



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**T E S I S**

**EVALUACIÓN DE RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA  
DEL PRIMER PABELLÓN DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO  
JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI – ILAVE - PUNO**

**PRESENTADO POR  
BACHILLER ROGELIO FLORES ESCOBAR**

**ASESOR**

**MGR. FREDY JAIME CALSÍN ADCO**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**MOQUEGUA – PERÚ**

**2019**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
Página de jurado .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Contenido .....	iv
CONTENIDO DE TABLAS .....	viii
CONTENIDO DE FIGURAS .....	xi
CONTENIDO DE ECUACIONES .....	xiii
CONTENIDO DE APÉNDICES .....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	xvii

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad del problema .....	1
1.2. Definición del problema .....	8
1.2.1. Problema general .....	8
1.2.2. Problemas específicos .....	8
1.3. Objetivos de investigación .....	8
1.3.1. Objetivo general .....	8
1.3.2. Objetivos específicos .....	8
1.4. Justificación .....	9
1.5. Alcances y limitaciones .....	9

1.5.1. Alcances.....	9
1.5.2. Limitaciones. ....	10
1.6. Variables .....	10
1.6.1. Variable independiente. ....	10
1.6.2. Variable dependiente. ....	11
1.6.3. Operacionalización de las variables.....	11
1.7. Hipótesis de la investigación .....	12
1.7.1. Hipótesis general. ....	12
1.7.2. Hipótesis específicas.....	12

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de la investigación.....	13
2.2. Bases teóricas.....	16
2.2.1. Factores influyentes en el riesgo sísmico .....	16
2.2.2. Vulnerabilidad sísmica .....	17
2.2.3. Peligro sísmico.....	19
2.2.4. Riesgo sísmico .....	21
2.2.5. Diagnostico infraestructura.....	23
2.2.6. Análisis Estructural.....	23
2.2.7. Evaluación del pabellón.....	32
2.2.8. Estructuración. ....	33
2.2.9. Evaluación de muros.....	34
2.2.10. Plan de recolección de procesamiento de datos. ....	38

2.2.11. Columnas.....	38
2.2.12. Vigas.....	38
2.2.13. Presentación de cargas estáticas.....	39
2.2.14. Propiedades mecánicas de los materiales.....	40
2.2.15. Propiedades mecánicas de suelo.....	42
2.2.16. Análisis estático.....	43
2.2.17. Análisis dinámico – modal espectral.....	45
2.3. Definición de términos.....	48

### **CAPITULO III**

#### **MÉTODO**

3.1. Tipo de investigación.....	50
3.2. Diseño de la investigación.....	50
3.3. Población y muestra.....	50
3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos.....	50

### **CAPITULO IV**

#### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. Presentación de resultados.....	52
4.2. Contrastación de la hipótesis.....	54
4.3. Discusión de resultados.....	63
4.3.1. Fuerza cortante mínima.....	64
4.3.2. Desplazamientos de entrepiso.....	65
4.3.3. Información modal de periodos de vibración y porcentaje de masa.....	66

4.3.4. Información modal de periodos de vibración y porcentaje de masa .....	67
4.3.5. Juntas de separación sísmica. ....	67
4.3.6. Estabilidad de tabiques. ....	68
4.4. Vulnerabilidad sísmica. ....	68
4.5. Peligro sísmico.....	69
4.6. Riesgo sísmico.....	70
4.7. Estado de conservación de elementos estructurales y no estructurales .....	70
4.7.1. Estado de conservación de elementos estructurales. ....	70
4.7.2. Estado de conservación de elementos no estructurales .....	71

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones.....	73
5.2. Recomendaciones .....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	76
MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	127

## CONTENIDO DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Operación de variables.....	11
Tabla 2. Rango de vulnerabilidad sísmica .....	17
Tabla 3. Deriva sentido X – X .....	17
Tabla 4. Deriva sentido Y-Y .....	18
Tabla 5. Periodo de vibración .....	18
Tabla 6. Estabilidad de muros no estructurales.....	19
Tabla 7. Estado de conservación superficial .....	19
Tabla 8. Estado de conservación mobiliario .....	19
Tabla 9. Sismicidad.....	20
Tabla 10. Suelo.....	20
Tabla 11. Topografía.....	20
Tabla 12. Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico .....	21
Tabla 13. Calificación del riesgo sísmico .....	22
Tabla 14. Tipos de fisura y unidades de medida.....	22
Tabla 15. Factores de zona "Z" .....	25
Tabla 16. Categoría de las edificaciones y factor“U” .....	26
Tabla 17. Clasificación de los perfiles de suelo.....	28
Tabla 18. Factores de suelo "S" .....	28
Tabla 19. Periodos "TP" Y "TL" .....	28
Tabla 20. Categoría y sistema estructural de las edificaciones .....	30
Tabla 21. Sistemas estructurales .....	31
Tabla 22. Categoría y regularidad de las edificaciones.....	31
Tabla 23. Límites para la distorsión del entrepiso .....	32

