

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA  
DEL MONUMENTO HOTEL PALERMO EN EL  
CENTRO HISTÓRICO DE HUANCAYO 2017**

**PRESENTADO POR:**

Bach. VALLE PUMACHAGUA, Juan Carlos

**Línea de Investigación Institucional:**

Transporte y Urbanismo

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERU

**2019**

**ASESOR: ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA**

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mi madre.

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado la salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad.

A mi madre Alicia por haberme apoyado en todo momento en mi formación profesional que sin ella no hubiera sido posible, por su motivación que me ha permitido ser una persona de bien, por la perseverancia y constancia que me muestra para salir adelante, pero sobre todo por su amor incondicional.

**Juan Carlos Valle Pumachagua**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor que por medio de su aporte en sus acertadas sugerencias y orientaciones hizo posible la ejecución de este estudio de investigación en el campo de la Ingeniería Civil.

**Juan Carlos Valle Pumachagua**

# HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

---

**DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ**  
**PRESIDENTE**

---

**PH. D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED**  
**JURADO**

---

**ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES**  
**JURADO**

---

**ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**  
**JURADO**

---

**MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES**  
**SECRETARIO GENERAL**

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>INDICE</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>INTRODUCCION</b> .....	xviii

### CAPITULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACION Y SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	2
1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS.....	2
1.3. JUSTIFICACION.....	2
1.3.1. PRÁCTICA.....	2
1.3.2. METODOLÓGICA.....	2
1.4. DELIMITACION DE LA INVESTIGACION.....	3
1.4.1. ESPACIAL.....	3
1.4.2. TEMPORAL.....	3
1.4.3. ECONOMICA.....	3
1.5. LIMITACIONES.....	4
1.6. OBJETIVOS.....	4
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4

### CAPITULO II

#### MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES.....	5
2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES.....	5
2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	8

2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	11
2.2.1. Peligro sísmico del Perú.....	11
2.2.2. Sismicidad histórica del Perú.....	12
2.2.3. Peligrosidad sísmica de Huancayo.....	14
2.2.4. Sismicidad histórica de Huancayo.....	14
2.2.5. Cordillera del Huaytapallana.....	15
2.2.6. Falla del Huaytapallana.....	15
2.2.7. Zonificación sísmica de Huancayo.....	15
2.2.8. Falla geológica.....	16
2.2.9. Geotecnia de Huancayo.....	17
2.2.10. Peligro geotécnico de Huancayo.....	17
2.2.11. Geotecnia Local / Mecánica de suelos de Huancayo.....	18
2.2.12. Microzonificación del suelo de Huancayo.....	19
2.2.13. Vulnerabilidad Sísmica.....	19
2.2.14. Peligro Sísmico.....	20
2.2.15. Riesgo Sísmico.....	21
2.2.16. Vulnerabilidad sísmica de las Edificaciones.....	21
2.2.17. Metodologías de evaluación de vulnerabilidad.....	23
2.2.18. Ventajas y limitaciones de metodologías cualitativas.....	23
2.2.19. Método cualitativo italiano de Benedetti y Petrini.....	27
2.2.20. Adaptación del método del Índice de vulnerabilidad.....	36
2.2.21. Parámetros sismorresistentes.....	37
2.2.22. Método cuantitativo de Demanda vs Resistencia.....	43
2.2.23. Estructuración y configuración en base a normas.....	45
2.2.24. Configuración en Planta y Altura.....	45
2.2.25. Aspectos de Configuración estructural.....	46
2.2.26. Elementos y sistemas estructurales.....	49
2.2.27. Propiedades mecánicas de los materiales.....	50
2.2.28. Problemas estructurales en construcciones de adobe.....	53
2.2.29. Comportamiento sísmico en estructuras de adobe.....	53
2.2.30. Patrimonio cultural.....	53
2.2.31. Reseña histórica del inmueble Hotel Palermo.....	54
2.3. DEFINICION DE TERMINOS.....	55

2.4. HIPOTESIS.....	57
2.4.1. HIPOTESIS GENERAL.....	57
2.4.2. HIPOTESIS ESPECIFICOS.....	57
2.5. VARIABLES.....	58
2.5.1. DEFINICION CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES.....	58
2.5.2. DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES.....	58
2.5.3. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.....	59

### **CAPITULO III METODOLOGIA**

3.1. METODO DE INVESTIGACION.....	60
3.2. TIPO DE INVESTIGACION .....	60
3.3. NIVEL DE INVESTIGACION .....	60
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACION .....	60
3.5. POBLACION Y MUESTRA .....	61
3.6. TECNICAS Y/O INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	61
3.7. TECNICAS Y ANALISIS DE DATOS.....	61

### **CAPITULO IV RESULTADOS**

4.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MONUMENTO HOTEL PALERMO.....	63
4.1.1. Método Italiano del Índice de Vulnerabilidad.....	63
4.1.1.1. Parámetros.....	63
4.1.1.2. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad.....	68
4.1.1.3. Cálculo del Nivel de Daño.....	70
4.1.1.4. Cálculo de Pérdidas Económicas.....	77
4.2. ANÁLISIS DINÁMICO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MONUMENTO HOTEL PALERMO.....	80
4.2.1. Análisis Estructural con programa SAP2000.....	80
4.2.1.1. Descripción de los elementos estructurales.....	80



4.2.1.2. Medrado de cargas.....	83
4.2.1.3. Cálculo de Densidad de Muros.....	92
4.2.1.4. Análisis Sísmico Estático.....	94
4.2.1.5. Análisis Sísmico Dinámico.....	97
4.3. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MONUMENTO HOTEL PALERMO.....	116
4.3.1. Método de Demanda vs Resistencia.....	116
4.4. CONTRASTACIÓN DE PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	119

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	120
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>122</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>125</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1 Sismos de mayor magnitud e intensidad ocurridos en el Perú.....	13
Tabla N° 2.2 Sismos sentidos en Huancayo.....	14
Tabla N° 2.3 Zonificación Sísmica del Perú.....	16
Tabla N° 2.4 Zonificación Sísmica de la Región Junín.....	16
Tabla N° 2.5 Microzonificación del suelo de Huancayo.....	19
Tabla N° 2.6 Relación entre Intensidad y Magnitud.....	22
Tabla N° 2.7 Escala numérica del Índice de Vulnerabilidad.....	28
Tabla N° 2.8 Factor Suelo (S).....	31
Tabla N° 2.9 Factor Uso (U) y Densidad según tipo de edificación.....	31
Tabla N° 2.10 Coeficiente Sísmico (C) por zona sísmica.....	31
Tabla N° 2.11 Clasificación y Rango de Iv para edificaciones de adobe.....	36
Tabla N° 2.12 Comparación entre el RNE y el Índice de vulnerabilidad.....	37
Tabla N° 2.13 Factores de Zona (Z).....	37
Tabla N° 2.14 categoría de Edificación y Factor de Uso (U).....	38
Tabla N° 2.15 Factor de Suelo (S).....	39
Tabla N° 2.16 Periodos $T_P$ y $T_L$ .....	39
Tabla N° 2.17 Coeficiente Básico de Reducción ( $R_o$ ).....	41
Tabla N° 2.18 Factores de Irregularidad en Altura ( $I_a$ ).....	41
Tabla N° 2.19 Factores de Irregularidad en Planta ( $I_p$ ).....	42
Tabla N° 2.20 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles ( $\Delta i/h_{ei}$ ).....	43
Tabla N° 2.21 Propiedades Mecánicas del adobe.....	51
Tabla N° 2.22 Peso Unitario del adobe.....	51
Tabla N° 2.23 Propiedades Mecánicas de la Caña.....	51
Tabla N° 2.24 Propiedades Mecánicas de la Quincha.....	52
Tabla N° 2.25 Grupos de Madera Estructural.....	52
Tabla N° 2.26 Esfuerzos Admisibles y Módulo de Elasticidad de la Madera.....	52
Tabla N° 2.27 Pesos Unitarios de la Madera.....	53
Tabla N° 2.28 Ambientes Urbanos Monumentales.....	54
Tabla N° 2.29 Operacionalización de las variables.....	59
Tabla N° 4.1 Índice de Vulnerabilidad del Hotel Palermo.....	69
Tabla N° 4.2 Rango de Vulnerabilidad del Hotel Palermo.....	70

Tabla N° 4.3 Aceleraciones Máximas para distintos sismos en Huancayo.....	73
Tabla N° 4.4 Ecuaciones de Índice de Daño.....	73
Tabla N° 4.5 Niveles de daño conforme al PGA equivalente.....	73
Tabla N° 4.6 Niveles de Daño.....	74
Tabla N° 4.7 Niveles de Daño en los tres escenarios de estudio.....	75
Tabla N° 4.8 Valores unitarios oficiales en edificaciones para la Sierra.....	77
Tabla N° 4.9 Depreciación por antigüedad y estado de conservación.....	78
Tabla N° 4.10 Costo por metro cuadrado del Hotel Palermo.....	79
Tabla N° 4.11 Costo total del Hotel Palermo según CONATA.....	79
Tabla N° 4.12 Nivel de daño estimado del Hotel Palermo.....	79
Tabla N° 4.13 Perdida económica del Hotel Palermo en tres escenarios.....	80
Tabla N° 4.14 Resumen de metrado de cargas del Hotel Palermo.....	89
Tabla N° 4.15 Distribución de fuerza sísmica en altura en dirección X e Y.....	97
Tabla N° 4.16 Propiedades mecánicas del adobe.....	98
Tabla N° 4.17 Propiedades mecánicas de la quincha.....	99
Tabla N° 4.18 Secciones del muro de adobe.....	99
Tabla N° 4.19 Secciones del muro de quincha.....	100
Tabla N° 4.20 Fuente de masa.....	101
Tabla N° 4.21 Patrones de carga para análisis sísmico.....	102
Tabla N° 4.22 Periodos de traslación y Modos de vibración.....	102
Tabla N° 4.23 Calculo del Espectro Inelástico de Pseudo-aceleraciones.....	105
Tabla N° 4.24 Registro del Espectro para SAP 2000.....	106
Tabla N° 4.25 Aceleración Espectral en SAP 2000.....	107
Tabla N° 4.26 Desplazamientos Laterales en dirección X-X.....	108
Tabla N° 4.27 Desplazamientos Laterales en dirección Y-Y.....	110
Tabla N° 4.28 Combinación de carga.....	114

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Ubicación del monumento Hotel Palermo.....	3
Figura N° 2.1 Anillo de fuego del pacífico.....	12
Figura N° 2.2 Subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana....	12
Figura N° 2.3 Distribución de terremotos en la zona central del Perú.....	13
Figura N° 2.4 Sistema de falla activa en la región Junín.....	14
Figura N° 2.5 Falla del Huaytapallana.....	15
Figura N° 2.6 Zonificación Sísmica del Perú.....	16
Figura N° 2.7 Parámetros que definen el movimiento de una falla.....	17
Figura N° 2.8 Parámetros de vulnerabilidad sísmica para edificios de adobe...27	
Figura N° 2.9 Zonificación Sísmica del Perú.....	31
Figura N° 2.10 Formas originales en Planta.....	33
Figura N° 2.11 Configuración en Elevación.....	34
Figura N° 2.12 Configuración de los muros en planta y su separación.....	34
Figura N° 2.13 Factores de zona Z.....	37
Figura N° 2.14 Concepto de Sencillez y complejidad.....	45
Figura N° 2.15 Configuración en Planta y Altura.....	45
Figura N° 2.16 Matriz compuesta de las cuatro formas de edificios.....	46
Figura N° 2.17 Soluciones con esquinas interiores.....	48
Figura N° 2.18 Inconvenientes con esquinas interiores.....	48
Figura N° 2.19 Funciones de los muros.....	49
Figura N° 2.20 Esfuerzo de Tracción y Compresión.....	49
Figura N° 2.21 Sistema de entpiso y techo.....	50
Figura N° 2.22 Cimentación.....	50
Figura N° 2.23 Hotel Palermo.....	55.
Figura N° 4.1 Vista de la Edificación Hotel Palermo.....	63
Figura N° 4.2 Vista del mapa de microzonificación del suelo.....	65
Figura N° 4.3 Vista del plano en planta del 1°, 2° y 3° piso del Hotel Palermo.66	
Figura N° 4.4 Vista del plano en elevación del Hotel Palermo.....	67
Figura N° 4.5 Vista de techo a dos aguas típica.....	67
Figura N° 4.6 Vista de balcones y parapetos.....	68
Figura N° 4.7 Vista de muro interior de la edificación.....	68

Figura N° 4.8 Índice de Vulnerabilidad del Hotel Palermo.....	69
Figura N° 4.9 Índice de Vulnerabilidad Normalizado (Iv%) del Hotel Palermo...	70
Figura N° 4.10 Niveles de Daño del Hotel en los tres escenarios sísmicos.....	75
Figura N° 4.11 Daño esperado en función del PGA y del Iv%.....	76
Figura N° 4.12 Relaciones promedio de daño para tipos de construcción.....	76
Figura N° 4.13 Costo total del monumento Hotel Palermo según CONATA.....	79
Figura N° 4.14 Nivel de daño (%) estimado del monumento Hotel Palermo.....	80
Figura N° 4.15 Perdida económica (S/.) del monumento Hotel Palermo.....	80
Figura N° 4.16 Vista de áreas en planta del 1°, 2° y 3° piso del Hotel Palermo.	81
Figura N° 4.17 Vistas isometrías del monumento Hotel Palermo.....	82
Figura N° 4.18 Vista de alturas por piso del Hotel Palermo.....	82
Figura N° 4.19 Vista isométrica discretizada de los muros.....	100
Figura N° 4.20 Repartición de carga de techos a muros portante.....	101
Figura N° 4.21 Periodos de traslación y Modos de vibración.....	102
Figura N° 4.22 Aceleración Espectral en dirección X-X e Y-Y.....	107
Figura N° 4.23 Desplazamiento debido a fuerzas sísmicas en dirección X-X.	110
Figura N° 4.24 Desplazamiento debido a fuerzas sísmicas en dirección Y-Y.	113
Figura N° 4.25 Esfuerzo a compresión debido a peso propio.....	114
Figura N° 4.26 Esfuerzo cortante debido al sismo X-X.....	115
Figura N° 4.27 Esfuerzo cortante debido al sismo Y-Y.....	115

## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación N° 2.1 Probabilidad o Nivel de Excedencia y Confidencia ( $p$ ).....	21
Ecuación N° 2.2 Periodo de Retorno ( $T_r$ ).....	21
Ecuación N° 2.3 Relación entre Intensidad y Magnitud por Charles Richter.....	21
Ecuación N° 2.4 Índice de Vulnerabilidad.....	28
Ecuación N° 2.5 Cortante Resistente.....	30
Ecuación N° 2.6 Cortante Actuante Basal.....	30
Ecuación N° 2.7 Factor de amplificación Sísmica ( $C$ ).....	39
Ecuación N° 2.8 Periodo ( $T$ ).....	40
Ecuación N° 2.9 Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas ( $R$ ).....	40
Ecuación N° 2.10 Resistencia del Material ( $\bar{R}$ ).....	43
Ecuación N° 2.11 Demanda Sísmica ( $V$ ).....	44
Ecuación N° 2.12 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles ( $\Delta i/h_{ei}$ ).....	44
Ecuación N° 2.13 Densidad Porcentual de la Estructura en Planta.....	47

## INDICE DE MAPAS

Mapa N° 2.1 Geología Regional de Huancayo.....	17
Mapa N° 2.2 Peligros Geotécnicos de Huancayo.....	18
Mapa N° 2.3 Clasificación de suelos de Huancayo.....	18
Mapa N° 2.4 Microzonificación del suelo y Capacidad portante de Huancayo....	19
Mapa N° 2.5 Mapa de Vulnerabilidad.....	20
Mapa N° 2.6 Provincias según niveles de peligros sísmicos.....	20
Mapa N° 4.1 Distribución de Sismos de Subducción: Interface e Intraplaca.....	71
Mapa N° 4.2 Distribución de Sismos de Corteza Superficial: Continentales.....	71
Mapa N° 4.3 Distribución de Isoaceleraciones para el 10% de Excedencia.....	72
Mapa N° 4.4 Ubicación del distrito de Huancayo en el mapa de isoaceleracion.	72

## RESUMEN

La presente investigación respondió al problema general ¿Cuál será el resultado del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo en el centro histórico de Huancayo?, cuyo objetivo general fue: Determinar el resultado del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo para preservar su historia, cultura y seguridad de sus ocupantes en el centro histórico de Huancayo; e hipótesis general que se contrastó fue: El resultado del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo presentara una condición vulnerable según su estado actual en la que se encuentra.

El método de investigación fue de enfoque cuantitativo, el tipo de investigación fue aplicada, de nivel descriptivo - explicativo y un diseño no experimental, la población estuvo conformado por cuatro monumentos alrededor de la plaza constitución cuya muestra es de clase no probabilística o dirigida, eligiendo por conveniencia un monumento alrededor de la plaza constitución.

Se concluye que los tres análisis realizados para la determinación del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo dieron como resultado un estado vulnerable.

**Palabras claves:** Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica y Monumento.



## SUMMARY

Did the present investigation respond to the general problem Which the result of the analysis of the seismic vulnerability of the monument Hotel will be Palermo in the historical center of Huancayo? whose general objective was: To determine the result of the analysis of the seismic vulnerability of the monument Hotel Palermo to preserve their history, culture and their occupants' security in the historical center of Huancayo; and general hypothesis that you contrasts was: The result of the analysis of the seismic vulnerability of the monument Hotel Palermo presented a vulnerable condition according to its current state in which is.

The investigation method was of quantitative focus, the investigation type was applied, of descriptive level - explanatory and a non experimental design, the population was conformed by four monuments around the square constitution whose sample is of class non probabilística or directed, eligiendo for convenience a monument around the square constitution.

You concludes that the three analyses carried out for the determination of the analysis of the seismic vulnerability of the monument Hotel Palermo gave a vulnerable state as a result.

**Key words:** Analysis of the Seismic Vulnerability and Monument.

## **INTRODUCCION**

La presente tesis de investigación titulado: “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MONUMENTO HOTEL PALERMO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE HUANCAYO 2017”, se elaboró con la finalidad de analizar y obtener el estado actual de vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo, ubicado en el centro histórico de Huancayo que cuenta con más de 200 años de antigüedad, construida con material de adobe, sin criterios sísmicos estructurales y sin asesoría técnica profesional, en la que se encuentran personas que ahí habitan y laboran, previniendo de esta manera un desastre que pueda ocurrir a corto o largo plazo.

El presente trabajo de investigación, consta de cinco capítulos, analizados y distribuidos de la siguiente manera:

El Capítulo I, trata sobre El Problema de investigación, se menciona el planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema, problema general y específico, justificación práctica, teórica y metodológica, delimitación de la investigación, limitaciones, objetivo general y específico.

El Capítulo II trata sobre el Marco Teórico, se describe los antecedentes de la investigación, el marco conceptual y definición de términos, se detalla la hipótesis general y específica, la definición conceptual y operacional de la variable y la operacionalización de variables.

El capítulo III, trata sobre la Metodología, se detalla el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV, trata los Resultados, se menciona los resultados de la primera variable que es Análisis de la vulnerabilidad sísmica, los resultados de la segunda variable Monumento.

El Capítulo V, trata sobre la Discusión de Resultados y culminando esta investigación esta las Conclusiones, Recomendaciones, Referencias Bibliográficas y Anexos.

Asimismo, espero que los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación aporten a la Facultad de Ingeniería y al inmueble en estudio de manera productiva; a la vez sirva a los futuros profesionales para continuar en las líneas de investigación claramente delimitadas.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la ciudad de Huancayo se encuentra vulnerable a sufrir grandes pérdidas de vidas humanas y pérdidas materiales como consecuencia de un eventual sismo que se daría debido a la falla superficial activa del Huaytapallana que se encuentra en un silencio sísmico aproximadamente de 50 años, por lo que nos advierte un sismo de gran magnitud en los próximos años y más aún que se ubica en la segunda zona más importante de actividad sísmica superficial andina ( $Z=3$ ), según el mapa de zonificación sísmica del RNE E.030, donde una parte de los inmuebles construidos son monumentos históricos de material de adobe de más de 200 años de antigüedad, que fueron construidos sin criterios sísmicos de estructuración, configuración y asesoría técnica profesional, las cuales están expuestas a un peligro eminente de sismo poniendo en riesgo la vida de las personas que ahí habitan y trabajan si se suscitase, como la del año de 1969 que causó daños a zonas más aledañas al epicentro, similar a la que se evidencio con el terremoto de 7.0 en la Escala de Richter (ML), con aceleración pico de 0.34g, el 15 de agosto del 2007 en Pisco - Perú a las 18:40hrs (Hora local), con una intensidad en la Escala de Mercalli Modificada (MM) de VII – VIII en Pisco y Chíncha, con el colapso de las viviendas de adobe y quincha y serios daños en las construcciones de albañilería y concreto haciéndolas inhabitables. Por ello que el análisis de la vulnerabilidad sísmica de un monumento en una parte de la zona monumental urbana de Huancayo es muy importante, útil y necesario, debido a que no se cuenta con estudios que evidencian el estado actual y condiciones en las que se encuentran los monumentos históricos.

## **1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cuál será el resultado del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo en el centro histórico de Huancayo?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- a) ¿Cuál será el resultado de la aplicación del análisis cualitativo del monumento Hotel Palermo?
- b) ¿Cuál será el resultado de la aplicación del análisis cuantitativo del monumento Hotel Palermo?
- c) ¿Cuál será el resultado de la aplicación del análisis dinámico del monumento Hotel Palermo?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

### **1.3.1. PRACTICA**

La presente investigación es de carácter práctico, ya que justifica la necesidad de conocer la situación sísmica del monumento histórico, puesto a que no se cuenta con un estudio evaluativo de análisis de vulnerabilidad sísmica para su conservación.

### **1.3.2. METODOLÓGICA**

La presente investigación es de carácter metodológico ya que justifica la ejecución del proyecto de investigación por medio de instrumentos para recopilar información ínsitu y técnicas para analizar los datos que servirán para esta investigación.

## 1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.4.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL

Centro histórico de Huancayo Plaza de la Constitución donde se encuentra localizado el monumento Hotel Palermo en estudio. Ver Figura 1.1.



**Figura 1.1:** Ubicación del Monumento Hotel Palermo

**Fuente:** Google Earth

### 1.4.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL

Año 2017, entre los meses de Setiembre a Diciembre.

### 1.4.3. DELIMITACIÓN ECONÓMICA

Recursos propios ascendientes a S/ 5147.00 Nuevos Soles

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

- La falta de información en cuanto a la calidad y propiedades mecánicas de los materiales usados en la construcción del monumento Hotel Palermo estuvo limitada por ser intangible, por lo que se tuvo que generalizar de acuerdo a la NTE E.080 e ININVI, castigando así la fiabilidad de los resultados obtenidos, pero que no dejan de tener semejanza con lo real.
- La falta de información respecto a la EMS in situ del Hotel Palermo
- La falta de información del factor de reducción básica del material de quincha

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar el resultado del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo para preservar su historia, cultura y seguridad de sus ocupantes en el centro histórico de Huancayo.

### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- a) Determinar el resultado de la aplicación del análisis cualitativo del monumento Hotel Palermo.
- b) Determinar el resultado de la aplicación del análisis cuantitativo del monumento Hotel Palermo.
- c) Determinar el resultado de la aplicación del análisis dinámico del monumento Hotel Palermo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES

a) El Bach. Deyvi Erik Castro Ortega, sustentó el año (2015) su tesis: **“VULNERABILIDAD SISMICA DEL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE JAUJA - JUNIN”**, de la Universidad Nacional de Ingeniería - Lima, Facultad de Ingeniería Civil, para optar título de Ingeniero Civil.

En el presente estudio se realizaron trabajos de campo como estudios geofísicos, levantamiento estructural de cada edificación, evaluación del comportamiento dinámico del suelo en base a medición con microtrepidaciones con caracterización geotécnica del área en estudio y aplicación del sistema de información geográfica (SIG) que permite manipular y gestionar toda la información disponible.

La metodología del Índice de Vulnerabilidad empleada ha permitido evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones obteniendo los escenarios de daño para diferentes demandas de intensidad sísmica relacionada con la aceleración en roca (para sismo frecuente = 0.17g, para sismo ocasional = 0.20g y para sismo raro = 0.32g) y vida útil de la edificación asociada a una probabilidad.

Finalmente se estimó de manera rápida las pérdidas directas en las edificaciones mediante el producto del índice de daño estimado con el costo de la edificación.

Para nuestro estudio es aplicable esta metodología ya que es posible poder evaluar el estado vulnerable actual monumento Hotel Palermo y determinar su daño por medio del PGA de la zona.



b) El Bach. Cristian Denis Ortega Villaizan, sustentó el año (2014) su tesis: **“DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES POR EFECTO DE SISMO EN EL CENTRO URBANO DEL DISTRITO DE VILLARICA”**, de la Universidad Nacional del Centro - Junín, Facultad de Ingeniería Civil, para optar título de Ingeniero Civil.

En el presente estudio primero se usó técnica de fichas detalladas para el levantamiento de la información, para luego realizar el procesamiento de la información mediante los parámetros señalados por el método evaluativo italiano, calculándose así el índice de vulnerabilidad de cada edificación.

Luego se calcularon sus respectivos índices de daño de acuerdo a escenarios propuestos utilizando la aceleración pico efectiva (PGA) de 0.18g, 0.24g, y 0.32g para mampostería no estructural y valores de VII, VIII y IX grados de la escala macro sísmica de MM para edificaciones de concreto, cuyos resultados se plasmaron en tablas y gráficos estadísticos de acuerdo a la clasificación propuesta por el Ing. Julio Kuroiwa y así diseñar las funciones de vulnerabilidad de cada tipología estructural para cada escenario propuesto.

En base a nuestro estudio es aplicable esta metodología para evaluar el estado vulnerable actual del monumento Hotel Palermo y determinar su daño en base al PGA de nuestra zona sísmica según la E.030 del RNE.

c) El Ing. Félix Marín Guillen, sustentó el año (2012) su tesis: **“EVALUACION DE RIESGO SISMICO DEL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE HUANUCO”**, de la Universidad Nacional de Ingeniería - Lima, Facultad de Ingeniería Civil - Sección de Posgrado, para optar el grado de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería Estructural.

En el presente estudio se realizaron trabajos de campo como estudios geofísicos, levantamiento estructural de cada edificación, evaluación del comportamiento dinámico del suelo en base a medición de microtrepidaciones y caracterización geotécnica del área en estudio, y la metodología del Índice de Vulnerabilidad empleada ha permitido evaluar

el riesgo sísmico de las edificaciones obteniendo los escenarios de daño para diferentes demandas de intensidad sísmica relacionada con la aceleración en roca (para sismo frecuente = 0.14g, para sismo raro = 0.29g y para sismo muy raro = 0.33g) y vida útil de la edificación asociada a una probabilidad.

Finalmente se estimó de manera rápida las pérdidas directas en las edificaciones mediante el producto del índice de daño estimado con el costo de la edificación.

Para nuestro estudio es aplicable esta metodología ya que es posible poder evaluar el estado vulnerable actual del monumento Hotel Palermo y determinar su daño estructural por medio de la aceleración máxima del suelo de la zona de Huancayo, según la E.030 del RNE, por tal resultado esta investigación dará un valioso aporte sobre el análisis de vulnerabilidad del estado actual de la edificación de nuestra localidad.

- d) La Bach. Lourdes Ana María Cárdenas Paredes, sustento el año (2008) su tesis: **“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL HOTEL COMERCIO”**, de la Universidad Ricardo Palma - Lima, Facultad de Ingeniería Civil, para optar título profesional de Ingeniero Civil.

En el presente estudio primero se desarrolló una inspección por medio del método italiano de índice de vulnerabilidad y levantamiento de la estructura debido a que no contaba con planos para la evaluación estructural.

Posteriormente se realizó un modelo matemático de la evaluación de la estructura, obteniéndose respuestas por cargas de gravedad y por cargas sísmicas.

Se encontró en la evaluación realizada a la estructura que al comparar la demanda con la resistencia, la resistencia estructural no alcanza a la demanda en la dirección x e Y haciéndola vulnerable ante una acción sísmica a pesar que la estructura cuenta con una alta densidad de muros. Los mayores problemas se dan por la falta de continuidad de los muros del segundo y tercer nivel que están contruidos sobre las vigas de los muros inferiores generando concentración de esfuerzos, así también por

intemperismo y la falta de mantenimiento.

En base a nuestro estudio es aplicable esta metodología evaluativa para evaluar el estado vulnerable actual y el comportamiento sísmico estructural del monumento Hotel Palermo, por tal resultado esta investigación dará un valioso aporte de conocimiento del estado actual de nuestra edificación histórica en nuestra localidad.

### 2.1.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- a) Los Bach. Omar Enrique Barrera Ramos y Bach. Oscar David Nieves Corredor, sustentaron el año (2015) su tesis: “**DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD EN LAS CASAS COLONIALES UBICADAS EN EL BARRIO SAN DIEGO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA**”, de la Universidad de Cartagena - Venezuela, Facultad de Ingeniería Civil, para optar título de Ingeniero Civil.

Su investigación se sustenta en analizar la problemática del estado patológico de la edificación que juega un papel importante a la hora de realizar un análisis de vulnerabilidad, por tal razón al caracterizar y localizar detalladamente las enfermedades que castigan a la edificación, tales como la presencia de humedad, eflorescencia, grietas, corrosión, picaduras y goteras, se establece un índice que determina el estado de conservación de la estructura.

Se evalúa la vulnerabilidad sísmica de las viviendas coloniales relativa al estado de integridad en que se encuentran, por medio del método del Índice de Vulnerabilidad cuyos parámetros de seguridad son aceptables, determinando el nivel de vulnerabilidad en la que se encuentra cada edificación y por medio de una comparación de resultados de los índices de vulnerabilidad obtenidos de las evaluaciones se demostró sus alcances y limitaciones.

En nuestro ámbito es aplicable esta metodología ya que es posible poder evaluar de manera rápida, económica y sencilla el estado vulnerable actual del monumento Hotel Palermo y obtener su nivel de vulnerabilidad en la que se encuentra.

b) Los Bach. Guido Javier Manitio Cahuatijo y Bach. Santiago Bolívar Vascones Villa, sustentaron el año (2013) su tesis: “**ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN INMUEBLE PATRIMONIAL DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**”, de la Escuela Politécnica Nacional - Ecuador, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, para optar título de Ingeniero Civil.

Su investigación se sustenta en analizar la problemática del estado patológico de los inmuebles patrimoniales, la cual parte de un levantamiento planialtimétrico y una memoria técnica en la cual conste la ubicación de la estructura, el área en planta, ubicación de muros, puertas y ventanas, entresijos, tipo de materiales usados, etc.

Posteriormente por medio de un análisis de vulnerabilidad basado en la metodología Italiana del Índice de Vulnerabilidad para muros de adobe, cuyos parámetros de seguridad son aceptables, se evalúa la vulnerabilidad sísmica de las estructuras relativa al estado de integridad en que se encuentran.

Luego con la información obtenida se realiza el ingreso de las dimensiones geométricas a programas computacionales de tipo CAD en 3D para su posterior exportación al Etabs v9.7.2 en la cual se analizará por medio de una modelación asignándole las cargas de servicio, materiales y las restricciones pertinentes para estructuras de adobe.

Luego se evalúa los resultados del comportamiento sísmico de la estructura en base a sus desplazamientos, derivas, sollicitación, capacidad y esfuerzos de corte de construcciones de tierra según la norma E.080 para adobe del Perú.

Posteriormente con el resultado del análisis se procede a realizar el reforzamiento mediante mallas electrosoldadas con enchape de hormigón, controlando así que la rigidez no se degrade en base a las sollicitaciones de las fuerzas actuantes y soportar los esfuerzos de corte predominantes.

Finalmente se evaluó el costo del reforzamiento estructural, basado en el costo directo de materiales obtenido del mercado local.

En nuestro ámbito es aplicable esta metodología, ya que es posible poder

evaluar el estado vulnerable actual en la que se encuentra el monumento Hotel Palermo y poder analizar el comportamiento de sus elementos mediante el análisis en programa.

- c) El Bach. Hugo Javier Cadena Villavicencio, sustentó el año (2013) su tesis: **“VULNERABILIDAD Y REFORZAMIENTO SISMICO DE ESTRUCTURAS ANTIGUAS DE MAMPOSTERIA NO CONFINADA, APLICACIÓN AL CASO DE EDIFICIO COLONIAL DEL COLEGIO LICEO FERNANDEZ MADRID QUITO”**, de la Escuela Politécnica del Ejército - Ecuador, Carrera de Ingeniería Civil, para optar título de Ingeniero Civil.

En primer lugar para diagnosticar esta característica intrínseca de las estructuras expresada en diferentes magnitudes, se utilizó el Índice de Vulnerabilidad y el Índice de Densidad de Áreas los cuales se comparan con Índices de Edificaciones que han sufrido diferentes niveles de daño frente a diferentes eventos sísmicos de diferentes magnitudes que se han dado alrededor del mundo, y además con criterios de expertos que han estudiado estas metodologías y los diferentes parámetros que se encuentran considerados para dicho estudio.

Luego se realizó el reforzamiento sísmico de las estructuras de mampostería mediante procedimientos de carácter analítico como el Análisis Sísmico y Análisis Estático.

Teniendo como base esta investigación, pretendo mejorar y adaptar a nuestra realidad este aporte estudiando y aplicando las metodologías en base a nuestras normas y características de la edificación que influye en su vulnerabilidad sísmica mediante fichas evaluativas. Esta investigación dará un valioso aporte a nuestra edificación declarado monumento.

- d) El Ing. Álvaro Rafael Caballero Guerrero, sustentó el año (2007) su tesis: **“DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA POR MEDIO DEL METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD EN LAS ESTRUCTURAS UBICADAS EN EL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE SINCELEJO, UTILIZANDO LA TECNOLOGIA DEL**

**SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA”**, de la de la Universidad del Norte - Sincelejo, Facultad de Ingeniería, para optar el grado de Maestría.

Se consideró el método del índice de vulnerabilidad por ser un procedimiento adecuado para una evaluación cualitativa y rápida, teniendo en cuenta la evaluación de los posibles escenarios de daño con una baja inversión de costos, convirtiéndose en una herramienta muy útil para las entidades de defensa civil en los proyectos de mitigación de desastres.

Se consideró también la tecnología de sistema de información geográfica (SIG) que permitió elaborar mapas de peligro y riesgo sísmico relacionando datos alfanuméricos con datos gráficos, permitiendo suponer un escenario de diversas características y obtener de manera inmediata sus posibles consecuencias en la zona de trabajo.

