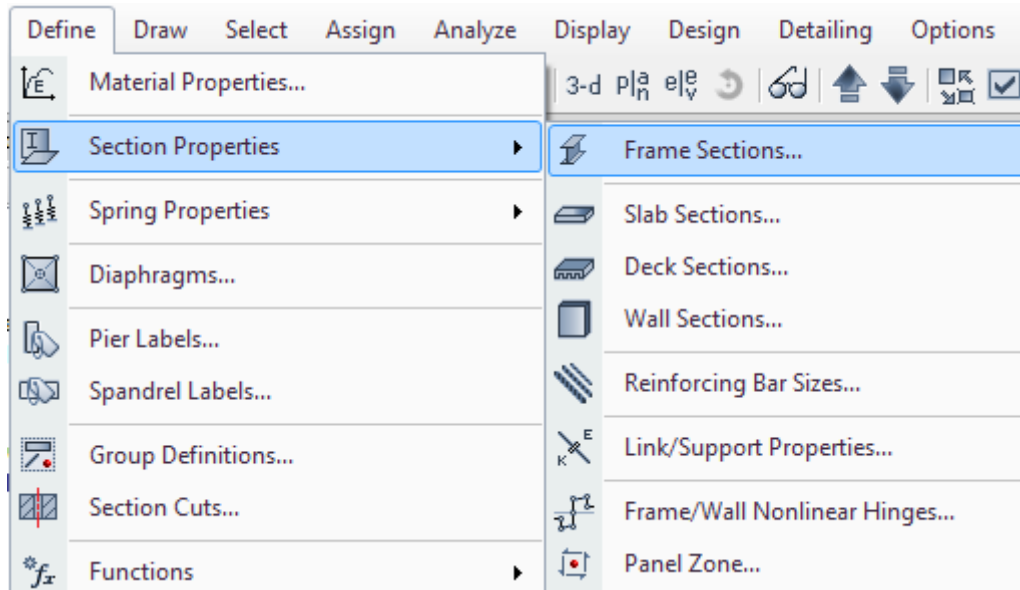
Minimum Tensile Strength, Fu:  tonf/m<sup>2</sup>

Expected Yield Strength, Fye:  tonf/m<sup>2</sup>

Expected Tensile Strength, Fue:  tonf/m<sup>2</sup>

## 2.2. Creación de Elementos Estructurales:

Para la creación de elementos estructurales (Vigas, Columnas, etc.), se sigue la siguiente ruta:



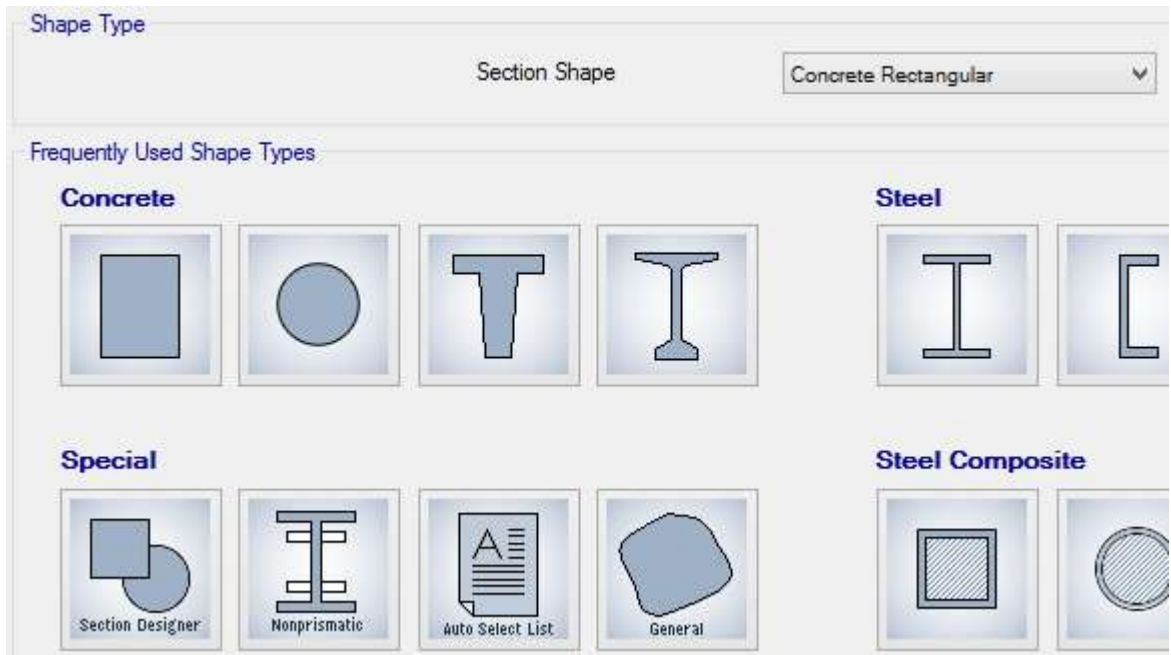
En la ventana “Frame Properties”, eliminamos los Frame que existen por defecto, para ello usamos el botón “Delete Multiple Properties...”:



Esta es la opción para eliminar varios elementos en conjunto y tener solo los que utilizaremos en el modelamiento del proyecto, a continuación, detallamos la creación de cada uno de estos elementos:

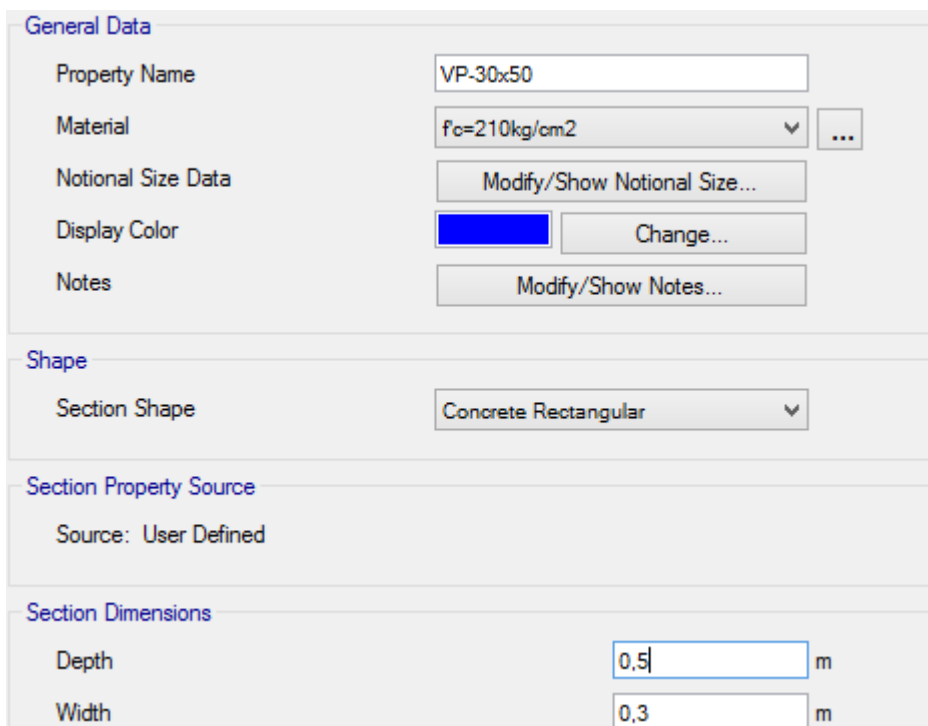
- a. **Vigas:** Generalmente trabajaremos con vigas principales, vigas secundarias y vigas chatas (que tienen por peralte el mismo espesor de la loza), para ello elegimos la opción “Add New Property...” para crear las secciones respectivas:





**Viga Principal VP-30x50:**

En la ventana “Frame Property Shape Type” elegimos “Concrete” y de ella la sección rectangular:



Hacemos click en el botn “Modify/Show Rebar...” para modificar el recubrimiento

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: AceroG60

Confinement Bars (Ties): AceroG60

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 0,058 m

Bottom Bars: 0,058 m

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 0 m<sup>2</sup>

Top Bars at J-End: 0 m<sup>2</sup>

Bottom Bars at I-End: 0 m<sup>2</sup>

Bottom Bars at J-End: 0 m<sup>2</sup>

OK Cancel

Salimos de las ventanas dando “Ok” consecutivamente:

### Viga Secundaria VS-30x40:

En la ventana “Frame Properties” damos click en el botón “Add Copy of Property...”

General Data

Property Name: VS-30x40

Material: fc=210kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.4 m

Width: 0.3 m

### Viga chata VCH-30x20:

En la ventana “Frame Properties” damos click en el botón “Add Copy of Property...”

**General Data**

Property Name: VCH-30x20

Material:  $f_c=210\text{kg/cm}^2$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

---

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

---

**Section Property Source**

Source: User Defined

---

**Section Dimensions**

Depth: 0,3 m

Width: 0,2 m

- b. **Columns:** Estos elementos se crearán de forma similar a las vigas creadas anteriormente, desde la misma opción de menú, a continuación, se detalla la creación de cada tipo de columnas que se utilizarán en el proyecto.

**Columna C1-30x40:**

En la ventana “Frame Properties”, elegimos la opción “Add New Property...”, luego en ventana “Frame Property Shape Type” elegimos “Concrete” y de ella la sección rectangular:

**General Data**

Property Name: C1-30x40

Material:  $f_c=210\text{kg/cm}^2$

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

---

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

---

**Section Property Source**

Source: User Defined

---

**Section Dimensions**

Depth: 0,3 m

Width: 0,4 m

Hacemos click en el botón “Modify/Show Rebar...” para modificar el recubrimiento del acero, tal como se observa en la siguiente figura:

<b>Design Type</b> <input checked="" type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		<b>Rebar Material</b> Longitudinal Bars: AceroG60 Confinement Bars (Ties): AceroG60	
<b>Reinforcement Configuration</b> <input checked="" type="radio"/> Rectangular <input type="radio"/> Circular		<b>Confinement Bars</b> <input checked="" type="radio"/> Ties <input type="radio"/> Spirals	
<b>Check/Design</b> <input type="radio"/> Reinforcement to be Checked <input checked="" type="radio"/> Reinforcement to be Designed			
<b>Longitudinal Bars</b> Clear Cover for Confinement Bars: 0,0475 m Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 3 Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 5 Longitudinal Bar Size and Area: 20, 0,000314 m <sup>2</sup> Comer Bar Size and Area: 20, 0,000314 m <sup>2</sup>			
<b>Confinement Bars</b> Confinement Bar Size and Area: 10, 0,000079 m <sup>2</sup> Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 0,15 m Number of Confinement Bars in 3-dir: 3 Number of Confinement Bars in 2-dir: 3			

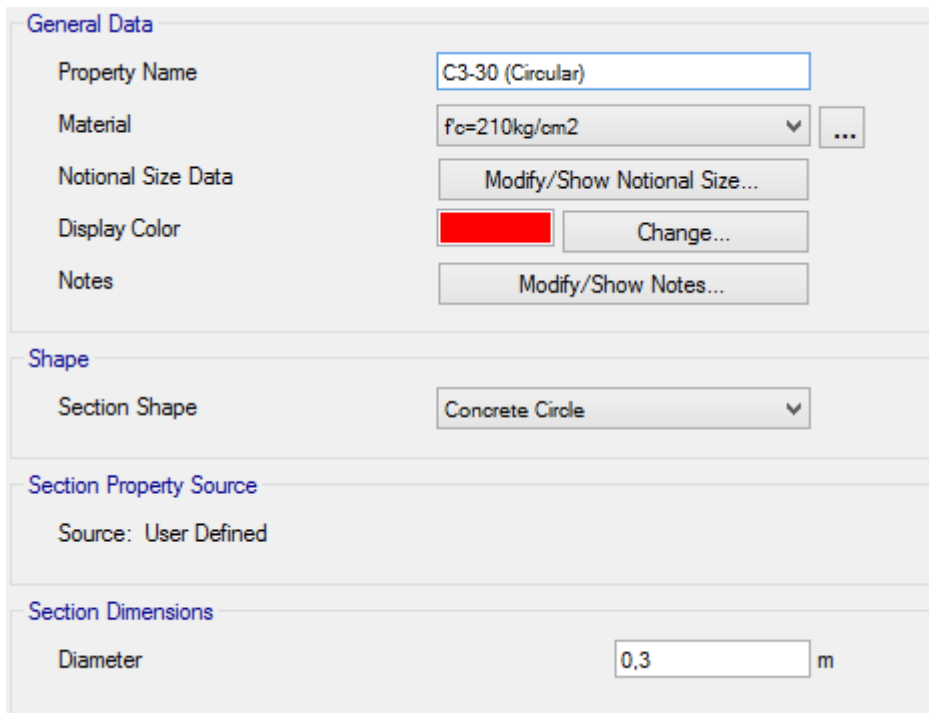
**Columna C2-30x30:**

En la ventana “Frame Properties” damos click en el botón “Add Copy of Property...”

<b>General Data</b> Property Name: C2-30x30 Material: f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> Notional Size Data: Modify/Show Notional Size... Display Color: Change... Notes: Modify/Show Notes...	
<b>Shape</b> Section Shape: Concrete Rectangular	
<b>Section Property Source</b> Source: User Defined	
<b>Section Dimensions</b> Depth: 0,3 m Width: 0,3 m	

**Columna C3-30 (Circular):**

En la ventana “Frame Properties” damos click en el botón “Add Copy of Property...”

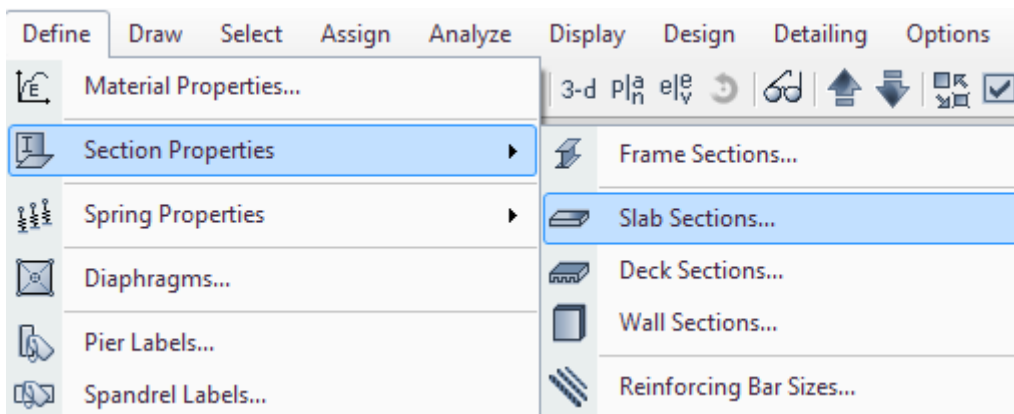


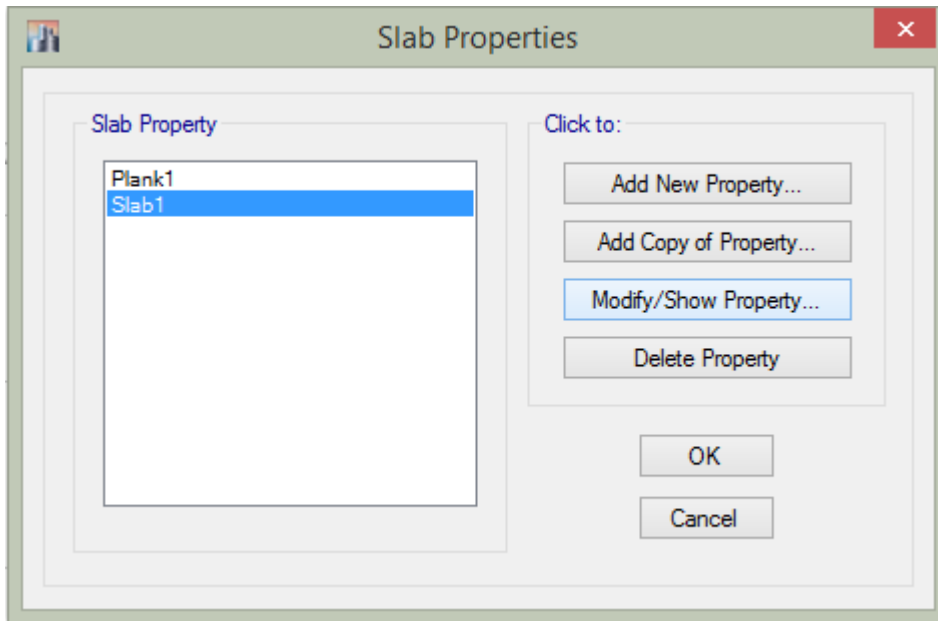
Y volvemos a modificar el recubrimiento del acero como en los casos anteriores desde la opción “Modify/Show Rebar...”