Tabla 24. Verificación de secciones en columnas .....	38
Tabla 25. Verificación de secciones en columnas .....	38
Tabla 26. Cargas estáticas permanentes.....	39
Tabla 27. Verificación de secciones en columnas $E = 0,20$ .....	40
Tabla 28. Propiedades de los materiales .....	40
Tabla 29. Capacidad portante.....	42
Tabla 30. Caracterizas generales de colegio emblemático José Carlos .Mariátegui . – Ilave .....	44
Tabla 31. Parámetros sísmicos de colegio emblemático José Carlos Mariátegui . –Ilave. ....	45
Tabla 32. Resultados de análisis estadístico . ....	54
Tabla 33. Tabla T- student grados de libertad – valor critico .....	55
Tabla 34. Calificación del riesgo sísmico .....	63
Tabla 35. Calificación del riesgo sísmico .....	64
Tabla 36. Fuerza cortante y dinámicas en X e Y. ....	65
Tabla 37. Desplazamiento laterales con respecto al centro de masa.....	65
Tabla 38. Desplazamiento relativos de primer pabellón colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave .....	66
Tabla 39. Modos y periodos de vibración en el primer pabellón del colegio emblemático. José Carlos Mariátegui.....	67
Tabla 40. Irregularidad torsional del primer pabellón de colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave .....	67
Tabla 41. Juntas de separación sísmicas. ....	68
Tabla 42. Estabilidad de tabiques.....	68

Tabla 43. Vulnerabilidad sísmica primer pabellón colegio emblemático José Carlos Mariátegui Ilave.....	69
Tabla 44. Sismicidad sísmica primer pabellón colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave.....	69
Tabla 45. Riesgo sísmico primer pabellón colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave.....	70
Tabla 46. Inspecciones de elementos estructurales del primer pabellón de colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave.....	71
Tabla 47. Inspecciones de elementos no estructurales del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave.....	72

## CONTENIDO DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Mapa preliminar de intensidades en la escala Mercalli modificada para el sismo de Lampa del 1 de diciembre de 2016. ....	2
Figura 2. Imagen de viviendas dañadas por el sismo de Lampa, fisuras y caída de paredes de adobe.....	3
Figura 3. Distribución espacial de la precipitación para la estación de verano para la cuenca del río Ilave.....	4
Figura 4. Promedio multianual de las temperaturas mínimas para la estación de invierno para la cuenca del río Ilave.....	5
Figura 5. Vista frontal de glorioso San Carlós – antigüedad 50 años.....	6
Figura 6. Pabellón del Colegio Emblemático José Carlos Mariátegui de Ilave....	7
Figura 7. Placa de inauguración de primer pabellón de Colegio Emblemático José Carlos Mariátegui de Ilave - antigüedad 51 años.....	7
Figura 8. Mapa de zonificación sísmica – Perú .....	27
Figura 9. Modelo dos pisos de pabellón de (colegio emblemático José Carlos Mariátegui Ilave).....	33
Figura 10. Evaluación frontal del modelo del primer pabellón de (colegio emblemático José Carlos Mariátegui Ilave).....	34
Figura 11. Evaluación estructural de muros sentido Y-Y del primer pabellón de (colegio emblemático José Carlos Mariátegui Ilave) .....	35
Figura 12. Evaluación estructural de muros sentido Y-Y del primer pabellón de (colegio emblemático José Carlos Mariátegui Ilave) .....	35
Figura 13. Muros en sentido X-X no presenta fisuras ni grietas.....	36

Figura 14. Muros en sentido X-X no presenta fisuras ni grietas.....	36
Figura 15. Muros en sentido X-X pasadizo presenta fisuras .....	37
Figura 16. Muros en sentido X-X pasadizo presenta fisuras .....	37
Figura 17. Toma de muestra prueba de esclerómetro la viga de primera planta ..	41
Figura 18. Toma se muestra pruebas de esclerómetro de columna de primera planta .....	41
Figura 19. Toma de muestra pruebas con esclerómetro de losa aligerado segunda planta .....	42
Figura 20. Toma de muestras de estudio de mecánica de suelos .....	43
Figura 21. Toma de muestras de estudio de mecánica de suelos .....	43
Figura 22. Espectro de diseño de paseudo aceleración en la dirección X-X .....	47
Figura 23. Espectro de diseño de paseudo aceleración en la dirección Y-Y .....	47
Figura 24. Matriz de datos de peligro sísmico y vulnerabilidad estructural .....	54
Figura 25. Nivel de significancia y su variación.....	55
Figura 26. Nivel de significancia de la primera hipótesis.....	57
Figura 27. Nivel de significancia y nivel estadístico de la primera hipótesis.....	58
Figura 28. Nivel de significancia de la primera hipótesis.....	59
Figura 29. Nivel de significancia y nivel estadístico de la primera hipótesis....	60
Figura 30. Nivel de significancia de la primera hipótesis.....	62
Figura 31. Nivel de significancia y nivel estadístico de la primera hipótesis.....	62