Se encontró que la mayoría de las edificaciones antiguas presentaron comportamientos regulares e incluso varias tuvieron un buen comportamiento debido a sus materiales constituyentes y al espesor de sus muros que oscilaron entre 20 a 25 cm.

Los problemas que se encontraron fueron la falta de mantenimiento y conexión entre los elementos resistentes que hace que el índice de vulnerabilidad y de daño aumente, ya que se construyeron sin normatividad sísmica y con técnicas constructivas artesanales, debido a que no existía alguna norma que guiara a ingenieros y/o constructores.

Teniendo como base esta investigación, pretendo aplicar la metodología evaluativa propuesta en base a nuestras normas y a las características de la edificación que influye en la vulnerabilidad sísmica. Esta investigación dará un valioso aporte a nuestra edificación monumental.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Peligro Sísmico del Perú**

El Perú integrante del borde occidental de América del sur, región

tectónica activa, adjunta al proceso de subducción de la placa de Nazca (oceánica) bajo la placa Sudamericana (continental), con velocidad de 6cm/año, ocasionando terremotos de considerable magnitud. (Marín, 2012, p.15).



**Figura 2.1:** Anillo de Fuego del Pacífico

**Fuente:** <http://diariocorreo.pe/el-anillo-de-fuego-del-pacifico/>

Otro tipo de sismicidad es causado en la Cordillera Andina por fallas geológicas relacionada con la Fosa Oceánica Perú-Chile extendiéndose por el continente sudamericano, desde Venezuela hasta el sur de Chile, con sismos menores en magnitud y frecuencia. (Marín, 2012, p.16).



**Figura 2.2:** Subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana

**Fuente:** Kuroiwa (2002)

### 2.2.2. Sismicidad Histórica del Perú

Durante el siglo XVI – XIX se reportó sismos solo en ciudades principales exceptuando lugares debido a la data escasa, en 1963 se instaló una red de sismógrafos, cuantiosos fueron los daños materiales de construcciones de adobe-quincha frente al PGA. (Castro, 2015, p.99)

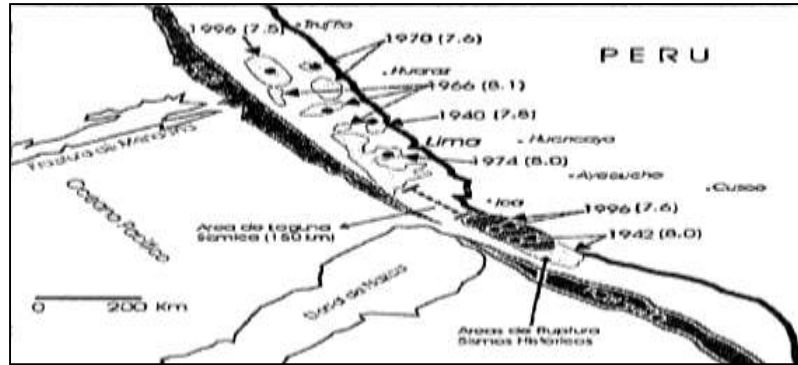


Figura 2.3: Distribución de terremotos en la zona central del Perú

Fuente: Silgado (1978).

Tabla 2.1: Sismos de mayor Magnitud e Intensidad ocurridos en el Perú.

SISMOS DE MAYOR MAGNITUD E INTENSIDAD OCURRIDOS EN EL PERU			
FECHA	LOCALIDAD	MAGNITUD ESCALA RICHTER	INTENSIDAD ESCALA MM
24-11-1604	Costa de Moquegua	8.4	IX
14-02-1619	Costa de Trujillo	7.8	VIII
31-03-1650	Cuzco	7.2	VII
21-05-1687	Lima	8.2	X-XI
28-10-1746	Costa de Lima	8.4	X-XI
13-08-1868	Costa de Tacna	8.6	XI
06-08-1913	Caraveli (Arequipa)	7.7	X
09-04-1928	Carabaya (Puno)	6.9	VII
24-05-1940	Lima	8.2	VII-VIII
24-08-1942	Nazca (Ica)	8.4	IX
10-11-1946	Quiches (Ancash)	7.2	IX-X
<b>01-11-1947</b>	<b>Satipo (Junin)</b>	<b>7.5</b>	<b>VIII-IX</b>
21-05-1950	Cuzco	6.0	VII
21-07-1955	Caraveli (Arequipa)	6.7	VI
29-10-1956	Tingo Maria y Huanuco (Huanuco)	6.0	VI-VII
15-01-1958	Arequipa	7.3	VIII
19-07-1959	Arequipa	7.0	VII
13-01-1960	Arequipa	7.5	IX
24-09-1963	Ancash	7.0	VII
17-10-1966	Lima	7.5	VIII
19-06-1968	Moyobamba (San Martin)	7.0	VII
<b>24-07-1969</b>	<b>Parihuanca (Junin)</b>	<b>5.6</b>	<b>V</b>
<b>01-10-1969</b>	<b>Parihuanca (Junin)</b>	<b>6.2</b>	<b>VI</b>
14-02-1970	Panao (Huanuco)	7.0	VII-VIII
31-05-1970	Chimbote (Ancash)	7.7	VII-VIII
03-10-1974	Lima	7.5	VII
16-02-1979	Arequipa	6.9	VI
05-04-1986	cuzco	5.8	V
31-05-1990	Moyobamba (San Martin)	6.1	VI
04-04-1991	Moyobamba (San Martin)	6.0	V
05-04-1991	Moyobamba (San Martin)	6.5	VII
18-04-1993	Lima	6.1	VI
12-11-1996	Nazca (Ica)	7.5	VII-VIII
03-04-1999	Arequipa	6.1	VI
31-10-1999	Chusche (Ayacucho)	4.0	V
23-06-2001	Moquegua, Arequipa y Tacna	8.4	VIII
25-09-2005	Lamas (San Martin)	7.5	V
15-08-2007	Pisco (Ica)	7.9	IX
25-01-2010	Puerto Inca (Huanuco)	5.8	IV
24-08-2011	Contamana (Ucayali)	7.0	V-VI
28-10-2011	Ica	6.7	V-VI
25-09-2013	Yauca - Acari (Arequipa)	7.0	VI
24-08-2014	Coracora (Ayacucho)	6.8	VI
02-01-2017	Yurimaguas Moyobamba (San Martin)	5.8	III-IV
<b>07-03-2017</b>	<b>Pucacocha, concepcion, Huancayo (Junin)</b>	<b>4.5</b>	<b>V-IV-III</b>
<b>21-04-2017</b>	<b>Junin, Oroya, Huancayo (Junin)</b>	<b>4.7</b>	<b>IV-III-II</b>
<b>13-08-2017</b>	<b>Satipo (Junin)</b>	<b>6.1</b>	<b>V</b>

Fuente: IGP (2017)



### 2.2.3. Peligrosidad Sísmica de Huancayo

Debido a la falla del Huaytapallana es posible tener liberaciones de energía sísmica, cuya magnitud y tiempo es difícil de estimar después de lo sucedido en 1969. (INDECI, 2011, p.95).

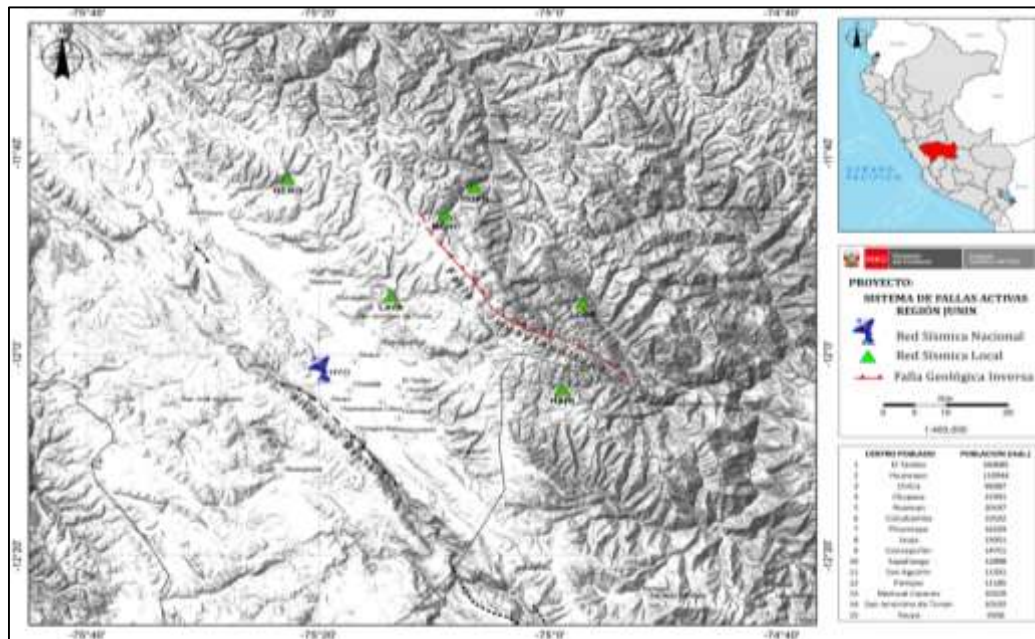


Figura 2.4: Sistema de Falla Activa en la Región Junín

Fuente: IGP (2017).

### 2.2.4. Sismicidad Histórica de Huancayo

Existe poca data histórica de sismos en Huancayo, pues se dejó de contar con el sistema de monitoreo sísmico desde el año 2007, ya que fue trasladado a la provincia de Tayacaja para monitorear la falla de Huancavelica. (INDECI, 2011, p.95).

Tabla 2.2: Sismos sentidos en Huancayo.

SISMOS IMPORTANTES SENTIDOS EN HUANCAYO			
FECHA	LOCALIDAD	MAGNITUD ESCALA	INTENSIDAD ESCALA MM
24/07/1969	Huaytapallana	5.6	V
1/10/1969	Huaytapallana	6.2	VI
14/04/2014	Huancayo	4.6	III
4/11/2014	Huancayo	4.1	II
21/04/2017	Huancayo	4.7	II

Fuente: IGP (2017)

### 2.2.5. Cordillera del Huaytapallana

En los Andes Centrales del Perú forma parte de la Cordillera Oriental, su nevado en un pico tiene una altitud de 5557 msnm y en otro de 5530 msnm con un área de 378.40 Km<sup>2</sup>. (INDECI, 2011, p.100).

### 2.2.6. Falla del Huaytapallana

La falla localizada en la cordillera del mismo nombre al noreste de la ciudad de Huancayo con orientación NW-SE, ángulo de buzamiento de 50° en dirección NE, libero energía sísmica en los meses de Julio y Octubre de 1969 generando la traza de falla de tipo inversa en dos tramos de 4.5 y 9.5 Km de longitud con salto vertical de 1.7 a 2.0 m, donde a la fecha alcanza 30 Km de largo y es de esperar tener un periodo de retorno debido al silencio sísmico. (INDECI, 2011, p.95).



Figura 2.5: Falla del Huaytapallana

Fuente: <http://diariocorreo.pe/ciudad/alerta-terremoto-acecha-a-la-region-centr-39892/>

### 2.2.7. Zonificación Sísmica de Huancayo:

De acuerdo al RNE, norma E.030 de 'Diseño Sismorresistente' aprobada el 24/01/2016 y actualizada el 28/02/2018 el Perú es dividido en cuatro zonas sísmicas, Figura 2.6, con valor de factor "Z" y zona sísmica 3 Tabla 2.3 - 2.4. (E.030, 2018).



**Figura 2.6** Zonificación Sísmica del Perú

**Fuente:** RNE - E.030 (2018)

**Tabla 2.3:** Zonificación Sísmica del Perú

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
<b>3</b>	<b>0.35</b>
2	0.25
1	0.10

**Fuente:** RNE - E.030 (2018)

**Tabla 2.4:** Zonificación Sísmica de la Región Junín

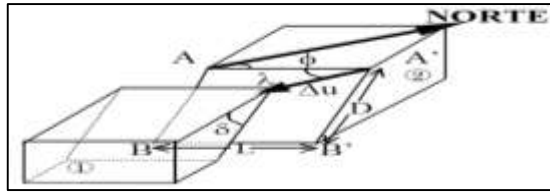
ZONIFICACION SISMICA				
REGION (DPTO)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
JUNIN	HUANCAYO	PARHUARCA	3	DOS DISTRITOS
		SANTO DOMINGO DE ACOBAMBA		
		CARHUACALLANGA		
		CHACAPAMBA		
		CHICCHE		
		CHILCA		
		CHONGOS ALTO		
		CHUPURO		
		COLCA		
		CULLHUAS		
		EL TAMBO		
		HUACRAPUGURO		
		HUALHUAS		
		HUANCAN		
		<b>HUANCAYO</b>		
		HUASICHANCHA		
		HUAYUCACHI		
		INCISO		
		PILCOMAYO		
		PUCARA		
		QUICHUAY		
		QULCAS		
		SAN AGUSTIN		
		SAN JERONIMO DE TURAN		
		SAYO		
		SAPALLANGA		
SICAYA				
VIQUES				

**Fuente:** RNE - E.030 (2018)

### 2.2.8 Falla Geológica

La falla geológica del Huaytapallana es de tipo de falla inversa, definida como producto de esfuerzos tectónicos que generan desplazamiento de un bloque rocoso a otro colindante, a través de un plano denominado "plano de falla". (Pomachagua, 2000, p.96).

Sus factores de orientación son: L = Distancia de la falla, W = Ancho de la falla,  $\Phi$  = Acimut de la traza,  $\delta$  = Buzamiento del plano de falla,  $\lambda$  = Angulo de desplazamiento,  $\Delta\mu$  = Dislocación. (Pomachagua, 2000, p.96).



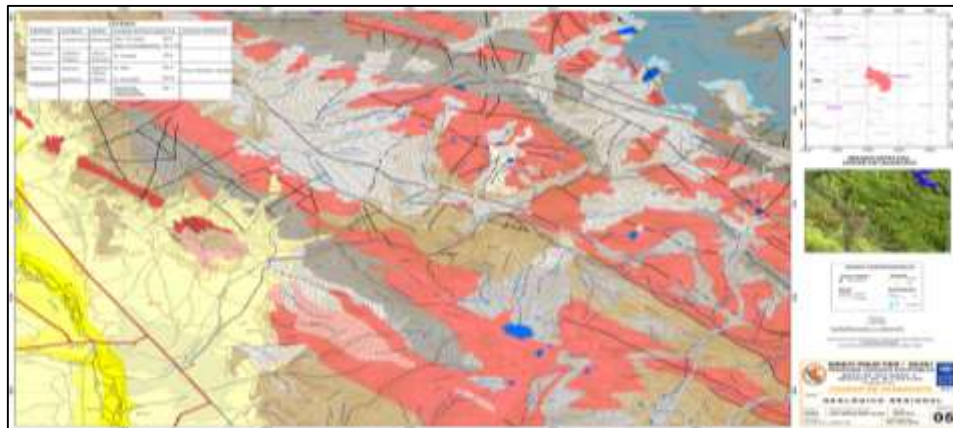
**Figura 2.7** Parámetros que definen el movimiento de una falla

**Fuente:** Pomachagua (2000)

### 2.2.9. Geotecnia de Huancayo

El suelo como sustrato físico de material superficial no consolidado con características físico-químicas y propiedades mecánicas de capacidad portante, es fuente de materiales de construcción como arenas, gravas y otros. (INDECI, 2011, p.89).

En el distrito de Huancayo la Plaza Constitución, Gobierno Regional, FONCODES, Urbanización los Sauces tienen suelos tipo GM (grava, arena y limo), Urbanización Santa Isabel, suelos tipo ML-CL (limos arcillosos) y nivel freático de 1.80m de profundidad. (INDECI, 2011, p.89).



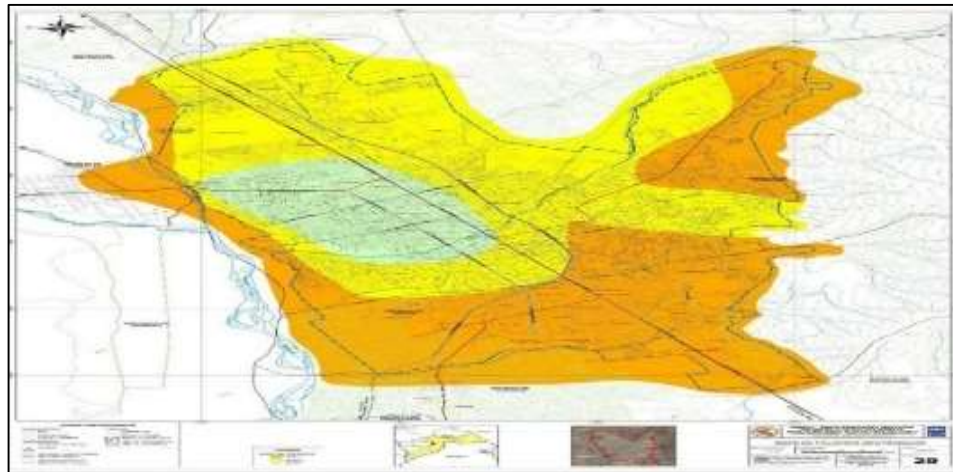
**Mapa 2.1:** Geología Regional de Huancayo

**Fuente:** INDECI (2011)

### 2.2.10. Peligro Geotécnico de Huancayo

Es toda acción natural que involucre a las propiedades físicas mecánicas de suelos y rocas, problemas de licuación de suelos (napa freática a profundidad menor de diez metros), agresión química de suelo (contenido de sales como cloruros y sulfatos),

amplificación sísmica (capacidad portante < 2.00 Kg/cm<sup>2</sup>), fallas por corte y asentamiento del suelo. (INDECI, 2011, p.89)

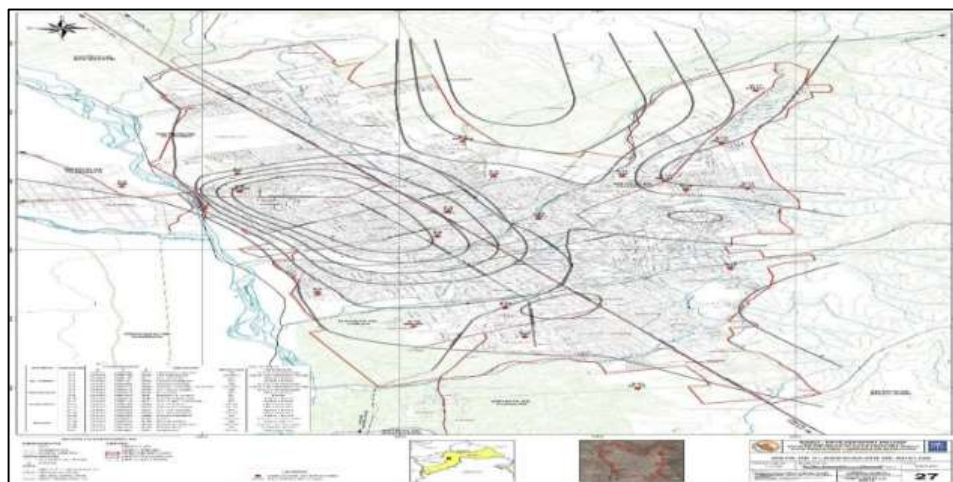


**Mapa 2.2:** Peligros Geotécnicos de Huancayo

**Fuente:** INDECI (2011)

### 2.2.11. Geotecnia Local / Mecánica de suelos

Se consideran mediante estudios especializados los tipos de suelos con sus características físico-mecánicas sobre el cual se encuentra alojada la ciudad, con el objeto de establecer condiciones de estabilidad y seguridad para proyectar una adecuada cimentación de las construcciones. (INDECI, 2011, p.89)



**Mapa 2.3:** Clasificación de Suelos de Huancayo

**Fuente:** INDECI (2011)



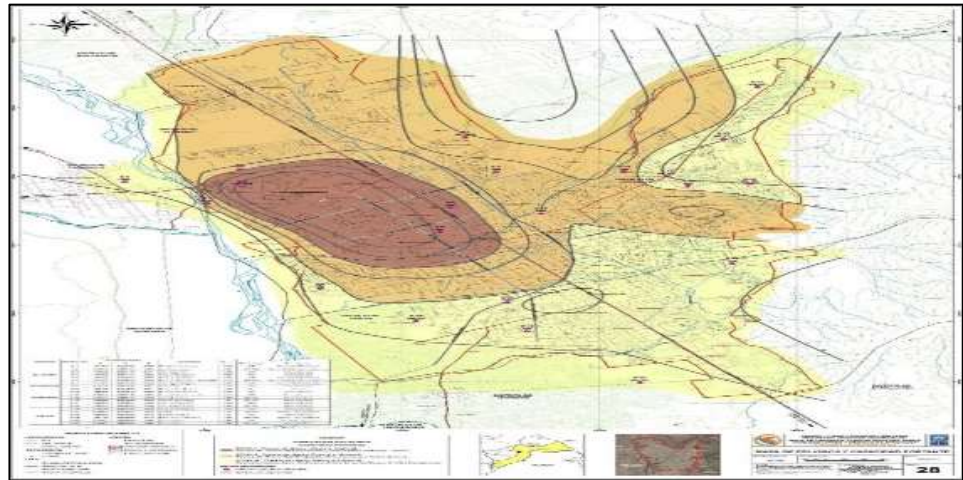
## 2.2.12. Microzonificación del Suelo de Huancayo

La microzonificación sísmica se establece de acuerdo a 3 zonas: Zona I (tipo de suelo GP, GP-GM con  $Q_{adm} > 4 \text{ Kg/cm}^2$ ). Zona II (tipo de suelo SM, GM con  $Q_{adm}$  de 2 a 4  $\text{Kg/cm}^2$ ) y Zona III (tipo de suelo CL, ML con  $Q_{adm}$  de 0.89 a 2.00  $\text{Kg/cm}^2$ ), como se muestra en la Tabla 2.5 y el Mapa 2.4. (INDECI, 2011, p.92).

**Tabla 2.5:** Microzonificación del suelo de Huancayo

MICROZONIFICACIÓN DEL SUELO DE HUANCAYO			
ZONA	DESCRIPCIÓN DEL SUELO PREDOMINANTE	SÍMBOLO	CARGA ADMISIBLE ( $\text{Kg/cm}^2$ )
I	Grava Mal Graduada, Grava Mal Graduada-Grava Limosa	GP, GP-GM	$> 4.00 \text{ Kg/cm}^2$
II	Arena Limosa, Grava Limosa	SM, GM	2.00 - 4.00 $\text{Kg/cm}^2$
III	Limo Inorgánico, Arena Inorgánica	ML, CL	0.89 - 2.00 $\text{Kg/cm}^2$

**Fuente:** INDECI (2011)

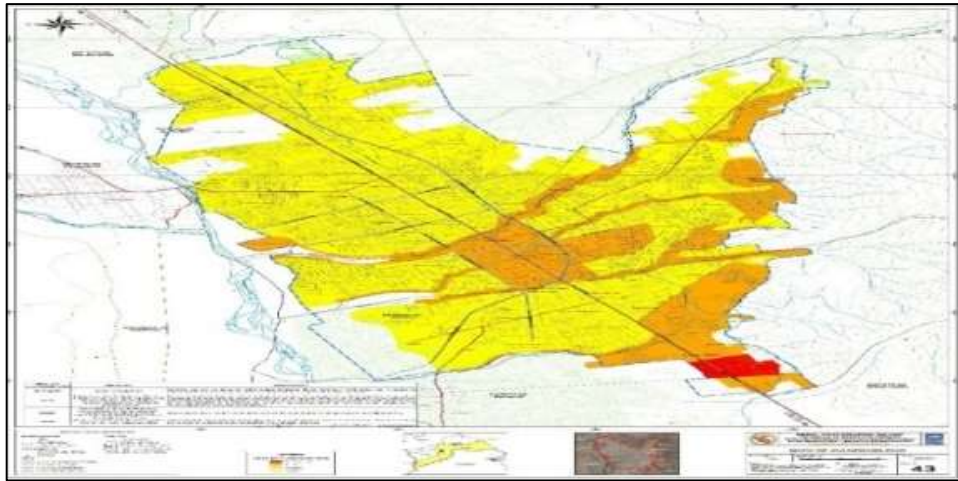


**Mapa 2.4:** Microzonificación del suelo y Capacidad Portante de Huancayo

**Fuente:** INDECI (2011)

## 2.2.13. Vulnerabilidad Sísmica

Definido como la medida de la susceptibilidad o la predisposición intrínseca de las estructuras y elementos arquitectónicos expuestos ante un sismo de determinada intensidad en una zona dada a sufrir daño. (Castro, 2015, p.56)

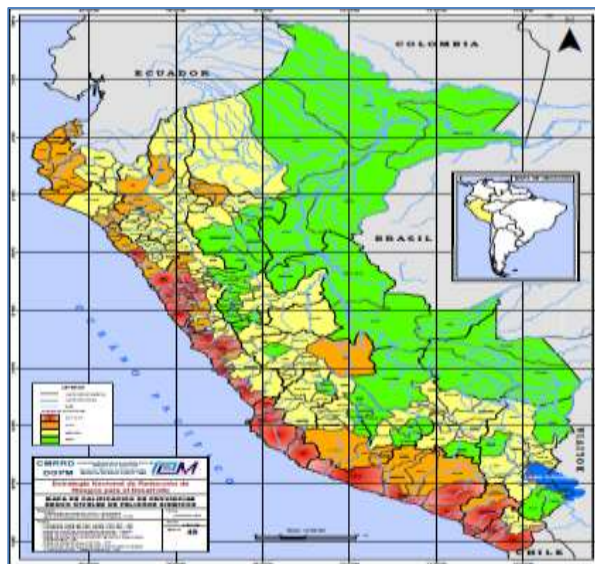


**Mapa 2.5:** Mapa de Vulnerabilidad

**Fuente:** INDECI (2011)

### 2.2.14. Peligro Sísmico

Definido matemáticamente como la probabilidad de que en una zona determinada ocurra un fenómeno natural de PGA igual o mayor que un valor fijado. (Marín, 2012, p.89).



**Mapa 2.6** Provincias según niveles de peligros sísmicos

**Fuente:** CMRRD (2003)

La probabilidad o nivel de excedencia ( $p$ ) y confianza definidos como la probabilidad que en un tiempo de vida útil ocurra un sismo de intensidad  $\geq a$ , expresado en porcentaje. Dónde:  $t$  = Tiempo de vida útil,

Tr = Periodo de retorno promedio en años de un sismo de intensidad  $\geq a$ , nivel de confianza =  $1 - e^{-\left(\frac{t}{Tr}\right)}$ . (Castro, 2015, p120).

$$p = \left[1 - e^{-\left(\frac{t}{Tr}\right)}\right] \times 100 \quad \dots \text{Ecuación (2.1)}$$

El periodo de retorno es el tiempo promedio de la recurrencia en años de un sismo que tiene una intensidad  $\geq a$ . (Castro, 2015, p.121).

$$Tr = - \frac{t}{\ln(1-p)} \quad \dots \text{Ecuación (2.2)}$$

### 2.2.15. Riesgo sísmico

Relación directa entre el peligro y la vulnerabilidad sísmica de la cual se evalúa y cuantifica las consecuencias sociales y económicas potenciales provocadas por un terremoto como resultado de la falla de las estructuras cuya capacidad resistente fue excedida. (Castro, 2015, p.60).

Riesgo Sísmico = Peligrosidad Sísmica x Vulnerabilidad Sísmica x Costo.

### 2.2.16. Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones

Es la resistencia sísmica de las edificaciones que acorde a sus características propias, será deducido el grado de daños sufrido por el edificio analizado conforme al peligro sísmico definido en grados de intensidad de MM. (Kuroiwa, 2002, p.122).

La relación propuesta por Charles Richter en 1958 entre intensidad (medida de daños) y magnitud (aceleraciones máximas originadas por ondas sísmicas), expresada en ecuación como Intensidad  $I$  correspondiente a la aceleración del terreno  $a$ , donde  $g = 981 \text{ cm/s}^2$ . (Peralta, 2002, p.47).

$$\text{Log } a \text{ (cm/s}^2\text{)} = I/3 - \frac{1}{2} \quad \dots \text{Ecuación (2.3)}$$



**Tabla 2.6:** Relación entre Intensidad y Magnitud

RELACION ENTRE INTENSIDAD MERCALLI MODIFICADA Y MAGNITUD RICHTER			
INTENSIDAD IMM	MAGNITUD RICHTER W <sub>L</sub>	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
I	Hasta 2.5	Instrumental	No es sentido, solo lo registran los sismógrafos.
II	De 2.5 a 3.1	Muy Débil	Es sentido por personas en reposo, en los pisos altos de los edificios o lugares que favorecen la percepción.
III	De 3.1 a 3.7	Ligero	Es sentido en el interior de las habitaciones. Los objetos colgantes se balancean. La vibración es parecida al paso de un camión ligero. Duración estimable. Puede no ser considerado como un sismo.
IV	De 3.7 a 4.3	Moderado	Ruidoso, es sentido durante el día en el interior de los edificios y por algunas personas en las calles. Por la noche algunos se despiertan. Las ventanas, puertas y vajillas traquetean. Las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	De 4.3 a 4.9	Algo Fuerte	Es sentido por la mayoría de personas. Las personas dormidas despiertan. Algunas ventanas y puertas de vidrio se rompen. Objetos inestables y pequeños se mueven. Se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes se detienen.
VI	De 4.9 a 5.5	Fuerte	Sentido por todos. Muchos se asustan y salen al exterior. Caminar inestable. Se rompen vidrios de ventanas y puertas. Caen objetos de armarios y muros. El mobiliario se mueve o cae. Se producen fisuras en las esquinas de las construcciones de adobe. Suenan las campanas pequeñas (Iglesias y escuelas). Árboles y arbustos sacudidos visiblemente.
VII	De 5.5 a 6.1	Muy Fuerte	Dificultad de permanecer en pie. Sentido por conductores de automóviles en marcha. Tañen las campanas grandes. Grietas en esquinas y parte central de edificaciones de adobe. Se produce caída de yeso, de ladrillos sueltos, de piedras, de tejas, de cornisas, de parapetos sin apoyo y de ornamentos arquitectónicos. Algunas grietas de edificaciones de albañilería. Desprendimiento de polvo y pequeños trozos del tarrajeo en construcciones de quincha. Algunas chimeneas caen. Hay derrumbes y aludes en los bancos de arena y grava. Daños en canales de concreto para regadío.
VIII	De 6.1 a 6.7	Destruyivo	Manejo inseguro de vehículos. Daños y hasta colapsos parciales en edificios de adobe. Daños menores en construcciones de albañilería. Ningún daño en construcciones de acero y concreto armado. Caen chimeneas, monumentos, torres y tanques elevados. Desprendimiento de tabiques. Se rompen las ramas de los árboles. En zonas costeras generación de tsunamis. En zonas andinas y sub-andinas presencia de deslizamientos. Cambios en las corrientes de agua. Grietas en terrenos húmedos y pendientes escarpadas. Posible licuación de suelos.
IX	De 6.7 a 7.3	Ruinoso	Pánico general. Destrucción de construcciones de adobe. Desprendimiento de gran parte del tarrajeo de construcciones de quincha quedando ligeramente inclinadas. Daños serios inclusive algunos colapsos en edificaciones de albañilería. Daños importantes en edificaciones de concreto armado y en depósitos de agua, cisternas y presas. Ruptura de tuberías subterráneas. Grietas grandes en suelo seco. Pequeñas eyecciones de arena y barro en suelos aluviales.
X	De 7.3 a 7.9	Desastroso	Gran destrucción de construcciones de mampostería y de almacén, así como sus cimientos son destruidos. Algunas estructuras y puentes caen. Hay daños serios en presas, diques y terraplenes. Se producen grandes aludes. Suelo muy agrietado. El agua es arrojada a la orilla de canales, ríos, lagos, etc. La arena y el lodo son desplazados a la playa y terrenos planos. Rieles de vías férreas dobladas levemente.
XI	De 7.9 a 8.4	Muy Desastroso	Verdadera catástrofe. Pocas o ninguna obra de albañilería sismorresistente queda en pie. Puentes destruidos. Grandes grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio, rieles quedan doblados considerablemente. Hundimiento y desplazamiento en suelos blandos.
XII	De 8.4 a 9.0	Catastrófico	Destrucción total. Cambios en la topografía. Grandes masas de roca son desplazadas. Destrucción de todas las construcciones situados sobre o bajo el nivel del suelo. Las líneas de mira y de nivel quedan distorsionadas. Objetos lanzados al aire.

Fuente: Richter (1958)

### **2.2.17. Metodologías de Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica**

Parte del conocimiento y comprensión de principios básicos que rigen su comportamiento ante un sismo de ser sólida, simétrica, continua y bien conectada evitando cambios bruscos en su rigidez causando graves daños o el colapso. (Castro, 2015, p.66).

Sus métodos son:

- Método Cualitativo o Indirecto

Aplicado a evaluaciones sísmicas basado en la inspección visual y análisis de las cualidades y condiciones de la edificación determinando un índice de vulnerabilidad y la relación entre la vulnerabilidad y el daño. (Castro, 2015).

- Método Cuantitativo o Analítico o Mecánico

Aplicado a la evaluación sísmica individual de estructuras, mediante el diseño y análisis sismorresistente prediciendo el efecto sísmico acorde al comportamiento estructural mediante la modelación matemática con un análisis estático y dinámico sometida a carga gravitatoria y sísmica permitiendo evaluar la calidad estructural y vulnerabilidad sísmica de la estructura para la prevención de desastres y toma de decisiones en rehabilitación o demolición. (Castro, 2015).

### **2.2.18. Ventajas y limitaciones de metodologías cualitativas**

Para un método adecuado necesitamos de información necesaria para desarrollarla, sencillez para ser aplicada acorde a la tipología estructural estudiada, experiencia en ciudades donde se utilizó, existencia

de funciones de vulnerabilidad para la determinación del índice de daño. (Castro, 2015, p.66).

## **1. Método AIS,**

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), publico el manuscrito “Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería”, donde el segundo capítulo muestra un método de evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de viviendas de mampostería. (Marín, 2012).

Ventajas:

- Detalla con claridad seis factores de los cuales depende la vulnerabilidad de una estructura como el aspecto geométrico, aspecto constructivo, aspecto estructural, cimentación, suelo y entorno. (Marín, 2012).
- Su expresión es clara y sin términos incomprensibles, ni muy técnicos, que lo hace eficaz en la autoconstrucción o construcciones sin supervisión técnica. (Marín, 2012).

Limitaciones:

- La metodología no relaciona el daño causado en la edificación con la vulnerabilidad. Solo denota en una escala que va de baja a alta que tan vulnerable es. (Marín, 2012).