- c. **Losa aligerada:** El modelamiento de este elemento se realizará considerando un espesor muy pequeño cuyo peso será despreciable y adicionalmente se cargarán al mismo los pesos respectivos de los elementos (viguetas, ladrillos, etc.)

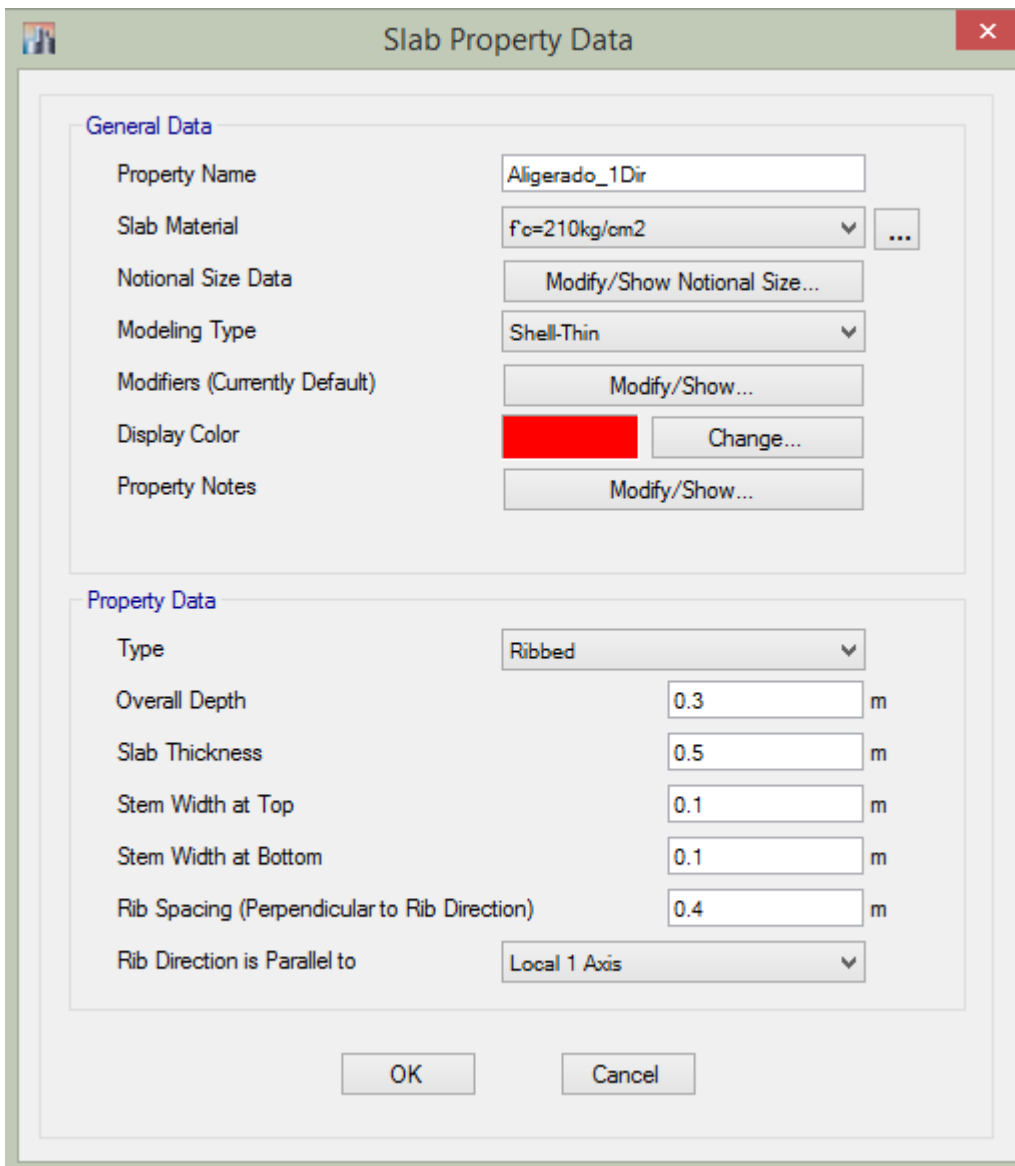
**Aligerado Aligerado\_1Dir:**

Para la creación de elementos estructurales (Losas Aligeradas y/o Macizas, etc.), se sigue la siguiente ruta:





Seleccionamos de la lista “Slab1” y damos click en el botón “Modify/Show Property...”



### 3. DIBUJAR LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

#### 3.1. Columnas:

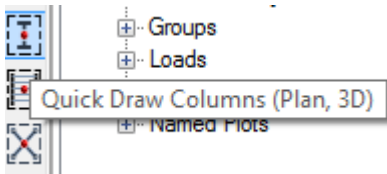
Para ello elegimos la opción de parte inferior de la ventana “One Story” y le cambiamos por “All Story”:



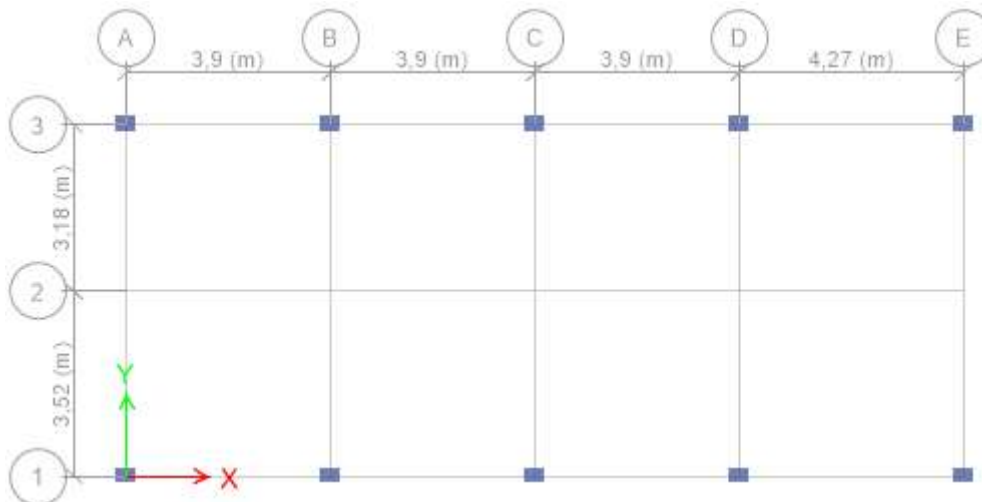
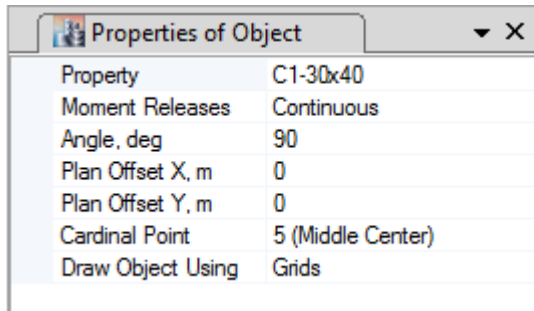
Luego nos dirigimos a la paleta de herramientas:



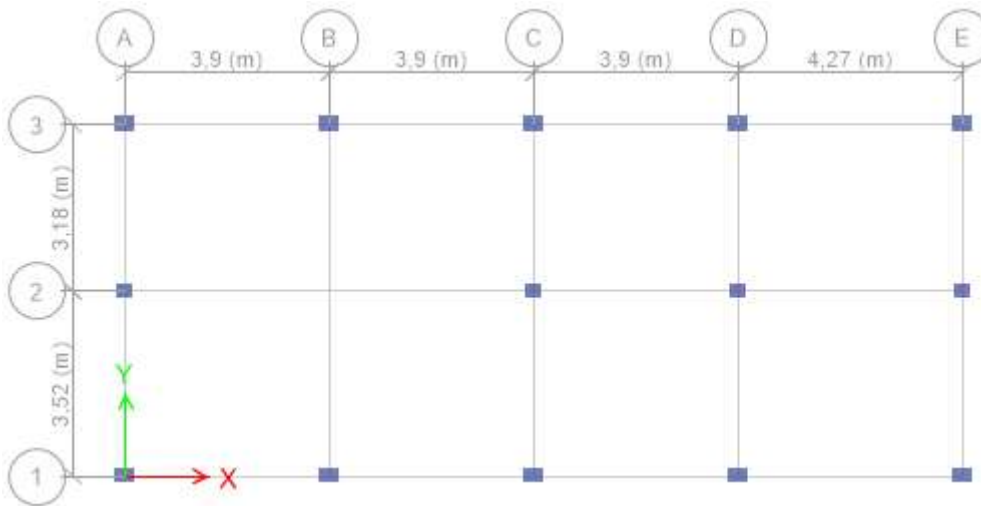
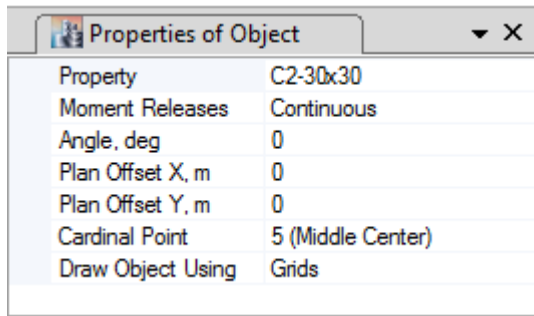
Para dibujar columnas elegimos:



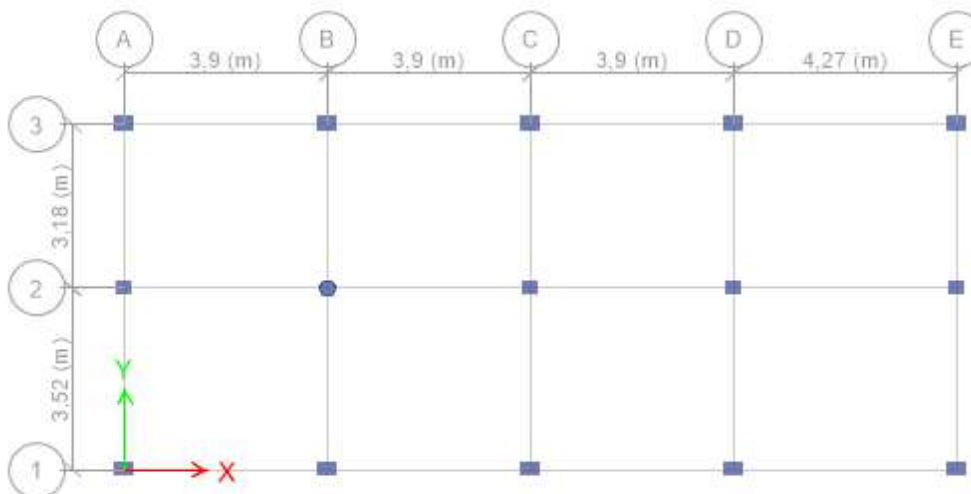
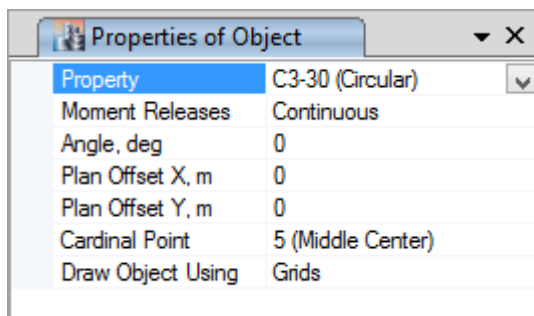
Seleccionamos:



Luego cambiamos en el panel que se indica a continuación la columna “C1-30x40” por “C1-30x30”:



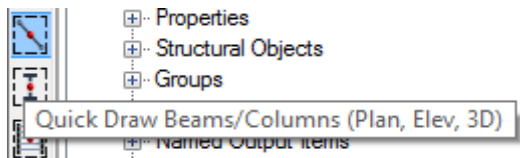
Luego cambiamos en el panel que se indica a continuación la columna “C3-30 (Circular)”:



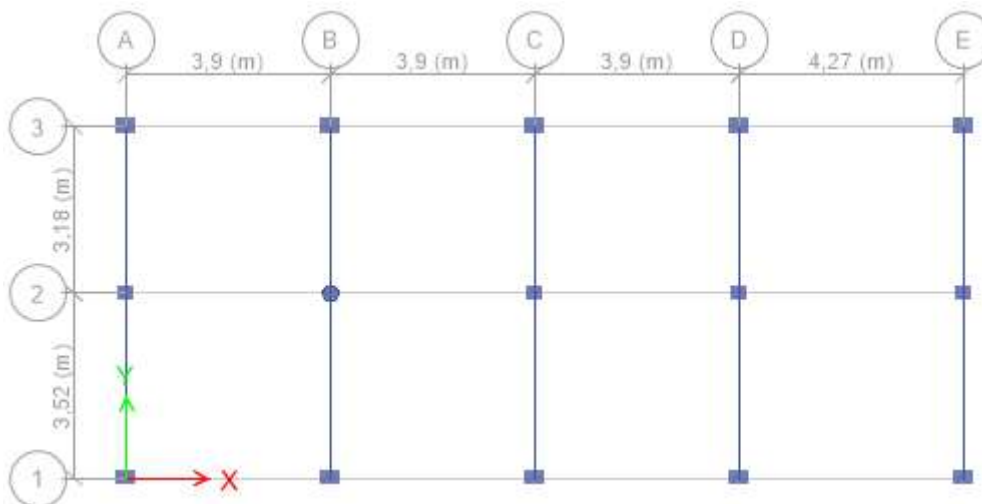
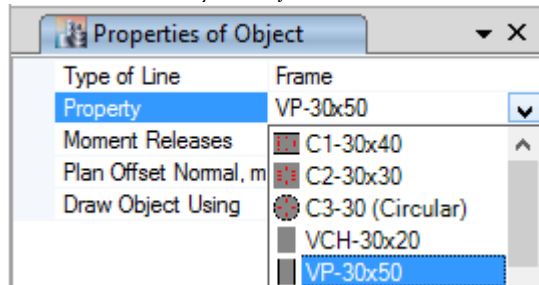
### 3.2. Vigas:

Para dibujar vigas elegimos:

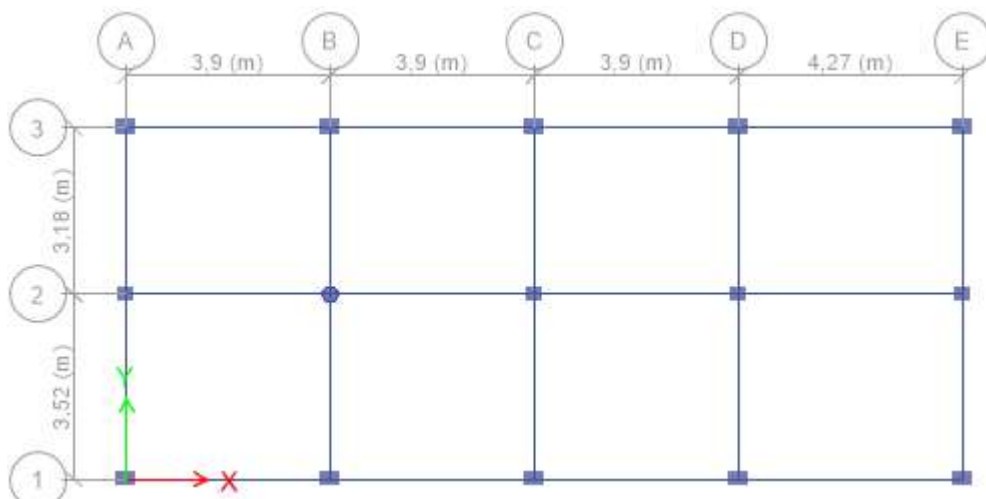
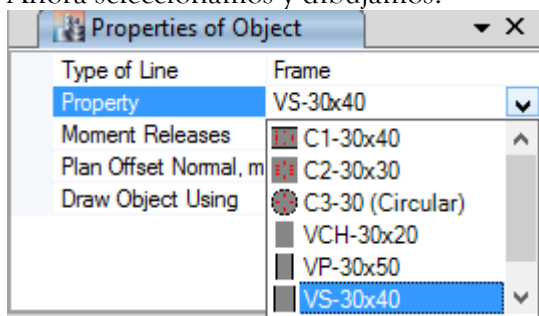




Seleccionamos y dibujamos:

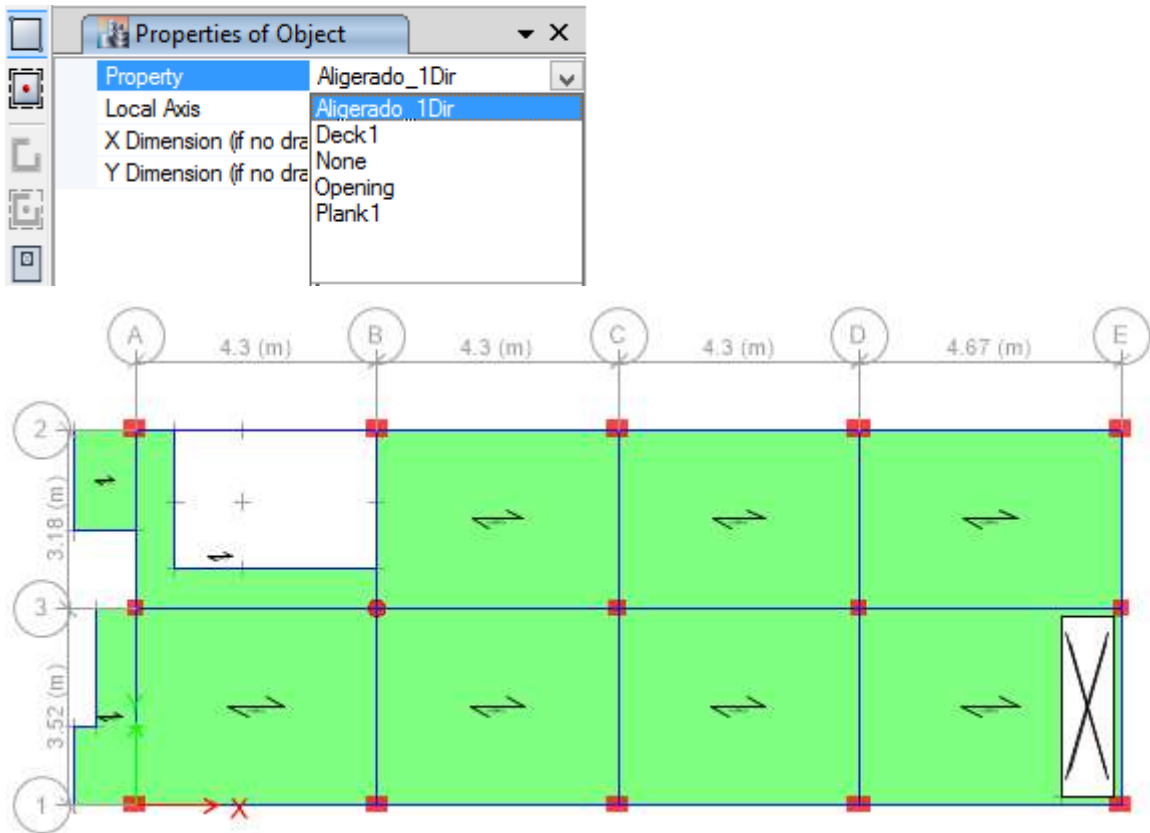


Ahora seleccionamos y dibujamos:



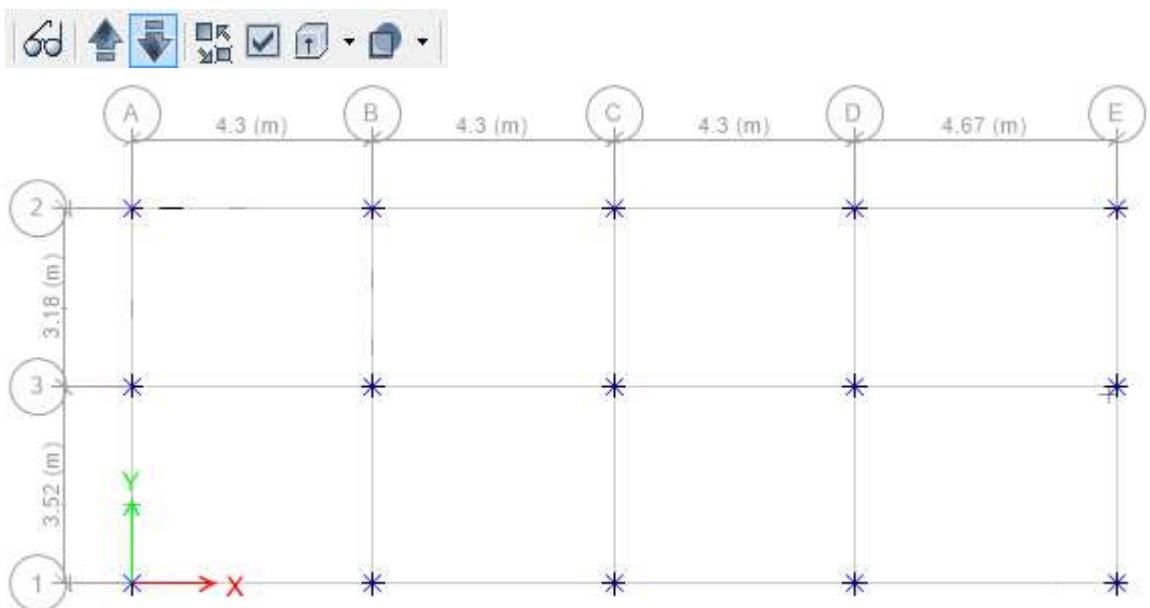
### 3.3. Losas Aligeradas:

Para dibujar el aligerado elegimos y dibujamos como se muestra en la figura subsiguiente:

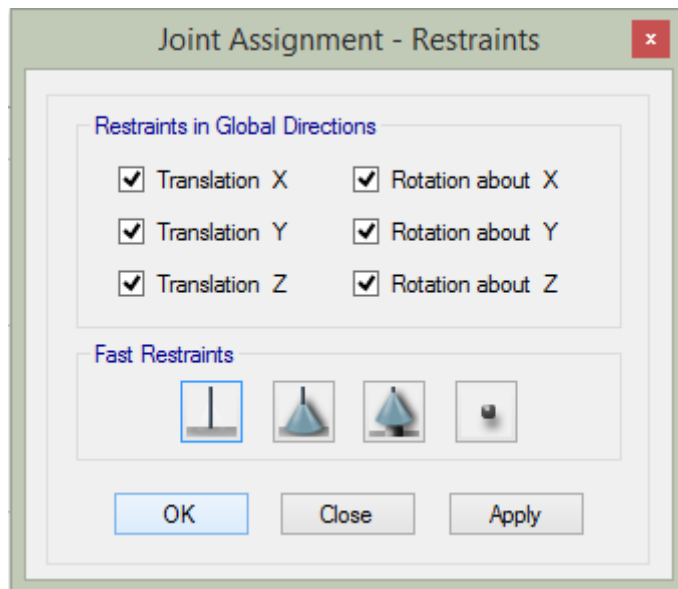
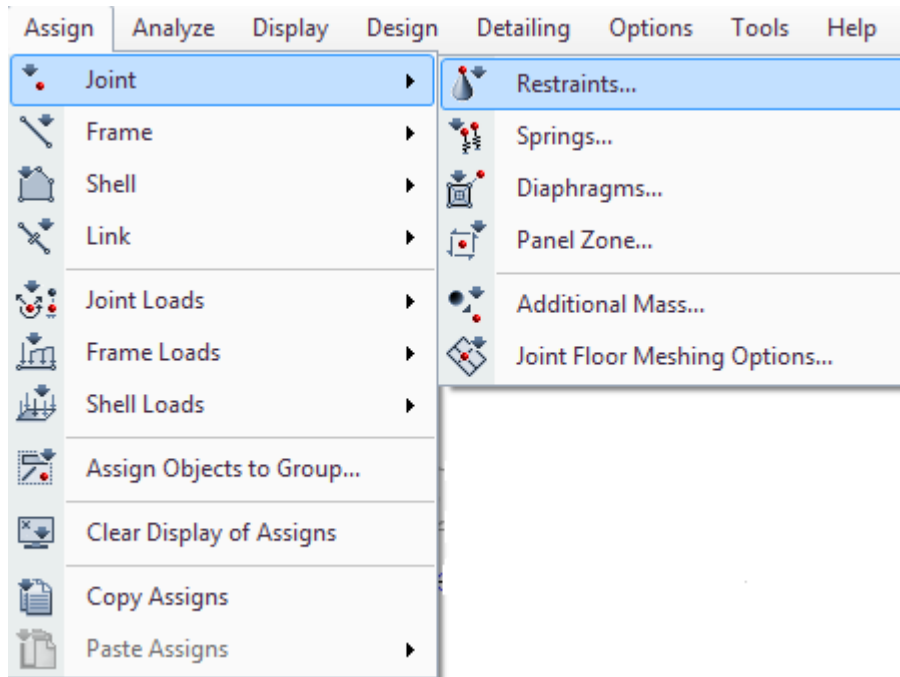


### 3.4. Restricciones:

Ahora asignamos las restricciones para las columnas, para ello nos vamos a la base, a través del botón y seleccionamos todos los puntos de la base:

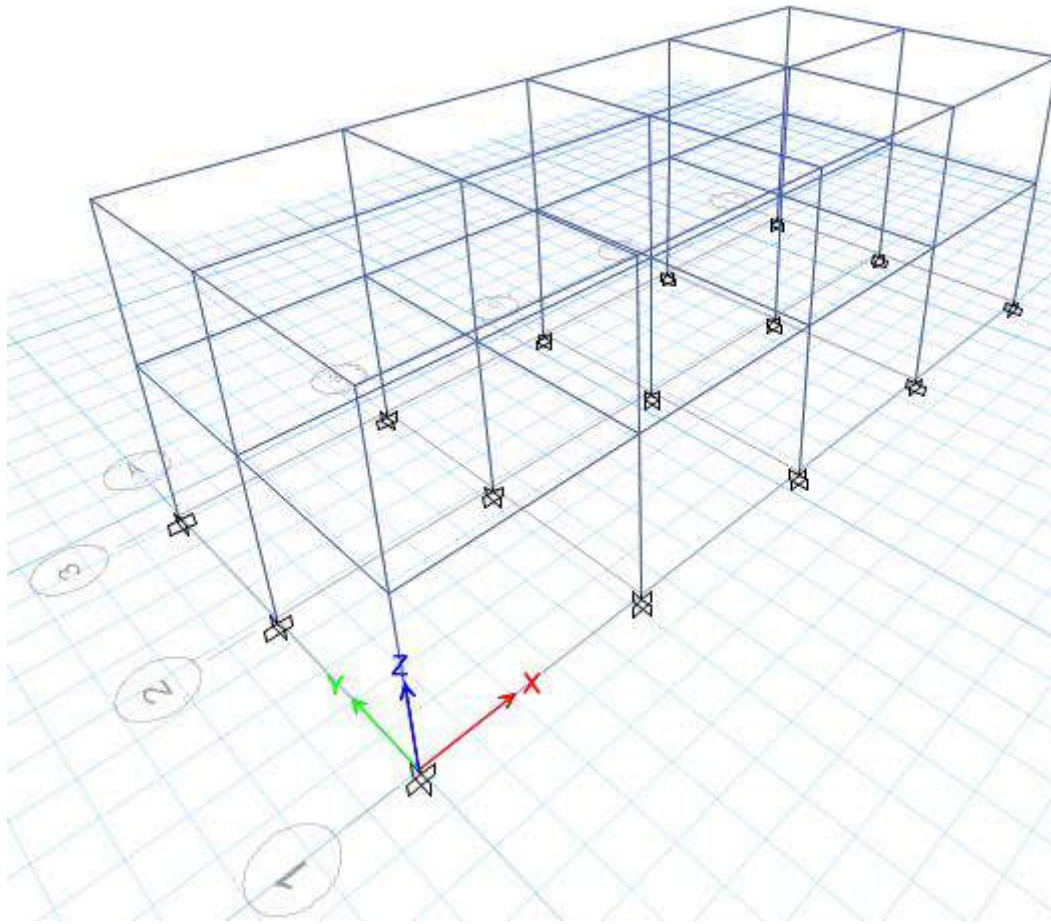


Luego nos dirigimos al menú y elegimos la opción de empotramiento perfecto, como se puede observar en la figura subsiguiente:



Se observa que el apoyo de las columnas cambia de secciones triangulares a secciones rectangulares que significa empotramiento perfecto.