## CONTENIDO DE ECUACIONES

	<b>Pág.</b>
Ecuación 1. Vulnerabilidad sísmica. ....	17
Ecuación 2. Vulnerabilidad sísmica estructural.....	17
Ecuación 3. Vulnerabilidad sísmica no estructural.....	18
Ecuación 4. Peligro sísmico.....	19
Ecuación 5. Riesgo sísmico.....	21
Ecuación 6. Análisis estático dinámico. ....	24
Ecuación 7. Análisis estático dinámico. ....	24
Ecuación 8. Fuerza sísmica.....	28
Ecuación 9. Distribución fuerza sísmica en sentido X.....	29
Ecuación 10. Distribución fuerza sísmica en sentido Y.....	29
Ecuación 11. Desviación estándar.....	57

## CONTENIDO DE APÉNDICES

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Sismicidad.....	78
Apéndice B. Analisis terreno de fundacion (suelo) .....	80
Apéndice C. Análisis de relieve del terreno (topografía).....	82
Apéndice D. Análisis de las derivas de entre piso en el sentido x-x.....	84
Apéndice E. Análisis de las derivas de entre piso en el sentido Y-Y .....	86
Apéndice F. Análisis de modos de vibración de la estructura .....	88
Apéndice G. Estadidad de muros no estructurales.....	90
Apéndice H. Estado de conservación superficial .....	92
Apéndice I. Estado de conservación mobiliario.....	94
Apéndice J. Estudio de mecanica de suelos .....	96
Apéndice K. Pruebas de concreto endurecido.....	103
Apéndice L. Espectro de sismo la norma E-0.30 .....	108
Apéndice M. Validación de documentos de edificación.....	111
Apéndice N. Fotografía.....	116
Apéndice N. Planos de la infraestructura .....	116

## RESUMEN

En el presente proyecto se investigó el nivel de riesgo de la institución educativa secundario del Colegio Emblemático José Carlos Mariátegui Ilave –Puno, que ha cumplido la etapa de vida útil en la localidad de Ilave, la institución educativa se ubica una zona de alta sismicidad, suelo rígido y topografía plana. Dicha institución ha cumplido con la vida útil y la misma presenta fisuras y dispersión en la resistencia de materiales, su forma estructural en planta es regular. Por lo que se determinó el comportamiento estructural de la edificación ante la existencia de un sismo severo, con el propósito de evitar la pérdida de vidas humanas. de los estudiantes y los docentes que laboran en el mismo pabellón. Para definir el nivel riesgo sísmico, peligro sísmico se procedió a realizar los estudios topográficos de campo, se replantearon su plano de arquitecturas del pabellón, y se ha realizado el estudio de suelo para definir la capacidad portante, además se determina la resistencia a la compresión de concreto a través de los ensayos de esclerometría a cada uno de los elementos estructurales. Luego se procedió a realizar los trabajos de gabinete, elaborando un análisis sísmico estático y dinámico, evaluación de elementos no estructurales. Los resultados obtenidos nos determinan que el primer pabellón de la institución educativa nivel secundario ha cumplido el periodo de vida útil que tiene un nivel de riesgo sísmico alto.

*Palabras clave:* Riesgo sísmico, peligro sísmico, vulnerabilidad sísmica.

## **ABSTRACT**

This project investigates the irrigation level of the secondary school of the Emblematic School José Carlos Mariátegui Ilave -Puno, which has completed the life stage in the town of Ilave, the educational institution is located an area of high seismicity , Rigid floor and flat topography. This institution has fulfilled the useful life and the same form of structural structure in the plant is regular. With the purpose of avoiding the loss of human lives of the students and the teachers who work in the same pavilion. To define the level of seismic risk, the seismic hazard is processed to perform the topographic studies of the field, its plan of pavilion architectures was rethought, and the soil study was carried out to define the capacity of the port, as well as the determination of the resistance. Concrete compression through the exclerometry tests. Then the cabinet work was carried out, a static and dynamic seismic analysis was carried out, the density of the walls, the evaluation of the elements was not determined, The results determine that the first pavilion of the secondary education institution has fulfilled the useful life period that has a high seismic risk level.

*Keywords:* Seismic risk, seismic hazard, seismic vulnerability.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación cuantifica el riesgo sísmico de una infraestructura educativa construida hace 51 años. Dicha institución “colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave”, fue construida en el año 1967 bajo criterios básicos de ingeniería, con materiales propios y mano de obra no calificada. El edificio es vulnerable frente a terremotos debido a que se encuentra en una zona sísmica y los códigos de diseño de la época que fue construida no consideraban efectos sísmicos.

El mecanismo de la identificación del riesgo sísmico es a partir del levantamiento topográfico, levantamiento de elementos estructurales existentes, a estudios de mecánica de suelos, verificación de la resistencia del concreto. Una vez obtenido todos los datos necesarios se efectuó un análisis sísmico estático y dinámico de acuerdo a la normativa vigente (Reglamento Nacional Edificaciones E-030 Diseño Sismo resistente, E-050 Suelos y Cimentaciones y E-070 Albañilería).