## **2. Método ATC-21**

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards (ATC-21), es la inspección exterior de una estructura que determina su comportamiento frente a fuerzas sísmicas eventuales, estableciendo si debería someterse a una investigación minuciosa a su resistencia sísmica. (Rojahn, 2002).

Ventajas:

- Reconoce la tipología estructural más adecuada para la muestra en estudio y su puntuación estructural básica correspondiente en tres niveles de sismicidad. (Rojahn, 2002).
- Registra conforme a la inspección visual factores significantes que cambien el desempeño sísmico de la muestra. (Rojahn, 2002).

Limitaciones.

- El método no tiene en cuenta el daño producido por uno o más sismos, por lo que no predice que tan afectada se podrá ver en el momento en que un determinado movimiento la afecte. (Rojahn, 2002).

### **3. Método Japonés**

Fundado en los trabajos de Masaya Hirosawa (1992) y compendios "Evaluation of Seismic Safety of Existing Reinforced Concrete Buildings" realizados por una junta dirigida por el Dr. H. Umemura. (Castro, 2015).

Ventajas:

- Evalúa la estructura, su forma y peligrosidad de sus elementos no estructurales debido a que las mayores causas de muerte en un sismo es por el desplome de estos elementos. (Castro, 2015).

Limitaciones:

- Se aplica solo a estructuras de concreto reforzado de baja y mediana altura edificadas por métodos convencionales. (Castro, 2015).
- Demanda especializado criterio para la opinión de ciertos parámetros de evaluación que debe cumplir la estructura. (Castro, 2015).

#### **4. Método Italiano I.S.T.C.**

Desarrollado por el Instituto di Scienza e Técnica delle Costruzioni (I.S.T.C.) y la Università Degli Studi di Padova. (Castro, 2015).

Ventajas:

- Utiliza ficha de 7 ítems para el levantamiento de información parecida al método del Índice de Vulnerabilidad, afectada por su peso respectivo, emplea funciones de vulnerabilidad para clasificar un rango de vulnerabilidad específica y no para estimar daño. (Castro, 2015).

Limitaciones:

- Su aplicación se limita a estructuras de muros de mampostería reforzada de 2 a 3 pisos, edificios contiguos o conjunto de edificios. (Castro, 2015).

#### **5. Método del Índice de Vulnerabilidad**

Realizado por Benedetti - Petrini (1982), registra los parámetros más resaltantes que controlan el daño estructural causado por un sismo. (Castro, 2015).

Ventajas:

- Calcula la vulnerabilidad sísmica de estructuras de mampostería no reforzada de manera sencilla y rápida. (Castro, 2015).
- Sus indicaciones sobre cada medida y su respectiva calificación está detallada de tal modo que cualquier evaluador con conocimientos básicos del tema pueda llenar los ítems de manera objetiva. (Castro, 2015).

- Emplea funciones de vulnerabilidad relacionando su daño estructural esperado con su propia vulnerabilidad sísmica, para conocer antes de un evento sísmico la cuantificación de las pérdidas económicas directas, (Castro, 2015).

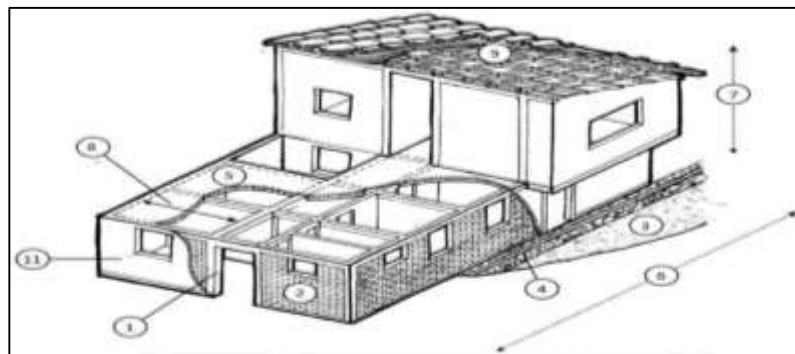
Limitaciones:

- Solo entrega un grado de vulnerabilidad general conforme a la forma y material local de la zona sin tomar en consideración los tipos de vulnerabilidad no estructural y funcional. (Castro, 2015).

### 2.2.19. Método Cualitativo Italiano de Benedetti y Petrini

Método que consiste en calificar la estructura por medio de la observación y cálculos abreviados obteniendo un índice de vulnerabilidad mediante la suma de valores numéricos que enuncia la “calidad sísmica” de cada parámetro estructural y no estructural considerada. (Castro, 2015, p.73).

Realiza un control de daño basado en el comportamiento sísmico estructural de la mampostería. (Castro, 2015).



**Figura 2.8:** Parámetros de Vulnerabilidad Sísmica para Edificaciones de Adobe

**Fuente:** Benedetti – Petrini (1982)

A cada parámetro se le asigna durante la inspección una clase ( $K_i$ ); es óptima la valoración “A” con un valor numérico  $K_i=0$  y es desfavorable la valorización “D” con  $K_i=45$ . (Castro, 2015).

Cada parámetro es afectado por un factor de peso “Wi”, de 0.25 a 1.50 resaltando su valor en el resultado final mediante la ecuación 2.4 del Índice de Vulnerabilidad de la estructura. (Castro, 2015).

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \quad \dots \text{Ecuación (2.4)}$$

Analizando la ecuación se deduce que el Iv se encuentra con valores de 0 a 382.5, cuyos parámetros 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son descriptivos y parámetros 3, 6,7 y 8 son cuantitativas. Castro (2015).

**Tabla 2.7:** Escala Numérica del Índice de Vulnerabilidad para edificaciones de adobe

METODOLOGIA DE BENEDETTI - PETRINI (ITALIA 1982)							
TABLA DE ESCALA NUMERICA DE INDICE DE VULNERABILIDAD (Iv) PARA EDIFICACIONES DE ADOBE							
Nº	PARAMETROS	CLASE Ki				PESO Wi	Ki*Wi
		A	B	C	D		
<b>A ASPECTO ESTRUCTURAL</b>							
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	0	5	20	45	1.00	
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	0	5	25	45	0.25	
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	0	5	25	45	1.50	
4	POSICION DEL EDIFICIO Y CIMENTACION	0		25	45	0.75	
<b>B ASPECTO GEOMÉTRICO</b>							
5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	0	5	15	45	1.00	
6	CONFIGURACION EN PLANTA	0	5	25	45	0.50	
7	CONFIGURACION EN ELEVACION	0	5	25	45	1.00	
8	SEPARACION MAXIMA ENTRE MUROS	0	5	25	45	0.25	
<b>C ASPECTO CONSTRUCTIVO</b>							
9	TIPO DE CUBIERTA	0	15	25	45	1.00	
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	0	0	25	45	0.25	
11	ESTADO DE CONSERVACION	0	5	25	45	1.00	
						<b>Iv = Σ(Ki*Wi) =</b>	
						<b>Iv% = (Iv/382.50) x 100 =</b>	

**Fuente:** Benedetti – Petrini (1982)

Cada puntaje y peso de los parámetros se determinaron a partir del análisis estadístico y opinión de expertos, así también de la información registrada de terremotos sucedidos desde 1976 en las diferentes regiones de Italia. (Castro, 2015).

Para asignar las clases A, B, C, D a cada parámetro de la metodología, se consideró lo expuesto en la metodología original, las recomendaciones presentadas en el R.N.E., estudios anteriores y visitas de campo, los cuales son:

## 1. Organización del sistema Resistente

Evalúa exceptuando el tipo del material el nivel de ordenación del sistema vertical. El elemento representativo es el enlace entre las paredes ortogonales tipo cajón con el fin de garantizar el comportamiento de la edificación. (Castro, 2015).

- a) Edificio construido de acuerdo a la norma E-080.
- b) Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones mediante vigas de amarre, que transmiten acciones cortantes verticales.
- c) Edificio sin vigas de amarre en todas las plantas, construido solo por paredes ortogonales bien unidas.
- d) Edificio con paredes ortogonales no unidas entre sí.

## 2. Calidad del Sistema Resistente

Determina el tipo de mampuesto empleado diferenciando de forma cualitativa su resistencia, asegurando la eficacia del comportamiento de la edificación en "cajón", Se da según el material y forma de elementos así como la homogeneidad del material y piezas. (Castro, 2015).

- a) El sistema resistente muestra las siguientes tres particularidades:
  - a. Muros con unidades homogéneas y medidas fijas.
  - b. Optima unión entre unidades de adobe.
  - c. Argamasa de barro en juntas de continuo y homogéneo espesor.
- b) El sistema resistente no muestra una de las particularidades de la clase A.
- c) El sistema resistente no muestra dos de las particularidades de la clase A.
- d) El sistema resistente no muestra ninguna de las particularidades de la clase A.



### 3. Resistencia Convencional ( $\alpha$ )

Evalúa conforme a la norma E.0.80 la fiabilidad de resistencia de la edificación frente a cargas horizontales teniendo en cuenta la resistencia de los elementos principales (muros), como la relación del cortante resistente ( $V_r$ ) y cortante actuante ( $V_a$ ). (Castro, 2015).

**a. Cálculo del Cortante Resistente ( $V_r$ ):** Se determinará conforme al área del elemento multiplicado por su resistencia al corte del mismo.

$$V_r = A \times V_m \quad \dots \text{Ecuación (2.5)}$$

Donde:

$V_r$  = Cortante Resistente

$A$  = Sumatoria del Área total de muros en dirección X y dirección Y.

$V_m$  = Resistencia al corte de la albañilería = 0.25Kg/cm<sup>2</sup> (E.080).

**b. Cálculo del Cortante Actuante Basal ( $V_a$ ):** Se determinará conforme a la fuerza sísmica horizontal "H" (E.080).

$$V_a = H = S \times U \times C \times P \quad \dots \text{Ecuación (2.6)}$$

Donde:

$H$  = Fuerza sísmica horizontal en la base de la edificación (E.080).

$S$  = Factor de Suelo (E.080).

$U$  = Factor de Uso (E.080).

$C$  = Coeficiente sísmico (E.080).

$P$  = Peso total de la edificación (100%CM + 25%CV).

**Tabla 2.8:** Factor Suelo (S)

TIPO	DESCRIPCION	FACTOR DE SUELO (S)
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 Mpa o 3.06 Kg-f/cm <sup>2</sup>	1.0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa o 1.02 Kg-f/cm <sup>2</sup>	1.4

Fuente: RNE - E.080 (2017)

**Tabla 2.9:** Factor Uso (U) y Densidad según tipo de edificación.

TIPO DE EDIFICACION	FACTOR DE USO (U)	DENSIDAD
NTA 030 Hospedaje		
NTA 040 Educación		
NTA 050 Salud	1.4	15%
NTA 090 Servicios Comunes		
NTA 100 Recreación y Deportes		
NTA 110 Transporte y Comunicaciones		
NTA 060 Industria		
NTA 070 Comercio	1.2	12%
NTA 080 Oficinas		
Vivienda Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1.0	8%

Fuente: RNE - E.080 (2017)

**Tabla 2.10:** Coeficiente Sísmico (C) por zona sísmica para edificaciones de tierra.

ZONA SÍSMICA	COEFICIENTE SÍSMICO (C)
4	0.25
3	0.20
2	0.15
1	0.10

Fuente: RNE - E.080 (2017)



**Figura 2.9:** Zonificación Sísmica del Perú

Fuente: RNE - E.030 (2018)

Se reporta cada una de las clases:

- a) Edificio con  $\alpha \geq 1$
- b) Edificio con  $0.70 \leq \alpha \leq 1$
- c) Edificio con  $0.40 \leq \alpha \leq 0.70$
- d) Edificio con  $\alpha \leq 0.40$

#### **4. Posición del edificio y Cimentación**

Evaluado mediante una inspección visual la influencia del terreno y cimentación en el comportamiento sísmico del inmueble. Se considera aspectos como: la consistencia, pendiente del terreno, ubicación del cimiento a diferente cota y presencia de empuje de un terraplén. (Castro, 2015).

- a) Cimentado del Inmueble en superficie estable, con pendiente  $\leq 10\%$  y con todo el plano de cimiento a un mismo nivel.
- b) Cimentado del Inmueble sobre roca con pendiente entre 10% a 30% o suelo blando con pendiente entre 10% a 20%, con diferencia máxima entre cotas de cimentación inferior a 1m.
- c) Cimentado del Inmueble sobre roca con pendiente entre 30% a 50% o suelo blando con pendiente entre 20% a 30%, con diferencia máxima entre cotas de cimentación inferior a 1m.
- d) Cimentado del Inmueble sobre roca con pendiente mayor a 50% o suelo blando con pendiente mayor a 30%, con diferencia máxima entre cotas de cimentación inferior a 1m.

#### **5. Diafragma Horizontal**

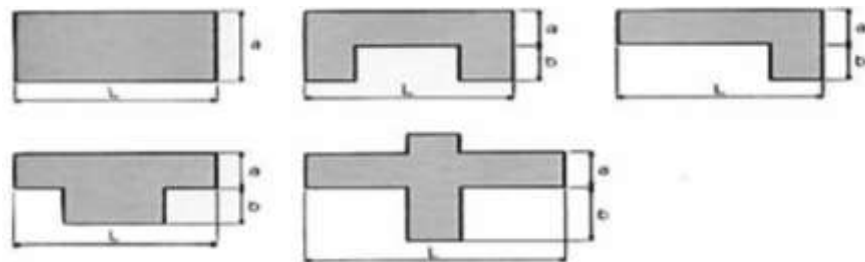
Es importante un diafragma de calidad que garantice el adecuado funcionamiento de elementos verticales resistentes y funcione como tal distribuyendo la fuerza sísmica proporcional a los elementos resistentes en cada piso. (Castro, 2015).

- a) Diafragma de inmueble compuesto de una losa aligerada apoyadas sobre vigas de concreto.
- b) Diafragma de inmueble compuesto de viguetas y listones de madera en buen estado.
- c) Diafragma de inmueble compuesto de viguetas y listones de madera en estado deflectado.

- d) Diafragma de inmueble compuesto de viguetas y listones de madera en mal estado o sin diafragma. Con cubierta de calamina.

## 6. Configuración en Planta

El comportamiento sísmico de una edificación depende de su forma en planta del lado menor y mayor. En edificios rectangulares se da la relación  $\beta_1 = a/L$  y en irregularidades la relación  $\beta_2 = b/L$ . (Castro, 2015).



**Figura 2.10:** Formas originales en planta

**Fuente:** Marín (2012)

Se reporta cada una de las clases evaluando el caso más desfavorable:

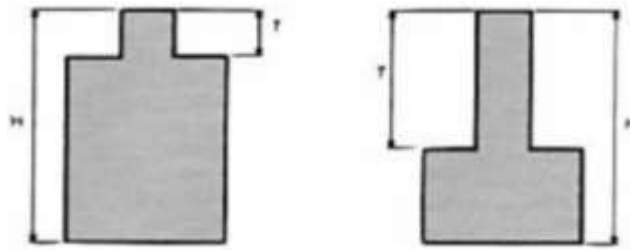
- a) Edificio con  $0.8 \leq \beta_1$  ó  $\beta_2 \leq 0.1$
- b) Edificio con  $0.6 \leq \beta_1 \leq 0.8$  ó  $0.1 \leq \beta_2 \leq 0.2$
- c) Edificio con  $0.4 \leq \beta_1 \leq 0.6$  ó  $0.2 \leq \beta_2 \leq 0.3$
- d) Edificio con  $\beta_1 \leq 0.4$  ó  $0.3 \leq \beta_2$

## 7. Configuración en Elevación

Para mampostería antigua de dos pisos continuos se da la variación porcentual de masa  $\pm\Delta M/M$  donde  $M$  es masa del piso más bajo, esta relación puede ser suplida por la variación de áreas  $\pm\Delta A/A$ , evaluando el caso más desfavorable. (Castro, 2015).

Los porches tienen porcentual relación del área en planta del mismo y la total superficie del piso. Las torretas de masa y altura

significativa en relación al resto del edificio, tienen la relación T/H sin considerar chimeneas, etc. (Castro, 2015).



**Figura 2.11:** Configuración en Elevación

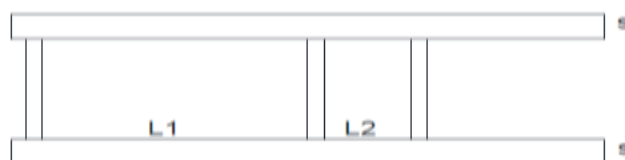
**Fuente:** Marín (2012)

Se reporta cada una de las clases:

- a) Edificio con  $\pm \Delta M/M \leq 10\%$
- b) Edificio con superficie porche  $< 10\%$  ó  $10\% \leq \pm \Delta M/M < 20\%$
- c) Edificio con superficie porche  $= 10\% \cong 20\%$  ó  $\pm \Delta M/M > 20\%$  ó  $T/H < 2/3$
- d) Edificio con superficie porche  $> 20\%$  ó  $\pm \Delta M/M > 0$  ó  $T/H > 2/3$

## 8. Separación Máxima entre Muros

El espaciamiento excesivo entre muros ubicados transversalmente a los muros maestros se evalúa en relación L/S, donde S es el espesor del muro maestro y L es el espaciamiento máximo entre los muros transversales, calificando el caso más desfavorable. (Castro, 2015).



**Figura 2.12:** Configuración de los muros en planta y su respectiva separación.

**Fuente:** Cadena (2013)

Se reporta cada una de las clases:

- a) Edificación con  $L/S < 4.7$
- b) Edificación con  $4.7 \leq L/S < 5.6$
- c) Edificación con  $5.6 \leq L/S < 7.8$
- d) Edificación con  $L/S \geq 7.8$

## 9. Tipo de Cubierta

Esta dado por la capacidad del techo para resistir las fuerzas sísmicas. (Castro, 2015).

- a) Presenta cubierta estable provista de viga cumbre. Edificio con cubierta plana.
- b) Presenta cubierta estable y bien conectada a los muros, sin viga cumbre.
- c) Presenta cubierta inestable, provista de viga cumbre.
- d) Presenta cubierta inestable, sin viga cumbre.

## 10. Elementos No Estructurales

Es un parámetro secundario que evalúa elementos que no forman parte del esquema estructural resistente como cornisas, parapetos, balcones o cualquier elemento no estructural que sobresalga de la estructura y cuya caída pueda causar daños a personas o cosas. (Castro, 2015).

- a) Inmueble que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
- b) Inmueble con balcones y parapetos bien conectados al sistema resistente.
- c) Inmueble con balcones y parapetos mal conectados al sistema resistente. Elementos deteriorados debido a su antigüedad.
- d) Inmueble con tanques de agua u otro elemento mal conectado al techo. Balcones y parapetos mal construidos y posteriormente a

la estructura principal conectados de modo deficiente y en mal estado que se desplome en caso de sismo.

## 11. Estado de Conservación

De forma visual se califica la presencia de desperfectos internos de la estructura, posibles irregularidades debido a fallas en el proceso constructivo y antigüedad de las edificaciones. (Castro, 2015).

- a) Edificación con muros en buena condición, sin fisura visible.
- b) Edificación con fisuras capilares en los muros no extendidas debido al clima del lugar, con excepción de los casos en los cuales dichas fisuras han sido producidas por sismos.
- c) Edificación con fisuras en los muros de 2 – 3 mm de ancho. No presenta fisuras pero se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.
- d) Edificación con muros deteriorados, con agrietamientos de más de 3 mm de ancho.

Finalmente se determina la clase del Índice de Vulnerabilidad de la estructura en la Tabla 2.11.

**Tabla 2.11:** Clasificación y Rango del Ív para Edificaciones de Adobe y Albañilería.

METODOLOGIA DE BENEDETTI Y PETRINI (ITALIA 1982)					
RANGO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD (Iv) PARA EDIFICACIONES DE ADOBE					
CLASE	VULNERABILIDAD	VALORES		PORCENTAJES %	RANGO
A	BAJA	0	95.63	0	25
B	MEDIA	95.63	191.30	25	50
C	ALTA	191.30	286.90	50	75
D	MUY ALTA	286.90	382.50	75	100

Fuente: Benedetti – Petrini (1982)

### 2.2.20. Adaptación del Método del Índice de Vulnerabilidad

De un análisis comparativo entre el R.N.E. y los parámetros del método del Índice de Vulnerabilidad para evaluar la calidad estructural

de la muestra estudiada, se observa que casi en su totalidad satisface las exigencias dadas por el RNE. (Castro, 2015, p.82).

**Tabla 2.12:** Comparación entre RNE y el Índice de Vulnerabilidad

COMPONENTE PROPUESTO POR EL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES	METODOLOGIA DE BENEDETTI Y PETRINI (ITALIA 1982)
<b>ASPECTOS GEOMÉTRICOS:</b>	
• Irregularidad en planta de la edificación.	6 - Configuración en planta
• Densidad de muros	8 - Distancia máxima entre muros.
• Cantidad de muros en las dos direcciones.	8 - Distancia máxima entre muros.
• Irregularidad en altura.	7 - Configuración en elevación
<b>ASPECTOS CONSTRUCTIVOS:</b>	
• Calidad de las juntas de pega de mortero.	2 - Calidad del sistema resistente.
• Tipo y disposición de las unidades de mampostería.	2 - Calidad del sistema resistente.
• Calidad de las juntas de los materiales.	2 - Calidad del sistema resistente.
<b>ASPECTOS ESTRUCTURALES:</b>	
• Muros confinados y reforzados.	1 - Organización del sistema resistente
• Entrepiso	5 - Diafragma horizontal
• Vigas de amarre	9 - Tipo de cubierta
• Amarre de cubiertas.	9 - Tipo de cubierta
<b>CIMENTACIÓN:</b>	4 - Posición del edificio y cimentación
<b>SUELOS:</b>	3 - Resistencia convencional

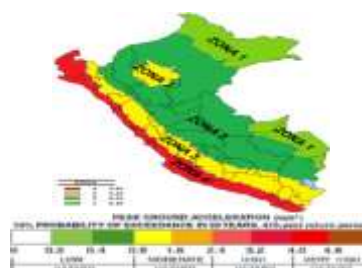
Fuente: Marín (2012)

### 2.2.21. Parámetros Sismorresistentes

Son las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde a los principios de evitar pérdida de vidas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad. (E.030, 2018).

#### a) Factor de zona (Z)

Espacio nacional dividido en cuatro zonas sísmicas con características de movimientos y atenuación con distancia epicentral e información neotectónica, con factor Z de aceleración máxima horizontal del suelo rígido con probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. (E.030, 2018).



**Figura 2.13:** Factores de Zona “Z” (E.030)

Fuente: RNE - E.030 (2018)



**Tabla 2.13:** Factores de Zona (Z)

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: RNE - E.030 (2018)

## b) Categoría de la Edificación y Factor de Uso (U)

Una estructura es catalogada conforme a indicadas categorías definido con su factor de importancia o uso (U) dado en la tabla N° 5 de la norma sismorresistente. (E.030, 2018).

**Tabla 2.14:** Categoría de Edificación y Factor de Uso (U)

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR U		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Establecimiento 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 para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: Establecimientos de salud no comprendidos en la Categoría A1.	
A	Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fabricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1.5
B	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, y terminales de buses de pasajero, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D	Edificaciones Temporales: Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

**Nota 1:** Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen 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 puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1.5.

**Nota 2:** En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyecto.

Fuente: RNE - E.030 (2018)

## c) Factor de Suelo (S)

Se elige el tipo de perfil que describa mejor las condiciones locales usando los valores del factor de amplificación del suelo S y periodos  $T_P$  y  $T_L$  dados en tablas N° 2 y N° 3 de la norma sismorresistente. (E.030, 2018).

Donde:

- Perfil Tipo S<sub>0</sub>: Roca Dura.
- Perfil Tipo S<sub>1</sub>: Roca o Suelos muy Rígidos.
- Perfil Tipo S<sub>2</sub>: Suelos Intermedios.
- Perfil Tipo S<sub>3</sub>: Suelos Blandos.
- Perfil Tipo S<sub>4</sub>: Condiciones Excepcionales.
- T<sub>P</sub>: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo o del suelo.
- T<sub>L</sub>: Periodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante.

**Tabla 2.15:** Factor de Suelo (S)

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO	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	<b>1.15</b>	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: RNE - E.030 (2018)

**Tabla 2.16:** Periodos "T<sub>P</sub>" y "T<sub>L</sub>"

	PERIODOS "T <sub>P</sub> " Y "T <sub>L</sub> "			
	Perfil del suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (S)	0.3	0.4	<b>0.6</b>	1.0
T <sub>L</sub> (S)	3.0	2.5	<b>2.0</b>	1.6

Fuente: RNE – E.030 (2018)

#### d) Factor de Amplificación Sísmica (C)

El factor de amplificación sísmica (C) definido como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto a la aceleración del suelo con periodo T, para cada dirección se expresa conforme a las características del lugar. (E.030, 2018).

$$\begin{array}{ll}
 T < T_P & C = 2,5 \\
 T_P < T < T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right) \\
 T > T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)
 \end{array}
 \quad \dots \text{Ecuación N}^\circ 2.7$$

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

... Ecuación N° 2.8

Donde:

$CT = 35$  Para estructuras con elementos resistentes en la dirección considerada únicamente sean:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con unidades resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$CT = 45$  Para estructuras con elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

$CT = 60$  Para estructuras de albañilería y todas las estructuras de concreto armado duales, de muros estructurales y de ductilidad limitada.

#### e) Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas ( $R$ )

Se define como el producto del coeficiente básico de reducción  $R_0$  establecido en la Tabla N° 7 con los factores  $I_a$  y  $I_p$  dados en las Tablas N° 8 y N° 9 de la norma sismorresistente. (E.030, 2018).

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

... Ecuación N° 2.9

#### f) Coeficiente Básico de Reducción ( $R_0$ )

Según el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis y materiales usados se clasifican los sistemas estructurales indicados en la Tabla N° 7. (E.030, 2018).

No se recomienda en suelos  $S_3$ , ni se permite en suelos  $S_4$  las

construcciones de tierra que se remite al RNE norma E.080 'Diseño y Construcción con Tierra Reforzada', (E.030, 2018).

**Tabla 2.17:** Coeficiente Básico de Reducción ( $R_o$ )

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistemas Estructurales	Coeficiente Básico de Reducción $R_o$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMP)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

(\*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permiten la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido

Fuente: E.030 (2018)

### g) Factores de irregularidad ( $I_a$ , $I_p$ )

Los factores  $I_a$  y  $I_p$  correspondientes a las existentes irregularidades estructurales en las dos direcciones en altura y planta, se determinan como el menor de los valores de las Tablas N° 8 y N° 9 de la norma sismorresistente. (E.030, 2018).

**Tabla 2.18:** Factores de Irregularidad en Altura ( $I_a$ )

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	FACTOR DE IRREGULARIDAD $I_a$
<b>Irregularidad de Rigidez - Piso Blando</b> Existe irregularidad de rigidez cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Los rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.	0.75
<b>Irregularidad 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.	
<b>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de rigidez cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Los rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.	0.50
<b>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)</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.	
<b>Irregularidad de Masa o Peso</b> Se tiene irregularidad de masa o peso cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 23, es mayor que 1.1 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0.90
<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 1.2 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0.90
<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.	0.80
<b>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10)</b> Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según describen en el ítem anterior, supera el 25% de la fuerza cortante total.	0.90

Fuente: E.030 (2018)

**Tabla 2.19:** Factores de Irregularidad en Planta (Ip)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	FACTOR DE IRREGULARIDAD Ip
<p><b>Irregularidad Torsional</b></p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>).</p> <p>Este criterio solo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y solo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0.75
<p><b>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)</b></p> <p>Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>).</p> <p>Este criterio solo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y solo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0.60
<p><b>Esquinas Entrantes</b></p> <p>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.</p>	0.90
<p><b>Discontinuidad del Diafragma</b></p> <p>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.</p> <p>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 en planta.</p>	0.85
<p><b>Sistemas no Paralelos</b></p> <p>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° si cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.</p>	0.90

Fuente: E.030 (2018)

## h) Estimación del Peso (P)

Se determina el peso ( $P$ ) adicionando un porcentaje de la carga viva o sobrecarga a la carga permanente y total de la edificación. (E.030, 2018).

Donde:

- Se toma el 50% de la carga viva en edificaciones de categoría A y B.
- Se toma el 25% de la carga viva en edificaciones de categoría C.
- Se toma el 80% del peso total que es posible almacenar en depósitos.
- Se toma el 25% de la carga viva en azoteas y techos en general.
- Se toma el 100% de la carga que puede contener estructuras de tanques, silos y estructuras similares.

## i) Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles ( $\Delta_i/h_{ei}$ )

Según el artículo 29, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado no excederá la fracción de la altura del entrepiso (distorsión) indicado en la Tabla N° 11 de la norma sismorresistente. (E.030, 2018).

**Tabla 2.20:** Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles ( $\Delta i/h_{ei}$ )

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	( $\Delta i/h_{ei}$ )
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: RNE – Diseño Sismorresistente E.030

### 2.2.22. Método Cuantitativo de Demanda vs Resistencia

Basado en procedimientos de análisis cuantitativo en la comparación de la demanda y resistencia por medio de la modelación de la estructura para la evaluación de edificaciones existentes tomando en cuenta lo recomendado por la norma E.030 del RNE. (Cárdenas, 2008, p.104)

En el análisis de la evaluación de vulnerabilidad sísmica consideramos:

- **Resistencia ( $\bar{R}$ )**, es la capacidad resistente de la estructura en conjunto en base a la capacidad de resistencia del material de cada elemento de la estructura frente a la demanda sísmica. (Cárdenas, 2008)

La resistencia de los elementos estructurales ( $\bar{R}$ ) se da con la expresión:

$$\sum_{n=1}^i R_n A_n = \bar{R} \quad \dots \text{Ecuación N}^\circ 2.10$$

Donde:

$\bar{R}$  = Resistencia del material (Ton)

$A_n$  = Área total de los elementos en cada dirección (cm<sup>2</sup>)

$R_n$  = Esfuerzos resistentes al Corte (Kg/cm<sup>2</sup>) (E.080)

- **Demanda (V)**, es la exigencia calculada sobre la estructura que el sismo produce, verificando que el nivel de deformaciones máximas no sobrepase lo exigido por la norma sismorresistente E.030. (Cárdenas, 2008).

La Demanda sísmica (V) se da con la expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \quad \dots \text{Ecuación N}^\circ \text{ 2.11}$$

Donde:

V = Demanda sísmica (Ton)

Z = Factor de Zona (E.030).

U = Factor de Uso o Importancia (E.030).

C = Coeficiente de Amplificación Sísmica (E.030).

S = Factor de Suelo (E.030).

P = Peso total de la Edificación (100%CM + 25%CV).

R = Coeficiente de Reducción de Fuerza Sísmica (E.030)

Por lo tanto, para la estimación de la vulnerabilidad sísmica se establece mediante la comparación, considerando:

- Si  $\bar{R} \geq V$  se considera que la edificación frente a un evento sísmico es NO VULNERABLE.
- Si  $\bar{R} < V$  se considera que la edificación frente a un evento sísmico es VULNERABLE.

Finalmente, se verifica que la respuesta sísmica máxima ( $\Delta/h$ ) entre la altura del entrepiso, sea menor que el umbral de los límites de desplazamientos máximos ( $\Delta_i/hei$ ) sugeridos por la norma E.030.

$$\Delta/h \leq (\Delta_i/hei)_{\text{máx}} \quad \dots \text{Ecuación N}^\circ \text{ 2.12}$$

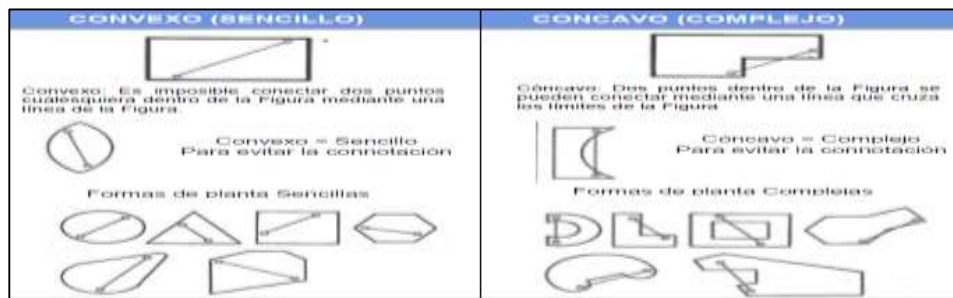
### 2.2.23. Estructuración y Configuración en base a Normas

La norma E.030 usa las especificaciones dadas por la Asociación de Ingenieros Estructurales de California (SEAOC) para la clasificación de irregularidades estructurales para modificación de respuesta de edificaciones regulares cuantificando una reducción del coeficiente R. (Caballero, 2007, p.58).

El diseño debe ser sencillo, regular, simétrico y continuo donde la estructuración, configuración (tamaño, forma y componentes), sencillez y alineación influyen en su capacidad de resistencia a sismos y son más importantes que las fuerzas laterales de diseño. (Caballero, 2007, p.58).

### 2.2.24. Configuración en Planta y Altura

Se clasifican en combinaciones de geometría pura, uso, importancia sísmica y conceptos de convexidad y concavidad implicando esquinas entrantes de alas en diferentes direcciones en H, L, U X, etc. que favorece a la torsión ante un sismo. (Caballero, 2007, p.59).

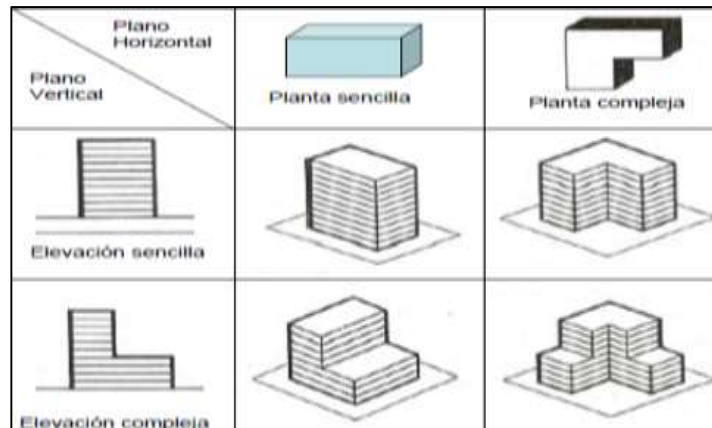


**Figura 2.14:** El concepto de sencillez y complejidad  
**Fuente:** Jaramillo (2006)



**Figura 2.15:** Configuración en Planta y Altura  
**Fuente:** Jaramillo (2006)





**Figura 2.16:** Matriz compuesta de las cuatro formas básicas de edificios  
Fuente: Jaramillo (2006)

### 2.2.25. Aspectos de Configuración Estructural

Se basa a la forma global de la edificación como al tamaño, naturaleza y ubicación de sus elementos estructurales y no estructurales interiormente influyendo en su comportamiento sísmico: (Ortega, 2014, p.70).