A continuación se observa la representación estructural en 3 dimensiones:



#### 4. CREACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PATRONES DE CARGA:

##### 4.1. Creación de Cargas:

###### Cargas de Entrepiso:

$$CM = C.Aligerado + C.Acabados + C.Tabiqueria$$

$$CM = 0.30 + 0.10 + 0.15 = 0.55 \text{ Ton/m}^2 \quad CV = 0.2 \text{ Ton/m}^2$$

###### Cargas de Techo:

$$CM = C.Aligerado$$

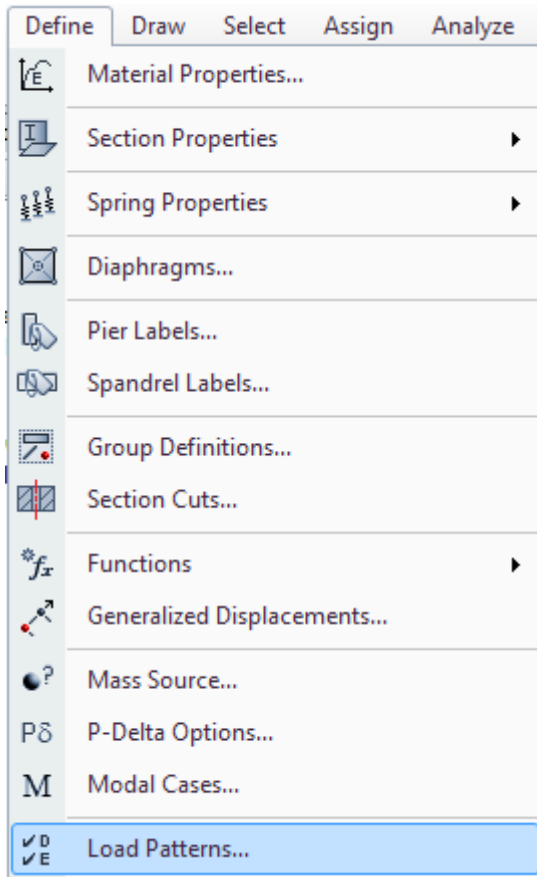
$$CM = 0.30 \text{ Ton/m}^2 \quad CV = 0.1 \text{ Ton/m}^2$$

Donde:

CM: Carga Muerta (Dead)

CV: Carga Viva (Live)

Para la creación y asignación de patrones de carga, seguimos la siguiente ruta:



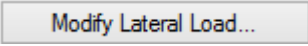
Loads

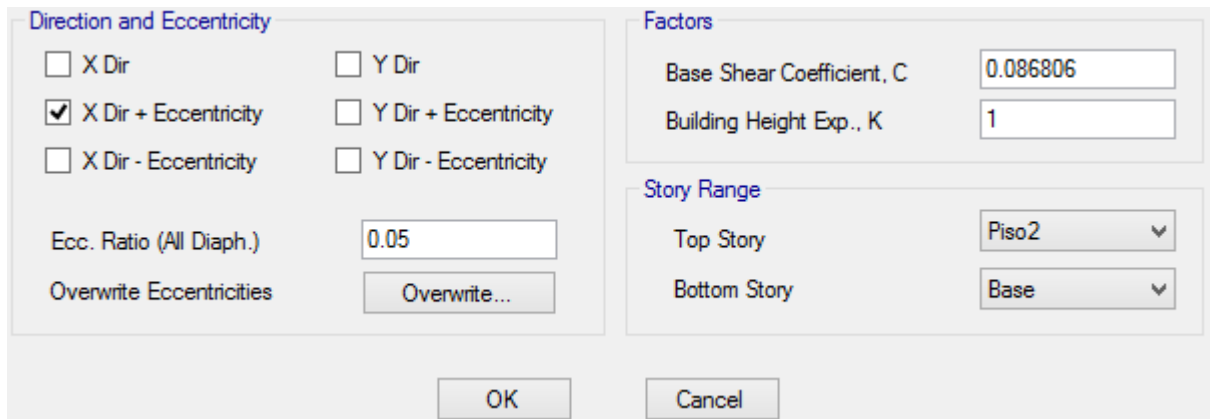
Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Dead	Dead	1	
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	

**Creación de la carga por Sismo Estático:**

Loads

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
SismoY	Seismic	0	User Coefficient
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	
SismoX	Seismic	0	User Coefficient
SismoY	Seismic	0	User Coefficient

Luego hacemos click en el botón  para modificar el coeficiente de cortante basal:

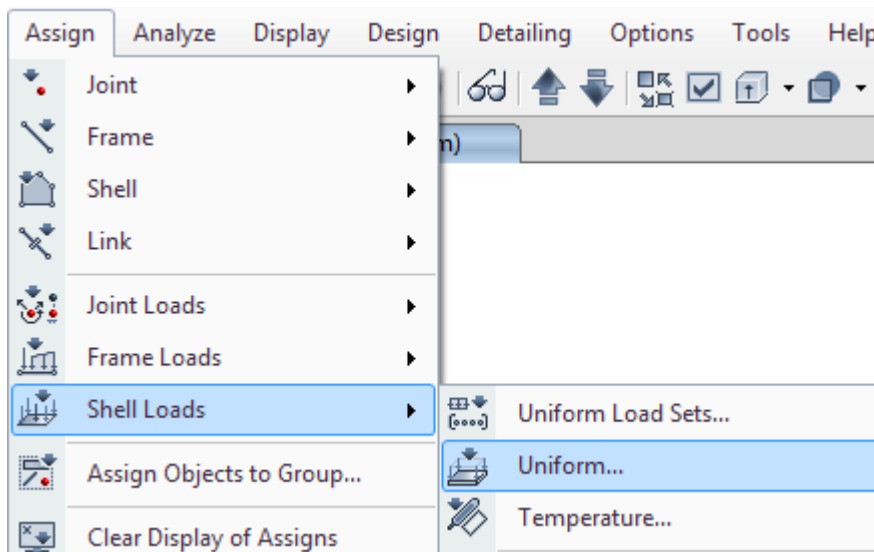


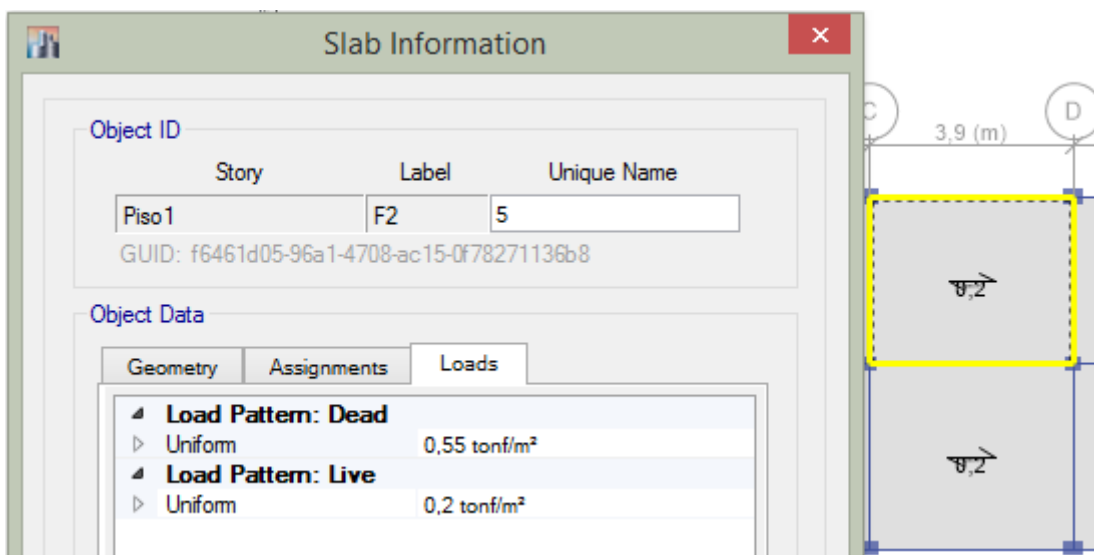
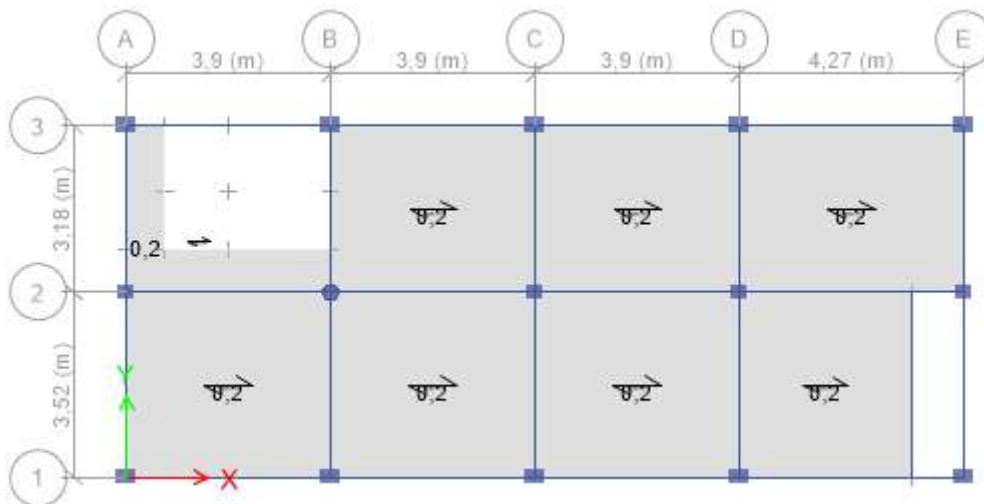
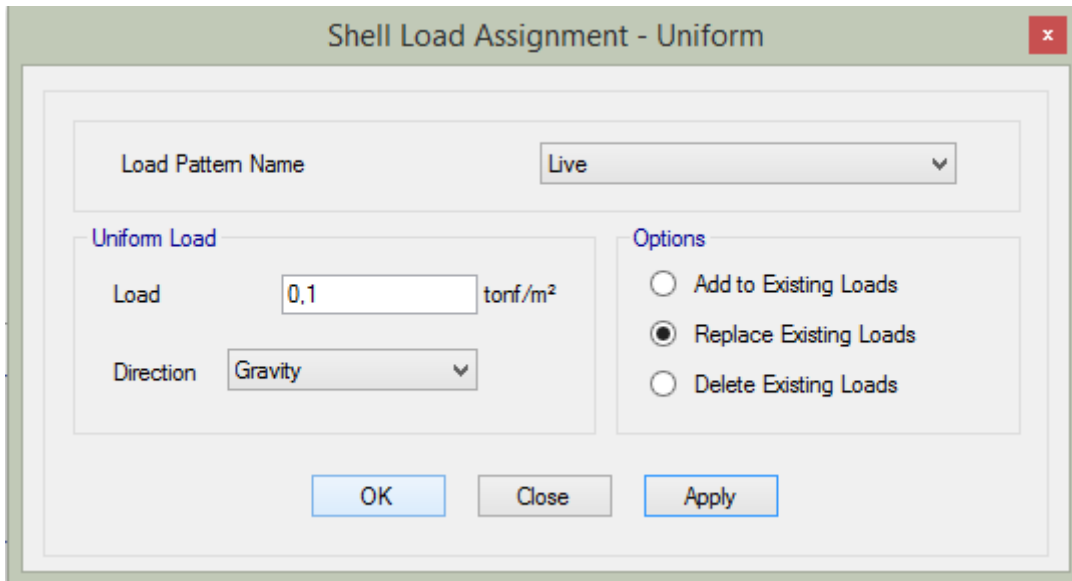
En el panel “Factors” y el campo de texto “Base Shear Coefficient, C” colocamos el valor del coeficiente para el cálculo del cortante del cortante estático ( $C_E$ ) calculado en parte inicial.

Luego salimos de las ventanas dando “Ok” consecutivamente.

#### 4.2. Asignación de Patrones de Carga:

Seleccionamos las losas del segundo piso e ingresamos a la siguiente ruta:





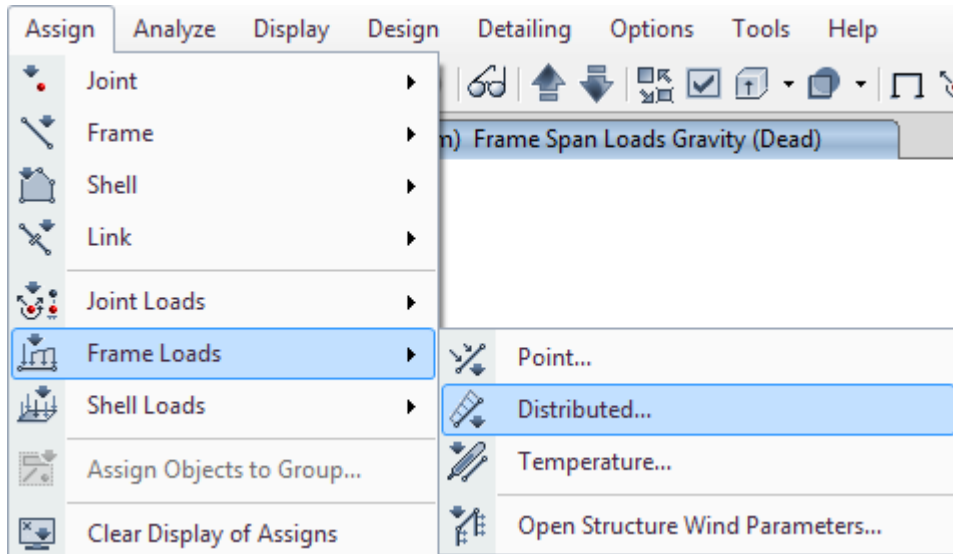
Asignar cargas de muros de relleno a las Vigas:

Peso de muro Piso1 (ejes 1, 3, E)= $0.15 \times 2.3 \times 1.6 = 0.55 \text{Tonf/m}$

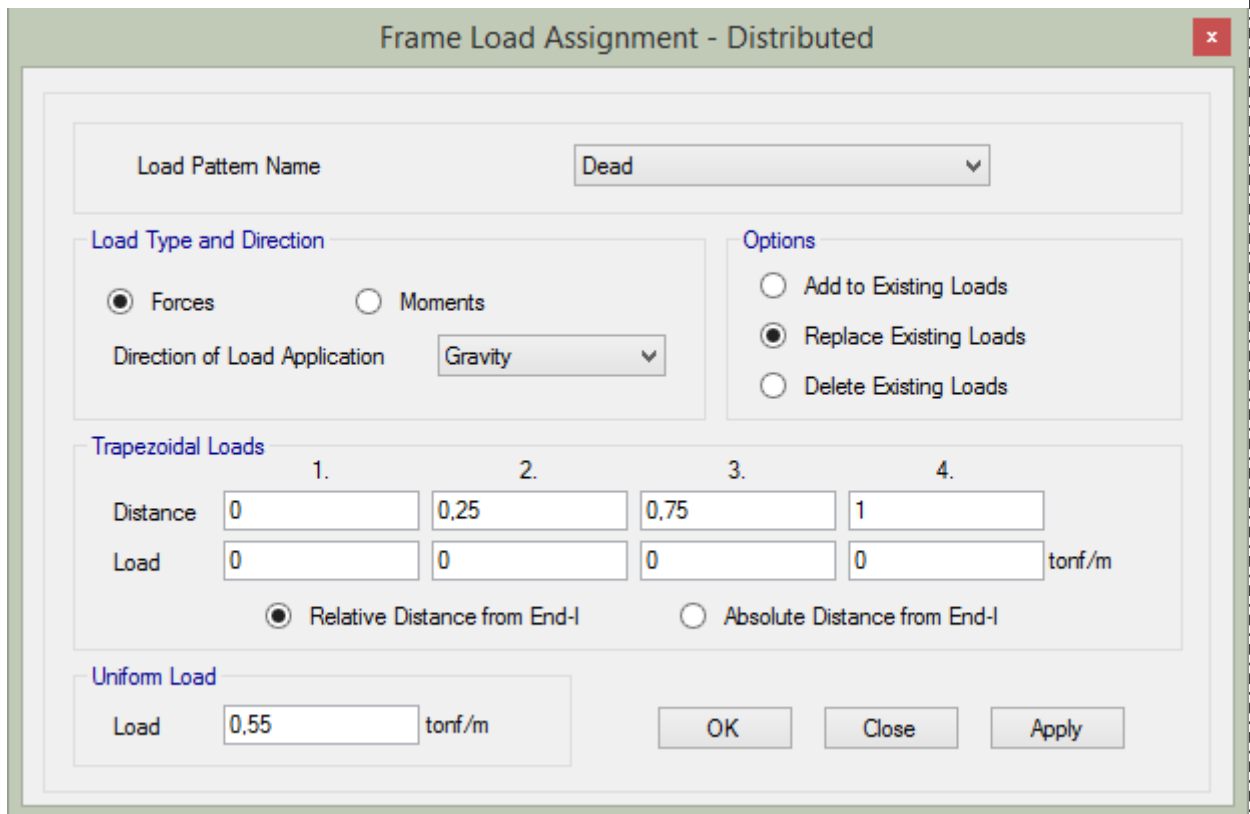
Peso de muro Piso1 (ejes C, D y 2)= $0.12 \times 2.3 \times 1.6 = 0.44 \text{Tonf/m}$

Peso de muro Piso2 (ejes C, D y 2)= $0.12 \times 1 \times 1.6 = 0.19 \text{Tonf/m}$

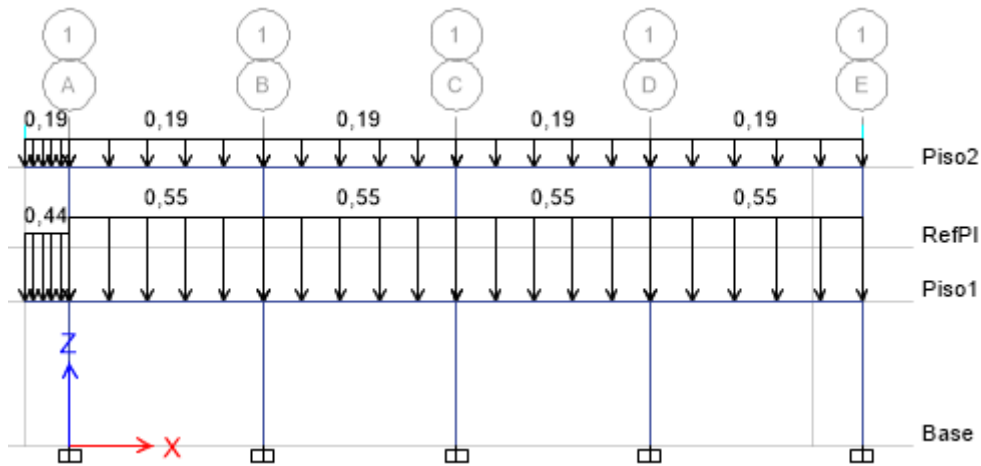
Seleccionamos las vigas del “Piso1” e ingresamos a la siguiente ruta:



Y en la siguiente ventana ingresamos el peso de los parapetos y/o muros como semuestra a continuación:



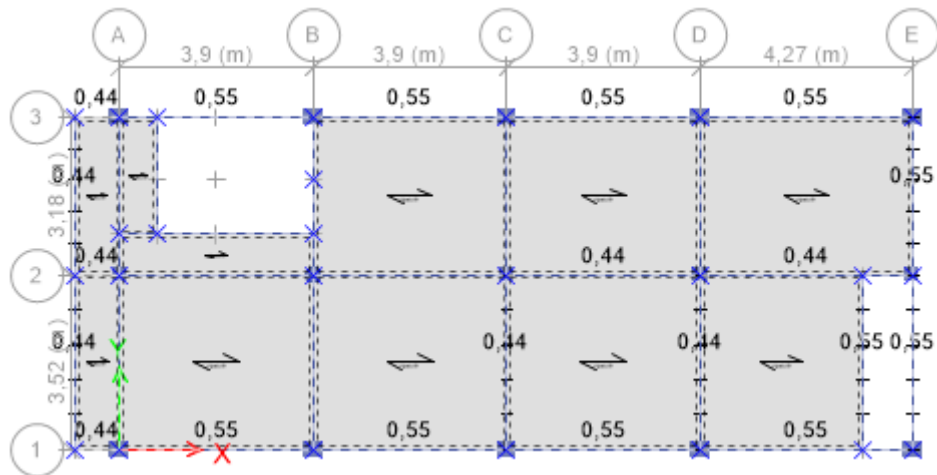




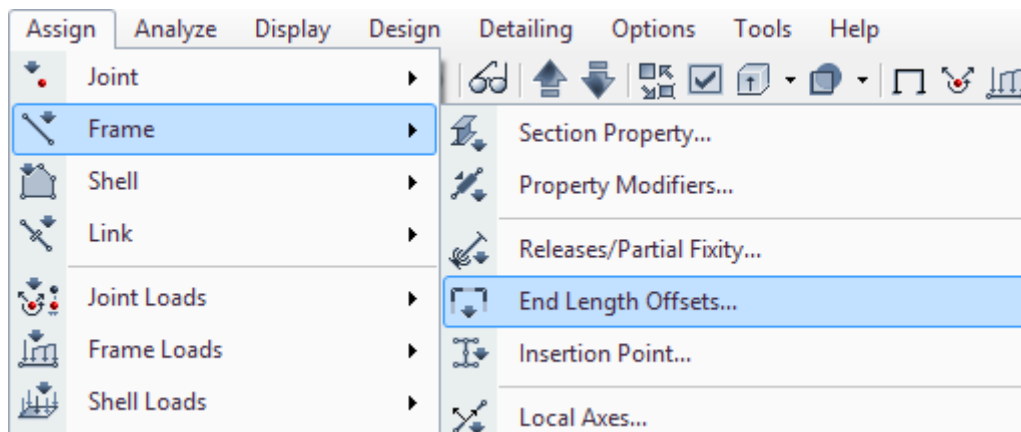
## 5. CREACIÓN DE BRAZOS RÍGIDOS, DIVISIÓN DE MUROS-LOSAS (MESH) Y DIAFRAGMAS RÍGIDOS

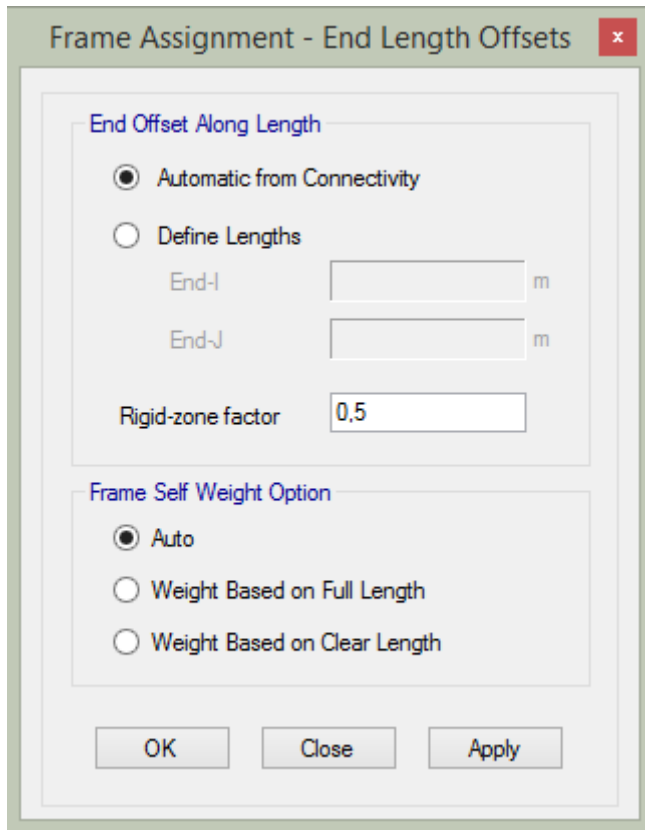
### 5.1. Creación de los Brazo Rígidos:

Para ello seleccionamos todo:



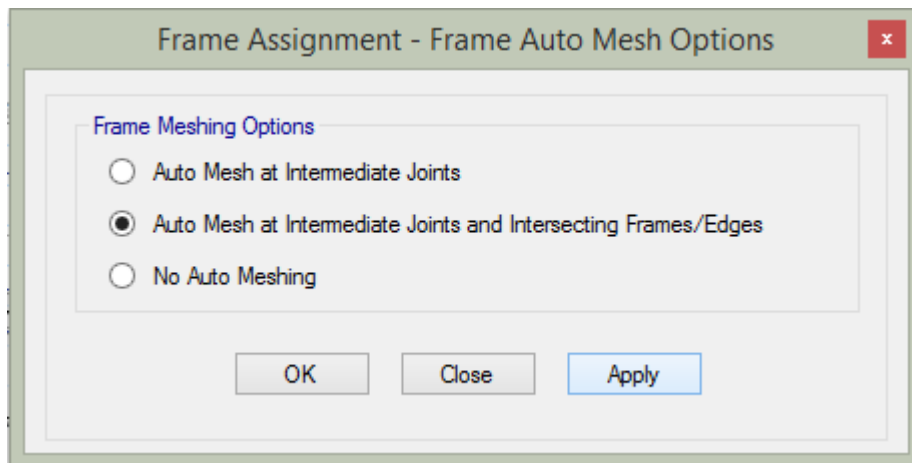
Luego ingresamos a la siguiente ruta:



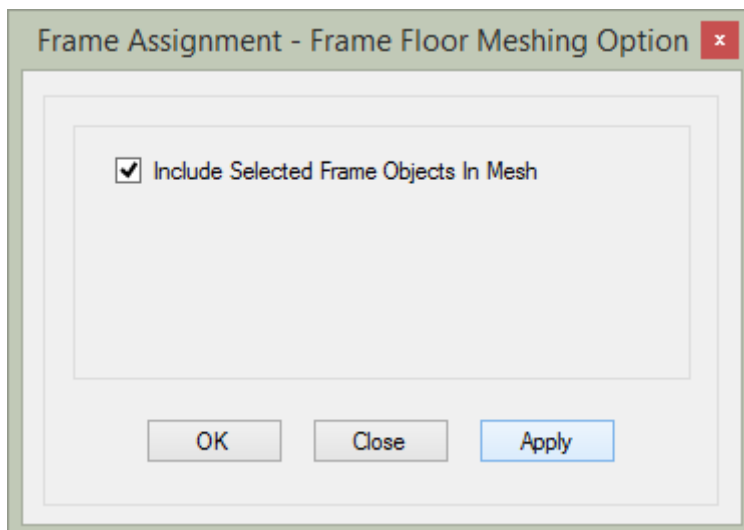
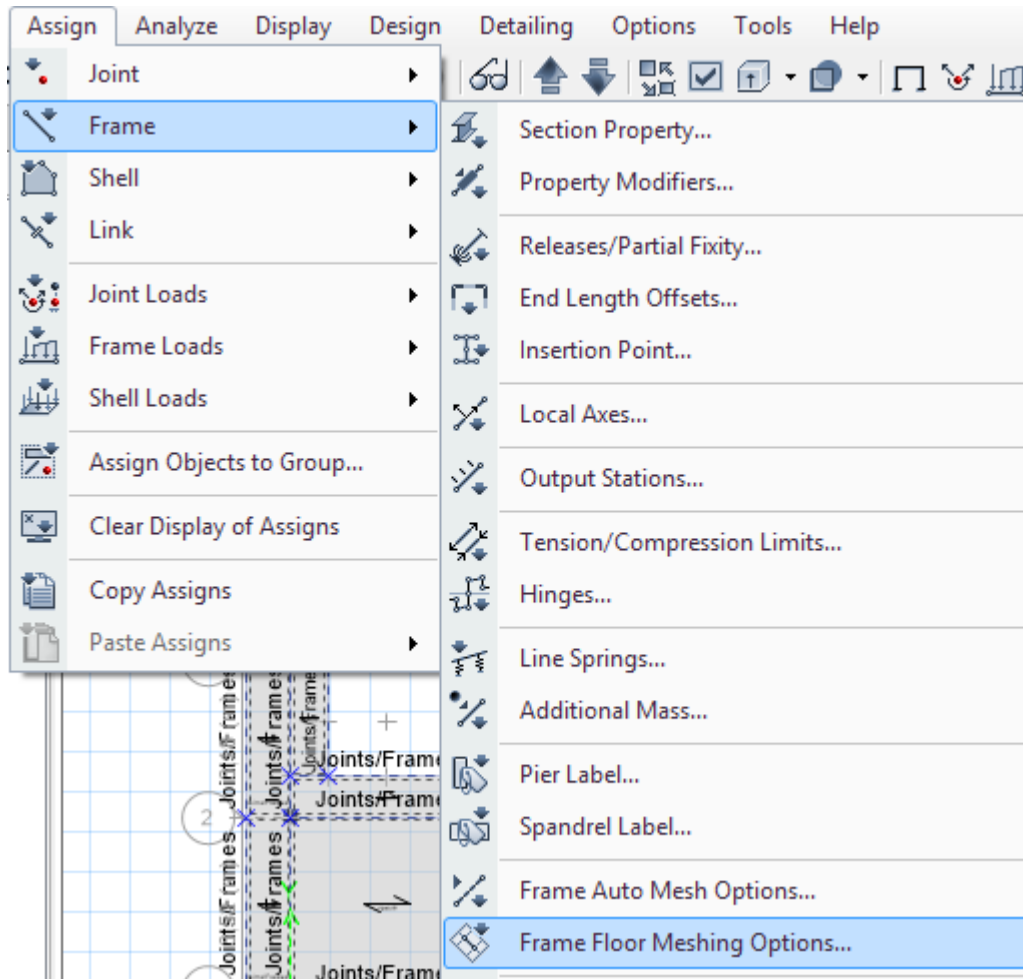


## 5.2. División de muros y losas (Mesh)

Luego determinamos el Auto Mesh (auto trama) para muros desde la siguiente ruta:

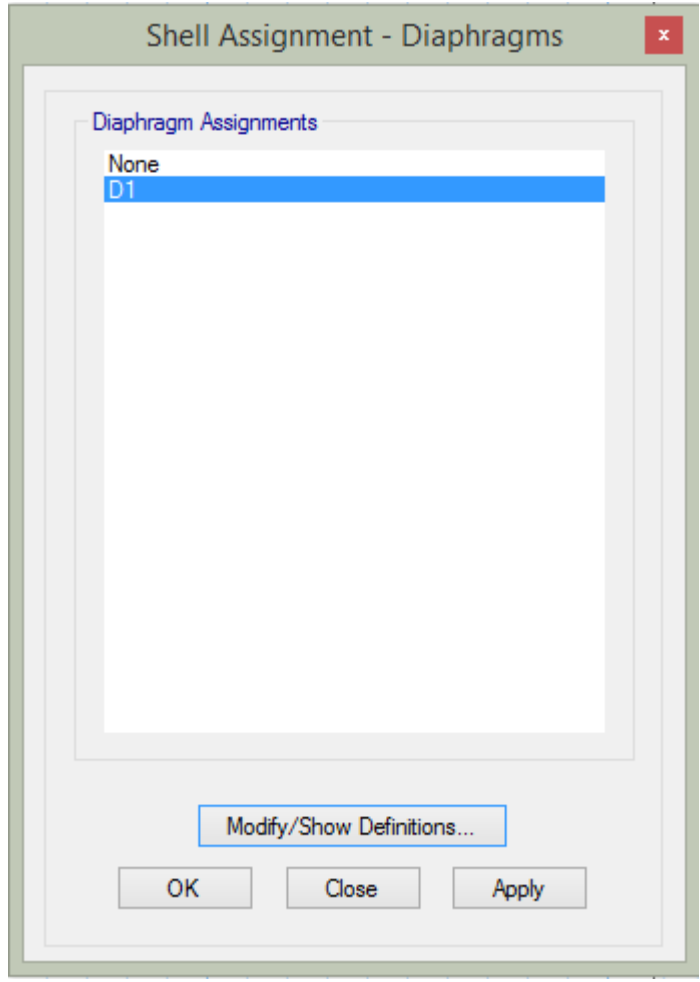
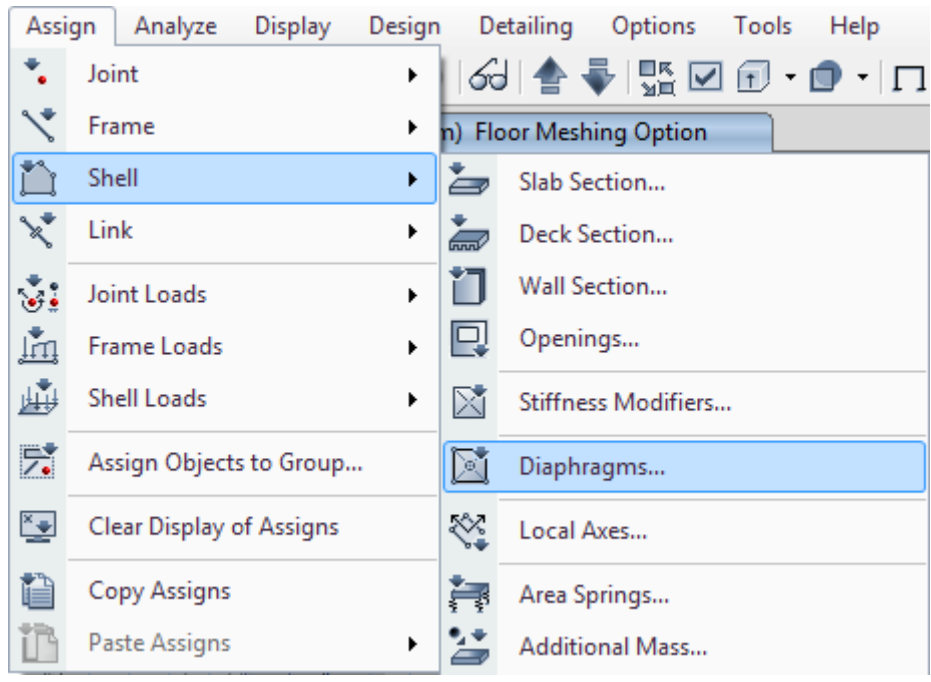