Los resultados obtenidos de los niveles de riesgos sísmicos, vulnerabilidades sísmicas y el estado de conservación de los elementos estructurales de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui de la ciudad de Ilave.

La investigación concluye que la edificación del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui de la ciudad de Ilave está en riesgo sísmico medio, por la razón principal que la edificación ya cumplió su vida útil considerándose como estructura con vulnerable sísmica estructural y no

estructural. Motivo por el cual se recomienda el reforzamiento y/o reconstrucción del pabellón.

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Descripción de la realidad del problema**

La infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave fue construida en el año 1967 con el modelo de gran unidad escolar de entonces. Dicha institución viene funcionando hasta fecha de la presente del desarrollo del proyecto de investigación con un periodo aproximado de 51 años de vida útil, tiempo en el cual ha sido expuesto a fenómenos naturales tales como sismos, cambios de temperatura y exposición a humedad.

La degradación de los materiales debido a la antigüedad y a la exposición a cambios climáticos ha hecho que la infraestructura cumplió con su vida útil. Por otro lado, el diseño de la infraestructura de la época era muy limitada en cuanto al diseño sísmico, configuración estructural, control de calidad de materiales y la mano de obra no calificada son factores que favorecen a clasificar con una infraestructura importante que alberga gran cantidad de personas.

El sismo con mayor intensidad registrado en estos últimos años en la ciudad de Puno, del 1 de diciembre del 2016, ocurrió un sismo de magnitud moderada 6,0

grados de richter en los departamentos de centro y sur del Perú con epicentro a 60km al Este de la localidad de Lampa, 45 km al NO de Santa Lucia y a 25 km al SE de la localidad de Condoroma, todos ubicados en el departamento de Puno. Este sismo presenta su foco a una profundidad de 10 km y en general, fue percibido en un área de radio del orden de 250 km (intensidad de II, MM), siendo mayor su intensidad entorno a las ciudades y/o localidades de Ocuvi, Santa Lucia, Lampa, Paratía, Vilavila, Cabanillas y Condoroma, todos en el departamento de Puno. En este informe se presenta los parámetros hipocentrales del sismo, intensidades evaluadas, orientación de la fuente y su interpretación sismo tectónica (Tevera, Fernandez, y Ademir, 2016)

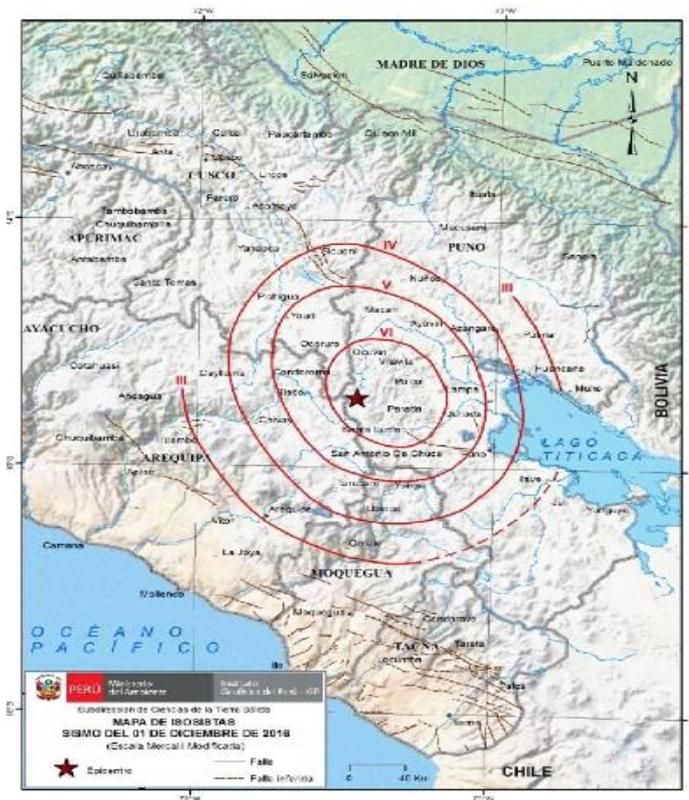


Figura 1. Mapa preliminar de intensidades en la escala Mercalli modificada para el sismo de Lampa del 1 de diciembre de 2016.

Fuente: Tevera, Fernandez, y Ademir, 2016



*Figura 2.* Imagen de viviendas dañadas por el sismo de Lampa, fisuras y caída de paredes de adobe  
Fuente: Tevera, Fernandez, y Ademir, 2016

Por otro lado, se describe las condiciones climáticas donde se ubica el proyecto según fuente Díaz (2013) concluye en:

Se realizó la caracterización climática de la presencia de lluvias y las temperaturas para la cuenca del río Coata e Ilave, obteniéndose que para la cuenca del río Coata la precipitación pluvial oscila entre los 626 mm a 1000 mm de precipitación total anual, mientras que para la cuenca del río Ilave la presencia de lluvias oscila entre los 550 mm y 950 mm.