**1) Altura**, responsable del aumento del periodo que genera un cambio en la aceleración sísmica sobre una edificación y factores como la relación altura/ancho, altura de los pisos, materiales involucrados, sistemas estructurales y la cantidad y disminución de la masa. (Ortega, 2014, p.70).

**2) Tamaño Horizontal**, incrementa esfuerzos longitudinales de tensión y compresión, así como desplazamientos adicionales en un piso de baja rigidez que funciona como diafragma horizontal en dirección transversal al sismo, cuya solución es reduciendo el largo del diafragma agregando muros o pórticos. (Caballero, 2007, p.74).

**3) Proporción**, cuanto más esbelto peor es el efecto de volteo, por ello en el diseño sísmico puede ser más importante que su tamaño absoluto, para edificios altos una consideración muy importante es su relación de esbeltez = altura/ancho. (Caballero, 2007, p.75).

**4) Simetría**, la asimetría genera excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez provocando torsión por causas no geométricas como la variación en la distribución de masa en una estructura simétrica y concentrar esfuerzos en una esquina inferior. (Ortega, 2014, p.72).

**5) Distribución y concentración**, las cargas serán igualmente compartidas por los elementos en una edificación con resistencia bien distribuida; al contrario de las configuraciones que acumulan fuerzas sísmicas que aplicada a un decreciente número de elementos. (Ortega, 2014, p.73).

**6) Densidad porcentual de la estructura en planta**, es resultado de la relación de la sumatoria del área total de todos los elementos estructurales verticales (muros) y el área en planta del piso. La densidad estructural mínima en planta de edificios de adobe es  $\rho_{\min} = 10\%$ . (Ortega, 2014, p.74).

$$\rho = \frac{\Sigma \text{Area Muros}}{\text{Area Planta}} \times 100 \quad \dots \text{Ecuación N}^\circ \text{ 2.13}$$

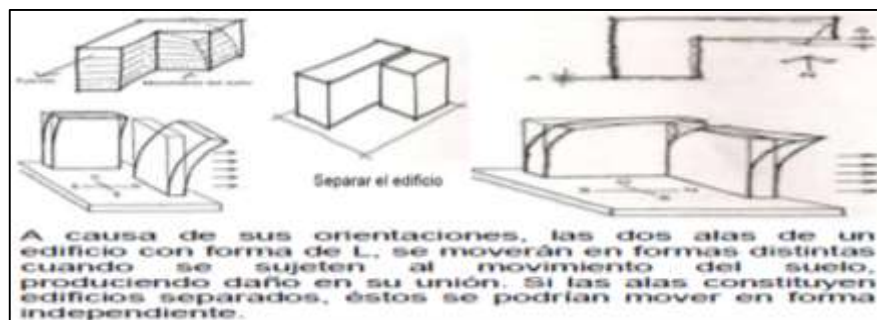
**7) Resistencia Perimetral**, se da cuando los muros tienen mayor brazo para resistir momentos de volteo y torsión. (Caballero, 2007, p.82).

**8) Redundancia**, las conexiones son fundamentales por cuanto más integrada e interconectada este una edificación, tendrá mayor redistribución de carga, dado que los elementos estructurales son miembros redundantes capaces de absorber solicitaciones adicionales (liberar esfuerzos), a las que soportan usualmente; (Ortega, 2014, p.75).

**9) Esquinas Interiores o entrantes**, característica común de las formas de configuración L, T, U, X en planta de una edificación que se clasifican como complejas. (Caballero, 2007, p.89).

Se plantean dos problemas:

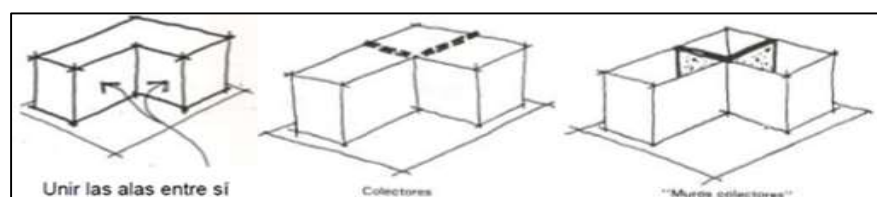
- Produce movimientos diferenciales en partes diversas del edificio por variaciones de rigidez, provocando en las esquinas entrantes concentraciones locales de esfuerzos, cuya solución es dividiendo estructuralmente el edificio por medio de juntas sísmicas en formas adecuadamente sencillas. (Caballero, 2007, p.90).



**Figura 2.17:** Inconvenientes con esquinas interiores.

**Fuente:** Jaramillo (2006)

- Producen torsión, rotación y distorsión en planta, cuya solución es unir entre sí con mayor rigidez las estructuras transmitiendo las fuerzas a través de un lado a otro sin interrupción por medio de muros colectores o de transferencia. (Caballero, 2007, p.91).



**Figura 2.18:** Soluciones con esquinas interiores.

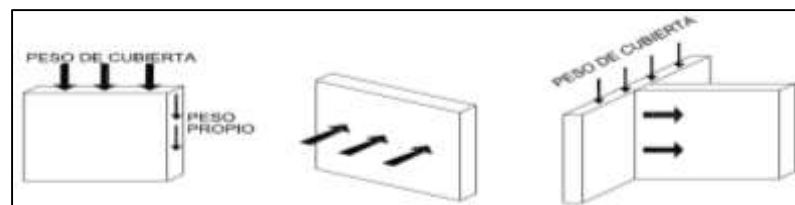
**Fuente:** Jaramillo (2006)

**10) Configuración escalonada verticalmente,** Clasificada como elevación compleja y son reducciones de tamaño del piso en la altura del edificio donde la torre y la base son asimétricas generando fuerzas de torsión (concentración de masas), haciendo su análisis y su comportamiento más complejo. (Caballero, 2007, p.93).

## 2.2.26. Elementos y Sistemas Estructurales

En los elementos básicos como muros, vigas y sistemas estructurales pueden generarse fallas debido al comportamiento de la estructura de adobe ante solicitaciones sísmicas. (Cárdenas, 2008, p.42).

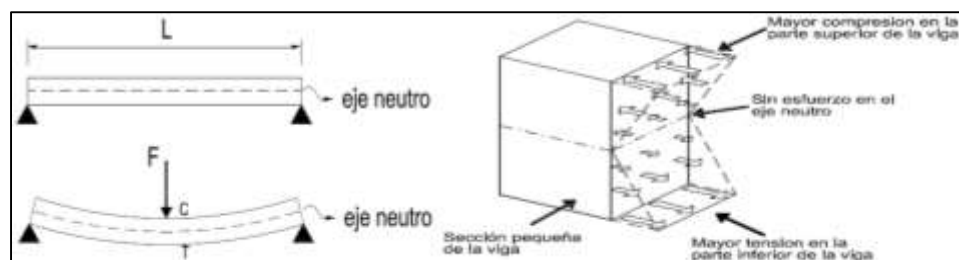
**a) Muros**, elementos cuyas funciones son soportar el peso del edificio como carga axial del peso propio del muro y cubierta, recibir normales empujes en su plano en la dirección más débil generando flexión del muro y resistir laterales empujes en el plano alineado que funciona como contrafuerte por fuerzas de la cubierta. (Cárdenas, 2008, p.43).



**Figura 2.19:** Funciones de los muros

**Fuente:** Cárdenas (2008)

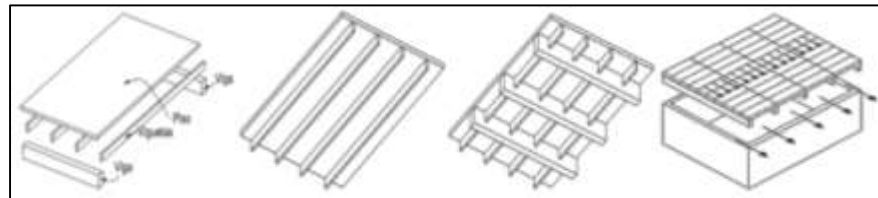
**b) Vigas**, elemento lineal estructural donde se aplican cargas a flexión perpendiculares a lo largo de su eje, cuyos esfuerzos de tracción y compresión originan esfuerzos cortantes, su función es de amarre entre todos los muros, aumentando la resistencia de la edificación y una uniforme transmisión de carga del techo al muro. (Cárdenas, 2008, p.54).



**Figura 2.20:** Esfuerzos de tracción y compresión

**Fuente:** Cárdenas (2008)

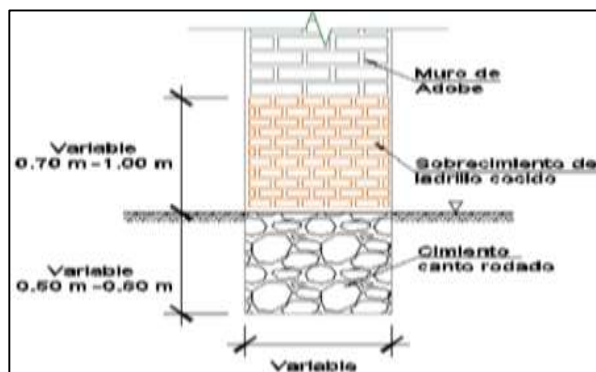
**c) Sistemas de entepiso – techo**, piso flexible conformado por vigas de eucalipto, viguetas o correas de caña de Guayaquil y piso de madera, no diafragma, transmitiendo a los muros fuerzas de inercia ocasionando volteo debido a la falla por agrietamiento vertical en las esquinas. (Cárdenas, 2008, p.61).



**Figura 2.21:** Sistema de entepiso y techo

**Fuente:** Cárdenas (2008)

**d) Cimentación**, parte estructural que recibe cargas del edificio y las transmite al suelo, su tipo depende de la capacidad portante del suelo, si hay nivel freático se utilizara como cimiento unidades de mampostería de forma escalonada o pilotes de madera. (Cárdenas, 2008, p.63).



**Figura 2.22:** Cimentación

**Fuente:** Cárdenas (2008)

### 2.2.27. Propiedades Mecánicas de los Materiales

Son las características de los materiales como resultado de los diversos ensayos a que son aplicados, de los cuales se obtendrá valores para el diseño y análisis de las estructuras. (Cárdenas, 2008, p.42).

a) **Adobe**, tiene valores bajos a compresión y tensión, este último considerado despreciable en las condiciones de cálculo que son dados por lo general de ensayos, la norma E.080 considera valores conservadores ante la eventualidad de no poder realizar dichos ensayos. (Cárdenas, 2008, p.30).

**Tabla 2.21:** Propiedades Mecánicas del Adobe.

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE					
DESCRIPCION	PROPIEDAD	UNIDAD	MAGNITUD		
Mampostería	Resistencia a la Compresión	$f_m$	2	Kg/cm <sup>2</sup>	$f_m = 0.2 f_o$
Unidad Adobe	Resistencia a la Compresión	$f_o$	12	Kg/cm <sup>2</sup>	
Mampostería	Resistencia a Corte	$V_m$	0.25	Kg/cm <sup>2</sup>	
Mampostería	Módulo de Elasticidad	$E_m$	6500	Kg/cm <sup>2</sup>	
Mampostería	Peso Especifico	$\gamma_m$	1.6	Ton/m <sup>3</sup>	
Mampostería	Módulo de Poisson	$\mu$	0.25	s/u	
Mampostería	Coefficiente de Expansión Térmica	$\alpha$	6.00E-06	°C <sup>-1</sup>	

Fuente: San Bartolomé (2009)

**Tabla 2.22:** Peso Unitario del Adobe.

PESO UNITARIO	
MATERIAL	PESO KN/m <sup>3</sup> (Kg/m <sup>3</sup> )
ADOBE	16.0 (1600)

Fuente: RNE - E.020 (2010)

b) **Caña**, referido en el Perú a la caña brava, carrizo, caña de Guayaquil o tipos de bambú usado como refuerzo en el adobe y en la quincha cuyas características se muestra a continuación. (Cárdenas, 2008, p.35).

**Tabla 2.23:** Propiedades Mecánicas de la Caña

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA CAÑA			
TIPO DE CAÑA	NOMBRE CIENTIFICO	ESFUERZO A TRACCION Kg/cm <sup>2</sup>	MODULO DE ELASTICIDAD E (Kg/cm <sup>2</sup> )
Caña Guayaquil entera	Guada Angustifolia	1350	15200
Caña Guayaquil sin pulpa	Guada Angustifolia	1810 - 1900	22500 - 26000
Carrizo	Chusquea spp.	1100 - 1150	13000 - 17700
Caña Brava	Gynesium Sagittatum	1319 - 2700	25900 - 42000

Fuente: ININVI (1983)

c) **Quincha**, del quechua (qincha) que significa cerco o palizada, tejido hecho de bastidores de madera aserrada, rellena con carrizo redondo,

caña brava o tiras de bambú, colocados al bastidor en forma trenzada para su auto fijación sin uso de clavos, (Cárdenas, 2008, p.51).

Son paneles revocados en una primera capa con barro mezclado con paja y una última capa con barro, yeso, cemento u otros, en cuyos ensayos el inicio de fisuración se da equivalente a un sismo de aceleración de 1.0g. (Cárdenas, 2008, p.51).

**Tabla 2.24:** Propiedades Mecánicas de la Quincha

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA QUINCHA				
DESCRIPCION	PROPIEDAD	UNIDAD	MAGNITUD	
Mampostería	Resistencia a la Compresión	$f_q$	167.4	Kg/cm <sup>2</sup>
Mampostería	Resistencia a Corte	$V_q$	0.4	Kg/cm <sup>2</sup>
Mampostería	Módulo de Elasticidad	$E_q$	25900	Kg/cm <sup>2</sup>
Mampostería	Peso Especifico	$\gamma_q$	1.215	Ton/m <sup>3</sup>
Mampostería	Módulo de Poisson	$\mu$	0.4	slu

Fuente: ININVI (1983)

d) **Madera**, la densidad está muy ligada a las propiedades mecánicas como al esfuerzo en rotura a flexión, se divide en tres grupos de densidades: Alta (A), Media (B) y Baja (C), con sus respectivos esfuerzos admisibles y módulos de elasticidad. (Cárdenas, 2008, p.38).

**Tabla 2.25:** Grupos de Madera Estructural

GRUPOS ESTRUCTURALES	
GRUPO	DENSIDAD BÁSICA (g/cm <sup>3</sup> )
A	$\geq 0.71$
B	0.56 a 0.70
C	0.40 a 0.55

Fuente: RNE - E.010 (2010)

**Tabla 2.26:** Esfuerzos Admisibles y Módulo de Elasticidad de la Madera

ESFUERZOS ADMISIBLES Y MODULO DE ELASTICIDAD Mpa (Kg/cm <sup>2</sup> )(*)							
GRUPO	FLEXION $f_m$ (**)	TRACCION	COMPRESION	COMPRESION	CORTE	E min.	E prom.
		PARALELA $f_t$	PARALELA $f_{c  }$	PERPENDICULAR $f_{c\perp}$	PARALELO $f_v$		
A	20.6 (210)	14.2 (145)	14.2 (145)	3.9 (40)	1.5 (15)	9316 (95000)	12748 (130000)
B	14.7 (150)	10.3 (105)	10.8 (110)	2.7 (28)	1.2 (12)	7355 (75000)	9806 (100000)
C	9.8 (100)	7.3 (75)	7.8 (80)	1.5 (15)	0.8 (8)	5394 (55000)	8826 (90000)

(\*) Los datos indicados corresponden a madera húmeda y pueden ser usados para madera seca.

(\*\*) Los esfuerzos admisibles en flexión pueden incrementarse en un 10% al diseñar entablado o viguetas, siempre que se garantice la acción en conjunto de esos elementos.

Fuente: RNE - E.010 (2010)

**Tabla 2.27:** Pesos Unitarios de la Madera

PESOS UNITARIOS	
MADERAS	PESO
	KN/m <sup>3</sup> (Kgf/m <sup>3</sup> )
CONIFERAS	7.5 (750)
GRUPO "A"	11.0 (1100)
GRUPO "B"	10.0 (1000)
GRUPO "C"	9.0 (900)

Fuente: RNE - E.020 (2010)

### **2.2.28. Problemas estructurales en construcciones de adobe**

Las construcciones de adobe que soportan solo cargas gravitacionales sufren problemas estructurales frente a sismos por la falta de homogeneidad en las propiedades de los mampuestos, poca ductilidad y comportamientos elástico lineal. (Manitio y Vásconez, 2013, p23).

Primero grietas inclinadas producido por fuerzas de corte producto de la fuerza paralela al plano del muro; segundo el colapso parcial o total del muro producido por un momento de volteo producto de fuerzas perpendiculares al plano del muro. (Manitio y Vásconez, 2013, p.23).

### **2.2.29. Comportamiento sísmico de estructuras de adobe**

El comportamiento estructural es bueno en el rango elástico, pero es de baja ductilidad por falla frágil cuando llega a deformaciones límites por sismo alto, cuya capacidad de disipación de energía es limitada después de llegar a estos límites. (Manitio y Vásconez, 2013, p.43).

Para el análisis y modelamiento los entrepisos y techos no se deben considerar como diafragma rígido, además los muros por falta de buena liga entre ellos actúan independientemente considerando efectos de flexión, corte y volteo. (Manitio y Vásconez, 2013, p.43).

### **2.2.30. Patrimonio Monumental**

Huancayo según investigaciones litográficas es la antigua Huaca de Huamanmarca que es el origen de la ciudad donde la Calle Real



contribuyó a la formación del emergente núcleo urbano durante el periodo (1800-1920), que hoy consideramos Monumentos Históricos. (INDECI, 2011).

Por su importancia, valor y significado arquitectónico, histórico, artístico, social e intelectual tienen condición de propiedad pública o privada con las limitaciones que establece la Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación (Ley N°28296), RNE A.140 y E.080. (Cuadros, 2016).

**Tabla 2.28:** Ambientes urbanos Monumentales de Huancayo.

REGISTRO DE PATRIMONIO MONUMENTAL DE ARQUITECTURA CIVIL DOMESTICA DE JUNIN				
N°	DENOMINACION Y/O PROPIETARIO	UBICACIÓN	DECLARATORIA	FECHA
1	Jorge Solís Espinoza	Jr. Arequipa N° 473	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
2	Sucesion Sanchez	Jr. Arequipa N° 535	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
3	Sucesion Combina	Jr. Arequipa N° 671	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
4	Casa Raez	Jr. Arequipa cuadra 8	R.M. N° 928-ED80	23/07/1980
5	Oscar Paitan fernandez	Calle Real N° 218	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
6	Fam. Cordova Ramos	Calle Real N° 228	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
7	Yolanda Prado Medina de Mallqui	Calle Real N° 262	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
8	Eva aviador Vda de Rodriguez	Calle Real N° 288	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
9	Carlos Infantas	Calle Real N° 298	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
10	Casa Tovar	Calle Real N° 300	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
11	Casa Traverso	Calle Real N° 388	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
12	<b>Hotel Palermo</b>	<b>Calle Real N° 398</b>	<b>R.J. N° 509-88-INC/J</b>	<b>1/09/1988</b>
13	Casa Poeta Juan Parra del Riego	Calle Real N° 445-451	R.J. N° 284-88-INC/J	18/05/1988
14	Casa Sotomayor	Calle Real N° 550-556	R.J. N° 042-INC/J	31/01/2003
15	Carlos Zuñiga Meza	Calle Real N° 572	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
16	Casa Peñalosa	Calle Real N° 509	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
17	Hotel de Turistas	Jr. Ancash N° 729	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
18	Casona Raez Gurmendi	Jr. Ancash N° 911	R.J. N° 509-88-INC/J	1/09/1988
19	Casa Guillermo Guzmán Manzaneda	Jr. Amazonas N° 279	R.J. N° 284-88-INC/J	18/05/1988

Fuente: Ministerio de Cultura (2016)

### 2.2.31. Reseña histórica del inmueble Hotel Palermo

Construido fines del siglo XVIII, de dos pisos de adobe en forma de U y posteriormente un tercero de quincha, con predominantes cánones estilísticos de esa época, estilo republicano y elementos neoclásicos en su estructura arquitectónica y formas ornamentales. (Cuadros, 2016).

El 03/01/1813 se colocó una placa al muro frontal con nombre de Plaza de la Constitución 1813, para perennizar el Acto de la Juramentación a la Constitución de Cádiz en esta plaza el 01/01/1813 que fue proclamada en 1812. (Cuadros, 2016).

El Hotel Palermo fue declarado monumento el 01/09/1988 mediante Resolución Jefatural N° 509-88-INC/J-01-09-88, por su valía

histórica, por los elementos estilísticos excepcionales y arquitectónicos en relación a su entorno y como legado del periodo republicano del siglo XIX. (Cuadros, 2016).

Su evolución del volumen y estructura del espacio físico es de forma rectangular con mayor dimensión en la parte frontal, su horizontalidad y verticalidad está estructurada de piedra, adobes grandes y madera, tuvo cinco procesos constructivos en 200 años. (Cuadros, 2016).



**Figura 2.23:** Historia de procesos constructivos del Hotel Palermo

**Fuente:** Cuadros (2016)

### 2.3. DEFINICION DE TERMINOS

- **Acelerograma:** Registro de medición de aceleraciones sísmicas en el tiempo de duración del sismo dado en la superficie de un conocido lugar donde el instrumento que registra en función de máxima amplitud y contenido de frecuencias es el acelerógrafo. (Alonso, 2006, p.29).
- **Adobe:** Unidad de bloque macizo de tierra cruda sin cocer mezclada con paja, arena gruesa u otro material que mejora su resistencia, durabilidad y estabilidad ante agentes externos. (NTP E.080, 2017, p.4).
- **Centro Histórico:** Zona monumental representativa más importante condicionado por estructuras físicas de la evolución de un pueblo que desarrollo una ciudad. (NTP A.140, 2010, p.267).
- **Costo:** Definido como precio la pérdida de la estructura, su contenido, su reforzamiento o reparación producto de un sismo. (Cárdenas, 2008, p.21).
- **Densidad de muros:** Es el resultado del cociente de la suma de las áreas de los muros en planta de la edificación paralelos al eje X e eje Y entre el total del área techada. (NTP E.080, 2017, p.5).

- **Epicentro:** Es la proyección vertical del punto de la superficie terrestre hacia el foco o hipocentro donde es mayor la intensidad del sismo. (CENEPRED, 2014, p.44).
- **Estructuras Regulares:** Son edificaciones que no presentan en su configuración resistente a cargas laterales significativas discontinuidades horizontales o verticales. (E.030, 2017, p.19).
- **Estructuras Irregulares:** Son edificaciones que presentan en su resistente configuración a cargas laterales una o más significativas discontinuidades horizontales o verticales. (E.030, 2017, p.19).
- **Falla:** se define como la fractura a lo largo de una estructura rocosa la cual produce un movimiento sísmico debido a un desplazamiento diferencial del material adyacente. (Herraiz, 1997, p.9)
- **Falla Geológica Activa:** Se genera por sismos de menor magnitud que alcanza gran poder destructor si ocurre cerca de la superficie. (Ortega, 2014, p.51).
- **Hipocentro:** Llamado también foco, donde se inicia la ruptura y liberación de energía por medio de la propagación de ondas sísmicas. (Alonso, 2006, p 42).
- **Intensidad:** Medida subjetiva determinada por la observación personal de daños a construcciones, topografía del terreno y personas causado por el sismo en un lugar determinada. (Alonso, 2006, p.36).
- **Magnitud:** Calculo directo de un valor numérico registrado en un sismógrafo de la energía liberada por medio de ondas sísmicas originadas en el foco. (CENEPRED, 2014, p.42).
- **Monumento:** Aislada creación arquitectónica, así como el testimonio de una determinada civilización, significativa evolución o histórico acontecimiento expresado en el sitio rural o urbano que adquirieron un cultural significado a través del tiempo. (NTP A.140, 2010, p.268).
- **Peak Ground Accelaration (PGA):** Definida como la máxima aceleración horizontal del suelo registrada en un acelerograma y empleada en estudios de ingeniería sísmica moderna. (Ortega, 2014, p.57).

- **Peligro Sísmico:** Se define como el grado de exposición de un determinado lugar frente a las máximas intensidades dados por los movimientos sísmicos. (Bazán y Meli, 2000, p.23).
- **Riesgo Sísmico:** Es la probabilidad de que se excedan valores prefijados de daño en una estructura durante la ocurrencia de un sismo. (Alonso, 2006, p.50)
- **Silencio sísmico:** Es definido como el sitio donde no se produjo la liberación de energía en varias décadas existiendo así la probabilidad de ocurrir un evento sísmico. (Kuroiwa, 2002, p.98).
- **Sismo:** Es la repentina y limitada liberación súbita de energía mecánica acumulada debido a resultantes desplazamientos por interacción de placas de la corteza terrestre en forma de ondas sísmicas. (CENEPRED, 2014, p.36).
- **Sismograma:** Son registros obtenidos por los instrumentos sismógrafos que miden el movimiento horizontal y vertical de las captadas ondas sísmicas. (Alonso, 2006, p.29).
- **Vulnerabilidad Sísmica:** Es el sobrepase del valor límite máximo del nivel de capacidad de respuesta disponible de una estructura ante un evento sísmico. (Alonso, 2006, p.51).

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

- El resultado del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo presentará una condición vulnerable según su estado actual en la que se encuentra.

### 2.4.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) El resultado de la aplicación del análisis cualitativo del monumento Hotel Palermo presentara un grado de vulnerabilidad media.

- b) El resultado de la aplicación del análisis cuantitativo del monumento Hotel Palermo mostrara un estado vulnerable.
- c) El resultado de la aplicación del análisis dinámico del monumento Hotel Palermo revelara una condición vulnerable.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. DEFINICION CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES**

**Variable Independiente (X):** Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica.

Estudio que facilita el proceso de evaluación y calificación cualitativa y cuantitativa dentro de un contexto global y sistemático que estimula la función del intelecto para acceder más fácilmente a la información y adquisición del conocimiento.

**Variable Dependiente (Y):** Monumento.

Inmueble de valía histórica construido a fines del siglo XVIII correspondiente al Estilo Republicano.

### **2.5.2. DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES**

**Variable Independiente (X):** Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica.

Calificación final obtenida por los métodos cualitativos y cuantitativos durante el desarrollo de la investigación.

**Variable Dependiente (Y):** Monumento.

Construcción dentro de los cánones estilísticos excepcionales y predominantes con elementos Neo clásicos de arquitectura, elementos y

formas ornamentales que engloban su sistema resistente y su configuración concebida,

### 2.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 2.23: Operacionalización de las Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES				
Tipo de Variable	Nombre de la Variable	Dimensiones	Indicadores	Medición
Variable Independiente	Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica	Análisis Cualitativo	Método Benedetti y Petrini	Valor en %
		Análisis Cuantitativo	Método Demanda vs Resistencia	Valor en Ton, $\Delta h$
		Análisis Dinámico	Análisis Estructural	Valor en Kg/cm <sup>2</sup> , $\Delta h$
Variable Dependiente	Monumento	Sistema Estructural	Sistema Resistente	Valor en Kg/cm <sup>2</sup>
		Sistema Geométrico	Configuración Estructural	Valor en pmin%
		Sistema Constructivo	Comportamiento Estructural	Valor en $\Delta h$

Fuente: Elaboración Propia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. METODO DE INVESTIGACIÓN**

El método de investigación será el MÉTODO CUANTITATIVO que será guiado y orientado por el MÉTODO CIENTÍFICO.

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación será APLICADA O TECNOLÓGICA porque se aplicara las teorías, normas y conocimientos a un caso práctico con enfoque cuantitativo conforme a las variables, objetivo general y objetivos específicos.

#### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación es DESCRIPTIVO – EXPLICATIVO, porque mide por medio de la observación las características más representativas y explica las causas de la vulnerabilidad del monumento.

#### **3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de investigación es NO EXPERIMENTAL, porque conseguirá la información de la vulnerabilidad tal y como se presenta en su contexto actual, para luego analizarlo.

### **3.5. POBLACION Y MUESTRA**

#### **3.5.1. Población**

Cuatro monumentos alrededor de la Plaza Constitución.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra es de clase NO PROBABILÍSTICA o DIRIGIDA, eligiendo por conveniencia un monumento alrededor de la Plaza Constitución.

### **3.6. TECNICAS Y/O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.6.1. Técnicas**

- Revisión de fuentes bibliográficas.
- Observación y fichaje.
- Levantamiento de datos insitu.

#### **3.6.2. Instrumentos**

- Recopilación documental de datos.
- Aplicación de ficha de evaluación.

### **3.7. TECNICAS Y ANALISIS DE DATOS**

#### **3.7.1. Técnicas**

- Hojas de cálculo en programa Excel.
- Programa AutoCAD V18
- Programa de modelamiento, análisis y diseño estructural SAP 2000 V20.



### **3.7.2. Análisis de datos**

- Para el análisis de los datos se tuvo como herramienta hojas de cálculo diseñados en el programa Excel de Microsoft Office.
- Para el análisis del comportamiento sísmico se usó del programa SAP 2000 con el cual se analizó los desplazamientos dentro de los límites de distorsión del entrepiso.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DE VULNERABILIDAD SISMICA DEL MONUMENTO HOTEL PALERMO

##### 4.1.1. METODO ITALIANO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD

###### 4.1.1.1. PARAMETROS

Para evaluar la muestra analizada se realizó primeramente visitas de campo y así poder analizar cada parámetro de la metodología, asignándole la correspondiente calificación de clasificación y obtener mediante la aplicación de la fórmula que caracteriza al método el resultado del respectivo Índice de Vulnerabilidad del inmueble monumental Hotel Palermo ubicada en el Centro Histórico de Huancayo.

#### 1. Organización del sistema Resistente

Esta edificación es bastante antigua por lo que no está construida de acuerdo a la norma actual, pero como cuenta con paredes ortogonales bien unidas, pero no con vigas de amarre, entonces la clasificación más adecuada para este parámetro es la (C).



**Figura 4.1:** Vista de la edificación Hotel Palermo

**Fuente:** Elaboración Propia

## 2. Calidad del sistema Resistente

Para el análisis de este parámetro se tomó en cuenta el tipo, forma, tamaño y homogeneidad del material de adobe que constituye la mampostería, teniendo en cuenta la historia de esta edificación, así como el método constructivo de sus muros, siendo a partir de ello que la mejor clasificación para este parámetro sería la opción (B).

## 3. Resistencia convencional

Esta edificación tiene una buena densidad de muros en ambas direcciones, la cual es adecuado; ya que si fuera insuficiente y debido a su gran peso la fuerza sísmica también será considerable y el adobe no será capaz de resistir tales fuerzas laterales sísmicas.

### a. Determinación de la Cortante Resistente ( $V_r$ )

$A =$  Sumatoria del Área total de muros  $= 426.23 \text{ m}^2$

$V_m =$  Resistencia al corte de la albañilería  $= 0.25 \text{ Kg/cm}^2$  (E.080).

$$V_r = A \times V_m$$

$$V_r = 4262300 \text{ cm}^2 \times 0.25 \text{ Kg/cm}^2 = 1065575 \text{ Kg}$$

$$V_r = 1065.60 \text{ Ton (Cortante Resistente)}$$

### b. Determinación del Cortante Actuante Basal ( $V_a$ )

$S = 1.4$  (Factor de Suelo, Tabla N°1 – E.080)

$U = 1.4$  (Factor de Uso, Tabla N°2 – E.080)

$C = 0.20$  (Coeficiente Sísmico por zona sísmica, Tabla N°3 – E.080)

$P = 2202.00 \text{ Ton.}$  (Peso de la Edificación)

$$H = S \times U \times C \times P \text{ (E.080)}$$

$$V_a = 1.4 \times 1.4 \times 0.20 \times 2202.00 \text{ Ton}$$

$V_a = 863.18 \text{ Ton}$  (Cortante Actuante)

### c. Determinación de la Resistencia Convencional ( $\alpha$ )

$$\alpha = \frac{V_r}{V_a}$$

$$\alpha = \frac{1065.60 \text{ Ton}}{863.18 \text{ Ton}} = 1.23$$

Siendo la clasificación para este parámetro la opción (A).

## 4. Posición del edificio y cimentación

Para este parámetro se consideró el mapa de “Microzonificación del suelo y capacidad portante de Huancayo”, donde según los EMS por medio de sondajes realizado a cielo abierto por INDECI se encontró de acuerdo a la clasificación SUCS los siguientes suelos: GW (Gravas bien graduadas, mezcla de grava o arena), GP (Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena), donde no presenta Napa Freática por lo cual es un terreno estable cuya capacidad portante esta entre 2.0 a 2.5 Kg/cm<sup>2</sup>. Su pendiente es baja menor al 10%, la fundación está ubicada a una misma cota y no hay empuje de terraplén. Siendo por esta razón la clasificación (A) la más adecuada.



**Figura 4.2:** Vista de la Microzonificación del suelo y Capacidad Portante de Huancayo


**Fuente:** INDECI (2011)

## 5. Diafragma Horizontal

Esta edificación no contiene diafragmas solo está conformado por cubierta de calamina. Siendo la clasificación para este parámetro la opción (D).

## 6. Configuración en Planta

Se observa que la edificación en planta tiene forma compleja en “U” compuesto de alas de tamaño significativo orientadas en diferentes direcciones con mayor dimensión en la parte frontal, siendo su evolución del volumen y estructura del espacio físico de forma rectangular, la clasificación para este parámetro es la opción (D).



$$\beta_1 = \frac{a}{L} = \frac{6.65m}{34.45m} = 0.19 < 0.4 \dots \text{OK}$$

$$\beta_1 = \frac{a}{L} = \frac{5.55m}{29.80m} = 0.19 < 0.4 \dots \text{OK}$$

$$\beta_2 = \frac{b}{L} = \frac{10.40m}{34.45m} = 0.31 > 0.3 \dots \text{OK}$$

$$\beta_2 = \frac{b}{L} = \frac{10.40m}{29.80m} = 0.35 > 0.3 \dots \text{OK}$$



**Figura 4.3:** Vista del plano en planta del 1º, 2º y 3º piso del Hotel Palermo

**Fuente:** Elaboración Propia

## 7. Configuración en Elevación

Se observa que la edificación tiene habitaciones sobre la superficie del último piso, Puesto que no presenta aumento de área entre los pisos y no cuenta con salidas o protuberancias en altura, la clasificación para este parámetro sería la opción (C).

$$\frac{\Delta M}{M} = \frac{1194.17 \text{ Ton} - 936.37 \text{ Ton}}{1194.17 \text{ Ton}} = 0.22 > 0.20 \dots \text{OK}$$

$$\frac{T}{H} = \frac{2.80m}{10m} = 0.28 < 0.67 \dots \text{OK}$$



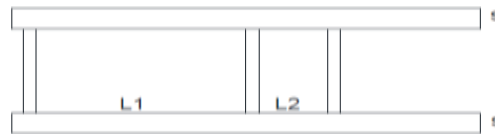
**Figura 4.4:** Vista del plano en elevación del Hotel Palermo

**Fuente:** Elaboración Propia

## 8. Separación máxima entre muros

En este parámetro se tiene en cuenta la distancia entre muros transversales y se compara con el espesor del muro de carga. A partir de lo anterior se evalúa la condición más desfavorable, es decir donde la relación sea mayor, la clasificación para este parámetro sería la opción (B).

$$\frac{L}{S} = \frac{5.70m}{1.20m} = 4.75$$



## 9. Tipo de Cubierta

En este parámetro se precisó en 4 aspectos los cuales son: la estabilidad de la cubierta ante acciones sísmicas, si se encuentra bien sujeta a las paredes ortogonales, su pendiente y si presenta viga cumbreira, en la cual se vio que maneja una viga cumbreira hecha de madera. Siendo su clasificación la opción (A).