Luego determinamos el Auto Mesh (auto trama) para muros desde la siguiente ruta:

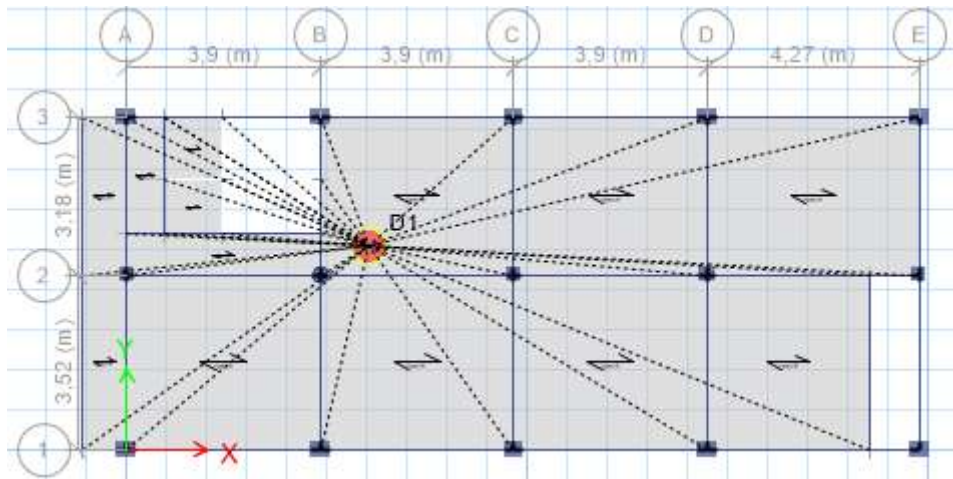


### 5.3. Creación de los Diafragma Rígido:

Para ello seleccionamos todo el Piso1 y el Piso2 menos el descanso de la escalera e ingresamos a la siguiente ruta:

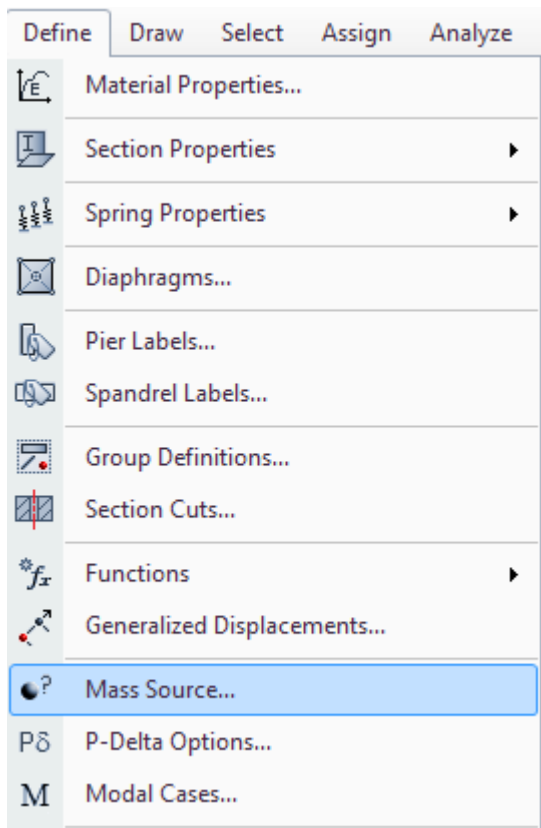


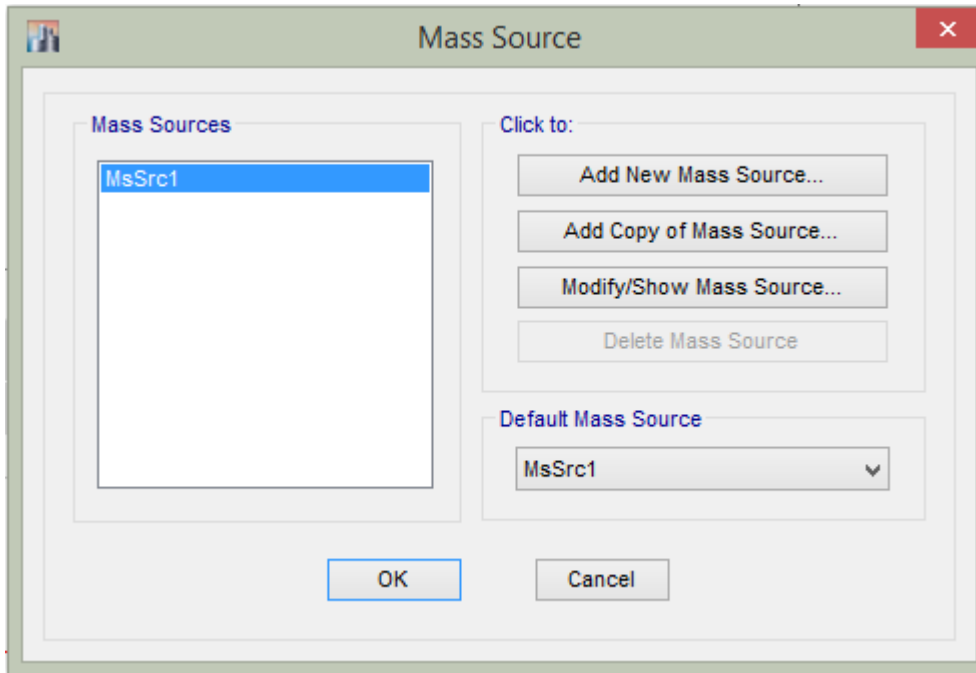
Damos Ok y nos mostrara la siguiente figura:



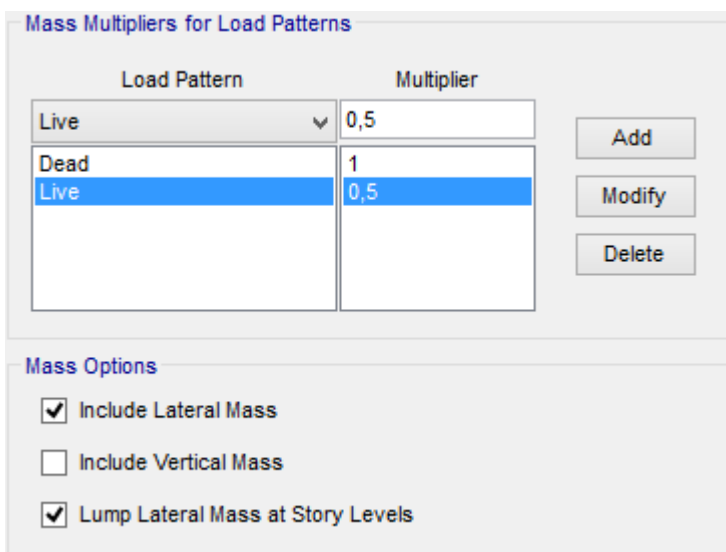
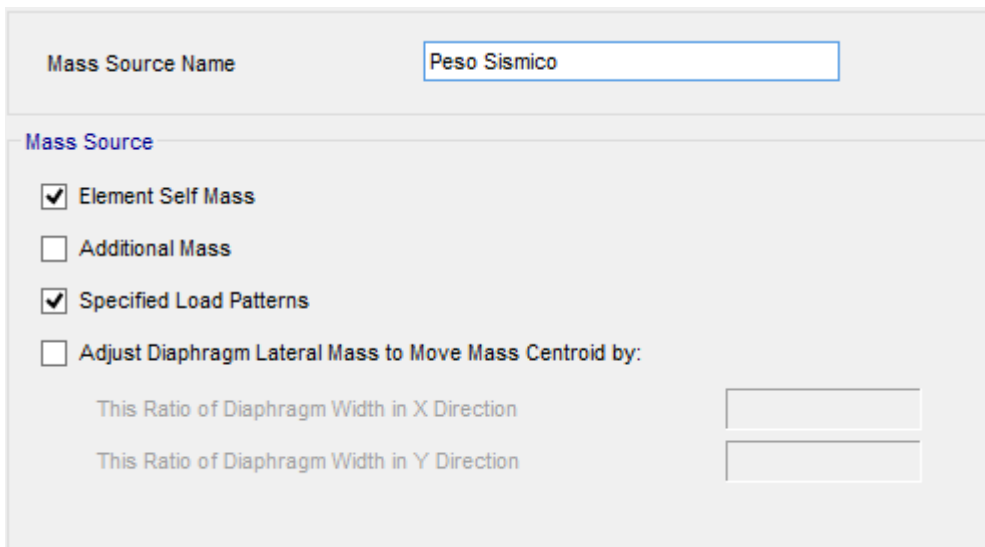
### 6. CALCULO DEL PESO SÍSMICO EFECTIVO SEGÚN LA NORMA E.030

Para ello ingresamos a la siguiente ruta:



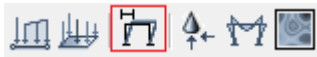


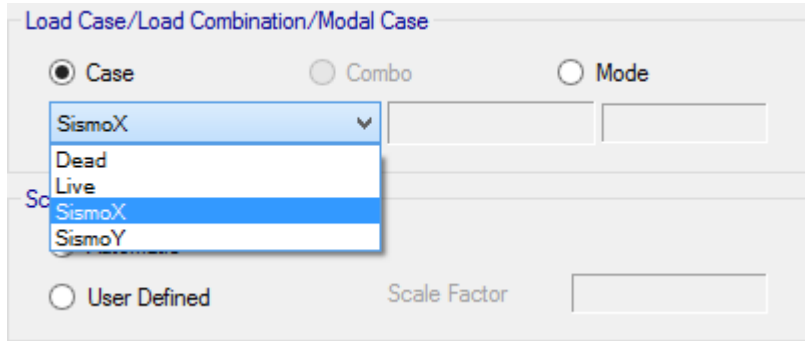
Luego damos click en el botón “Modify/Show Mass Source”



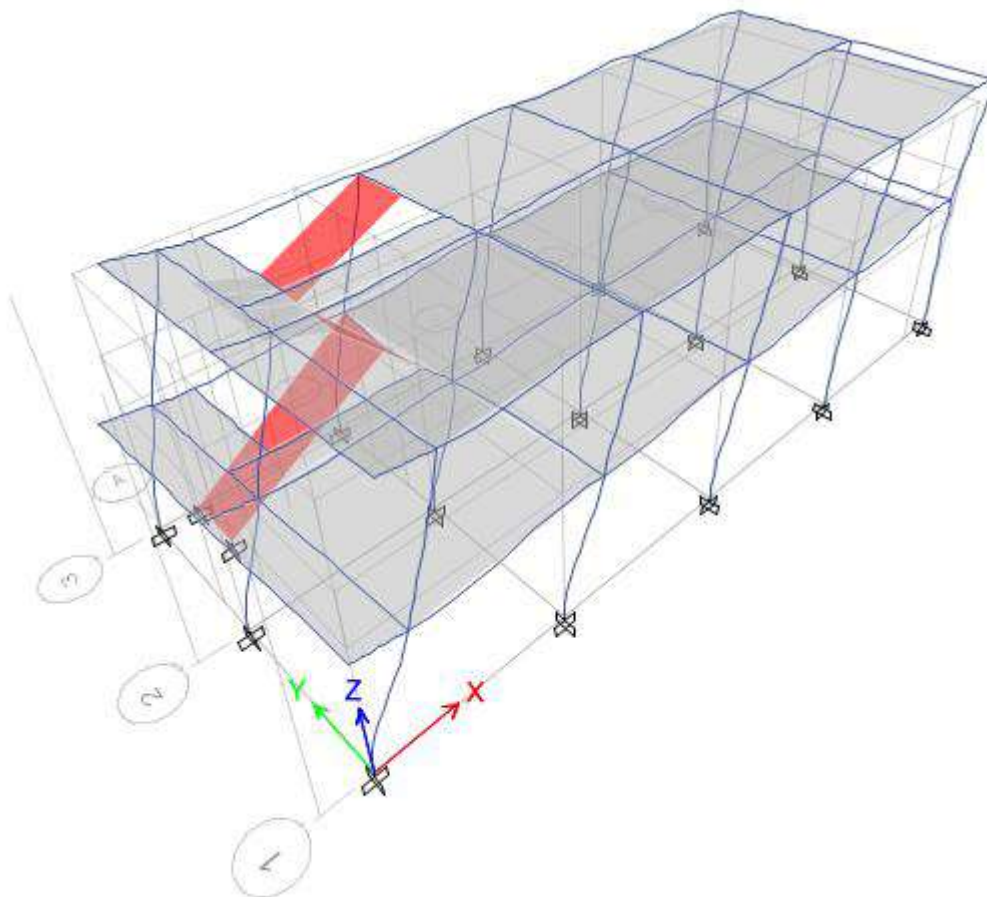
Así mismo podemos verificar la dirección de los sismos:

Para ello ejecutamos el programa desde: 

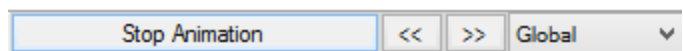
Una vez ejecutado el programa nos dirigimos al siguiente icono: 



Luego damos Ok y la distorsión del gráfico debe visualizarse en la dirección X como se visualiza en la siguiente imagen:



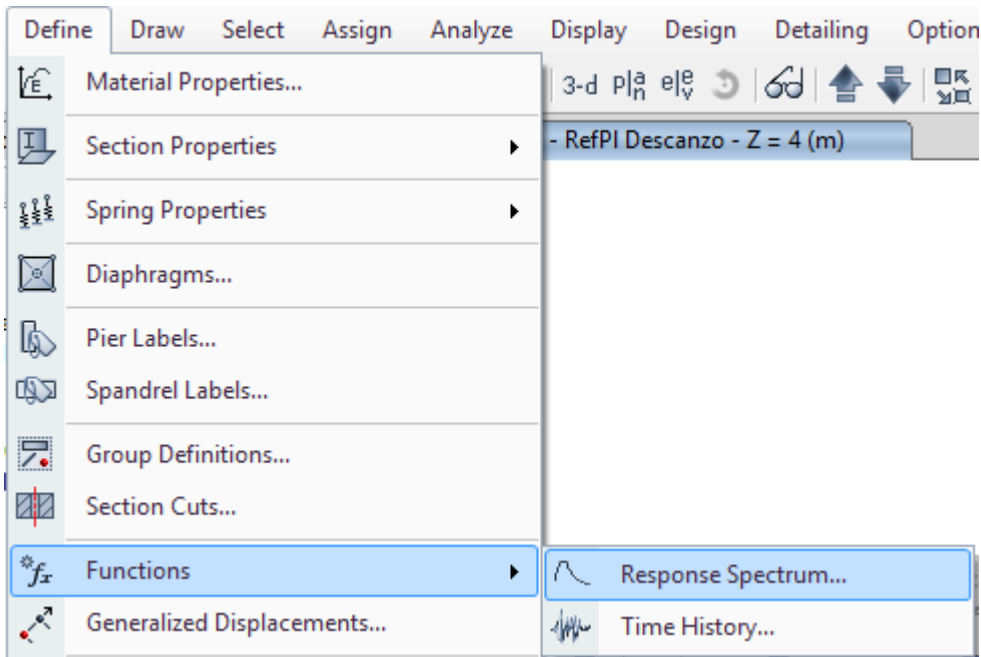
También le podemos dar click en el botón



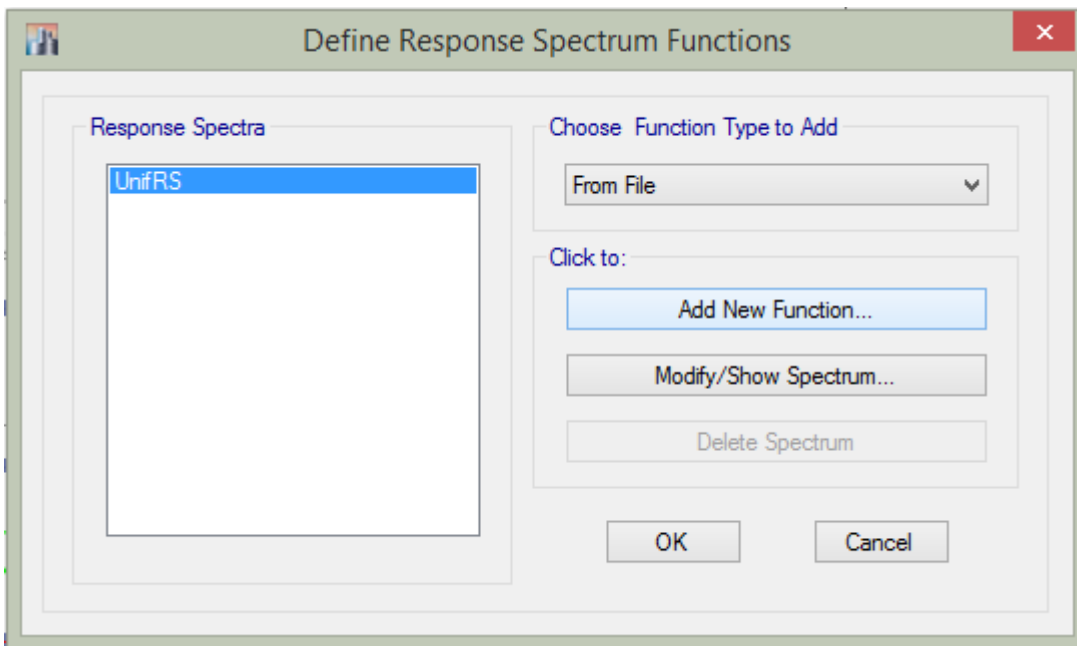
para generar la animación. Deberá realizarse la misma operación para verificar la dirección del sismo en la dirección Y.