El periodo de máxima presencia de lluvias se presenta en los meses de diciembre a febrero (temporada húmeda), cuando se registra más del 55 % de las precipitaciones pluviales anual, en tanto que en la temporada seca comprendida entre el mes de junio julio y agosto, sólo se registra el 5 % de las precipitaciones anuales.

La temperatura máxima del aire, tanto para la cuenca del río Coata como para la cuenca de río Ilave, no presenta variaciones cuantiosas durante el año; la temperatura máxima alcanza a un valor más alto en la estación de primavera con temperatura alrededor de 17 grados de promedio. Para el caso de la temperatura mínima del aire es observado con un marcado ciclo anual, en donde las diferencias entre el verano y el invierno, presentaran un rango de variaciones en el orden de 10 grados, aproximadamente.

En relación a la temporada de baja temperatura, mínima es más extrema registrada corresponde a  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mientras que para la temporada de verano (la presencia de lluvia) y la temperatura mínima varían entre los  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

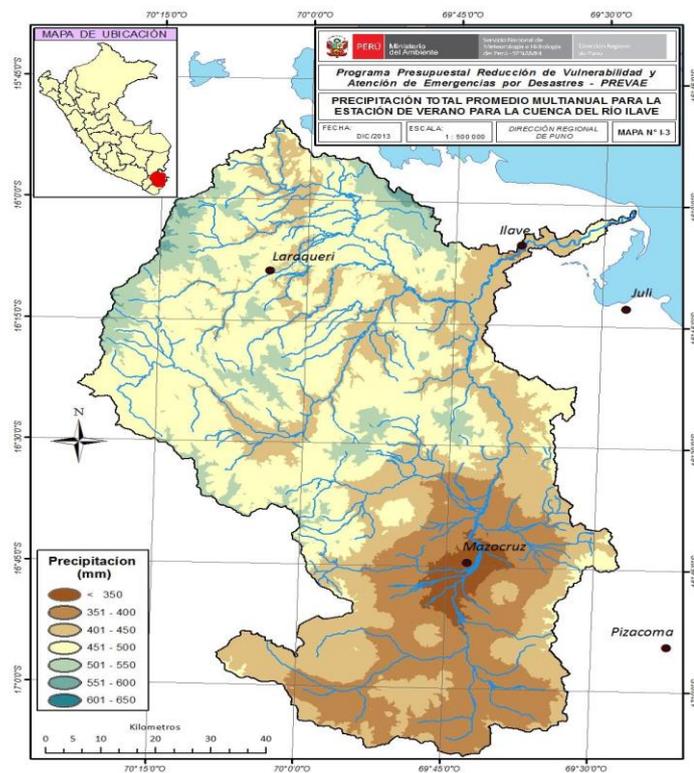


Figura 3. Distribución espacial de la precipitación para la estación de verano para la cuenca del río Ilave.