**Figura 4.5:** Vista de techo a dos aguas típica

**Fuente:** Elaboración Propia

## 10. Elementos No Estructurales

La edificación debido a que presenta elementos de pequeña dimensión como balcones y parapetos que se encuentran muy bien conectados a la pared, tendría de clasificación la opción (A).



**Figura 4.6:** Vista de balcones y parapetos

**Fuente:** Elaboración Propia

## 11. Estado de Conservación

En la edificación no se encontró fisuras visibles en los muros. Siendo su clasificación la opción (A).



**Figura 4.7:** Vista de muro interior de la edificación

**Fuente:** Elaboración Propia

### 4.1.1.2. CALCULO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD

Una vez clasificado ( $K_i$ ) y multiplicado por su peso ( $W_i$ ) cada parámetro, se precede a evaluar el resultado del respectivo Índice de Vulnerabilidad el cual varía de 0 a 382.5 mediante la aplicación de la fórmula que caracteriza al método:  $I_v = \sum(K_i \cdot W_i)$ , dando como resultado un  $I_v = 115.00$ , como se ve en la Tabla 4.1 y Figura 4.8.

**Tabla 4.1:** Índice de Vulnerabilidad del Hotel Palermo

METODOLOGIA DE BENEDETTI - PETRINI (ITALIA 1982)							
TABLA DE ESCALA NUMERICA DE INDICE DE VULNERABILIDAD (Iv) PARA EDIFICACIONES DE ADOBE							
Nº	PARAMETROS	CLASE Ki				PESO Wi	Ki*Wi
		A	B	C	D		
<b>A ASPECTO ESTRUCTURAL</b>							
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	0	5	20	45	1.00	20.00
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	0	5	25	45	0.25	1.25
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	0	5	25	45	1.50	0.00
4	POSICION DEL EDIFICIO Y CIMENTACION	0		25	45	0.75	0.00
<b>B ASPECTO GEOMÉTRICO</b>							
5	DIAGRAMAS HORIZONTALES	0	5	15	45	1.00	45.00
6	CONFIGURACION EN PLANTA	0	5	25	45	0.50	22.50
7	CONFIGURACION EN ELEVACION	0	5	25	45	1.00	25.00
8	SEPARACION MAXIMA ENTRE MUROS	0	5	25	45	0.25	1.25
<b>C ASPECTO CONSTRUCTIVO</b>							
9	TIPO DE CUBIERTA	0	15	25	45	1.00	0.00
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	0	0	25	45	0.25	0.00
11	ESTADO DE CONSERVACION	0	5	25	45	1.00	0.00
						<b>Iv = S(Ki*Wi) = 115.00</b>	

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 4.8:** Índice de Vulnerabilidad del Hotel Palermo

Fuente: Elaboración Propia

Luego de evaluado el Índice de Vulnerabilidad (Iv) se procede a normalizar el Índice de Vulnerabilidad (Iv%) en un rango de 0 a 100% mediante la aplicación de la fórmula:  $Iv\% = (Iv/382.5) \times 100$ , dando como resultado un  $Iv\% = 30.07\%$ , el cual es menor a 50% y mayor a 25%, por lo que la estructura presenta un rango de índice de vulnerabilidad media. Ver Tabla 4.2.



**Tabla 4.2:** Rango de Vulnerabilidad del Hotel Palermo

METODOLOGIA DE BENEDETTI Y PETRINI - ITALIA 1982						
RANGO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO (Iv%) PARA EDIFICACIONES DE ADOBE						
CLASE	VULNERABILIDAD	VALORES		Iv %		RANGO
A	BAJA	0	95.63	0	25	
B	MEDIA	95.63	191.30	25	50	X
C	ALTA	191.30	286.90	50	75	
D	MUY ALTA	286.90	382.50	75	100	

Fuente: Elaboración Propia

La Figura 4.9 presenta al Hotel Palermo con un índice de vulnerabilidad normalizado media con tendencia a alta de 30.07%, debido a que la calidad estructural del adobe es regular, además su gran peso atrae una considerable fuerza sísmica que haría que se comportase frágilmente ante movimientos horizontales.



**Figura 4.9:** Índice de Vulnerabilidad Normalizado (%) del Hotel Palermo

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.1.3. CÁLCULO DEL NIVEL DE DAÑO

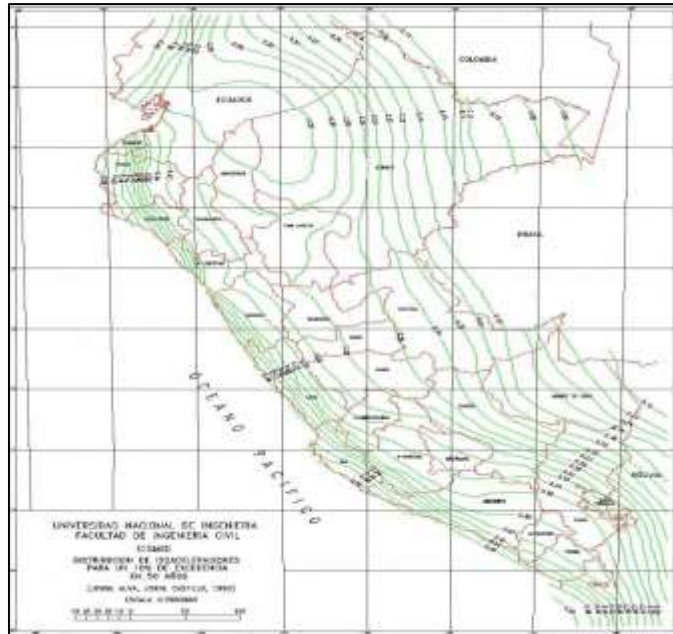
Para la realización del cálculo de daño primeramente se observó que en el distrito de Huancayo y alrededores se han producido movimientos sísmicos de diversas intensidades según el mapa de distribución de sismos de subducción (interface e intraplaca) y el mapa de distribución de sismos de la corteza superficial (Continental) y de acuerdo a ello, se planteó tres escenarios diferentes, de las cuales para la determinación de sismos a usar se tomó datos de Aceleración Pico Efectiva (PGA) del terreno/gravedad del mapa de distribución de isoaceleraciones del Perú generado por el CISMID.



**Mapa 4.1:** Distribución de Sismos de Subducción: Interface e Intraplaca  
**Fuente:** Aguilar y Gamarra (2009)



**Mapa 4.2:** Distribución de Sismos de Corteza Superficial: Continentales  
**Fuente:** Aguilar y Gamarra (2009)



**Mapa 4.3:** Distribución de Isoaceleraciones para el 10% de Excedencia en 50 años

**Fuente:** CISMID (1993)



**Mapa 4.4:** Ubicación del Distrito de Huancayo en el mapa de Isoaceleraciones

**Fuente:** CISMID (1993)

Del mapa de isoaceleraciones se rescató lo siguiente:

- Escenario N° 1, usaremos el PGA del terreno/gravedad equivalente a 0.18g.
- Escenario N° 2, usaremos el PGA del terreno/gravedad equivalente a 0.24g.
- Escenario N° 3, usaremos el PGA del terreno/gravedad equivalente a 0.34g.



**Tabla 4.3:** Aceleraciones Máximas para distintos sismos en Huancayo

ACELERACIONES MÁXIMAS PARA DISTINTOS SISMOS EN HUANCAYO CONSIDERANDO ALVA-CASTILLO(1993), VISION 2000(1995) Y ATC-40(1996)						
ACELERACIÓN MÁXIMA EN ROCA a (cm/s <sup>2</sup> )	SISMO	TIEMPO DE VIDA UTIL t	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA $p = \left[ 1 - e^{-\left(\frac{t}{Tr}\right)} \right] \times 100$	PERIODO DE RETORNO $Tr = -\frac{t}{\ln(1-p)}$	INTENSIDAD $I = [\log a (\text{cm/s}^2) + 0.5] \times 3$	MAGNITUD LOCAL wL
0.18g 175.58 cm/s <sup>2</sup>	FRECUENTE	30 años	50%	43 años	VII - VIII	De 5.5 a 6.1
0.24g 235.44 cm/s <sup>2</sup>	OCASIONAL	50 años	50%	72 años	VIII - IX	De 6.1 a 6.7
0.34g 333.54 cm/s <sup>2</sup>	RARO	50 años	10%	475 años	IX - X	De 6.7 a 7.3

Fuente: Elaboración Propia

Para la obtención del nivel de daño para cada uno de los tres escenarios, se realiza la interpolación del Índice de Vulnerabilidad Normalizado en las ecuaciones de Índice de Daño mostradas en la Tabla 4.4.

**Tabla 4.4:** Ecuaciones de Índice de Daño

INDICE DE DAÑO (ID)	
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO Iv (%)	ECUACION DE LAS CURVAS DE DAÑO ID PARA EDIFICIOS DE ADOBE Y PIEDRA
100	ID = 8.6154*(a/g) - 0.1231
90	ID = 7.6712*(a/g) - 0.1371
80	ID = 6.7470*(a/g) - 0.1325
70	ID = 5.8947*(a/g) - 0.1368
60	ID = 5.1376*(a/g) - 0.1376
50	ID = 4.5161*(a/g) - 0.1452
40	ID = 3.8356*(a/g) - 0.1301
30	ID = 3.2845*(a/g) - 0.1261
20	ID = 0.7661*(a/g) - 0.1194
10	ID = 2.4086*(a/g) - 0.1226
0	ID = 0.0786*(a/g) - 0.1198

Fuente: Marín (2012)

Los resultados de porcentajes de daño donde la edificación sufre un cierto nivel de daño dependiendo de la aceleración máxima del suelo se muestran en la Tabla 4.5.

**Tabla 4.5:** Niveles de Daño conforme al PGA Equivalente

NIVELES DE DAÑO SEGÚN LA ACCELERACIÓN MÁXIMA DEL SUELO					
TIPOLOGÍA	INDICE DE VULNERABILIDAD (Iv)	INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO % (Iv % = Iv/3.825)	INDICE DE DAÑO (ID %)		
			0.18g	0.24g	0.34g
Adobe	152.98	40	56	79	100
	115.00	30.07	47	66	100
	114.73	30	47	66	100

Fuente: Elaboración Propia

Para la determinación de los niveles de daño que puede sufrir la muestra en estudio después de un terremoto, se tomaron en consideración las propuestas: del EERI (Earthquake Engineering Research Institute de California), del NHRC (Natural Hazards Research Centre, con sede en la Universidad de Macquarie en Australia), del ATC – 13, de Benedetti et al, de Park, Ang y Wen, de Mosalam et al y el de Quispe. Ver Tabla 4.6.

**Tabla 4.6:** Niveles de Daño

NIVELES DE DAÑO		
NIVEL DE DAÑO	RANGO DE DAÑO (%)	DEFINICION
Ninguno	0 - 2.5	El daño en los elementos estructurales es despreciable, con pequeñas grietas en elementos no estructurales. No se requieren costos de reparación, el efecto en el comportamiento de la estructura es despreciable.
Ligero	2.5 - 7.5	El daño en los elementos no estructurales es generalizado, provocando inclusive desprendimiento de baldosas. Posible presencia de grietas en elementos estructurales como muros de carga, vigas o columnas, cuya reparación requiere la inversión de un pequeño porcentaje de la estructura, el efecto en el comportamiento de la estructura es mínimo.
Moderado	7.5 - 15	El daño en los elementos no estructurales es muy importante, se incrementa el costo de reparación. El daño en los elementos estructurales puede ser importante, afectando el comportamiento de la estructura en menor medida, sin embargo no corre peligro la estabilidad de la estructura.
Considerable	15 - 30	El daño en los elementos estructurales importante, requiriendo grandes reparaciones, aunque no es necesario el desalojo del edificio. El costo de las reparaciones puede ser un porcentaje importante del costo de la estructura.
Fuerte	30 - 60	El daño en los elementos estructurales es muy importante, poniendo en riesgo la estabilidad de la estructura. En la mayoría de los casos el costo de reparación puede ser un porcentaje muy importante del costo de la estructura, se requiere el desalojo del edificio por seguridad de las personas.
Severo	60 - 90	El daño en los elementos estructurales es muy grande, la estabilidad de la estructura es precaria. El costo de reparación es igual o mayor al costo del edificio, se recomienda la demolición. En todo el tiempo se requiere el desalojo del edificio.
Colapso	90 - 100	Edificación declarada en ruina, colapso total.

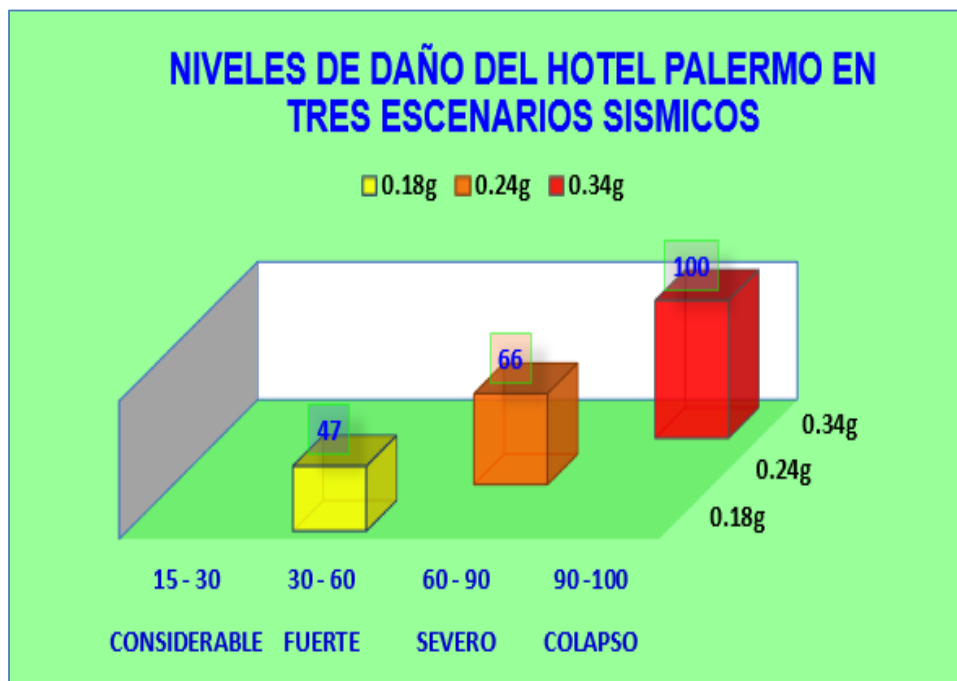
**Fuente:** Marín (2012)

Los resultados de niveles de daño que se obtuvieron en cada uno de los tres escenarios se muestran en la Tabla 4.7 y Figura 4.10.

**Tabla 4.7:** Niveles de daño en los tres escenarios de estudio

NIVEL DE DAÑO EN LOS TRES ESCENARIOS DE ESTUDIO							
RANGO DE DAÑO (%)	NINGUNO 0 - 2.5	LIGERO 2.5 - 7.5	MODERADO 7.5 - 15	CONSIDERABLE 15 - 30	FUERTE 30 - 60	SEVERO 60 - 90	COLAPSO 90 - 100
0.18g					47		
0.24g						66	
0.34g							100

Fuente: Elaboración Propia

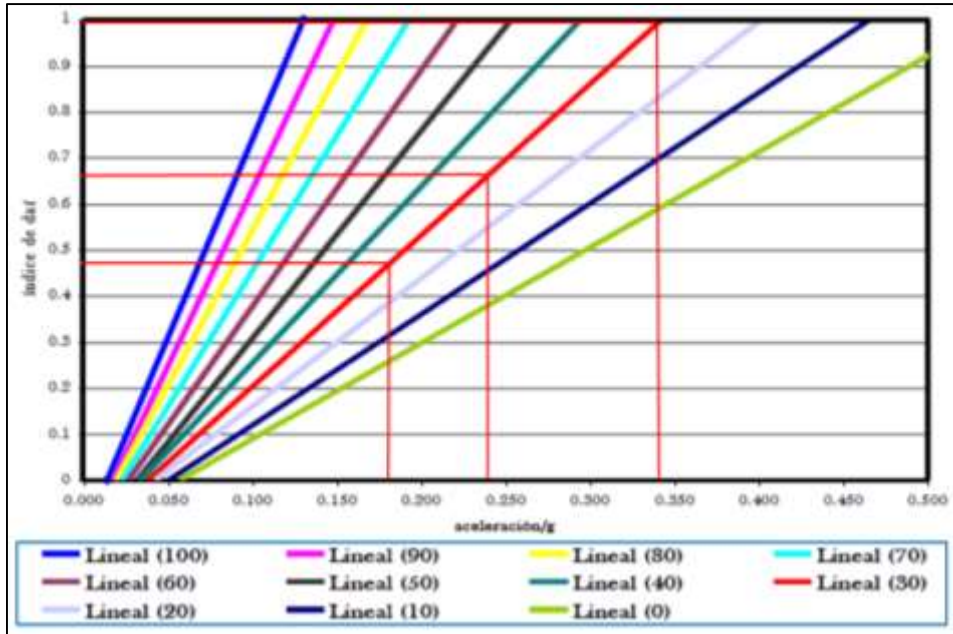


**Figura 4.10:** Niveles de daño del Hotel Palermo en tres escenarios sísmicos

Fuente: Elaboración Propia

Por simplicidad, las curvas de daño han adquirido una forma trilineal definido por dos puntos: la aceleración en la cual el daño comienza ( $D > 0$ ) y la aceleración en la que el edificio colapsa ( $D = 1$ ).

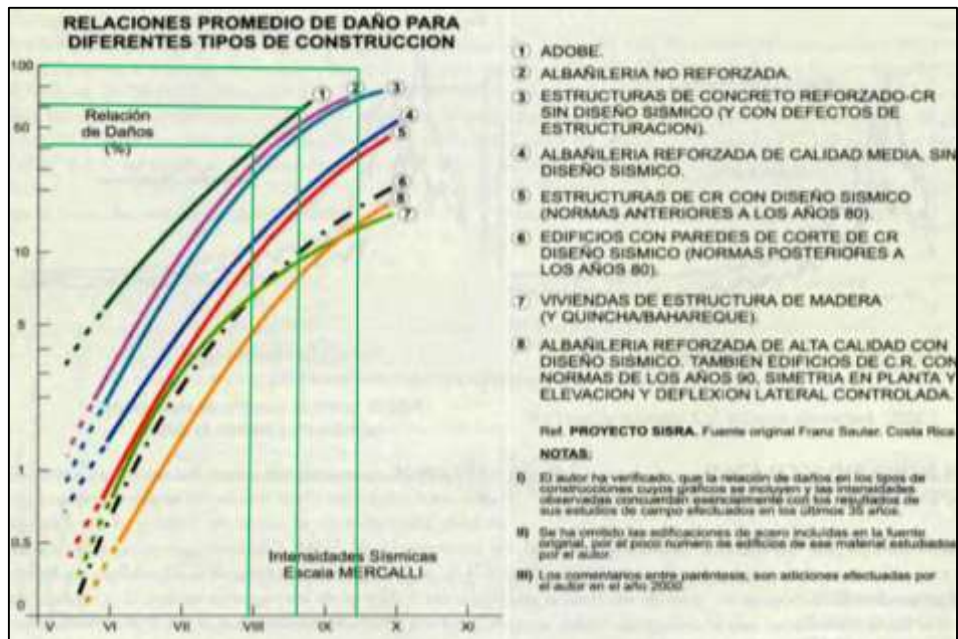
La Figura 4.11 representa el daño esperado como una función del índice de vulnerabilidad normalizado y de la aceleración horizontal del terreno (aceleración/g), donde las diferentes situaciones de vulnerabilidad mueven este valor de una curva a otra, aumentando o disminuyéndola.



**Figura 4.11:** Daño esperado en función de la aceleración horizontal de terreno y del índice de vulnerabilidad normalizado

**Fuente:** Quispe (2004)

La Figura 4.12 muestra las curvas de Sauter de relaciones promedio de daño para diferentes tipos de construcción del proyecto SISRA en relación a las intensidades sísmicas en Escala Mercalli.



**Figura 4.12:** Relaciones promedio de daño para diferentes tipos de construcción

**Fuente:** Kuroiwa (2002)

#### 4.1.1.4. CÁLCULO DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS

Para el cálculo y determinación de las pérdidas económicas se requieren dos datos:

- a) **Costo de la Edificación**, calculada por el área en planta, el número de pisos y el costo de la edificación por unidad de área, utilizando los valores unitarios oficiales para la sierra emitidos por el Consejo Nacional de Tasaciones (CONATA) cada año, el cual requiere de información necesaria como: muros, techos, pisos, puertas y ventanas, revestimientos, baños e instalaciones eléctricas y sanitarias, uso de la edificación, material predominante y estado de conservación. Ver tabla 4.8 y 4.9.

**Tabla 4.8:** Cuadro de Valores Unitarios Oficiales en Edificaciones para la Sierra

CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES PARA LA SIERRA AL 31 DE OCTUBRE DE 2017							
VALORES POR PARTIDAS EN SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA							
	ESTRUCTURAS		ACABADOS				INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS (7)
	MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTIMIENTOS (5)	BAÑOS (6)	
A	Estructuras laminares curvadas de concreto armado que incluye en una sola armadura la cimentación y el techo, para este caso no se considera los valores de la columna N°2.	Losa o aligerado de concreto armado con luces mayores de 6m con sobrecarga mayor a 300 kg/m².	Marmol importado, piedras naturales importadas, porcelanato.	Aluminio pesado con perfiles especiales, madera fina ornamental (Caoba, cedro o pino selecto), vidrio insulated (1).	Marmol importado, madera fina (caoba o similar), baldosa acustico en techo o similar.	Baños completos (7) de lujo importado con enchape fino (marmol o similar).	Aire acondicionado, iluminación especial, ventilación forzada, sistema hidroneumático, agua caliente y fría, intercomunicador, alarmas, ascensor, sistema de bombeo de agua y desagüe (5), teléfono.
	535.21	278.29	197.47	211.24	266.56	94.54	336.68
B	Columnas, vigas y/o placas de concreto armado y/o metalicas.	Aligerados o losas de concreto armado inclinadas.	Marmol nacional o reconstituido, parquet fino (olivo chonta o similar), ceramica importada, madera fina.	Aluminio o madera fina (caoba o similar) de diseño especial, vidrio tratado polarizado (2) y curvado, laminado o templado.	Marmol nacional, madera fina (caoba o similar), enchapes en techos.	Baños completos (7) importados con mayolica o ceramico decorativo importado.	Sistema de bombeo de agua potable, ascensor, telefono, agua caliente y fria.
	318.41	191.33	164.65	186.93	212.90	67.53	198.14
C	Placas de concreto E=10 a 15cm, albañileria armada, ladrillo o similar con columnas y vigas de amarre de concreto armado.	Aligerado o losas de concreto armado horizontales.	Madera fina machihembrada terrazo.	Aluminio o madera fina (caoba o similar), vidrio tratado polarizado (2), laminado o templado.	Superficie caravista obtenida mediante encofrado especial, enchape en techos.	Baños completos (7) nacionales con mayolica o ceramico nacional de color.	Igual al punto "B" sin ascensor.
	231.02	133.89	100.55	138.39	170.2	44.09	147.44
D	Ladrillo sillar o similar, sin elementos de concreto armado, dry wall o similar incliye techo (6).	Calamina metalica, fibrocemento sobre vigueria metalica.	Parquet de tra, lajas, ceramica nacional, loceta veneciana 40x40, piso laminado.	Ventanas de aluminio, puertas de madera selecta, vidrio tratado transparente (3).	Enchape de madera o laminados, piedra o material vitrificado.	Baños completos (7) nacionales blancos con mayolica blanca.	Agua fria, agua caliente, corriente trifásica, teléfono.
	213.38	90.64	87.36	79.99	134.78	28.98	83.54



E	ADOBE, TAPIAL O QUINCHA	Madera con material impermeabilizante	Parquet de 2da. loseta veneciana 30x30, lajas de cemento con canto rodado.	Ventanas de fierro y puertas de madera selecta (caoba o similar), vidrio simple transparente (4).	Superficie de ladrillo caravista.	Baños con mayolica blanca parcial.	Agua fría, agua caliente, corriente monofásica, teléfono.
	167.52	41.61	72.25	61.10	112.13	13.22	46.49
F	Madera (estoraque, pumaquiro, huayruro, machinga, catahua amarilla, copaiba, diablo fuerte, tornillo o similares), Drivall o similar (sin techo).	Calamina metálica, flocemento o teja sobre viguería de madera corriente.	Loseta corriente, canto rodado, alfombra.	Ventanas de fierro o aluminio industrial, puertas contraplacadas de madera (cedro o similar), puertas material MDF o HDF, vidrio simple transparente (4).	Tarrajeo frotachado y/o yeso moldurado, pintura lavable.	Baños blancos sin mayolica.	Agua fría, corriente monofásica, teléfono.
	104.48	33.24	59.01	47.25	66.88	11.24	30.22
G	Pircado con mezcla de barro.	Sin techo	Loseta vinílica, cemento bruñado coloreado, tapizón.	Madera corriente con marcos en puertas y ventanas de PVC o madera corriente.	Estucado de yeso y/o barro, pintura al temple o agua.	Sanitarios básicos de losa de 2da, fierro fundido o granito.	Agua fría, corriente monofásica sin empotrar..
	61.55	0.00	44.14	27.84	49.67	7.73	17.8
H			Cemento pulido, ladrillo corriente, entablado corriente.	Madera rústica.	Pintado en ladrillo rústico, placa de concreto o similar.	Sin aparatos sanitarios.	Sin instalación eléctrica y sanitaria.
			23.85	13.92	19.87	0.00	0.00
I			Tierra compactada.	Sin puertas ni ventanas	Sin revestimientos en ladrillo, adobe o similar.		
			5.25	0.00	0.00		

EN EDIFICIOS AUMENTAR EL VALOR POR M2 EN 5 % A PARTIR DEL 5 PISO  
 EL VALOR UNITARIO POR M2 PARA UNA EDIFICACIÓN DETERMINADA, SE OBTIENE SUMANDO LOS VALORES SELECCIONADOS DE UNA DE LAS 7 COLUMNAS DEL CUADRO, DE ACUERDO A SUS CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES. LA DEMARCAÇÃO TERRITORIAL, CONSIDERADA ES DE USO EXCLUSIVO PARA LA APLICACIÓN DEL PRESENTE CUADRO ABARCA LAS LOCALIDADES UBICADAS EN LA FAJA LONGITUDINAL DEL TERRITORIO LIMITADA, AL NORTE POR LA FRONTERA CON ECUADOR, AL SUR POR LA FRONTERA CON CHILE Y BOLIVIA. AL OESTE POR LA CURVA DE NIVEL DE 2000 m.s.n.m QUE LA SEPARA DE LA COSTA ESTE, POR UNA CURVA DE NIVEL QUE LA SEPARA DE LA SELVA, QUE PARTIENDO DE LA FRONTERA CON EL ECUADOR, CONTINUA HASTA SU CONFLUENCIA CON EL RIO NOVA, AFLUENTE DEL SAN ALEJANDRO, EN DONDE ASCIENDE HASTA LA COTA 2000 Y CONTINUA POR ESTA HACIA EL SUR HASTA SU CONFLUENCIA CON EL RIO SANABENI, AFLUENTE DEL ENE, DE ESTE PUNTO BAJA HASTA LA COTA 1500 Y CONTINUA HASTA LA FRONTERA CON BOLIVIA.  
 (1) REFERIDO AL DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO, CON PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO. (2) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECÁNICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO, SON COLOREADOS EN SU MASA PERMITIENDO LA VISIBILIDAD ENTRE 14% Y 83%.  
 (3) REFERIDO AL VIDRIO QUE RECIBE TRATAMIENTO PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA MECÁNICA Y PROPIEDADES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO, PERMITEN LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%. (4) REFERIDO AL VIDRIO PRIMARIO SIN TRATAMIENTO, PERMITEN LA TRANSMISIÓN DE LA VISIBILIDAD ENTRE 75% Y 92%.  
 (5) SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA Y DESAGÜE, REFERIDO A INSTALACIONES INTERIORES SUBTERRÁNEAS (CISTERNAS, TANQUES SÉPTICOS) Y AÉREAS (TANQUES ELEVADOS) QUE FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA EDIFICACIÓN (6) PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LA COLUMNA Nº 2 (7) SE CONSIDERA COMO MÍNIMO LAVATORIO, INODORO Y DUCHA O TINA.

Fuente: CONATA (2017)

Tabla 4.9: Tabla de Depreciación por Antigüedad y Estado de Conservación según el material estructural predominante

ANTIGÜEDAD	MATERIAL CONSTRUÍDO	TABLA DE DEPRECIACIÓN POR ANTIGÜEDAD Y ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGUN EL MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE															
		CASA, HABITACION Y DEPARTAMENTOS PARA VIVIENDAS				TIENDAS COMO DEPÓSITOS, CENTROS DE RECREACION O ESPARCIMIENTO, CLUB SOCIALES O INSTITUCIONES				EDIFICIOS - OFICINAS				CLINICAL, HOSPITALES, COMES, INDUSTRIAL, COLEGIOS Y TALLERES			
		ESTADO DE CONSERVACIÓN				ESTADO DE CONSERVACIÓN				ESTADO DE CONSERVACIÓN				ESTADO DE CONSERVACIÓN			
		May Bueno	Buena	Regular	Mala	May Bueno	Buena	Regular	Mala	May Bueno	Buena	Regular	Mala	May Bueno	Buena	Regular	Mala
hasta 5 años	Concreto	0	0	10	33	0	0	10	33	0	0	10	33	0	0	10	33
	Ladrillo	0	0	20	60	0	0	20	60	0	0	20	60	0	0	20	60
5 a 10 años	Concreto	0	0	15	35	2	7	12	37	2	0	10	30	2	0	10	30
	Ladrillo	3	11	20	43	4	12	24	44	5	13	25	45	5	16	28	48
10 a 15 años	Concreto	3	8	13	38	5	10	15	40	6	11	16	41	6	11	16	41
	Ladrillo	6	14	25	46	6	16	28	48	9	17	29	49	9	20	32	52
15 a 20 años	Concreto	11	20	30	55	17	27	37	62	18	28	38	63	18	28	38	63
	Ladrillo	8	17	26	51	12	20	30	57	13	21	31	58	13	24	34	60
20 a 25 años	Concreto	8	14	22	48	12	20	30	55	12	20	30	54	12	20	30	54
	Ladrillo	12	20	30	55	17	27	37	62	18	28	38	63	18	28	38	63
25 a 30 años	Concreto	9	14	19	44	11	18	27	50	12	17	26	47	12	18	27	47
	Ladrillo	12	20	30	55	17	27	37	62	18	28	38	63	18	28	38	63
30 a 35 años	Concreto	12	17	22	47	14	19	24	49	15	20	25	50	15	20	25	50
	Ladrillo	15	23	33	57	20	28	38	65	21	29	41	61	21	32	44	63
35 a 40 años	Concreto	16	20	25	45	16	20	25	45	16	20	25	45	16	20	25	45
	Ladrillo	18	28	38	60	22	32	42	67	24	34	44	69	24	34	44	69
40 a 45 años	Concreto	16	20	25	45	16	20	25	45	16	20	25	45	16	20	25	45
	Ladrillo	19	29	39	62	24	34	44	70	25	35	45	71	25	35	45	71
45 a 50 años	Concreto	18	23	28	50	17	22	27	52	17	22	27	52	17	22	27	52
	Ladrillo	21	29	41	61	28	38	48	73	29	37	49	74	29	37	49	74
50 a 55 años	Concreto	21	26	31	56	20	26	31	56	20	26	31	56	20	26	31	56
	Ladrillo	24	32	44	64	32	40	52	77	33	41	53	78	33	41	53	78
55 a 60 años	Concreto	24	28	34	59	23	29	35	61	27	32	37	62	27	32	37	62
	Ladrillo	27	35	47	67	35	44	56	81	37	45	57	82	37	45	57	82
60 a 65 años	Concreto	27	32	37	62	25	34	43	74	28	36	45	75	28	36	45	75
	Ladrillo	30	38	50	70	40	48	60	86	41	49	61	87	41	49	61	87
65 a 70 años	Concreto	28	35	40	65	26	33	39	70	29	35	41	76	29	35	41	76
	Ladrillo	32	40	52	72	45	57	69	91	47	59	71	92	47	59	71	92

\* El punto deberá indicar la presencia o no del mismo.  
 NOTA: En el caso de la edificación muy está de estado de conservación, el punto establecido o superior del porcentaje de depreciación.  
 Fuente: CONATA (2017)

Los resultados de costo por metro cuadrado y costo total de la estructura que se obtuvieron se muestran en la Tabla 4.10, Tabla 4.11 y Figura 4.13.

**Tabla 4.10:** Costo por m<sup>2</sup> del Monumento Hotel Palermo

COSTO POR M2 DEL MONUMENTO HOTEL PALERMO EN EL CENTRO HISTORICO DE HUANCAYO										
TIPOLOGIA	VALORES UNITARIOS POR PARTIDAS POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA						SUB TOTAL	DEPRECIACION	COSTO TOTAL POR M2	
	ESTRUCTURAS		ACABADOS			INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS				
	MUROS Y COLUMNAS	TECHOS	PISOS	PUERTAS Y VENTANAS	REVESTIMIENTOS		BAÑOS	S/.	%	S/.
Adobe - Quincha	S/167.52	S/33.24	S/23.85	S/27.84	S/49.67	S/13.22	S/30.22	S/345.56	65%	S/120.95

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4.11:** Costo Total del Monumento Hotel Palermo según CONATA

COSTO TOTAL DEL MONUMENTO HOTEL PALERMO SEGÚN CONATA			
NUMERO DE PISOS	AREA TOTAL CONSTRUIDA	COSTO POR m <sup>2</sup>	VALOR DE LA CONSTRUCCION DEL EDIFICIO
Nº	m <sup>2</sup>	S/.	S/.
3	1326	S/120.95	S/481,265.38

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 4.13:** Costo Total del Hotel Palermo según CONATA

Fuente: Elaboración Propia

**b) Nivel de Daño Estimado**, calculado para los tres escenarios, basado en la ecuación del índice de daño respecto al índice de vulnerabilidad normalizado.