## 7. INCORPORACIÓN DEL ESPECTRO DE DISEÑO

Para ello accedemos a la siguiente ruta:



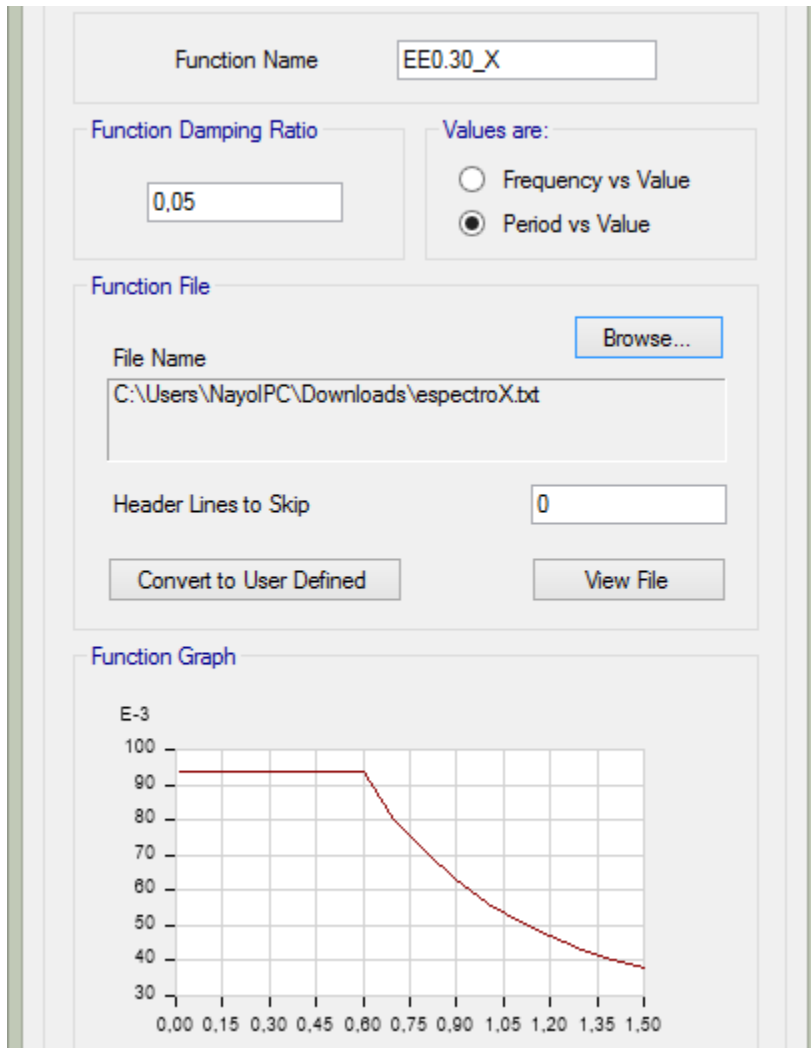
De la ventana elegimos la opción “From File” y le damos click en el botón “Add New Function...”:



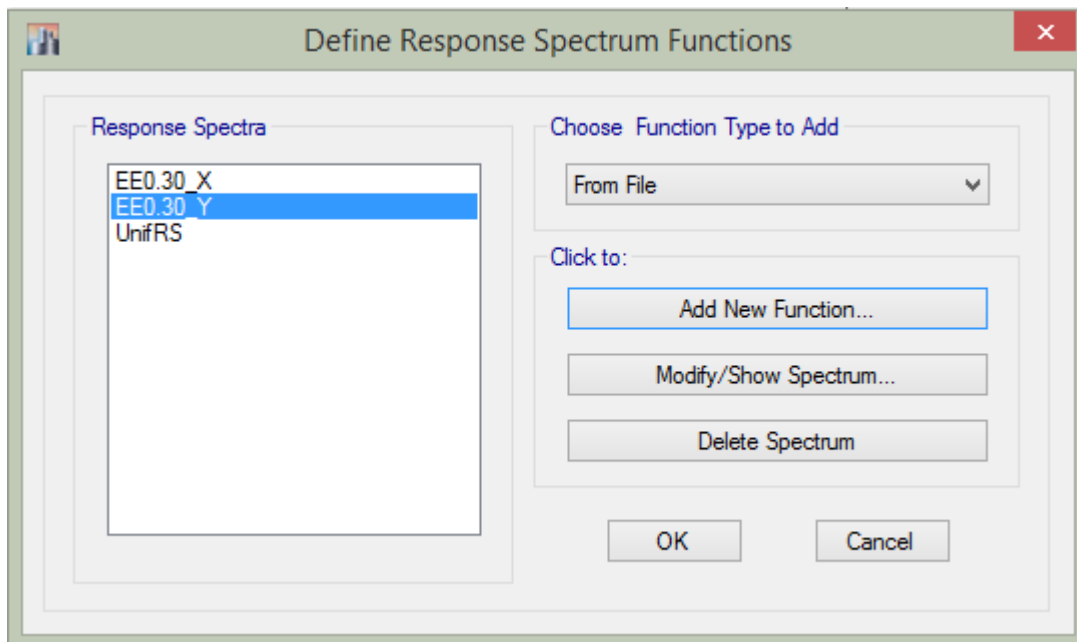
Una vez en la ventana “Response Spectrum Function Definition – From File”, colocamos el nombre del espectro “EE.030\_X” y buscamos el archivo “.txt” haciendo click en el botón “Browse...”.

Finalmente importamos el espectro al programa dando click en “Convert to User Defined”.





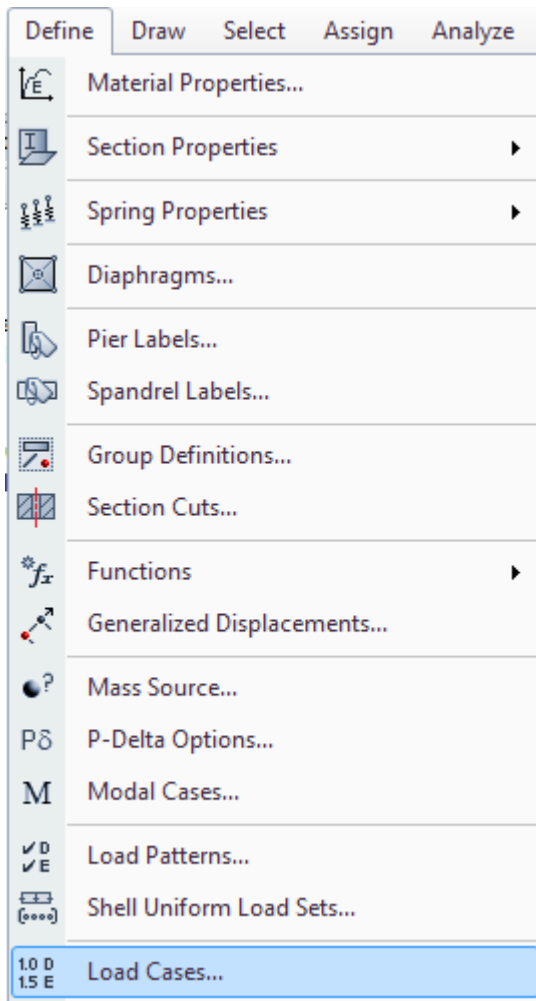
Luego realizamos el mismo procedimiento para incorporar el espectro en “Y” al programa, teniendo como resultado lo siguiente:



## 8. INCORPORACIÓN DEL SISMO DINÁMICO

### 8.1. Casos de Carga:

Para ello vamos a la siguiente ruta:



Load Cases

Load Case Name	Load Case Type
Dead	Linear Static
Live	Linear Static
SismoX	Linear Static
SismoY	Linear Static

Luego Adicionamos un nuevo caso desde la opción “Add New Case...”

**General**

Load Case Name: SismoDX

Load Case Type: Response Spectrum

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (Peso Sísmico)

Buttons: Design..., Notes...

---

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor

Buttons: Add, Delete, Advanced

Luego damos click en el botón “Add”.

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	EE0.30_X	9.81

Buttons: Add, Delete, Advanced

---

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0,05 Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: 0,05 for All Diaphragms Modify/Show...

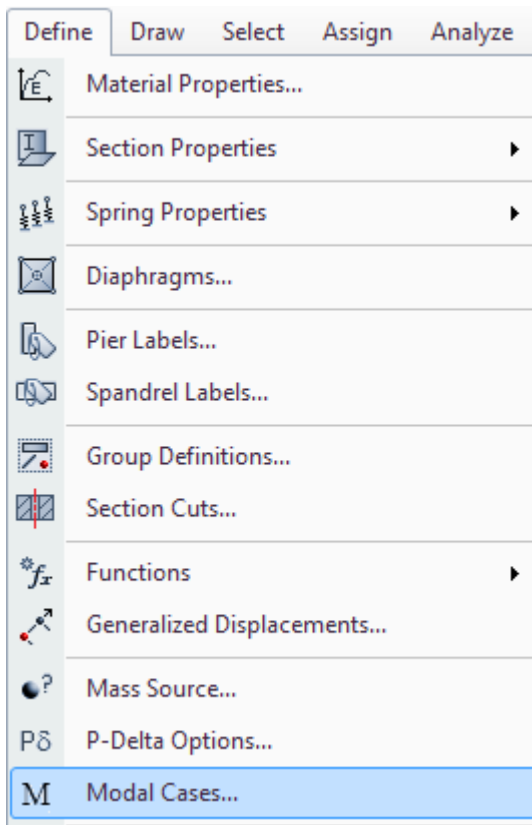
De la misma forma ingresamos el sismo dinámico en “Y”, obteniendo el siguiente resultado:

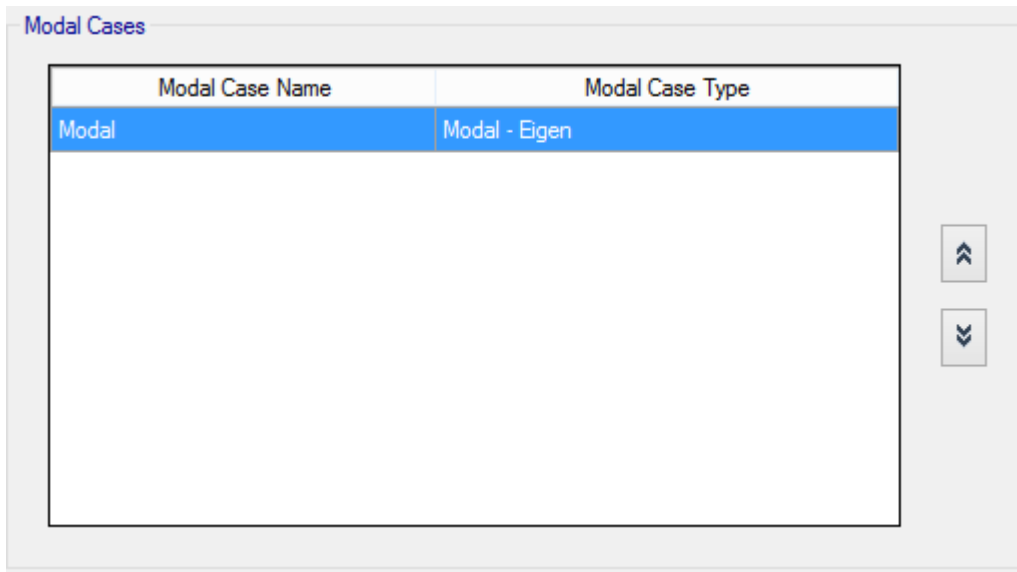
Load Cases

Load Case Name	Load Case Type
Dead	Linear Static
Live	Linear Static
SismoX	Linear Static
SismoY	Linear Static
SismoDX	Response Spectrum
SismoDY	Response Spectrum

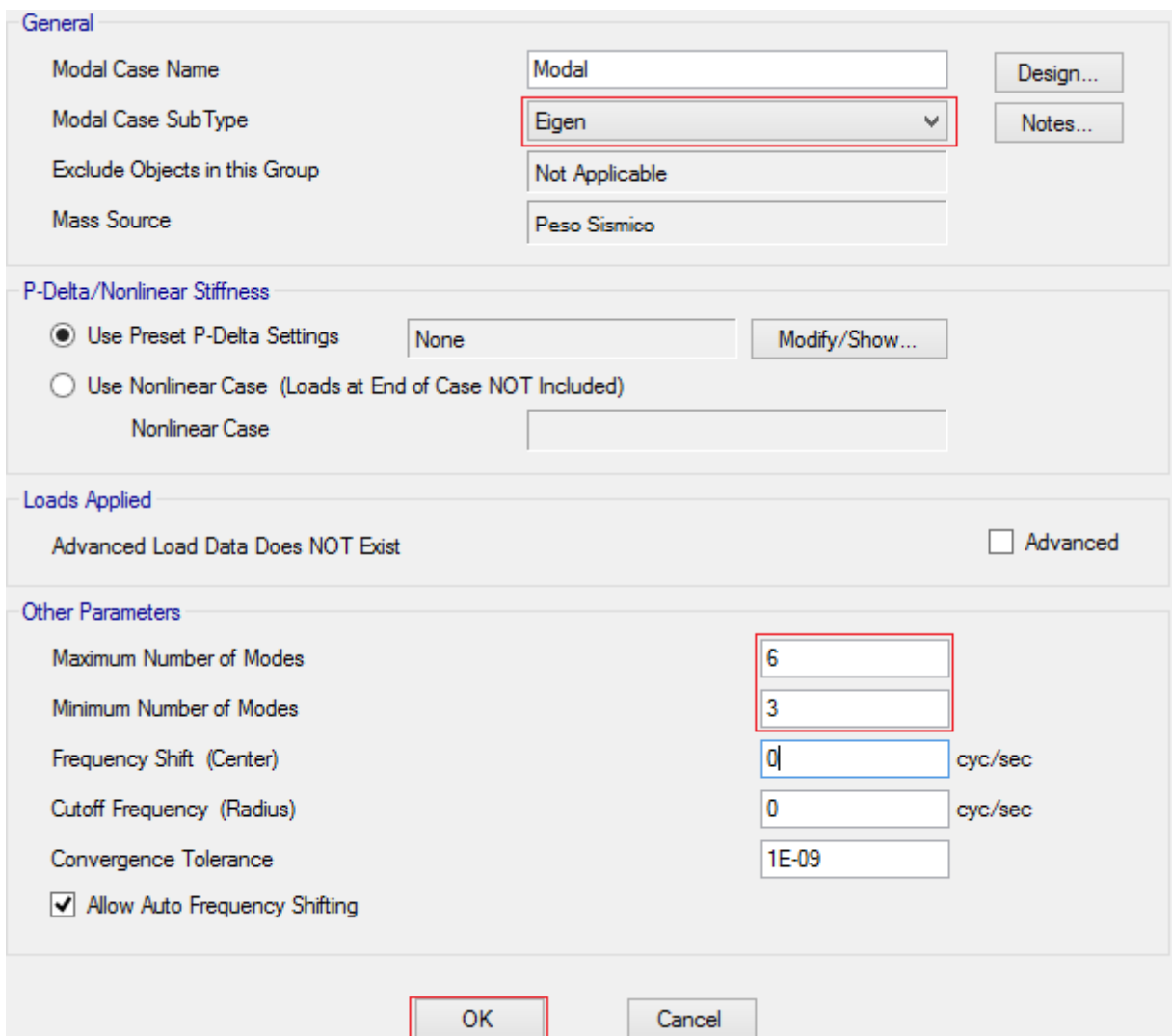
### 8.2. Definición de Modos de Vibración:

Para ello accedemos a la siguiente ruta:



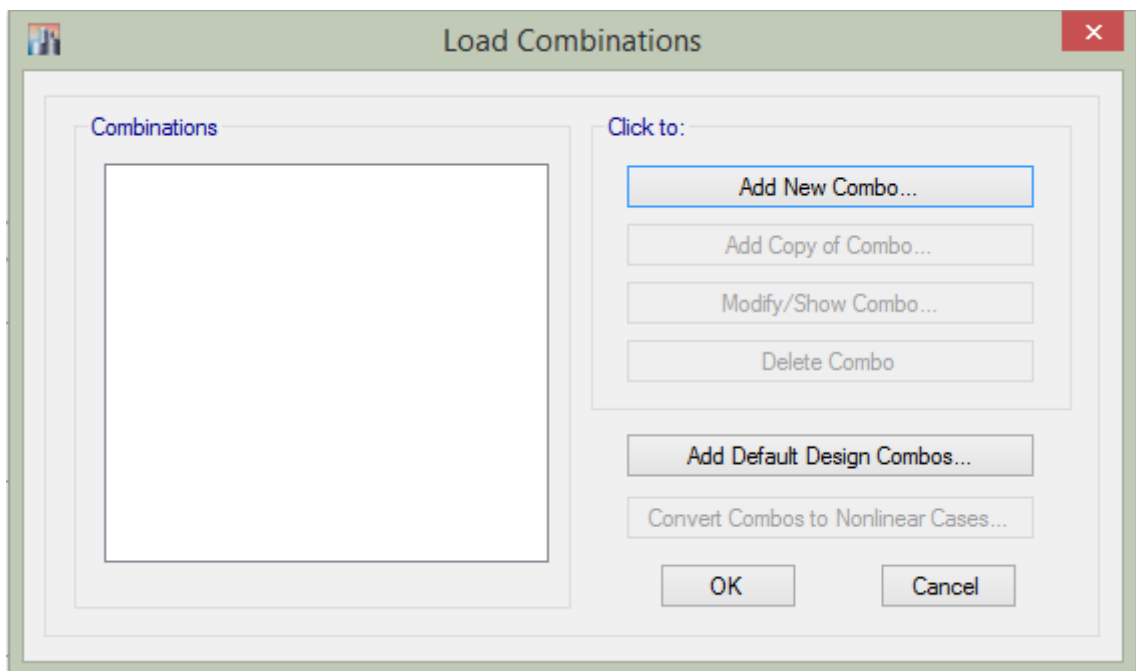
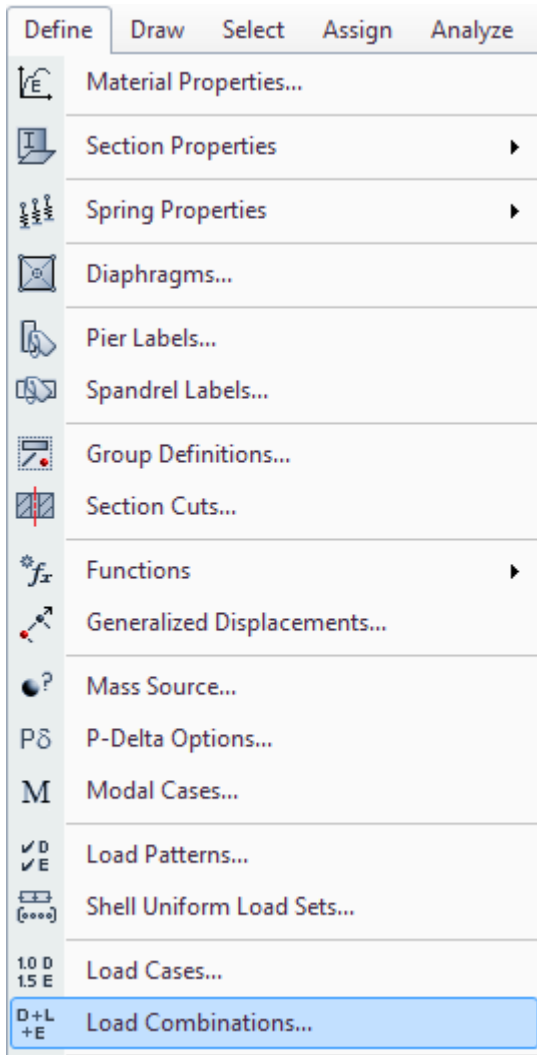


Luego hacemos click en Modify/Show Case....



**Nota:** Se considera 3 modos de vibración por cada nivel.

### 8.3. Creación de combinación de Cargas:



**Load Combination Data**

**General Data**

Load Combination Name: 1.4CM+1.7CV

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

Load Name	Scale Factor
Dead	1.4
Live	1.7

Add

Delete

OK Cancel

**Load Combination Data**

**General Data**

Load Combination Name: 1,25(CM+CV)+SX

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

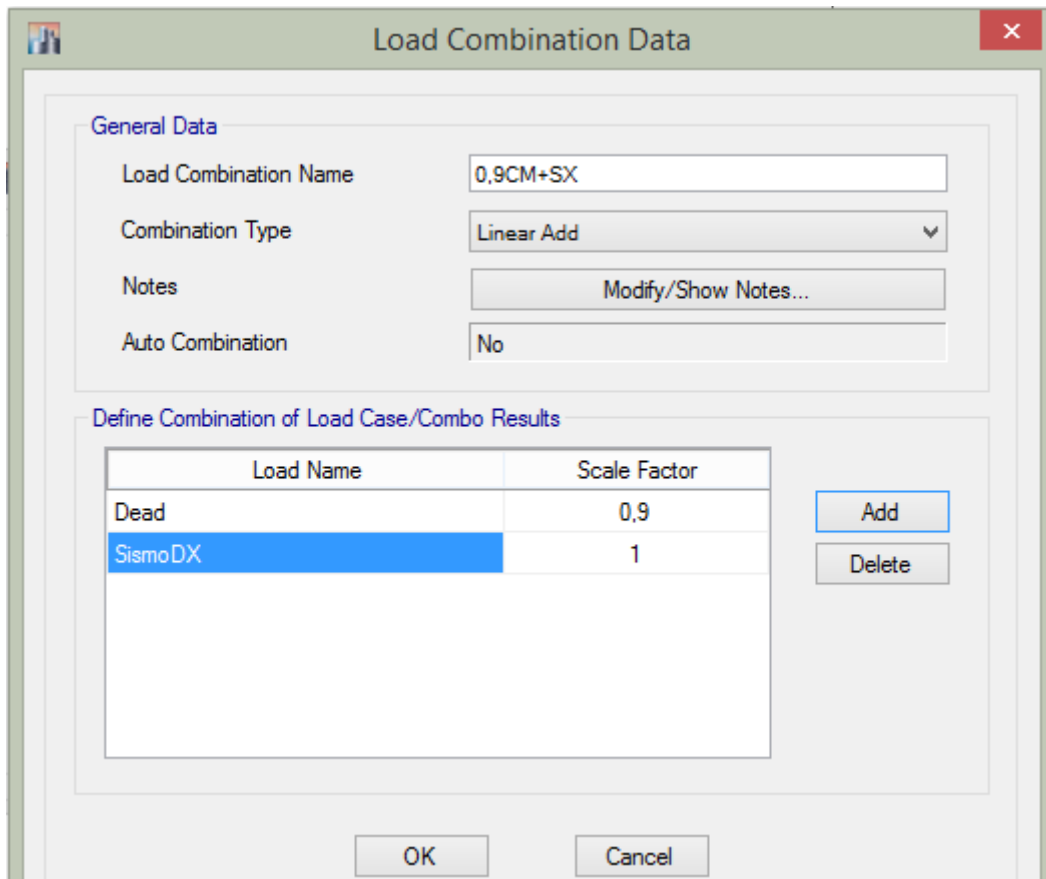
Load Name	Scale Factor
Dead	1,25
Live	1,25
SismoDX	1

Add

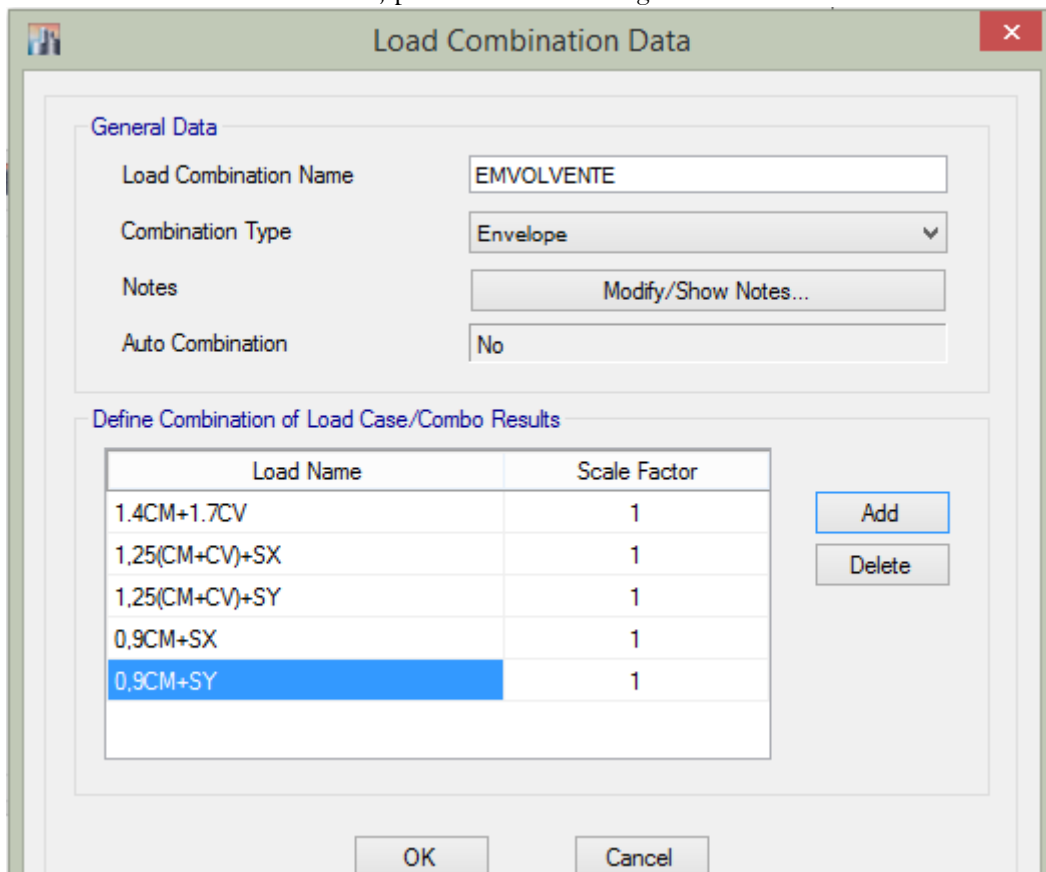
Delete

OK Cancel

Realizamos el mismo procedimiento para el sismo dinámico en “Y”.



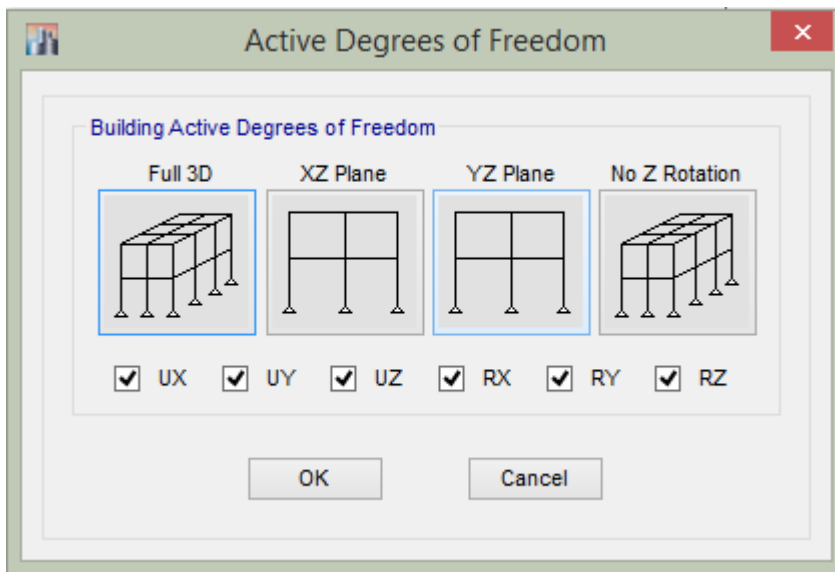
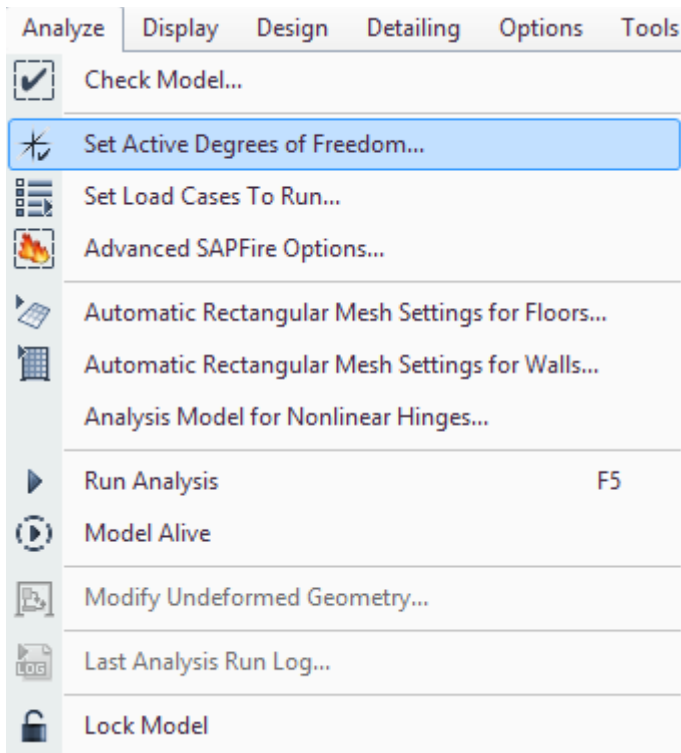
Ahora creamos la envolvente, para el diseño de vigas:





### 8.4. Activación de los Grados de Libertad:

Ello se realizará desde la siguiente ruta:



En esta ventana activamos el modelo tridimensional.

Luego ejecutamos el análisis desde la siguiente ruta:



Finalmente la parte de análisis de resultados se muestra en el capítulo “Resultados y Discusión”.