Fuente: Díaz, 2013

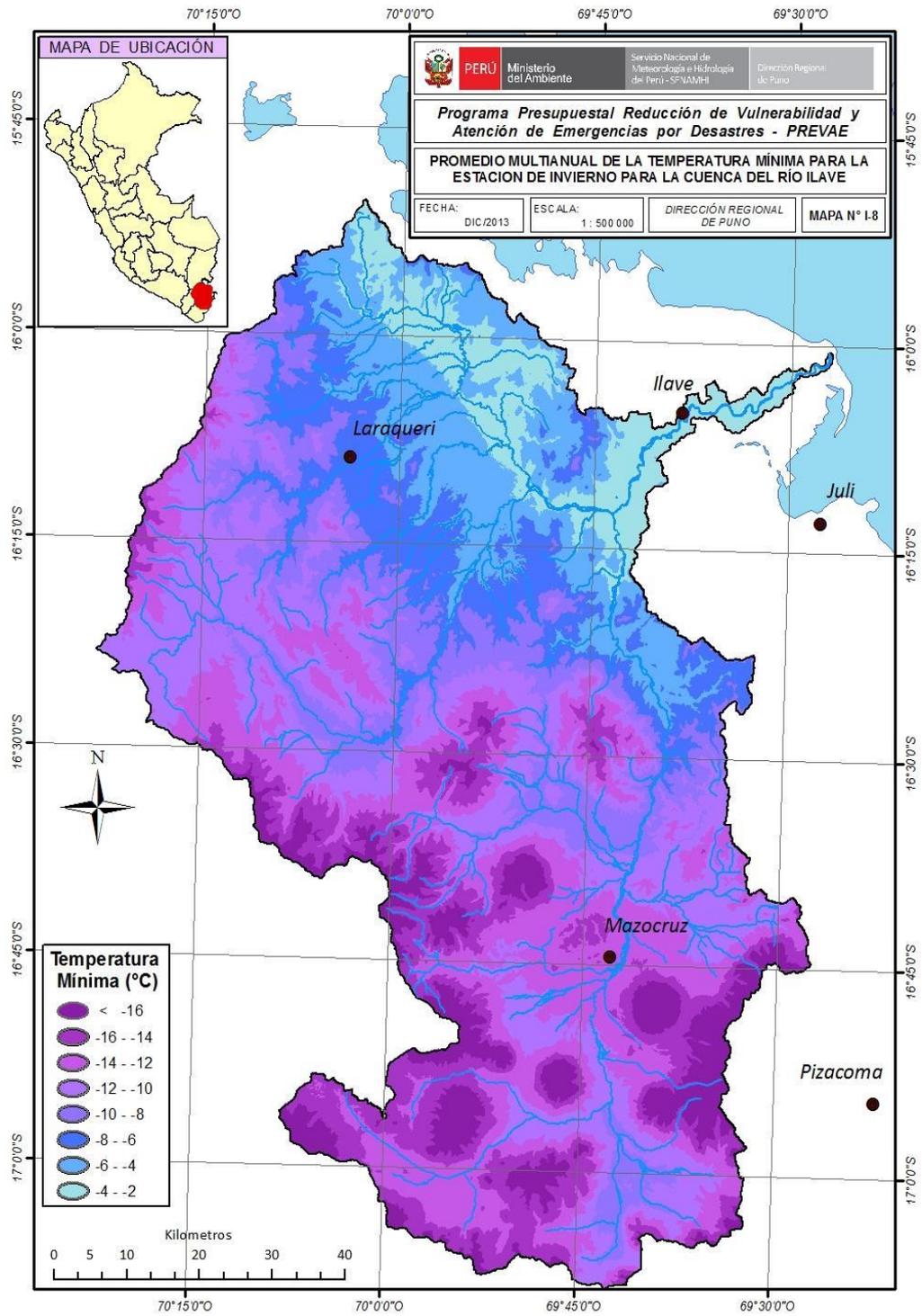


Figura 4. Promedio multianual de las temperaturas mínimas para la estación de invierno para la cuenca del río Ilave.

Fuente: Díaz, 2013

Las amenazas sísmicas que están expuestas, debido a que se localiza en una zona de actividad sísmica continua y a la incertidumbre de la conservación de sus elementos estructurales conlleva a suponer que la infraestructura está en un riesgo sísmico alto de acuerdo a la zonificación del Norma E.030 Diseño Sismo Resistente (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

La Institución Educativa denominada Glorioso Escolar San Carlos está ubicado en la ciudad de Puno, cuenta con las edificaciones educativas de infraestructuras las más antiguas en la ciudad Puno y a nivel nacional, sus ambientes educativos están construidas hace 50 años. Estos pabellones educativos están contruidos con muros albañilería y de concreto armado, tienen una planta rectangular generalmente en la parte frentera de dos niveles y los de más pabellones son de tres niveles cuenta de cuatro a seis aulas por piso por pabellón y otros pabellones con sala de cómputo y biblioteca y tiene grandes dimensiones de 8,00 m de ancho por 10,00 m de largo.



*Figura 5.* Vista frontal de glorioso San Carlós – antigüedad 50 años



Figura 6. Pabellón del Colegio Emblemático José Carlos Mariátegui de Ilave



Figura 7. Placa de inauguración de primer pabellón de Colegio Emblemático José Carlos Mariátegui de Ilave - antigüedad 51 años.

## **1.2. Definición del problema**

### **1.2.1. Problema general.**

¿Cuál será el nivel del riesgo sísmico de la infraestructura del primer pabellón del C.E. José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

¿Cuál es el nivel del peligro sísmico de la infraestructura del primer pabellón del C.E. José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno?

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura del primer pabellón del C.E. José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno?

¿Cuál es el estado de conservación de los elementos estructurales, de la infraestructura del primer pabellón del C.E. José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno?

## **1.3. Objetivos de investigación**

### **1.3.1. Objetivo general.**

Determinar el nivel del riesgo sísmico de la infraestructura del primer pabellón del C.E. José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno.

### **1.3.2. Objetivos específicos.**

Determinar el nivel del peligro sísmico de la infraestructura del primer pabellón del C.E. José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno.

Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la infraestructura del primer pabellón del C.E. José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno.

Evaluar el estado de conservación de los elementos estructurales de la infraestructura del primer pabellón del C.E. José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno.

#### **1.4. Justificación**

El presente trabajo de investigación aporta conocimientos teóricos y práctico a través de la evaluación de riesgo sísmico de edificaciones esenciales cuyo periodo de funcionamiento se aproxima a 51 años.

La investigación evalúa la estructura operativa después de un evento sísmico importante, así como evitar la pérdida de vidas humanas de los estudiantes y los docentes, que laboran en el mismo pabellón, asegura la persistencia de servicios mínimos de daños a la infraestructura.

La investigación aporta información estadística sobre daños de edificaciones educativas antiguas, del modelo gran unidad escolar construida bajo código de diseño, que no considera cargas de sismo. También se conoce el nivel de vulnerabilidad y el peligro sísmico a los que están expuestos los ocupantes de dicha infraestructura.

La infraestructura de institución educativa ubicada en zonas sísmicas y con degradación aparente de sus elementos estructurales debe ser analizada periódicamente.