**Tabla 4.12:** Nivel de daño estimado del Monumento Hotel Palermo

INDICE DE DAÑO DEL HOTEL PALERMO EN LOSTRES ESCENARIOS SISMICOS			
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO %	INDICE DE DAÑO ID %		
	0.18g	0.24g	0.34g
Iv %			
40	56	79	100
<b>30.07</b>	<b>47</b>	<b>66</b>	<b>100</b>
30	47	66	100

Fuente: Elaboración Propia



Figura 4.14: Nivel de daño (%) estimado del Monumento Hotel Palermo

Fuente: Elaboración Propia

c) **Pérdida Económica**, finalmente para la obtención de pérdidas económicas en cada escenario sísmico se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdida Económica} = \text{Nivel de Daño Estimado} * \text{Costo de la Edificación}$$

Tabla 4.13: Pérdida económica del Hotel Palermo en los tres escenarios sísmicos

CÁLCULO DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS DEL HOTEL PALERMO EN LOS TRES ESCENARIOS SÍSMICOS									
NIVEL DE DAÑO ESTIMADO (%)						COSTO DE LA EDIFICACIÓN		PÉRDIDA ECONÓMICA	
0.18g	NIVEL	0.24g	NIVEL	0.34g	NIVEL	S/.	0.18g	0.24g	0.34g
56%	FUERTE	79%	SEVERO	100%	COLAPSO	S/481,265.38	S/269,508.62	S/380,199.65	S/481,265.38
47%	FUERTE	66%	SEVERO	100%	COLAPSO	S/481,265.38	S/226,194.73	S/317,635.15	S/481,265.38
47%	FUERTE	66%	SEVERO	100%	COLAPSO	S/481,265.38	S/226,194.73	S/317,635.15	S/481,265.38

Fuente: Elaboración Propia



Figura 4.15: Pérdida Económica (S/.) del Monumento Hotel Palermo

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. ANÁLISIS DINÁMICO DE VULNERABILIDAD SISMICA DEL MONUMENTO HOTEL PALERMO

### 4.2.1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON PROGRAMA SAP2000

#### 4.2.1.1. DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

El Hotel Palermo de estructura antigua de más de 200 años con ambientes destinados a hotelería y comercio tiene un área de 700m<sup>2</sup> aproximadamente en forma de U como muestra la Figura 4.15, conformada por tres pisos, el primer nivel con un área de 542m<sup>2</sup>, el segundo nivel con un área de 527m<sup>2</sup> y el tercer nivel con un área de 257m<sup>2</sup>, conformando un área total construida de 1326m<sup>2</sup>, además, cuenta con 63 habitaciones con 1 patio, donde en el primer nivel tiene 17 ambientes, segundo nivel 28 ambientes y el tercer nivel 18 ambientes.

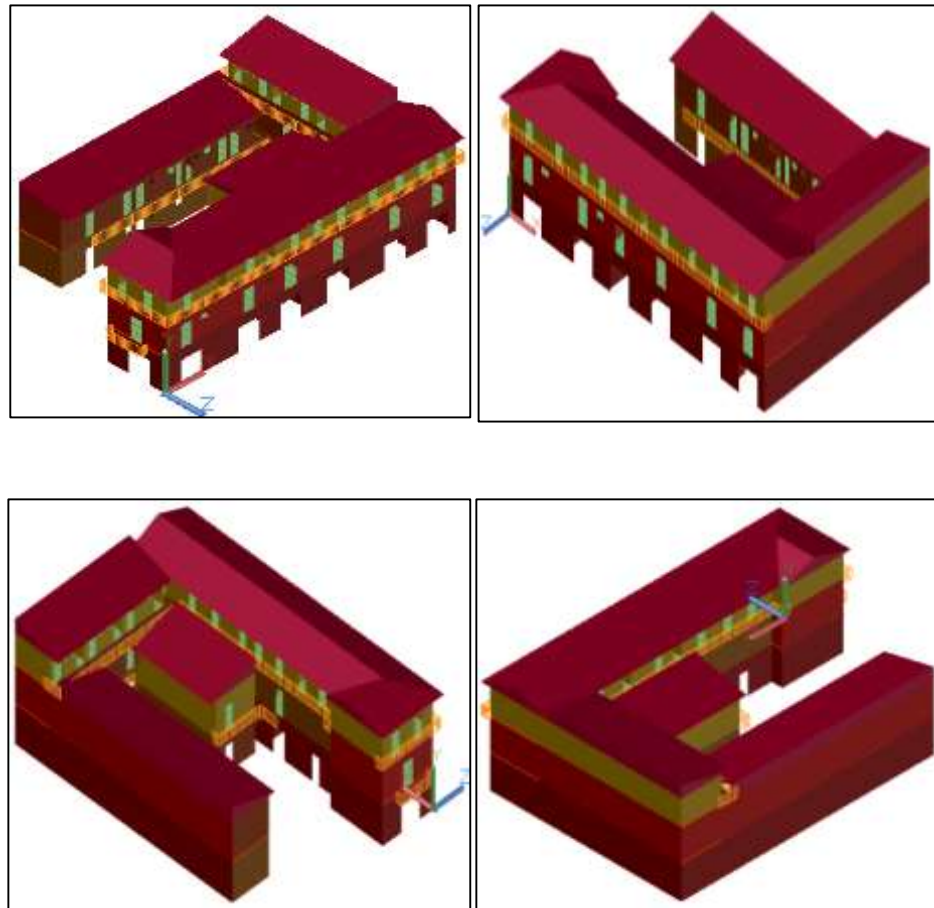


**Figura 4.16:** Vista de áreas en Planta del 1º, 2º y 3º piso

**Fuente:** Elaboración Propia

La estructura en estudio está constituido de dos pisos de alturas de 3.70m en el primer nivel y 3.50m en el segundo nivel de material de adobe con muros de espesor de 1.20m, 1.10m, 0.80m y 0.60m y un piso de altura de 2.80m en el tercer nivel, de material de quincha conformado por caña brava, listones de madera y mortero de barro, con muro de espesor de 0.10m que lo hace menos pesado y más flexible a movimientos sísmicos, llegando a tener la edificación una altura total de 10m sobre el terreno, donde el arrostramiento de toda la estructura se da de muro a muro, lográndose una mayor rigidez de la estructura con los muros de mayor espesor que cumplen la función de resistir cargas axiales, cortantes y momentos flectores producidas por solicitaciones de peso propio, viento y sismo, sin ningún tipo de refuerzo ya que fueron construidos antes de la promulgación de la primera norma E.030, además cuenta con puertas de 2.40x2.50m y 2.60x2.50m en el primer nivel, puertas de 1.20x2.20m y 1.00x2.20m y ventanas de 0.90x0.60m en el segundo nivel y puertas de 1.00x2.25m

en el tercer nivel, además con entrepiso de vigas y entablado de madera y el techo conformado por cobertura de calamina la cual se apoya sobre un tijeral con correas ambos de madera bastante rustico lo cual no constituye un diafragma rígido como se aprecia en la Figura 4.16 y 4.17.



**Figura 4.17:** Vistas isométricas del Monumento Hotel Palermo

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 4.18:** Vista de alturas por piso del Hotel Palermo

**Fuente:** Elaboración Propia



#### 4.2.1.2. METRADO DE CARGAS

##### ➤ Carga Muerta

Las cargas muertas se obtuvieron en base a las dimensiones de los materiales y a los pesos unitarios referidos en el RNE E.020, las cuales actuarán permanentemente en la estructura como peso real de los muros, entresijos, entablados y coberturas.

- Peso Unitario del Adobe : 1600 Kg/m<sup>3</sup> (E.020)
- Peso Unitario del Quincha : 1215 Kg/m<sup>3</sup> (ININVI)
- Peso Unitario de la Madera: 900 Kg/m<sup>3</sup> (E.020)

- Carga muerta de los muros de adobe en dirección “X” del primer nivel:

METRADO DE CARGAS DEL PRIMER PISO								
METRADO DE CARGAS DE MUROS								
EJE X-X (PRIMER PISO)								
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PESO ESPECIFICO (Kg/m <sup>3</sup> )	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)	
120	86.80	1.20	3.70	385.39	1600.00	616627.20	616.63	
80	30.50	0.80	3.70	90.28	1600.00	144448.00	144.45	
40	17.95	0.40	3.70	26.57	1600.00	42505.60	42.51	
10	1.40	0.10	3.70	0.52	1215.00	629.37	0.63	
PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION X-X						804210.17	804.21	
APERTURAS EN MUROS DEBIDO A PUERTAS								
EJE X-X (PRIMER PISO)								
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	N° PUERTAS (unid)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PESO ESPECIFICO (Kg/m <sup>3</sup> )	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
120	2.60	1.20	2.50	1	7.80	1600.00	12480.00	12.48
	2.40	1.20	2.50	3	21.60	1600.00	34560.00	34.56
	2.35	1.20	2.50	1	7.05	1600.00	11280.00	11.28
	2.30	1.20	2.50	1	6.90	1600.00	11040.00	11.04
	1.50	1.20	2.50	2	9.00	1600.00	14400.00	14.40
	0.90	1.20	2.50	3	8.10	1600.00	12960.00	12.96
80	1.00	0.80	2.40	5	9.60	1600.00	15360.00	15.36
40	0.90	0.40	2.20	2	1.58	1600.00	2534.40	2.53
10	0.70	0.10	2.00	2	0.28	1215.00	340.20	0.34
PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION X-X						114954.60	114.95	

APERTURAS EN MUROS DEBIDO A VENTANAS								
EJE X-X (PRIMER PISO)								
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	N° VENTANAS (unid)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kg/m³)	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
80	0.70	0.80	0.75	4	1.68	1600.00	2688.00	2.69
40	0.75	0.40	0.75	2	0.45	1600.00	720.00	0.72
PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION X-X							3408.00	3.41
PESO TOTAL DEL MURO EN X-X - PESO TOTAL DE APERTURAS EN MUROS EN X-X								685.85

- Carga muerta de los muros de adobe en dirección “Y” del primer nivel:

METRADO DE CARGAS DE MUROS							
EJE Y-Y (PRIMER PISO)							
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kg/m³)	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
120	36.75	1.20	3.70	163.17	1600.00	261072.00	261.07
110	4.25	1.10	3.70	17.30	1600.00	27676.00	27.68
80	44.80	0.80	3.70	132.61	1600.00	212172.80	212.17
40	5.85	0.40	3.70	8.66	1600.00	13852.80	13.85
10	18.15	0.10	3.70	6.72	1215.00	8159.33	8.16
PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION Y						522932.93	522.93

APERTURAS EN MUROS DEBIDO A PUERTAS								
EJE Y-Y (PRIMER PISO)								
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	N° PUERTAS (unid)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kg/m³)	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
120	2.40	1.20	2.40	1	6.91	1600.00	11059.20	11.06
	1.50	1.20	2.40	1	4.32	1600.00	6912.00	6.91
110	1.50	1.10	2.40	1	3.96	1600.00	6336.00	6.34
	1.50	0.80	2.40	1	2.88	1600.00	4608.00	4.61
80	1.20	0.80	2.40	4	9.22	1600.00	14745.60	14.75
	0.90	0.80	2.20	1	1.58	1600.00	2534.40	2.53
40	0.80	0.40	2.20	2	1.41	1600.00	2252.80	2.25
10	0.90	0.10	2.00	3	0.54	1215.00	656.10	0.66
PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION X-X							49104.10	49.10
PESO TOTAL DEL MURO EN Y-Y - PESO TOTAL DE APERTURAS EN MUROS EN Y-Y								473.83
PESO TOTAL DE LOS MUROS DEL PRIMER PISO								1159.68

- Carga muerta de los muros de adobe en dirección “X” del segundo nivel:

METRADO DE CARGAS DEL SEGUNDO PISO							
METRADO DE CARGAS DE MUROS							
EJE X-X (SEGUNDO PISO)							
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kg/m³)	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
110	61.60	1.10	3.50	237.16	1600.00	379456.00	379.46
80	25.40	0.80	3.50	71.12	1600.00	113792.00	113.79
60	31.00	0.60	3.50	65.10	1600.00	104160.00	104.16
40	5.95	0.40	3.50	8.33	1600.00	13328.00	13.33
10	45.50	0.10	3.50	15.93	1215.00	19348.88	19.35
PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION X-X						630084.88	630.08

APERTURAS EN MUROS DEBIDO A PUERTAS								
EJE X-X (SEGUNDO PISO)								
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	N° PUERTAS (unid)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kglm³)	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
110	1.20	1.10	2.20	3	8.71	1600.00	13939.20	13.94
	1.00	1.10	2.20	3	7.26	1600.00	11616.00	11.62
80	1.50	0.80	2.00	1	2.40	1600.00	3840.00	3.84
	1.00	0.80	2.00	4	6.40	1600.00	10240.00	10.24
60	0.90	0.60	2.00	8	8.64	1600.00	13824.00	13.82
10	0.90	0.10	2.00	12	2.16	1215.00	2624.40	2.62
<b>PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION X-X</b>							<b>56083.60</b>	<b>56.08</b>

APERTURAS EN MUROS DEBIDO A VENTANAS								
EJE X-X (SEGUNDO PISO)								
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	N° VENTANAS (unid)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kglm³)	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
110	0.90	1.10	0.60	2	1.19	1600.00	1900.80	1.90
60	0.50	0.60	0.75	4	0.90	1600.00	1440.00	1.44
10	0.70	0.10	0.75	6	0.32	1215.00	382.73	0.38
<b>PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION X-X</b>							<b>3723.53</b>	<b>3.72</b>
<b>PESO TOTAL DEL MURO EN X-X - PESO TOTAL DE APERTURAS EN MUROS EN X-X</b>								<b>570.28</b>

- Carga muerta de los muros de adobe en dirección “Y” del segundo nivel:

METRADO DE CARGAS DE MUROS								
EJE Y-Y (SEGUNDO PISO)								
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kglm³)	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)	
110	28.00	1.10	3.50	107.80	1600.00	172480.00	172.48	
80	19.80	0.80	3.50	55.44	1600.00	88704.00	88.70	
60	21.69	0.60	3.50	45.55	1600.00	72878.40	72.88	
10	84.18	0.10	3.50	29.46	1215.00	35797.55	35.80	
<b>PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION Y-Y</b>							<b>369859.95</b>	<b>369.86</b>
APERTURAS EN MUROS DEBIDO A PUERTAS								
EJE Y-Y (SEGUNDO PISO)								
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	N° PUERTAS (unid)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kglm³)	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
110	1.00	1.10	2.20	1	2.42	1600.00	3872.00	3.87
	1.50	0.80	2.20	3	7.92	1600.00	12672.00	12.67
80	1.00	0.80	2.20	1	1.76	1600.00	2816.00	2.82
	1.20	0.60	2.20	4	6.34	1600.00	10137.60	10.14
60	1.50	0.10	2.00	6	1.80	1215.00	2187.00	2.19
	1.20	0.10	2.20	9	2.38	1215.00	2886.84	2.89
10	0.90	0.10	2.00	3	0.54	1215.00	656.10	0.66
	0.70	0.10	2.00	1	0.14	1215.00	170.10	0.17
<b>PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION Y-Y</b>							<b>35387.64</b>	<b>35.40</b>
<b>PESO TOTAL DEL MURO EN Y-Y - PESO TOTAL DE APERTURAS EN MUROS EN Y-Y</b>								<b>334.46</b>
<b>PESO TOTAL DE LOS MUROS DEL SEGUNDO PISO</b>								<b>904.74</b>

- Carga muerta de los muros de quincha en dirección “X” del tercer nivel:



METRADO DE CARGAS DEL TERCER PISO							
METRADO DE CARGAS DE MUROS							
EJE X-X (TERCER PISO)							
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PESO ESPECIFICO (Kg/m <sup>3</sup> )	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
10	109.87	0.10	2.80	30.76	1215.00	37377.77	37.38
PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION X-X						37377.77	37.38

APERTURAS EN MUROS DEBIDO A PUERTAS								
EJE X-X (TERCER PISO)								
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	N° PUERTAS (unidad)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PESO ESPECIFICO (Kg/m <sup>3</sup> )	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
10	1.00	0.10	2.00	11	2.20	1215.00	2673.00	2.67
10	0.95	0.10	2.00	1	0.19	1215.00	230.85	0.23
10	0.90	0.10	2.00	9	1.62	1215.00	1968.30	1.97
PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION X-X							4872.15	4.87

PESO TOTAL DEL MURO EN X-X - PESO TOTAL DE APERTURAS EN MUROS EN X-X							32.51
--	--	--	--	--	--	--	-------

- Carga muerta de los muros de quincha en dirección “Y” del tercer nivel:

METRADO DE CARGAS DE MUROS							
EJE Y-Y (TERCER PISO)							
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PESO ESPECIFICO (Kg/m <sup>3</sup> )	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
10	92.71	0.10	2.80	25.96	1215.00	31539.94	31.54
PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION Y-Y						31539.94	31.54

APERTURAS EN MUROS DEBIDO A PUERTAS								
EJE Y-Y (TERCER PISO)								
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	N° PUERTAS (unidad)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PESO ESPECIFICO (Kg/m <sup>3</sup> )	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
	1.20	0.10	2.00	1	0.24	1215.00	291.60	0.29
10	1.00	0.10	2.00	2	0.40	1215.00	486.00	0.49
	0.90	0.10	2.00	7	1.26	1215.00	1530.90	1.53
PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION Y-Y							2308.50	2.31

APERTURAS EN MUROS DEBIDO A VENTANAS								
EJE Y-Y (TERCER PISO)								
MURO (cm)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	N° PUERTAS (unidad)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PESO ESPECIFICO (Kg/m <sup>3</sup> )	PESO DEL MURO (Kg)	PESO DEL MURO (Ton)
10	0.70	0.10	0.75	6	0.32	1215.00	382.73	0.38
PESO TOTAL DEL MURO EN DIRECCION Y-Y							382.73	0.38

PESO TOTAL DEL MURO EN Y-Y - PESO TOTAL DE APERTURAS EN MUROS EN Y-Y							28.85
--	--	--	--	--	--	--	-------

PESO TOTAL DE LOS MUROS DEL TERCER PISO							61.35
---	--	--	--	--	--	--	-------

PESO TOTAL DEL MURO DE ADOBE DEL PRIMER PISO	1159.68	Ton.
PESO TOTAL DEL MURO DE ADOBE DEL SEGUNDO PISO	904.74	Ton.
PESO TOTAL DEL MURO DE QUINCHA DEL TERCER PISO	61.35	Ton.
PESO TOTAL DE LOS MUROS DEL EDIFICIO	2125.77	Ton.

- Carga muerta del entrepiso:

METRADO DE CARGAS DEL ENTREPISO								
CARGA MUERTA DEL ENTREPISO								
PISO N°	ELEMENTO	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kg/m³)	PESO (Kg)	PESO (Ton)
1	ENTREPISO	554.10	0.05	0.15	4.16	900.00	3740.18	3.74
2	ENTREPISO	338.70	0.05	0.15	2.54	900.00	2286.23	2.29
TOTAL CARGA MUERTA DEL ENTREPISO							6026.40	6.03

- Carga muerta del entablado:

METRADO DE CARGAS DEL ENTABLADO								
CARGA MUERTA DEL ENTABLADO								
PISO N°	ELEMENTO	AREA (m²)	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kg/m³)	PESO (Kg)	PESO (Ton)	
1	ENTABLADO	301.14	0.03	7.53	900.00	6775.65	6.78	
2	ENTABLADO	221.85	0.03	5.55	900.00	4991.63	4.99	
TOTAL CARGA MUERTA DEL ENTABLADO							11767.28	11.77

- Carga muerta del corredor:

METRADO DE CARGAS DEL CORREDOR								
CARGA MUERTA DEL CORREDOR								
PISO N°	ELEMENTO	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kg/m³)	PESO (Kg)	PESO (Ton)
1	CORREDOR	59.40	0.85	0.03	1.26	900.00	1136.03	1.14
2	CORREDOR	84.60	0.85	0.03	1.80	900.00	1617.98	1.62
TOTAL CARGA MUERTA DEL CORREDOR							2754.00	2.75

- Carga muerta de la escalera:

METRADO DE CARGAS DE LA ESCALERA								
CARGA MUERTA DE LA ESCALERA								
PISO N°	ELEMENTO	AREA (m²)	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kg/m³)	PESO (Kg)	PESO (Ton)	
1	ESCALERA	5.90	0.03	0.15	900.00	132.75	0.13	
TOTAL CARGA MUERTA DE LA ESCALERA							132.75	0.13

- Carga muerta del tijeral:

METRADO DE CARGAS DEL TIJERAL								
CARGA MUERTA DEL TIJERAL								
PISO N°	ELEMENTO	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kg/m³)	PESO (Kg)	PESO (Ton)
2	TIJERAL	212.27	0.05	0.08	0.80	900.00	716.41	0.72
3	TIJERAL	804.38	0.05	0.08	3.02	900.00	2714.79	2.71
TOTAL CARGA MUERTA DEL TIJERAL							3431.20	3.43

- Carga muerta de las correas:

METRADO DE CARGAS DE LAS CORREAS								
CARGA MUERTA DE LAS CORREAS								
PISO N°	ELEMENTO	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m³)	PESO ESPECIFICO (Kg/m³)	PESO (Kg)	PESO (Ton)
2	CORREA	430.30	0.08	0.03	0.81	900.00	726.13	0.73
3	CORREA	742.11	0.08	0.03	1.39	900.00	1252.31	1.25
<b>TOTAL CARGA MUERTA DE LAS CORREAS</b>							1978.44	1.98

- Carga muerta de la cobertura de calamina:

METRADO DE CARGAS DE LA COBERTURA DE CALAMINA					
CARGA MUERTA DE LA COBERTURA DE CALAMINA					
PISO N°	ELEMENTO	AREA (m²)	PESO (Kg/m²)	PESO (Kg)	PESO (Ton)
2	COBERTURA	127.45	5.00	637.25	0.64
3	COBERTURA	318.90	5.00	1594.50	1.59
<b>TOTAL CARGA MUERTA DE LA COBERTURA</b>				2231.75	2.23

### ➤ Carga Viva

Las cargas vivas se obtuvieron en base a los valores de cargas vivas mínimas repartidas referidas en el RNE E.020, para los diferentes tipos de ocupación o uso, las cuales actuaran como sobrecarga en la estructura.

- Sobrecarga en cuartos : 200 Kg/m² (E.020)
- Sobrecarga en escaleras y corredores : 400 Kg/m² (E.020)
- Sobrecarga en techos con cobertura liviana: 30 Kg/m² (E.020)

- Carga viva de los cuartos:

METRADO DE CARGA VIVA DEL CUARTO							
CARGA VIVA DEL CUARTO							
PISO N°	ELEMENTO	AREA m²	S/C Kg/m²	PESO Kg	PESO Ton	25% PESO Kg	25% PESO Ton
1	CUARTO	301.14	200.00	60228.00	60.23	15057.00	15.06
2	CUARTO	221.85	200.00	44370.00	44.37	11092.50	11.09
<b>TOTAL CARGA VIVA DEL CUARTO</b>				104598.00	104.60	26149.50	26.15

- Carga viva de los corredores:

METRADO DE CARGA VIVA DE CORREDORES							
CARGA VIVA DEL CORREDOR							
PISO N°	ELEMENTO	AREA m <sup>2</sup>	S/C Kg/m <sup>2</sup>	PESO Kg	PESO Ton	25% PESO Kg	25% PESO Ton
1	CORREDOR	70.48	400.00	28192.00	28.19	7048.00	7.05
2	CORREDOR	76.32	400.00	30528.00	30.53	7632.00	7.63
<b>TOTAL CARGA VIVA DEL CORREDOR</b>				<b>58720.00</b>	<b>58.72</b>	<b>14680.00</b>	<b>14.68</b>

- Carga viva de las escaleras:

METRADO DE CARGA VIVA DE ESCALERAS							
CARGA VIVA DE LA ESCALERA							
PISO N°	ELEMENTO	AREA m <sup>2</sup>	S/C Kg/m <sup>2</sup>	PESO Kg	PESO Ton	25% PESO Kg	25% PESO Ton
1	ESCALERA	5.90	400.00	2360.00	2.36	590.00	0.59
<b>TOTAL CARGA VIVA DE LA ESCALERA</b>				<b>2360.00</b>	<b>2.36</b>	<b>590.00</b>	<b>0.59</b>

- Carga viva de la cobertura de calamina:

METRADO DE CARGA VIVA DE LA COBERTURA							
CARGA VIVA DE LA COBERTURA							
PISO N°	ELEMENTO	AREA m <sup>2</sup>	S/C Kg/m <sup>2</sup>	PESO Kg	PESO Ton	25% PESO Kg	25% PESO Ton
2	COBERTURA	127.45	30.00	3823.50	3.82	955.88	0.96
3	COBERTURA	318.90	30.00	9567.00	9.57	2391.75	2.39
<b>TOTAL CARGA VIVA DE LA COBERTURA</b>				<b>13390.50</b>	<b>13.39</b>	<b>3347.63</b>	<b>3.35</b>

Resumen del Metrado de Cargas:

**Tabla 4.14:** Resumen de Metrado de Cargas del Hotel Palermo

RESUMEN DEL METRADO DE CARGAS			
NOMBRE	PESO	Und	%
<b>PRIMER PISO</b>			
MURO	1159.68	Ton	52.66
ENTREPISO	3.74	Ton	0.17
ENTABLADO	6.78	Ton	0.31
CORREDOR	1.14	Ton	0.05
ESCALERA	0.13	Ton	0.01
S/C (25%)	22.70	Ton	1.03
<b>TOTAL</b>	<b>1194.17</b>	<b>Ton</b>	<b>54.23</b>
<b>SEGUNDO PISO</b>			
MURO	904.74	Ton	41.09
ENTREPISO	2.29	Ton	0.10
ENTABLADO	4.99	Ton	0.23
CORREDOR	1.62	Ton	0.07
TIJERAL	0.96	Ton	0.04
CORREA	1.45	Ton	0.07
COBERTURA	0.64	Ton	0.03
S/C (25%)	19.68	Ton	0.89
<b>TOTAL</b>	<b>936.37</b>	<b>Ton</b>	<b>42.52</b>
<b>TERCER PISO</b>			
MURO	61.36	Ton	2.79
TIJERAL	3.62	Ton	0.16
CORREA	2.50	Ton	0.11
COBERTURA	1.59	Ton	0.07
S/C (25%)	2.39	Ton	0.11
<b>TOTAL</b>	<b>71.46</b>	<b>Ton</b>	<b>3.25</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2202.00</b>	<b>Ton</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Repartición de Carga Muerta y Carga Viva hacia los muros portantes:**

Las cargas muertas repartidas (entrepiso, entablado, corredor, escalera, tijeral, correas, cobertura) y cargas vivas repartidas (cuartos, corredor, escalera y cobertura) serán distribuidas mediante vigas de propiedad nula, sin sección ni tipo de material, las cuales transferirá las cargas repartidas a todos los muros portantes, donde el peso propio de los elementos lo designara por defecto el software.

$$\text{Carga Repartida} = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Longitud de Muros Portantes (m)}}$$

LONGITUD DE MUROS PORTANTES POR PISO			
PISO	LONGITUD DE MUROS PORTANTES		
Nº	X-X (m)	Y-Y (m)	(m)
3º	109.87	92.71	202.58
2º	169.45	153.67	323.12
1º	136.65	109.8	246.45

➤ **Repartición de carga muerta**

- Repartición de carga muerta del entrepiso a los muros portantes:

CARGA MUERTA REPARTIDA DEL ENTREPISO				
PISO Nº	ELEMENTO	PESO (Kg)	LONGITUD DE MUROS (m)	CARGA REPARTIDA Kg/m
1	ENTREPISO	3740.18	246.45	15.18
2	ENTREPISO	2286.23	323.12	7.08

- Repartición de carga muerta del entablado a los muros portantes

CARGA MUERTA REPARTIDA DEL ENTABLADO				
PISO Nº	ELEMENTO	PESO (Kg)	LONGITUD DE MUROS (m)	CARGA REPARTIDA Kg/m
1	ENTABLADO	6775.65	246.45	27.49
2	ENTABLADO	4991.63	323.12	15.45

- Repartición de carga muerta del corredor a los muros portantes



CARGA MUERTA REPARTIDA DEL CORREDOR				
PISO N°	ELEMENTO	PESO (Kg)	LONGITUD DE MUROS (m)	CARGA REPARTIDA Kg/m
1	CORREDOR	1136.03	246.45	4.61
2	CORREDOR	1619.89	323.12	5.01

- Repartición de carga muerta de la escalera a los muros portantes

CARGA MUERTA REPARTIDA DE LA ESCALERA				
PISO N°	ELEMENTO	PESO (Kg)	LONGITUD DE MUROS (m)	CARGA REPARTIDA Kg/m
1	ESCALERA	132.75	246.45	0.54

- Repartición de carga muerta del tijeral a los muros portantes:

CARGA MUERTA REPARTIDA DEL TIJERAL				
PISO N°	ELEMENTO	PESO (Kg)	LONGITUD DE MUROS (m)	CARGA REPARTIDA Kg/m
2	TIJERAL	955.22	323.12	2.96
3	TIJERAL	3619.71	202.58	17.87

- Repartición de carga muerta de las correas a los muros portantes:

CARGA MUERTA REPARTIDA DE CORREAS				
PISO N°	ELEMENTO	PESO (Kg)	LONGITUD DE MUROS (m)	CARGA REPARTIDA Kg/m
2	CORREAS	1452.26	323.12	4.49
3	CORREAS	2504.62	202.58	12.36

- Repartición de carga muerta de la cobertura a los muros portantes:

CARGA MUERTA REPARTIDA DE LA COBERTURA				
PISO N°	ELEMENTO	PESO (Kg)	LONGITUD DE MUROS (m)	CARGA REPARTIDA Kg/m
2	COBERTURA	637.25	323.12	1.97
3	COBERTURA	1594.50	202.58	7.87

#### ➤ Repartición de Carga Viva

- Repartición de carga viva de los cuartos a los muros portantes:

CARGA VIVA REPARTIDA DEL CUARTO				
PISO N°	ELEMENTO	PESO (Kg)	LONGITUD DE MUROS (m)	CARGA REPARTIDA Kg/m
1	CUARTO	60228.00	246.45	244.38
2	CUARTO	44370.00	323.12	137.32

- Repartición de carga viva del corredor a los muros portantes:

CARGA VIVA REPARTIDA DEL CORREDOR				
PISO N°	ELEMENTO	PESO (Kg)	LONGITUD DE MUROS (m)	CARGA REPARTIDA Kg/m
1	CORREDOR	28192.00	246.45	114.39
2	CORREDOR	30528.00	323.12	94.48

- Repartición de carga viva de la escalera a los muros portantes:

CARGA VIVA REPARTIDA DE LA ESCALERA				
PISO N°	ELEMENTO	PESO (Kg)	LONGITUD DE MUROS (m)	CARGA REPARTIDA Kg/m
1	ESCALERA	2360.00	246.45	9.58

- Repartición de carga viva de la cobertura a los muros portantes:

CARGA VIVA REPARTIDA DE LA COBERTURA				
PISO N°	ELEMENTO	PESO (Kg)	LONGITUD DE MUROS (m)	CARGA REPARTIDA Kg/m
2	COBERTURA	3823.50	323.12	11.83
3	COBERTURA	9567.00	202.58	47.23

#### 4.2.1.3. CALCULO DE DENSIDAD DE MUROS

En cada dirección y en cada piso de la edificación se debe procurar tener un balance de muros con la finalidad de otorgarle rigideces similares, este balance se ve evidenciado con el cálculo de la densidad de muros, donde: “Z”, “U” y “S” corresponden a los factores especificados en la NTP E.030, “N” es el número de pisos, “L” la longitud total del muro y “t” el espesor efectivo del muro.

**VERIFICACION DE DENSIDAD DE MURO**

**PARAMETROS SISMICOS**

**AREA EN PLANTA (Ap):**

Z	0.35	(Factor de Zona, Zona 3)	PRIMER PISO:	542.29	m <sup>2</sup>
U	1	(Factor de Uso, Categoría "C")	SEGUNDO PISO:	526.97	m <sup>2</sup>
S	1.15	(Factor de Suelo, S2 "Suelo Intermedio")	TERCER PISO:	257.13	m <sup>2</sup>
N	3	(Nº de Pisos)			

PRIMER PISO							
En Direccion X-X				En Direccion Y-Y			
MURO	L (m)	t (m)	Lt (m <sup>2</sup> )	MURO	L (m)	t (m)	Lt (m <sup>2</sup> )
120	86.80	1.20	104.16	120	36.75	1.20	44.10
110		1.10	0.00	110	4.25	1.10	4.68
80	30.50	0.80	24.40	80	44.80	0.80	35.84
40	17.95	0.40	7.18	40	5.85	0.40	2.34
10	1.40	0.10	0.14	10	18.15	0.10	1.82
			<b>SLt = 135.88</b>				<b>SLt = 88.77</b>

**En Direccion "X-X"**

$SLt / Ap \geq ZUSN / 56$

0.2506    0.0216    **CUMPLE**

**En Direccion "Y-Y"**

$SLt / Ap \geq ZUSN / 56$

0.1637    0.0216    **CUMPLE**

SEGUNDO PISO							
En Direccion X-X				En Direccion Y-Y			
MURO	L (m)	t (m)	Lt (m <sup>2</sup> )	MURO	L (m)	t (m)	Lt (m <sup>2</sup> )
110	61.60	1.10	67.76	110	28.00	1.10	30.80
80	25.40	0.80	20.32	80	18.00	0.80	14.40
60	31.00	0.60	18.60	60	23.49	0.60	14.09
40	5.95	0.40	2.38	40		0.40	0.00
10	45.50	0.10	4.55	10	84.18	0.10	8.42
			<b>SLt = 113.61</b>				<b>SLt = 67.71</b>

**En Direccion "X-X"**

$SLt / Ap \geq ZUSN / 56$

0.2156    0.0216    **CUMPLE**

**En Direccion "Y-Y"**

$SLt / Ap \geq ZUSN / 56$

0.1285    0.0216    **CUMPLE**

TERCER PISO							
En Direccion X-X				En Direccion Y-Y			
MURO	L (m)	t (m)	Lt (m <sup>2</sup> )	MURO	L (m)	t (m)	Lt (m <sup>2</sup> )
10	109.87	0.10	10.99	10	92.71	0.10	9.27
			<b>SLt = 10.99</b>				<b>SLt = 9.27</b>

**En Direccion "X-X"**

$SLt / Ap \geq ZUSN / 56$

0.0427    0.0216    **CUMPLE**

**En Direccion "Y-Y"**

$SLt / Ap \geq ZUSN / 56$

0.0361    0.0216    **CUMPLE**



RESUMEN DE LA VERIFICACION DE DENSIDAD DE MUROS					
DENSIDAD DE MUROS EN LA DIRECCION X-X					
PLANTA	AREA PLANTA (m <sup>2</sup> )	PESO TOTAL Ton	AREA DE MUROS (m <sup>2</sup> )	PESO DE MUROS EN X-X Ton	DENSIDAD ( $\rho$ ) (%)
TERCER PISO	257.13	61.36	10.99	32.51	4.27
SEGUNDO PISO	526.97	904.74	113.61	570.28	21.56
PRIMER PISO	542.29	1159.68	135.88	685.85	25.06
<b>TOTAL</b>	<b>1326.39</b>	<b>2125.78</b>	<b>260.48</b>	<b>1288.64</b>	<b>19.64</b> > $\rho_{min}=10\%$
DENSIDAD DE MUROS EN LA DIRECCION Y-Y					
PLANTA	AREA PLANTA (m <sup>2</sup> )	PESO TOTAL Ton	AREA DE MUROS (m <sup>2</sup> )	PESO DE MUROS EN Y-Y Ton	DENSIDAD ( $\rho$ ) (%)
TERCER PISO	257.13	61.36	9.27	28.85	3.61
SEGUNDO PISO	526.97	904.74	67.71	334.46	12.85
PRIMER PISO	542.29	1159.68	88.77	473.83	16.37
<b>TOTAL</b>	<b>1326.39</b>	<b>2125.78</b>	<b>165.75</b>	<b>837.14</b>	<b>12.50</b> > $\rho_{min}=10\%$

Como se puede observar la densidad de muros en la dirección “X-X” tiene valores aceptables por ende la más fuerte, no así la dirección “Y-Y” cuya densidad está muy cerca del límite ( $\rho_{min} = 10\%$ ) estipulado en la NTP E.070, que haría que los muros tengan unas sollicitaciones muy altas puesto que la fuerza lateral se divide para pocos elementos. El cumplimiento de este porcentaje garantiza la mitad de una buena configuración estructural, la otra mitad tiene que ver con la distribución de dichos muros de manera simétrica, ya que una distribución asimétrica conduce a problemas de torsión que incrementan las fuerzas cortantes y las deformaciones que actúan sobre cada muro durante un evento sísmico.

#### 4.2.1.4. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

Este análisis sísmico estático se realiza por medio de la aplicación de la norma E.030 “Diseño Sismorresistente”, en la que exige analizar en forma independiente en cada dirección con el 100% del sismo, ya sea en sentido de N-S o S-N y O-E o E-O, debido a que las aceleraciones horizontales del suelo son positivas y negativas y nos servirá para evaluar la fuerza cortante mínima en la base (numeral 25.2 – E.030) y las fuerzas sísmicas horizontales en cada nivel de la estructura, correspondiente a la dirección considerada (numeral 25.3 – E.030), una vez calculado el peso total del edificio (P).

Z = Factor de Zona (Zona 3)	= 0.35
U = Factor de Uso e importancia (Categoría C)	= 1.0
S = Factor de Suelo (S <sub>2</sub> , "Suelo Intermedio")	= 1.15
T <sub>p</sub> = Periodo que define la plataforma del espectro	= 0.6
T <sub>L</sub> = Periodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante	= 2.0
h <sub>n</sub> = Altura del edificio en metros	= 10
CT = Peso de estructuras con muros estructurales	= 60
T = Periodo fundamental de la estructura para el Análisis Estático.	

$$T = \frac{h}{CT}$$

T <sub>X</sub> = T <sub>Y</sub> = h <sub>n</sub> /CT = 10/60 = (periodo sin SAP2000)	= 0.1667
T <sub>X</sub> = T <sub>Y</sub> (1° periodo predominante con SAP2000)	= 0.2144

$$T < T_P$$

$$C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L$$

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L$$

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$\Rightarrow T < T_p \quad \Rightarrow 0.21 < 0.6 \quad \dots (V)$$

$$\Rightarrow T_p < T < T_L \Rightarrow 0.6 < 0.21 < 2.0 \dots (F)$$

$$\Rightarrow T > T_L \quad \Rightarrow 0.21 > 2.0 \quad \dots (F)$$

C = Coeficiente de Amplificación Sísmica	= 2.5
--	-------

R <sub>0</sub> = Coeficiente Básico de reducción de las fuerzas sísmicas	= 3
--	-----

I <sub>a</sub> = Irregularidad Estructural en Altura	= 1
--	-----

I <sub>p</sub> = Irregularidad en Planta (Esquinas Entrantes, Tabla N°9)	= 0.90
--	--------

R = Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas	
--	--

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

$$R_X = R_Y = 3 \times 1 \times 0.90 = 2.7$$

El valor C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

$$\frac{C}{R} = \frac{2.5}{2.7} = 0.93 \geq 0.11 \dots (\text{OK})$$

Cb = Coeficiente de Cortante Basal

$$C_b = \frac{ZUCS}{R}$$

$$C_{bx} = C_{by} = \frac{0.35 \times 1.0 \times 2.5 \times 1.15}{2.7} = 0.3727$$

P = Peso total de la Edificación (100% CM + 25% CV) = 2202.00 Ton

#### ➤ Fuerza Cortante en la Base (V)

V = Fuerza cortante en la base

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

$$V_X = V_Y = \frac{0.35 \times 1.0 \times 2.5 \times 1.15}{2.7} \times 2202.00 = 820.65 \text{ Ton}$$

#### ➤ Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura (Fi)

K = 1 (Para T menor o igual a 0.5 segundos)

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

**Tabla 4.15:** Distribución de fuerza sísmica en altura en dirección X e Y

DISTRIBUCION DE FUERZA SISMICA EN ALTURA							
NIVEL	hi	Pi	(hi) <sup>K</sup>	Pix(hi) <sup>K</sup>	ai	V	Fi (Ton)
3	10	71.46	10	714.60	0.060177384	820.65	49.38
2	7.2	936.37	7.2	6741.86	0.567741031	820.65	465.92
1	3.7	1194.17	3.7	4418.43	0.372081584	820.65	305.35
<b>TOTAL</b>		<b>2202.00</b>		<b>11874.89</b>	<b>1</b>		<b>820.65</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.1.5. ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

Este análisis dinámico del modelo matemático del edificio convencional se realiza por combinación modal espectral (numeral 26.1 – E.030) mediante procedimientos de análisis dinámico modal espectral en base a los modos de vibración, periodos naturales y masas participantes.

##### ➤ Modelo Matemático de la Estructura

Para el análisis estructural del Hotel Palermo mediante el software de estructuras, primeramente se ha levantado la geometría de la edificación en visitas previa verificación in situ, teniendo en cuenta la parte estructural, no estructural y material que lo conforma, para luego elaborar los planos en planta y elevación de la edificación a ser evaluada con ayuda del AutoCAD 2018, después se realizó el respectivo metrado de cargas para finalmente en el programa de elementos finitos SAP 2000 Non Linear Versión 20 - Computer and Structures Inc. Berkeley California USA se realizó el modelo matemático convencional de la estructura, idealizando la geometría de los muros de adobe y quincha como elementos SHELL.

##### ➤ Normatividad

En todo el proceso de análisis se utilizaran las normas comprendidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.):

- E.020 Norma de “Cargas”.
- E.030 Norma de “Diseño Sismorresistente”.
- E.080 Norma de “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada”.
- Propuesta de NTE de Adobe E.080 “Adobe Confinado”.

Asimismo se consideró los resultados de las investigaciones dadas por el ININVI “Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda”, referente a las tecnologías tradicionales en Quincha.

### ➤ Terreno de Fundación

- Ubicación : Huancayo, Huancayo, Junín
- Tipo de Suelo : GM (Gravas limosas), mezclas de grava, arena y limo (INDECI - Ver Anexo).

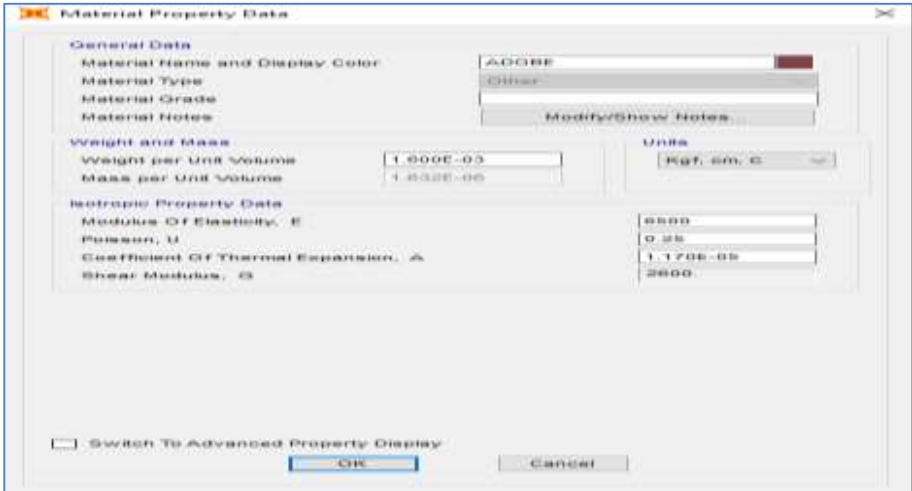
SIMBOLO		DESCRIPCIÓN
SUCS	GRÁFICO	
GM		GRAVA LIMOSA

- Capacidad Portante: 2.000 Kg/cm<sup>2</sup> (INDECI - Ver Anexo).

### ➤ Propiedades Mecánicas de los Materiales

- Adobe

**Tabla 4.16:** Propiedades Mecánicas del Adobe



Fuente: Elaboración Propia

- Quincha

Tabla 4.17: Propiedades Mecánicas de la Quincha

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for the material 'QUINCHA'. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Material Name and Display Color (QUINCHA), Material Type (Quincha), Material Grade, and Material Notes (with a 'Modify/Show Notes' button).
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume (1.215E-03) and Mass per Unit Volume (1.230E-03). A 'UNITS' dropdown menu is set to 'KGF, MM, C'.
- Isotropic Property Data:**
  - Modulus Of Elasticity, E: 25000
  - Poisson, U: 0.4
  - Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1.170E-05
  - Shear Modulus, G: 9250

At the bottom, there is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display', and 'OK' and 'Cancel' buttons.

Fuente: Elaboración Propia

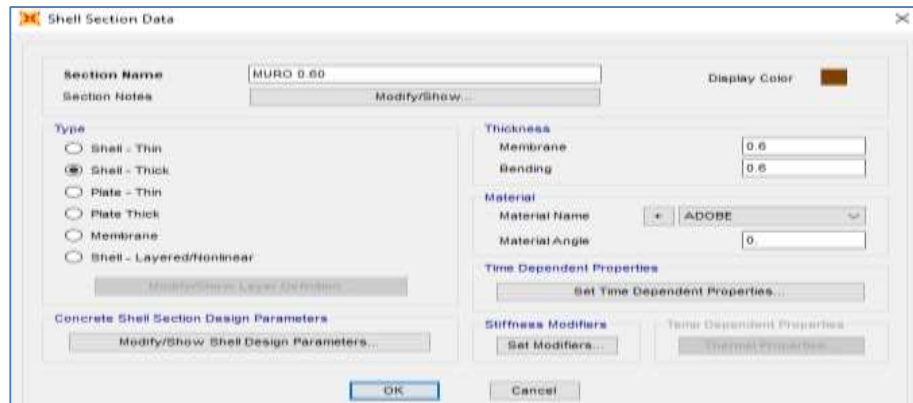
➤ Secciones

Tabla 4.18: Secciones del muro de adobe

The screenshot shows the 'Shell Section Data' dialog box for the section 'MUR0 1 20'. The 'Type' is set to 'Shell - Thick'. The 'Thickness' for Membrane is 1.2 and for Bending is 1.2. The material is set to 'ADOBRE' with a 'Material Angle' of 0. There are buttons for 'Generate Shell Section Design Parameters', 'Set Time Dependent Properties', and 'Set Modifiers'.

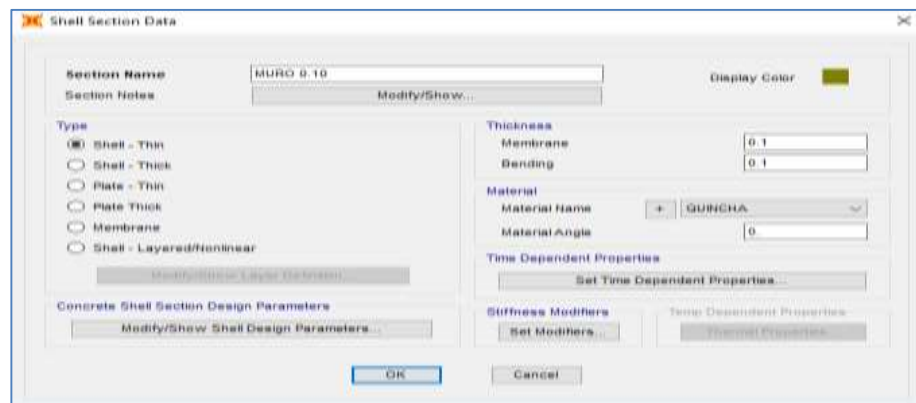
The screenshot shows the 'Shell Section Data' dialog box for the section 'MUR0 1 10'. The 'Type' is set to 'Shell - Thick'. The 'Thickness' for Membrane is 1.1 and for Bending is 1.1. The material is set to 'ADOBRE' with a 'Material Angle' of 0. There are buttons for 'Generate Shell Section Design Parameters', 'Set Time Dependent Properties', and 'Set Modifiers'.

The screenshot shows the 'Shell Section Data' dialog box for the section 'MUR0 0 00'. The 'Type' is set to 'Shell - Thick'. The 'Thickness' for Membrane is 0.0 and for Bending is 0.0. The material is set to 'ADOBRE' with a 'Material Angle' of 0. There are buttons for 'Generate Shell Section Design Parameters', 'Set Time Dependent Properties', and 'Set Modifiers'.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.19: Secciones del muro de quincha



Fuente: Elaboración Propia

➤ **Discretización de los muros**

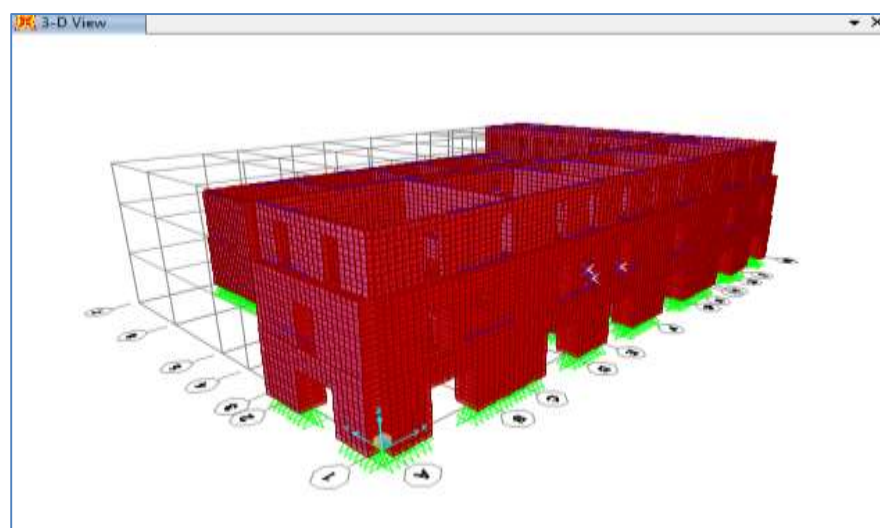
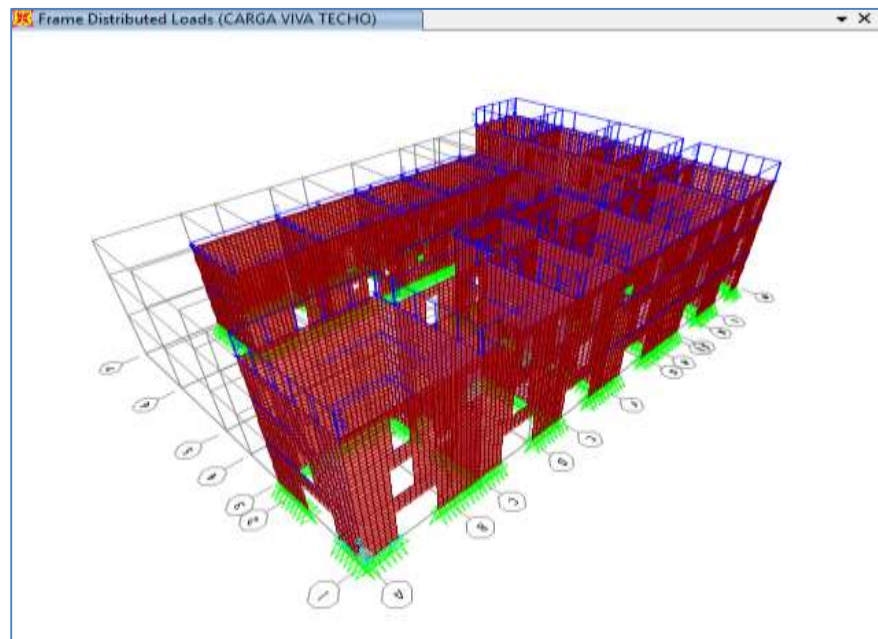


Figura 4.19: Vista isométrica discretizada de los muros

Fuente: Elaboración Propia

- **Repartición con vigas de propiedad nula la carga de los techos a los muros portantes**



**Figura 4.20:** Repartición de carga de techos a muros portantes

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Fuente de Masa**

**Tabla 4.20:** Fuente de masa

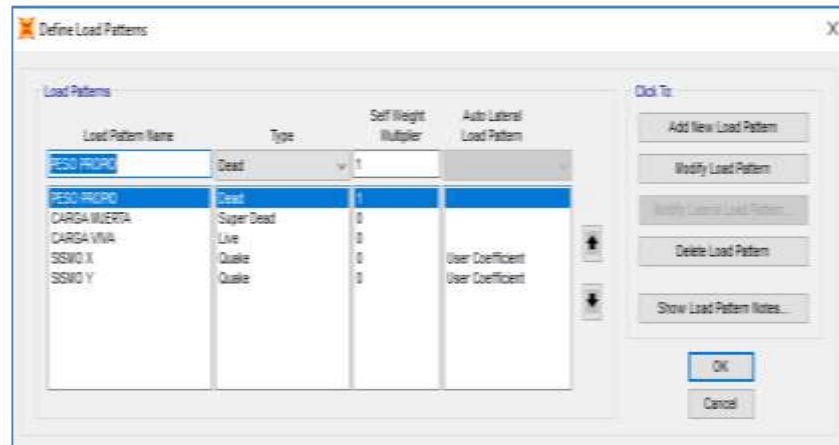
Load Pattern	Multiplier
PESO PROPIO	1.
CARGA MUERTA	1.
CARGA VIVA	0.25

**Fuente:** Elaboración Propia



➤ **Patrones de Carga**

**Tabla 4.21:** Patrones de carga para análisis sísmico



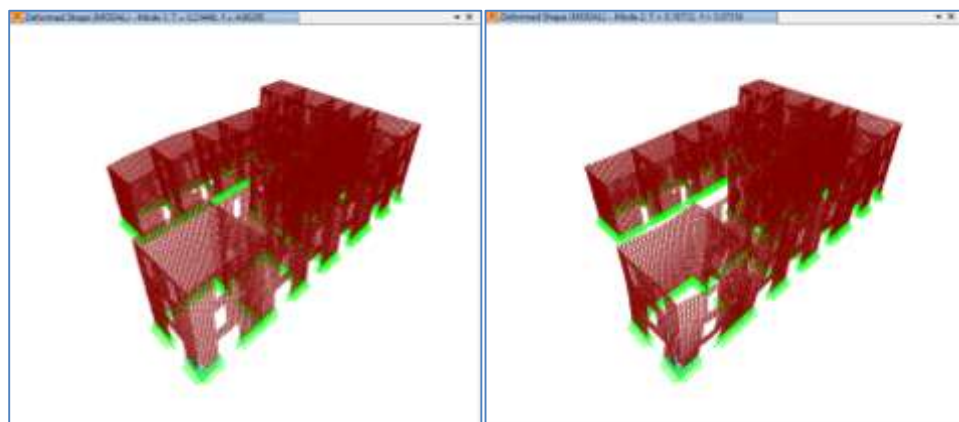
Fuente: Elaboración Propia

➤ **Periodos de Traslación y Modos de Vibración**

**Tabla 4.22:** Periodos de Traslación y Modos de Vibración

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	Frequency Cyc/sec
MODAL	Mode	1	0.214456	4.66295358...
MODAL	Mode	2	0.197116	5.07316256...
MODAL	Mode	3	0.178174	5.61248566...
MODAL	Mode	4	0.166448	6.00788084...
MODAL	Mode	5	0.148553	6.73161537...
MODAL	Mode	6	0.127844	7.82206273...
MODAL	Mode	7	0.101897	9.81378916...
MODAL	Mode	8	0.072144	13.8612010...
MODAL	Mode	9	0.051871	19.2784483...

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 4.21:** Periodos de Traslación y Modos de Vibración

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Determinación del Espectro Inelástico de Pseudo-aceleraciones**

Z = Factor de Zona (Zona 3)	= 0.35
U = Factor de Uso e importancia (Categoría C)	= 1.0
S = Factor de Suelo (S <sub>2</sub> , "Suelo Intermedio")	= 1.15
T <sub>p</sub> = Periodo que define la plataforma del espectro	= 0.6
TL = Periodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante	= 2.0
T = Periodo fundamental de la estructura para el Análisis Estático	
T <sub>X</sub> = T <sub>Y</sub> (1° periodo fundamental predominante - SAP 2000)	= 0.2144

$$\begin{array}{ll}
 T < T_P & C = 2,5 \\
 T_P < T < T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right) \\
 T > T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)
 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
 \Rightarrow T < T_p & \Rightarrow 0.21 < 0.6 & \dots (V) \\
 \Rightarrow T_p < T < T_L & \Rightarrow 0.6 < 0.21 < 2.0 & \dots (F) \\
 \Rightarrow T > T_L & \Rightarrow 0.21 > 2.0 & \dots (F)
 \end{array}$$

C = Coeficiente de Amplificación Sísmica	= 2.5
R <sub>0</sub> = Coeficiente Básico de reducción de las fuerzas sísmicas	= 3
I <sub>a</sub> = Irregularidad Estructural en Altura	= 1
I <sub>p</sub> = Irregularidad en Planta (Esquinas Entrantes, Tabla N°9)	= 0.90
R = Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas	

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

$$R_X = R_Y = 3 \times 1 \times 0.90 = 2.7$$

El valor C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

$$\frac{C}{R} = \frac{2.5}{2.7} = 0.93 \geq 0.11 \dots (\text{OK})$$

$C_b$  = Coeficiente de Cortante Basal

$$C_b = \frac{ZUCS}{R}$$

$$C_{bx} = C_{by} = \frac{0.35 \times 1.0 \times 2.5 \times 1.15}{2.7} = 0.3727$$

$g$  = Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s<sup>2</sup>


$S_a$  = Aceleración Espectral

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

$$S_{ax} = S_{ay} = \frac{0.35 \times 1.0 \times 2.5 \times 1.15}{2.7} \times 9.81 = 3.6560$$

**Tabla 4.23:** Cálculo del Espectro Inelástico de Pseudo-Aceleraciones (E.030)

CALCULO DE ESPECTRO INELÁSTICO DE PSEUDO - ACELERACIONES (Art. 26.2 - NORMA E.030 ACTUALIZADA-2018)					
Región: Junín		Provincia: Huancayo		Distrito: Huancayo	
Tabla N°1 (Art.7 - NORMA E.030 ACTUALIZADA - 2018)					
FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z			
	ZONA 3	0.35			
Tabla N°5 (Art. 12 - NORMA E.030 ACTUALIZADA - 2018)					
FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES		
	C "Edificaciones Comunes"	1.00	Revisar Tabla N°6 E.030 - 2018		
Artículo 11 (NORMA E.030 ACTUALIZADA - 2018)					
FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA	C	PERIODO "T" (De acuerdo al numeral 25.4, concordado con el numeral 26.1)			
	2.5				
Tabla N°3 y Tabla N°4 (Art. 10 - NORMA E.030 ACTUALIZADA - 2018)					
FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	TP	TL
	S2	Suelos Intermedios	1.15	0.60	2.00
Tabla N°7 (Art. 15 - NORMA E.030 ACTUALIZADA - 2018)					
FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "Ro"	DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	Ro	Ia	Ip
	DIR X-X	Albañilería Armada o Confinada	3	1	0.9
	DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada	3	1	0.9
Artículo 19 (NORMA E.030 ACTUALIZADA - 2018)					
COEFICIENTE DE REDUCCION DE LAS FUERZAS SISMICAS "R"		R			
		2.70			
COEFICIENTE DE CORTANTE BASAL		$C_b = \frac{ZUCS}{R}$	CbX	CbY	
		0.3727	0.3727		
				C/R > 0.11	
				C/R = 0.93	...OK
<b>RESUMEN</b>					
DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y	
<b>Z</b>	0.35	<b>Ro</b>	3	3	
<b>U</b>	1.00	<b>Ia</b>	1.0	1.0	
<b>S</b>	1.15	<b>Ip</b>	0.90	0.90	
<b>TP</b>	0.60	<b>R</b>	2.7	2.7	
<b>TL</b>	2.00	<b>g</b>	9.81	9.81	



$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p \quad T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Fuente: Elaboración Propia

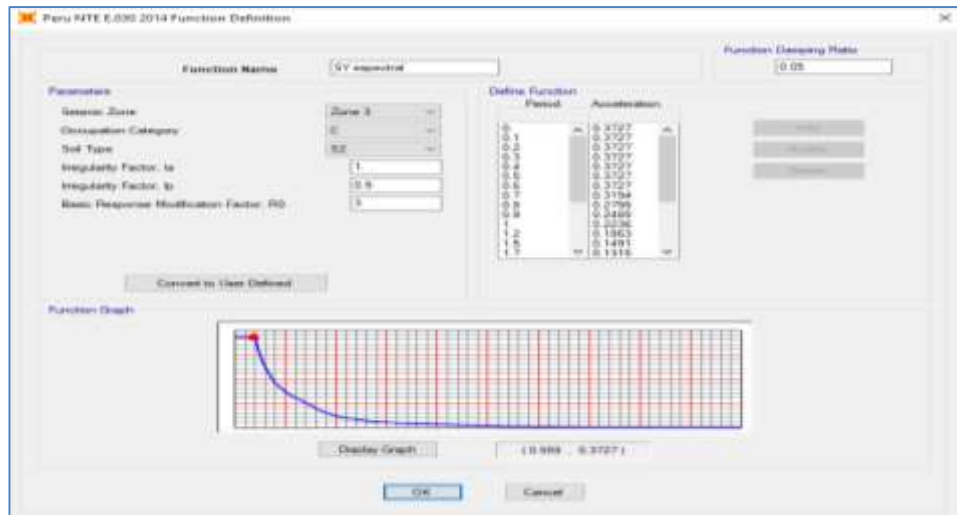
➤ **CÁLCULO DEL ESPECTRO DE PSEUDO- ACELERACIONES**

**Tabla 4.24:** Registro del Espectro para SAP 2000

<b>T</b>	<b>C</b>	<b>Cb = ZUCS/R</b>	<b>Sa Dir X-X</b>	<b>Sa Dir Y-Y</b>
0.00	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.02	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.04	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.06	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.08	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.10	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.12	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.14	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.16	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.18	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.20	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.25	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.30	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.35	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.40	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.45	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.50	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.55	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.60	2.50	0.3727	3.6560	3.6560
0.65	2.31	0.3440	3.3748	3.3748
0.70	2.14	0.3194	3.1338	3.1338
0.75	2.00	0.2981	2.9248	2.9248
0.80	1.88	0.2795	2.7420	2.7420
0.85	1.76	0.2631	2.5807	2.5807
0.90	1.67	0.2485	2.4374	2.4374
0.95	1.58	0.2354	2.3091	2.3091
1.00	1.50	0.2236	2.1936	2.1936
1.10	1.36	0.2033	1.9942	1.9942
1.20	1.25	0.1863	1.8280	1.8280
1.30	1.15	0.1720	1.6874	1.6874
1.40	1.07	0.1597	1.5669	1.5669
1.50	1.00	0.1491	1.4624	1.4624
1.60	0.94	0.1398	1.3710	1.3710
1.70	0.88	0.1315	1.2904	1.2904
1.80	0.83	0.1242	1.2187	1.2187
1.90	0.79	0.1177	1.1545	1.1545
2.00	0.75	0.1118	1.0968	1.0968
2.25	0.59	0.0883	0.8666	0.8666
2.50	0.48	0.0716	0.7020	0.7020
2.75	0.40	0.0591	0.5801	0.5801
3.00	0.33	0.0497	0.4875	0.4875
3.50	0.24	0.0365	0.3581	0.3581
4.00	0.19	0.0280	0.2742	0.2742
5.00	0.12	0.0179	0.1755	0.1755
6.00	0.08	0.0124	0.1219	0.1219
7.00	0.06	0.0091	0.0895	0.0895
8.00	0.05	0.0070	0.0686	0.0686
9.00	0.04	0.0055	0.0542	0.0542
10.00	0.03	0.0045	0.0439	0.0439

Fuente: Elaboración Propia





Fuente: Elaboración Propia

➤ Desplazamientos Laterales en dirección X-X e Y-Y

EJE X-X

Tabla 4.26: Desplazamientos Laterales en dirección X-X

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
1	ALTURA DE PISO ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta l^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.2789	2.7	0.6401	0.0151	0.0001	0.005	CUMPLE
2	350	0.2723	2.7	0.6249	0.1953	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.1872	2.7	0.4296	0.4296	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
2	ALTURA DE PISO ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta l^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.1419	2.7	0.3257	0.0161	0.0001	0.005	CUMPLE
2	350	0.1349	2.7	0.3096	0.1180	0.0003	0.005	CUMPLE
1	370	0.0835	2.7	0.1916	0.1916	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
3	ALTURA DE PISO ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta l^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.1309	2.7	0.3004	0.0344	0.0001	0.005	CUMPLE
2	350	0.1159	2.7	0.2660	0.0987	0.0003	0.005	CUMPLE
1	370	0.0729	2.7	0.1673	0.1673	0.0005	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
4	ALTURA DE PISO ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta l^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.1086	2.7	0.2492	0.0532	0.0002	0.005	CUMPLE
1	370	0.0854	2.7	0.1960	0.1960	0.001	0.005	CUMPLE



DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
5	AL TURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.2365	2.7	0.5428	0.1014	0.0004	0.005	CUMPLE
2	350	0.1923	2.7	0.4413	0.1788	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.1144	2.7	0.2625	0.2625	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
6	AL TURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.4319	2.7	0.9912	0.1506	0.001	0.005	CUMPLE
2	350	0.3663	2.7	0.8407	0.3291	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.2229	2.7	0.5116	0.5116	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
7	AL TURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.0948	2.7	0.2176	0.0280	0.0001	0.005	CUMPLE
1	370	0.0826	2.7	0.1896	0.1896	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
8	AL TURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.5584	2.7	1.2815	0.1789	0.001	0.005	CUMPLE
2	350	0.4813	2.7	1.1046	0.4122	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.3017	2.7	0.6924	0.6924	0.002	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
9	AL TURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.1356	2.7	0.3112	0.1425	0.0004	0.005	CUMPLE
1	370	0.0735	2.7	0.1687	0.1687	0.0005	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
10	AL TURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.126	2.7	0.2892	0.1774	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.0487	2.7	0.1118	0.1118	0.0003	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
11	AL TURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.3086	2.7	0.7082	0.1214	0.0004	0.005	CUMPLE
2	350	0.2557	2.7	0.5868	0.3303	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.1118	2.7	0.2566	0.2566	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
12	AL TURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.0921	2.7	0.2114	0.0847	0.0002	0.005	CUMPLE
1	370	0.0552	2.7	0.1267	0.1267	0.0003	0.005	CUMPLE



DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
13	ALTURA DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				$R$	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.0677	2.7	0.1554	0.0468	0.0001	0.005	CUMPLE
1	370	0.0473	2.7	0.1086	0.1086	0.0003	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE X - X								
14	ALTURA DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				$R$	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.1187	2.7	0.2724	0.0468	0.0002	0.005	CUMPLE
2	350	0.0983	2.7	0.2256	0.0987	0.0003	0.005	CUMPLE
1	370	0.0553	2.7	0.1269	0.1269	0.0003	0.005	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