#### **1.5. Alcances y limitaciones**

##### **1.5.1. Alcances.**

Según la investigación y revisión de las bibliografías, el trabajo de investigación ha sido materia de investigación, así como también se ha realizado ensayos de

laboratorio de pruebas de esclerometría y estudio de mecánica de suelos, determinando la resistencia del concreto, y la capacidad portante de suelo mediante estudio de mecánica de suelos, así como el riesgo sísmico en países con actividad sísmica importante.

Con el presente trabajo de investigación el aporte es que en la región de Puno gran porcentaje de centros educativos tienen una antigüedad de 50 años de vida útil, por ello propongo un análisis específico y el apoyo inmediato de los gobernantes en el sector educación

### **1.5.2. Limitaciones.**

Las autoridades educativas no permiten realizar con facilidad la prueba de evaluación de riesgo sísmico y la vulnerabilidad debido a la antigüedad de la infraestructura diseñada en el año 1967, es poco accesible a la autorización para tener muestras de algunos ensayos destructivos, no se encontró los equipos adecuados para determinar el estado de conservación de acero de corrosión en los elementos estructurales en la Institución Educativa.

## **1.6. Variables**

### **1.6.1. Variable independiente.**

Evaluación de riesgo sísmico

Definición Operacional: Consiste en medir el daño sísmico y la pérdida de bienes materiales y vidas humanas.

Indicadores: Nivel de riesgo sísmico (alto 3, medio 2, bajo 1)

### 1.6.2. Variable dependiente.

Infraestructura del primer pabellón del Colegio Emblemático José Carlos Mariátegui.

Definición operacional: La infraestructura de un pabellón que consta elementos estructurales y no estructurales.

Indicadores: Peligro sísmico (alto 3, medio 2, bajo 1) y vulnerabilidad sísmica (alto 3, medio 2, bajo 1).

### 1.6.3. Operacionalización de las variables.

**Tabla 1**

*Operación de variables*

<b>Tipo de Variable</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador</b>	
Independiente	Peligro sísmico	Es la Probabilidad de ocurrencia de un sismo, en concordancia de algunos parámetros como zona sísmica, tipo de suelo y pendiente topográfica.	Alta Media Baja	
		Vulnerabilidad sísmica estructural	Se refiere al nivel de daño sísmico en elementos estructurales importantes los que son medidos con derivas y periodo de vibración	Alta Media Baja
			Vulnerabilidad sísmica no estructural	se refiere al nivel de daño sísmico en acabados y mobiliario existente los que serán medidos por la operatividad de los mismos
	Dependiente	Riesgo sísmico	Es la estimación de costo de daño a los bienes materiales, así como pérdida de bienes de vidas, bajo ciertas características de la edificación frente a exposición de un sismo	Alta Media Baja

## **1.7. Hipótesis de la investigación**

### **1.7.1. Hipótesis general.**

El nivel del riesgo sísmico de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno es alto debido a su vulnerabilidad y peligro sísmico.

### **1.7.2. Hipótesis específicas.**

El peligro sísmico de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno es alto debido a la sismicidad, tipo del suelo y su topografía.

La vulnerabilidad sísmica de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno alta debido a su comportamiento sísmico, estado actual y estabilidad de elementos no estructurales.

El estado de conservación de los elementos estructurales de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno es deficiente debido a que cumplió su vida útil y exposición a la humedad y bajas temperaturas.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Las investigaciones revisadas a la evaluación de riesgo sísmico en edificaciones, sirve como base en la elaboración del proyecto investigación.

Astorga (2006), en su tesis de Pregrado “Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas”, desarrollado con herramientas e instrumentos para evaluar el desempeño sismo resistente para calcular la pérdida de infraestructuras educativas peruanas. Identificando a cinco clases de estructuras como los más representativos construidos en diferentes épocas y de distintos materiales. Para evaluar pérdida se construye la función de distribución de daños ocasionados para distintos escenarios de sismicidad en base a los cuales se obtienen las curvas de fragilidad y matriz de probabilidad de daño.

Marín (2012), “Evaluación del riesgo sísmico del centro histórico de la ciudad de Huánuco”, se obtienen escenarios de daños en el centro histórico de la ciudad de Huánuco utilizando el mapa de peligrosidad sísmica básica, y mapa geológica y geotécnica, y la zonificación de la ciudad y la altimetría.

Con la información se individualiza las vulnerabilidades, daños y pérdida económica esperada para una edificación bajo diferentes hipótesis de acciones sísmicas básicas. Para cada una de las edificaciones ha sido posible estimar el estado de conservación y sus características estructurales y su tiempo de antigüedad.

Palomino y Tamayo (2016), “Evaluación probabilista del riesgo sísmico de hospitales en Lima con plataforma CAPRA”, estima el riesgo sísmico de hospitales de Lima en término de pérdida económica probable a partir de su componente peligro, exposición y vulnerabilidad utilizando la metodología de CAPRA utilizada por la superintendencia de banca y seguros (SBS) desde el año 2005. El estudio sirve para la definición de criterios y recomendación referente a la transferencia del riesgo, planeamiento de la atención de emergencia y financiamiento de actividad de reconstrucción post desastre.