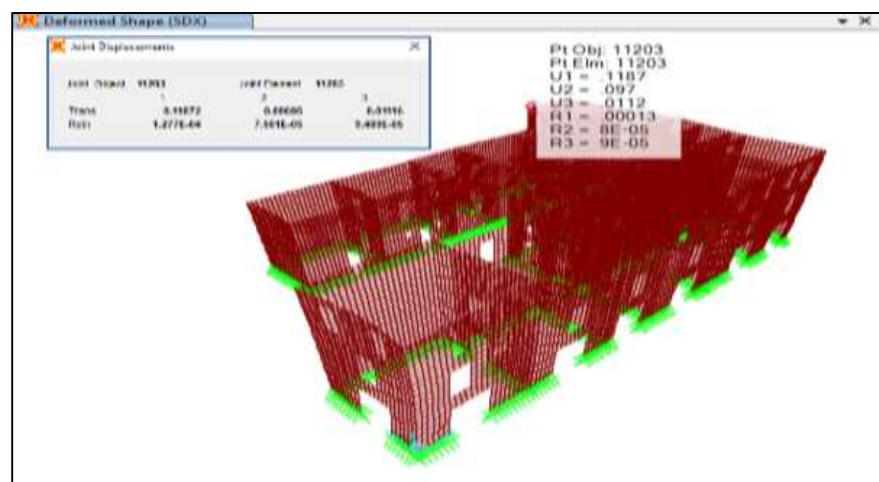


Figura 4.23: Desplazamiento debido a fuerzas sísmicas en dirección X-X

Fuente: Elaboración Propia

## EJE Y-Y

Tabla 4.27: Desplazamientos Laterales en dirección Y-Y

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
1	ALTURA DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				$R$	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.4734	2.7	1.0865	0.1008	0.0004	0.005	CUMPLE
2	350	0.4295	2.7	0.9857	0.3752	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.266	2.7	0.6105	0.6105	0.002	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
2	ALTURA DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				$R$	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta i = D_i/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.2345	2.7	0.5382	0.2681	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.1177	2.7	0.2701	0.2701	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
3	ALTURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.5371	2.7	1.2326	0.1265	0.0005	0.005	CUMPLE
2	350	0.482	2.7	1.1062	0.4606	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.2813	2.7	0.6456	0.6456	0.002	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
4	ALTURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.7769	2.7	1.7830	0.9081	0.003	0.005	CUMPLE
1	370	0.3812	2.7	0.8749	0.8749	0.002	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
5	ALTURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.322	2.7	0.7390	0.1168	0.0004	0.005	CUMPLE
2	350	0.2711	2.7	0.6222	0.3371	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.1242	2.7	0.2850	0.2850	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
6	ALTURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.3174	2.7	0.7284	0.1058	0.0004	0.005	CUMPLE
2	350	0.2713	2.7	0.6226	0.3452	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.1209	2.7	0.2775	0.2775	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
7	ALTURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.0857	2.7	0.1967	0.0280	0.0001	0.005	CUMPLE
1	370	0.0735	2.7	0.1687	0.1687	0.0005	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
8	ALTURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.6618	2.7	1.5188	0.7030	0.002	0.005	CUMPLE
1	370	0.3555	2.7	0.8159	0.8159	0.002	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
9	ALTURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.1065	2.7	0.2444	0.0207	0.0001	0.005	CUMPLE
1	370	0.0975	2.7	0.2238	0.2238	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
10	ALTURA DE ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030					VERIFICACION
			R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.5569	2.7	1.2781	0.1285	0.0004	0.005	CUMPLE
1	370	0.5009	2.7	1.1496	1.1496	0.003	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
11	ALtura DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.5203	2.7	1.1941	0.1115	0.0004	0.005	CUMPLE
2	350	0.4717	2.7	1.0826	0.5040	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.2521	2.7	0.5786	0.5786	0.002	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
12	ALtura DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
1	370	0.0847	2.7	0.1944	0.1944	0.0005	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
13	ALtura DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
1	370	0.0543	2.7	0.1246	0.1246	0.0003	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
14	ALtura DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.0653	2.7	0.1499	0.0390	0.0001	0.005	CUMPLE
1	370	0.0483	2.7	0.1108	0.1108	0.0003	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
15	ALtura DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
2	350	0.3432	2.7	0.7876	0.3596	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.1865	2.7	0.4280	0.4280	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
16	ALtura DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.2995	2.7	0.6874	0.0560	0.0002	0.005	CUMPLE
2	350	0.2751	2.7	0.6314	0.2706	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.1572	2.7	0.3608	0.3608	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
17	ALtura DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.2167	2.7	0.4973	0.0383	0.0001	0.005	CUMPLE
2	350	0.2334	2.7	0.5357	0.2988	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.1032	2.7	0.2368	0.2368	0.001	0.005	CUMPLE

DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
18	ALtura DE PISO	ENTREPISO	SAP2000	NTE E.030				VERIFICACION
				R	$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta I^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO Di	DERIVA $\Delta i = Di/hei$	
N°	hei (cm)	$\Delta i$ (cm)						$\Delta i < 0.005$
3	280	0.2174	2.7	0.4989	0.0291	0.0001	0.005	CUMPLE
2	350	0.2047	2.7	0.4698	0.2153	0.001	0.005	CUMPLE
1	370	0.1109	2.7	0.2545	0.2545	0.001	0.005	CUMPLE



DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN DIRECCION AL EJE Y - Y								
19 PISO N°	ALTURA DE ENTREPISO hei (cm)	SAP2000 $\Delta_i$ (cm)	R	NTE E.030				VERIFICACION $\Delta_i < 0.005$
				$\Delta$ ABSOLUTO $\Delta_i^* (0.85R)$	$\Delta$ RELATIVO $D_i$	DERIVA $\Delta_i = D_i/hei$	MAXIMO PERMITIDO	
3	280	0.1076	2.7	0.2469	0.0227	0.0001	0.005	CUMPLE
2	350	0.0977	2.7	0.2242	0.0794	0.0002	0.005	CUMPLE
1	370	0.0631	2.7	0.1448	0.1448	0.0004	0.005	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

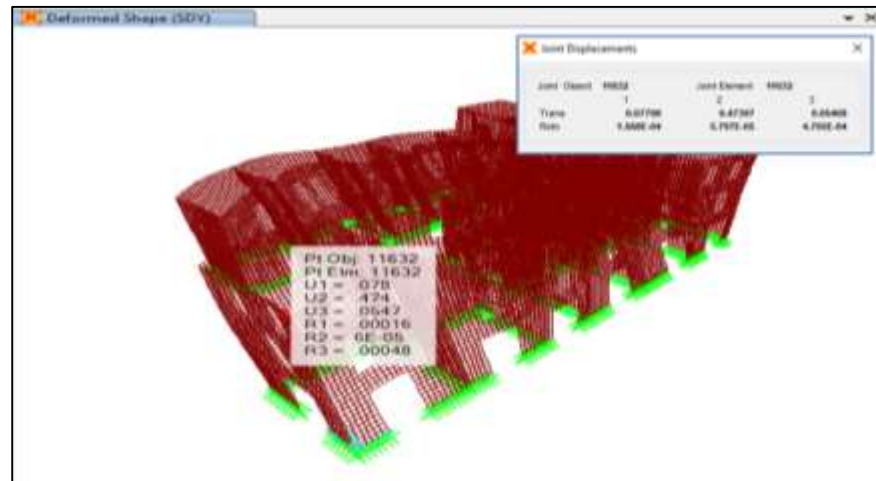


Figura 4.24: Desplazamiento debido a fuerzas sísmicas en dirección Y-Y

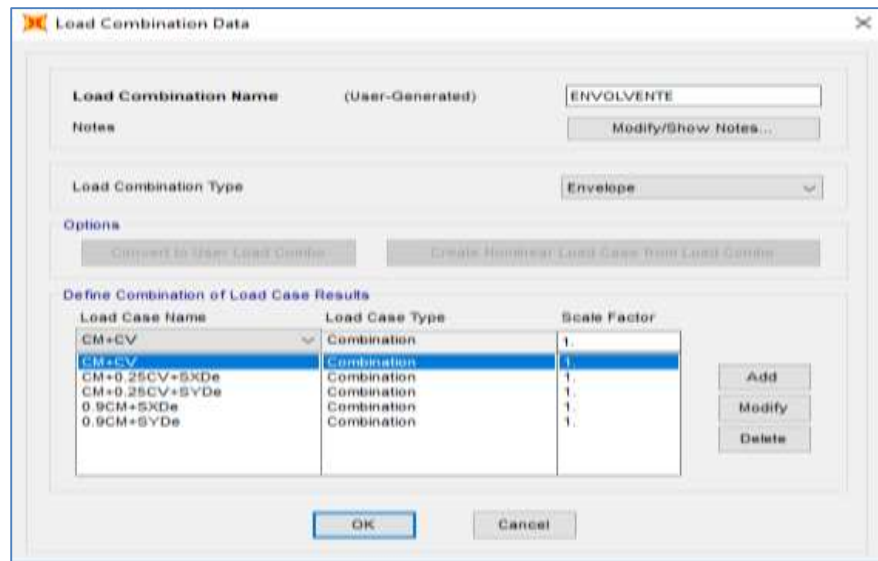
Fuente: Elaboración Propia

### ➤ Combinaciones de Carga de Diseño

- 1) C1: D + L
- 2) C2: D + 0.25L ± SX
- 3) C3: D + 0.25L ± SY
- 4) C4: 0.9D ± SX
- 5) C5: 0.9D ± SY

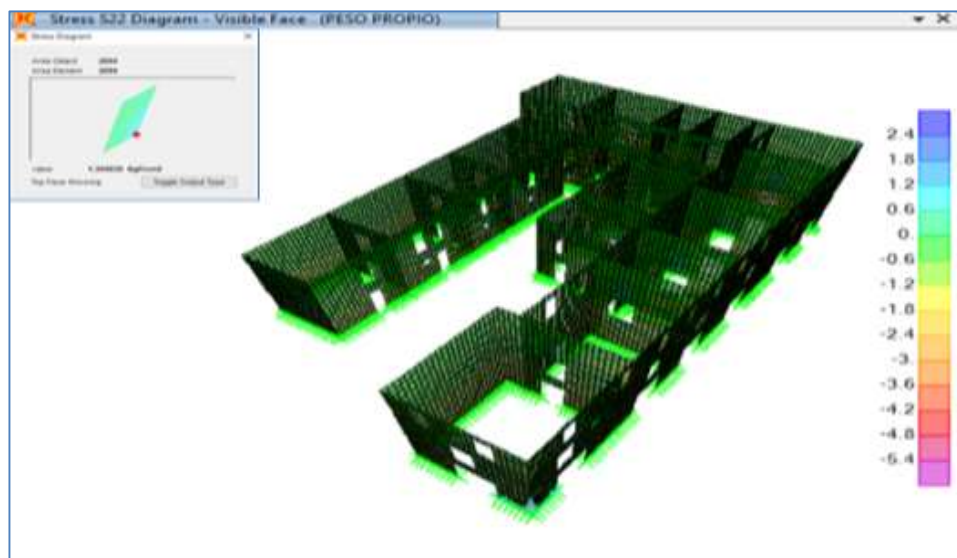
En las combinaciones de diseño del programa no se incluye el sismo negativo por ser un análisis dinámico que toma los valores del espectro sísmico el cual interactúa en dos sentidos.

**Tabla 4.28:** Combinaciones de Carga



Fuente: Elaboración Propia

➤ **Esfuerzo a Compresión debido a Peso propio**

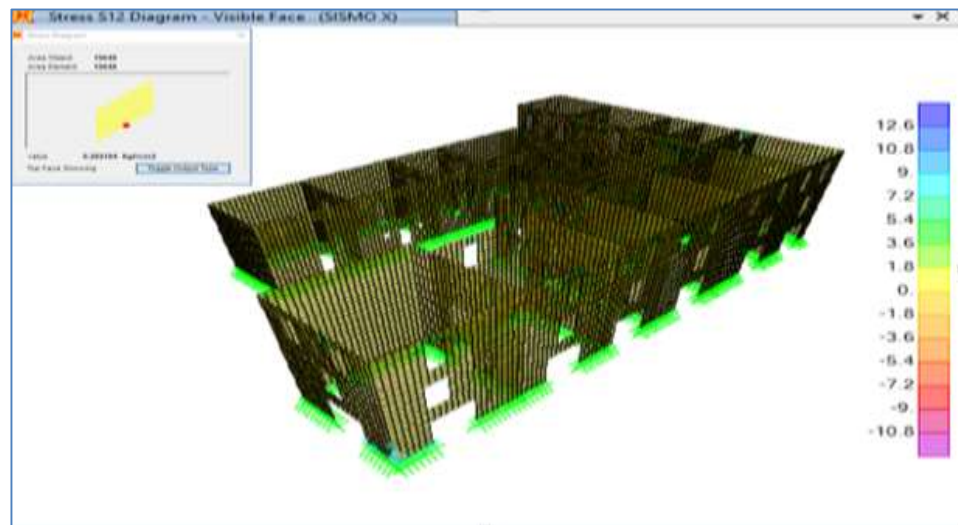


**Figura 4.25:** Esfuerzo a Compresión debido a Peso Propio

Fuente: Elaboración Propia

**Comentario:** En el mapeo temático los esfuerzos a compresión dado por el peso propio de los muros de adobe se encuentran con un esfuerzo mínimo de 0.30 kg/cm<sup>2</sup> y un máximo de 1.30 kg/cm<sup>2</sup>, el cual comparado con la norma E.080 se encuentra por debajo del valor de 2 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Esfuerzo a Corte debido al Sismo en dirección X-X**

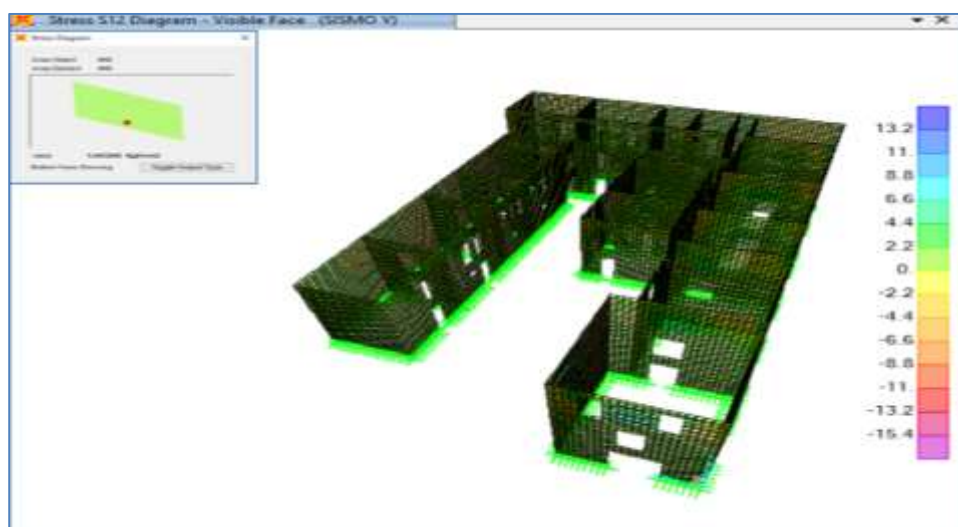


**Figura 4.26:** Esfuerzo Cortante debido al sismo X-X

**Fuente:** Elaboración Propia

**Comentario:** En el mapeo temático los esfuerzos a corte de los muros de adobe se encuentran entre  $0.20 \text{ kg/cm}^2$  a  $0.35 \text{ kg/cm}^2$  con un valor promedio de  $0.28 \text{ kg/cm}^2$ , el cual comparado con la norma E.080 se encuentra por encima al valor de  $0.25 \text{ kg/cm}^2$  originándole grietas.

➤ **Esfuerzo a Corte debido al Sismo en dirección Y-Y**



**Figura 4.27:** Esfuerzo Cortante debido al sismo Y-Y

**Fuente:** Elaboración Propia

**Comentario:** En el mapeo temático los esfuerzos a corte de los muros de adobe se encuentran entre 0.38 kg/cm<sup>2</sup> a 1.78 kg/cm<sup>2</sup> con un valor promedio de 1.04 kg/cm<sup>2</sup>, el cual comparado con la norma E.080 se encuentra por encima al valor de 0.25 kg/cm<sup>2</sup>, originando el colapso del material.

### 4.3. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE VULNERABILIDAD SISMICA DEL MONUMENTO HOTEL PALERMO

#### 4.3.1. METODO DE DEMANDA VS RESISTENCIA

Para el análisis de la evaluación se consideró la resistencia de los elementos estructurales ( $\bar{R}$ ) comparándola con la demanda sísmica (V), estimando así su vulnerabilidad.

➤ **Resistencia del material ( $\bar{R}$ )**

$$\sum_{n=1}^i R_n \cdot A_n = \bar{R}$$

Rn adobe = 0.25 Kg/cm<sup>2</sup> (E.080)

Rn quincha = 0.40 Kg/cm<sup>2</sup> (ININVI)

**EJE X-X:**

NIVEL N°	MATERIAL	ESFUERZOS RESISTENTES	ÁREA DE LOS ELEMENTOS	RESISTENCIA DEL MATERIAL
		Rn (kg/cm <sup>2</sup> )	An (cm <sup>2</sup> )	$\bar{R}$ (Ton)
3	Quincha	0.40	109900	43.96
2	Adobe	0.25	1136100	284.03
1	Adobe	0.25	1358800	339.70

**EJE Y-Y:**

NIVEL N°	MATERIAL	ESFUERZOS RESISTENTES	ÁREA DE LOS ELEMENTOS	RESISTENCIA DEL MATERIAL
		Rn (kg/cm <sup>2</sup> )	An (cm <sup>2</sup> )	$\bar{R}$ (Ton)
3	Quincha	0.40	92700	37.08
2	Adobe	0.25	677100	169.28
1	Adobe	0.25	887700	221.93

➤ **Demanda Sísmica (V)**

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Donde:

- Z = Factor de Zona (Zona 3) = 0.35  
 U = Factor de Uso e importancia (Categoría C) = 1.0  
 C = Coeficiente de Amplificación = 2.5  
 S = Factor de Suelo (S<sub>2</sub>, "Suelo Intermedio") = 1.15  
 P = Peso de la Edificación = 2202.00 Ton  
 R<sub>x</sub> = R<sub>y</sub> = Coeficiente de Reducción de Fuerza Sísmica = 2.7

$$V_x = V_y = \frac{0.35 \times 1.0 \times 2.5 \times 1.15}{2.7} \times 2202.00 = 820.65 \text{ Ton}$$

Demanda de sismo por piso:

**EJE X-X:**

NIVEL	h <sub>i</sub>	P <sub>i</sub>	Pixh <sub>i</sub>	α <sub>i</sub>	V (Ton)	F <sub>i</sub> (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)
3	10	71.46	714.60	0.06	820.65	49.38	49.38
2	7.2	936.37	6741.86	0.57	820.65	465.92	515.30
1	3.7	1194.17	4418.43	0.37	820.65	305.35	820.65
				<b>1.00</b>		<b>820.65</b>	

**EJE Y-Y:**

NIVEL	h <sub>i</sub>	P <sub>i</sub>	Pixh <sub>i</sub>	α	V (Ton)	F <sub>i</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)
3	10	71.46	714.60	0.06	820.65	49.38	49.38
2	7.2	936.37	6741.86	0.57	820.65	465.92	515.30
1	3.7	1194.17	4418.43	0.37	820.65	305.35	820.65
				<b>1.00</b>		<b>820.65</b>	

Una vez calculado la Resistencia del Material ( $\bar{R}$ ) y la Demanda Sísmica (V) se estima el estado de la vulnerabilidad sísmica considerando:



CONDICION	RESULTADO
$\bar{R} \geq V$	NO VULNERABLE
$\bar{R} < V$	VULNERABLE

EJE X-X:

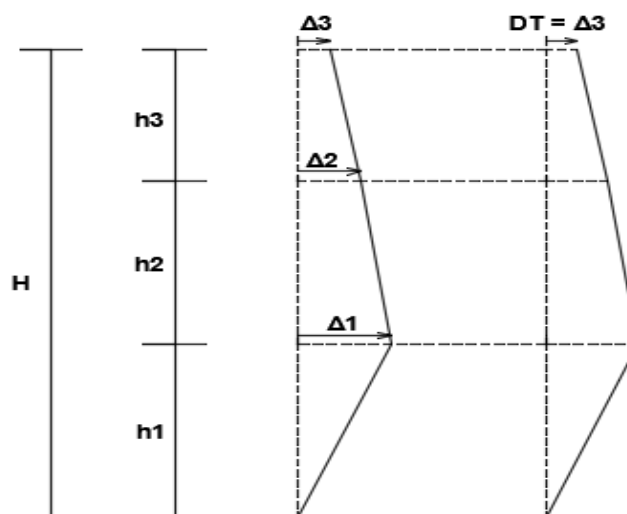
PISO	$\bar{R}$	V	ESTADO
3	43.96	49.38	VULNERABLE
2	284.03	515.30	VULNERABLE
1	339.70	820.65	VULNERABLE

EJE Y-Y:

PISO	$\bar{R}$	V	ESTADO
3	37.08	49.38	VULNERABLE
2	169.28	515.30	VULNERABLE
1	221.93	820.65	VULNERABLE

Finalmente, se verifica que la respuesta sísmica máxima ( $\Delta/h$ ), sea menor que el umbral de los límites de desplazamientos máximos ( $\Delta_i/h_{ei}$ ) sugeridos por la NTP E.030.

$$\frac{\Delta}{h} \leq \frac{\Delta_i}{h_{ei}} \text{ máx}$$



\*\* 0.003 ≤ 0.005...Ok Cumple !!

#### 4.4. CONTRASTACION DE LA PRUEBA DE HIPOTESIS

- 1) La Hipótesis General dice: El resultado del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo presentara una condición vulnerable según su estado actual en la que se encuentra. Conforme al proceso de desarrollo se comprueba y corrobora la hipótesis, donde el análisis cualitativo indico un  $Iv\% = 30.07\%$  clasificando con un rango de vulnerabilidad sísmica media, el análisis cuantitativo con un resultado de  $\bar{R} < V$  calificándolo en un estado vulnerable y el análisis dinámico con esfuerzo a corte mayor a  $0.25 \text{ Kg/cm}^2$  originando el colapso del material de adobe y su respectiva vulnerabilidad sísmica.
- 2) Respecto a la Primera Hipótesis: El resultado de la aplicación del análisis cualitativo del monumento Hotel Palermo presentara un grado de vulnerabilidad media. La investigación efectuada comprueba y corrobora la hipótesis, ya que el resultado del análisis cualitativo dio un  $Iv\% = 30.07\%$  clasificando con un rango de vulnerabilidad sísmica media.
- 3) Respecto a la Segunda Hipótesis: El resultado de la aplicación del análisis cuantitativo del monumento Hotel Palermo mostrara un estado vulnerable. La investigación efectuada comprueba y corrobora la hipótesis, ya que el resultado del análisis cuantitativo fue de  $\bar{R} < V$  calificándolo en un estado vulnerable.
- 4) Respecto a la Tercera Hipótesis: El resultado de la aplicación del análisis dinámico del monumento Hotel Palermo revelara una condición vulnerable. La investigación efectuada comprueba y corrobora la hipótesis, ya que el resultado del análisis dinámico dio un esfuerzo a corte del adobe mayor a  $0.25 \text{ Kg/cm}^2$  según la E.080 originando grietas y el colapso del material frágil al alcanzar su máxima fuerza resistente a la deformación y su respectiva vulnerabilidad sísmica.

## CAPÍTULO V

### DISCUSION DE RESULTADOS

- 1) El resultado del Análisis Cualitativo por medio de la aplicación del método italiano del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini realizado sobre la muestra materia de estudio Hotel Palermo y basado en parámetros, arroja un resultado de  $I_v = 115$ , con índice de Vulnerabilidad Normalizado  $I_v\% = 30.07\%$ , el cual es mayor a 25% y menor a 50%, clasificando a la estructura con un rango de vulnerabilidad sísmica media, siendo ello debido a que este método realizado en Europa frente a otros métodos presenta una mejor calificación de vulnerabilidad cercana al estado actual de la edificación, ya que tienen un mejor control de la calidad de materiales y por ende un mejor comportamiento a esfuerzos laterales de sismo a comparación de nuestra región y país.
- 2) El resultado del Análisis Cuantitativo por medio del método de Demanda vs Resistencia con aplicación del software SAP2000 realizado sobre la muestra materia de estudio Hotel Palermo, dio un resultado de desplazamiento lateral máximo ( $\Delta_i/hei$ ) de  $0.003 < 0.005$  debido a la dimensión del espesor de los muros y un  $\bar{R} < V$  debido a que el material de adobe es de baja resistencia obteniendo un estado vulnerable que corrobora el resultado del Análisis Cualitativo.
- 3) El resultado del Análisis Dinámico por medio del análisis estructural con aplicación del software SAP2000 realizado sobre la muestra materia de estudio Hotel Palermo, dio un desplazamiento lateral máximo ( $\Delta_i/hei$ ) de  $0.003 < 0.005$  según la E.030 debido a la dimensión del espesor de los muros y un esfuerzo a corte mayor a  $0.25\text{Kg/cm}^2$  según la E.080 debido a la fragilidad del material de adobe que colapso al alcanzar su máxima fuerza resistente a la deformación resultando vulnerable y corroborando el resultado del Análisis Cualitativo.

## CONCLUSIONES

- 1) Se concluye que los tres análisis realizados para la determinación del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo dieron como resultado un estado vulnerable conforme al proceso de desarrollo del Análisis Cualitativo con un  $I_v\% = 30.07\%$  clasificándolo con un rango de vulnerabilidad sísmica media, del Análisis Cuantitativo con un resultado de  $\bar{R} < V$  calificándolo en un estado vulnerable y del Análisis Dinámico con esfuerzo a corte mayor a  $0.25 \text{ Kg/cm}^2$  originando el colapso del material de adobe y su respectiva vulnerabilidad sísmica.
- 2) Se concluye que de acuerdo al Análisis Cualitativo del monumento Hotel Palermo se obtuvo un  $I_v\% = 30.07\%$  debido a la calificación de cada parámetro analizado clasificando con un rango de vulnerabilidad sísmica media.
- 3) Se concluye que de acuerdo al Análisis Cuantitativo del monumento Hotel Palermo se obtuvo una deriva máxima de  $0.003 < 0.005$  según la norma E.030 debido a la dimensión del espesor de los muros y un  $\bar{R} < V$  debido a la baja resistencia del material de adobe dando un estado vulnerable.
- 4) Se concluye que de acuerdo al Análisis Dinámico del monumento Hotel Palermo se obtuvo una deriva máxima de  $0.003 < 0.005$  según la norma E.030 debido a la dimensión del espesor de los muros y un esfuerzo a corte mayor a  $0.25 \text{ Kg/cm}^2$  según la E.080 debido a la fragilidad del material de adobe que colapso al alcanzar su máxima fuerza resistente a la deformación dando un resultado vulnerable.

## RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda emplear estos análisis de evaluación de edificaciones para la determinación de la vulnerabilidad sísmica, ya que son indispensables por la cual se debe de incentivar y fomentar su uso en otras regiones cuyas estructuras tengan características similares y así preservar su historia, cultura y seguridad de sus ocupantes frente a un eventual sismo.
- 2) Se recomienda el uso del Análisis Cualitativo por medio del Método de Benedetti y Petrini en edificaciones similares en su sistema estructural y sistema resistente por ser su evaluación rápida, sencilla y de bajo costo con resultados óptimos y cercanos al Análisis Cuantitativo y Análisis Dinámico y preservar así su historia, y seguridad de sus ocupantes frente a un eventual sismo.
- 3) Se recomienda el uso del Análisis Cuantitativo por medio del Método de Demanda vs Resistencia en edificaciones similares en su sistema geométrico y configuración estructural para obtener su estado de vulnerabilidad conforme a su resistencia de su material constituyente ante un eventual sismo.
- 4) Se recomienda el uso del Análisis Dinámico por medio del Análisis Estructural en edificaciones similares en su sistema constructivo y obtener resultados del comportamiento estructural dentro de la deriva indicada en el RNE E.030 y de esfuerzos a compresión y corte indicado en el RNE E.080 determinando así la vulnerabilidad sísmica ante un eventual sismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### A) Bibliografía:

- ALONSO J. (2006). Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones. Fondo Editorial SIDETUR.
- ALVA, J. (2005). Banco de datos de mapas isosistas en el Perú. Sección de posgrado, facultad de ingeniería civil, UNI, Lima – Perú.
- BERNAL L., TAVERA H. (2002). Zonas Sismogénicas en Perú. IGP – Lima – Perú.
- CENEPRED (2014). CENTRO NACIONAL DE ESTIMACION, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES. “Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales” - 2da Versión. Lima – Perú.
- CUADROS H. (2016). Guancayo Glosa Histórica I. Primera Edición. Editora Imprenta Premier Grafica Publicitaria S.A.C.
- DIAZ A. (1983). Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda - ININVI. Lima – Perú.
- HERNANDEZ, R., FERNANDEZ C. y BAPTISTA P. (2014). Metodología de la Investigación. Mc Graw – Hill/ Interamericana Editores. México.
- HERRAIZ M. (1997). Conceptos Básicos de Sismología para Ingenieros. CISMID – Lima – Perú.
- INDECI-PERU (2011). PROYECTO INDECI PNUD PER-01-051 CIUDADES SOSTENIBLES. Huancayo-Perú.
- JARAMILLO, A. (2006). Memorias de Clase de Estructuración. Maestría en Ingeniería Civil. Universidad del Norte - Barranquilla.
- KUROIWA, J. (2002). Reducción de Desastres Viviendo en Armonía con la Naturaleza. Primera Edición. Quebecor World Perú S.A.
- MINISTERIO DE CULTURA (2016). Patrimonio Histórico Inmueble en Junín. Primera Edición. Editora Imprenta Ríos S.A.C.

Norma Peruana A.140. Bienes Culturales Inmuebles. (2006). Fondo Editorial ICG.

Norma Peruana E.020. Cargas (2006). Fondo editorial ICG.

Norma Peruana E.030. Diseño Sismo resistente (2016). Fondo editorial ICG.

Norma Peruana E.070. Albañilería (2006). Fondo editorial ICG.

Norma Peruana E.080. Diseño y Construcción con Tierra Reforzada (2017). Fondo editorial ICG.

OSEDA D., HUAMAN E., SHIMBUCAT F., ZEVALLOS K. y BARRERA M. (2015). Teoría y Práctica de la Investigación Científica. Universidad Ricardo Palma – Editores. Lima - Perú.

POMACHAGUA, O. (2000). Características Generales de la Tectónica y Sismicidad de Perú. IGP – Lima. Pág. 93 -104

PRATALI S. (2001). Directrices para la Evaluación y Reducción del Riesgo Sísmico del Patrimonio Cultural Edificado. PNDU

SAN BARTOLOME, A. (2009). Propuesta de NTE de Adobe E.080. Adobe Confinado.

TAVERA H. (2014). Evaluación del Peligro Asociado a los Sismos y Efectos Secundarios en Perú. IGP – Lima – Perú.

TAVERA H., Bernal I. (2006). Programa de Capacitación para la Estimación de Riesgos - PCER. INDECI – Lima – Perú.

TELLO R. (2015). Historia Abreviada de Huancayo. Editora Imprenta Premier Grafica Publicitaria S.A.C.

**B) Páginas web:**

<http://diariocorreo.pe/el-anillo-de-fuego-del-pacifico/>

<http://diariocorreo.pe/ciudad/alerta-terremoto-acecha-a-la-region-centr-39892/>

<http://diariocorreo.pe/ciudad/fallas-geologicas-amenazan-a-junin-461504/>

<http://diariocorreo.pe/edicion/huancayo-zonas-monumentales-serian-tumba-de-miles-de-personas-ante-un-sismo-751679/>

[www.cismid.uni.edu.pe/descargas/redacis/redacis37\\_a.pdf](http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/redacis/redacis37_a.pdf)

## **ANEXOS**





## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TÍTULO: “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL MONUMENTO HOTEL PALERMO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE HUANCAYO 2017”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>➤ ¿Cuál será el resultado del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo en el centro histórico de Huancayo?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS:</b></p> <p>a) ¿Cuál será el resultado de la aplicación del análisis cualitativo del monumento Hotel Palermo?</p> <p>b) ¿Cuál será el resultado de la aplicación del análisis cuantitativo del monumento Hotel Palermo?</p> <p>c) ¿Cuál será el resultado de la aplicación del análisis dinámico del monumento Hotel Palermo?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>➤ Determinar el resultado del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo para preservar su historia, cultura y seguridad de sus ocupantes en el centro histórico de Huancayo.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b></p> <p>a) Determinar el resultado de la aplicación del análisis cualitativo del monumento Hotel Palermo.</p> <p>b) Determinar el resultado de la aplicación del análisis cuantitativo del monumento Hotel Palermo.</p> <p>c) Determinar el resultado de la aplicación del análisis dinámico del monumento Hotel Palermo.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL:</b></p> <p>➤ El resultado del análisis de la vulnerabilidad sísmica del monumento Hotel Palermo presentara una condición vulnerable según su estado actual en la que se encuentra.</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECÍFICAS:</b></p> <p>a) El resultado de la aplicación del análisis cualitativo del monumento Hotel Palermo presentará un grado de vulnerabilidad media.</p> <p>b) El resultado de la aplicación del análisis cuantitativo del monumento Hotel Palermo mostrará un estado vulnerable.</p> <p>c) El resultado de la aplicación del análisis dinámico del monumento Hotel Palermo revelara una condición vulnerable.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica.</p> <p><b>DIMENSIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Análisis Cualitativo</li> <li>✚ Análisis Cuantitativo</li> <li>✚ Análisis Dinámico</li> </ul> <p><b>INDICADORES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Método Benedetti y Petrini</li> <li>▪ Método Demanda vs Resistencia</li> <li>▪ Análisis Estructural</li> </ul> <p><b>MEDICION:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Valor en %</li> <li>❖ Valor en Ton. <math>\Delta/h</math></li> <li>❖ Valor en <math>Kg/cm^2</math>, <math>\Delta/h</math></li> </ul> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <p>Monumento</p> <p><b>DIMENSIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Sistema Estructural</li> <li>✚ Sistema Geométrico</li> <li>✚ Sistema Constructivo</li> </ul> <p><b>INDICADORES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema Resistente.</li> <li>▪ Configuración Estructural</li> <li>▪ Comportamiento Estructural</li> </ul> <p><b>MEDICION:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Valor en <math>Kg/cm^2</math></li> <li>❖ Valor en <math>pmin\%</math></li> <li>❖ Valor en <math>\Delta/h</math></li> </ul>	<p><b>METODO DE INVESTIGACION:</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACION:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACION:</b></p> <p>Descriptivo - Explicativo</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACION:</b></p> <p>No Experimental</p> <p><b>POBLACIÓN:</b></p> <p>Cuatro monumentos alrededor de la Plaza Constitución.</p> <p><b>MUESTRA:</b></p> <p>La muestra es de clase No Probabilística o Dirigida, eligiendo por conveniencia un monumento alrededor de la Plaza Constitución.</p> <p><b>TÉCNICA E INSTRUMENTO:</b></p> <p><b>TÉCNICA:</b></p> <p>Revisión de fuentes bibliográficas. Observación y Fichaje. Levantamiento de datos insitu.</p> <p><b>INSTRUMENTO:</b></p> <p>Recopilación documental de datos. Aplicación de ficha de evaluación.</p> <p><b>TÉCNICA Y ANÁLISIS DE DATOS:</b></p> <p>Hojas de cálculo en Excel. Modelamiento en SAP2000.</p>

## **EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS**



Buscando información histórica del monumento Hotel Palermo en el Ministerio de Cultura



Evaluación del monumento Hotel Palermo con la Ficha de Levantamiento de Datos por el Método del Índice de Vulnerabilidad por la Calle Real.



Evaluación del monumento Hotel Palermo con la Ficha de Levantamiento de Datos por el Método del Índice de Vulnerabilidad por el Jirón Puno



Elaboración de los planos del monumento Hotel Palermo con el software AutoCAD



Realizando el modelamiento del monumento Hotel Palermo con el software SAP2000