Ramírez (2017), “Evaluación del riesgo sísmico de las edificaciones educativas primarias que han cumplido el tiempo de vida útil en la ciudad de Puno”, estima el grado de riesgo sísmico de infraestructura de institución educativa primarias que ha cumplido su periodo de vida, ubicadas en zonas de alta sismicidad y sobre suelos intermedios. La mayoría presenta fisuras, configuración en planta irregular por lo cual se evalúa los comportamientos estructurales de las infraestructura educativa de primarias ante un sismo severo, con el fin de evitar la pérdida de vidas humanas.

Mosqueira (2012), “Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca” concluye que la facultad de ingeniería de la universidad nacional de Cajamarca se ubica en una zona de alta

sismicidad y sobre un suelo de baja resistencia, su edificación son en su mayoría antigua y deteriorado. Es por ello que es necesario evaluar y pronosticar cómo se comportan la edificación ante un sismo severo, con el fin de prevenir y mitigar los daños, por eso se ha determinado el riesgo sísmico de la facultad. Para ello se realizó un levantamiento arquitectónico, estructural y se determinó la resistencia de elemento portante usando el equipo esclerómetro. La información recogida permitió realizar modelos para evaluar el comportamiento estructural de edificaciones, con el resultado de estos análisis fueron procesados en fichas donde se obtuvo la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de cada pabellón. Los resultados obtenidos nos determinan que la facultad de ingeniería tiene un riesgo sísmico alto por lo que ante un sismo severo se produciría fallas de columna corta, sus tabiques colapsaran debido a la falta de elementos de arriostre. Todo esto llevara al posible colapso de las edificaciones efecto que podría suceder en todas las edificaciones de la universidad nacional de Cajamarca debido a la similitud de los sistemas estructurales.

De acuerdo a la investigación de Mosqueira y Ruiz (2005) se deduce que las albañilerías de ladrillo de arcillas confinadas por el elemento de concreto armado es considerado como una vivienda de “material noble” por la población peruana es un material de preferencia para la construcción de vivienda en el Perú. La mayoría de población peruana no tiene las posibilidades de contratar un profesional de área y lo realizan las construcciones de viviendas en forma informal o empírica. Con esta investigación de proyecto se desarrollarán metodologías simples para determinarse un riesgo sísmico de viviendas informales con muros de albañilería confinada. Este metodológica fue aplicado a 270 viviendas distribuidas en cinco

ciudades urbanas como costa peruana (Chiclayo, Trujillo, Lima, Ica y Mollendo). Con el dato de campo obtenidos son las principales características de sus ubicaciones, en la arquitectónica, estructuras y proceso constructivo de las viviendas. Con las informaciones obtenidas se procede en hojas de cálculos para determinar el nivel de riesgo sísmico de su infraestructura en cada vivienda ante sismo severo y se procede a elaborar una base de dato para su clasificación de los principales defectos de viviendas analizadas.

Con resultado obtenido se contribuye el desarrollo de cartillas para las construcciones de viviendas de albañilería confinado en zonas de alto peligro sísmicos. Esta cartilla presentara las informaciones a cada paso de su proceso constructivo de una vivienda en su forma estructural y con lenguajes muy simples.

## **2.2. Bases teóricas**

En este párrafo se dará a conocer el concepto, método y pruebas de esclerometria y un estudio de suelos que será necesario para la evaluación del riesgo sísmico de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno. Aplicando el reglamento nacional de edificación tales como cimentaciones (E-050), concreto armado (E-060), albañilería (E-070) y diseño sismo resistente (E-030).

### **2.2.1. Factores influyentes en el riesgo sísmico.**

El riesgo sísmico dependerá de dos factores: la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico Kuroiwa (2002)

### 2.2.2. Vulnerabilidad sísmica.

Para poder determinarse la vulnerabilidad sísmica de la institución educativa se ha analizado la vulnerabilidad estructural y la vulnerabilidad no estructurales Kuroiwa (2002).

$$Vul. \text{ sísmica} = (Vul. \text{ sistema estr.} + Vul. \text{ sísmica no estr.})/2 \dots [\text{Ecuación 1}]$$

**Tabla 2**

*Rango de vulnerabilidad sísmica*

Vulnerabilidad sísmica	Rango
Baja	1 a 1,4
Media	1,5 a 2,1
Alta	2,2 a 3

Fuente: Muñoz, 2001

Las vulnerabilidades estructurales se estiman en ejercicio de siguiente parámetro: las derivas de entrepiso y periodos de vibración.

$$Vul. \text{ sísmica Estr.} = 0,30 (dxx) + 0,30(dyy) + 0,40(T) \dots \dots \dots [\text{Ecuación 2}]$$

**Tabla 3**

*Deriva sentido X – X*

Deriva de entrepiso	Control de deriva	Calificación	Valor asignado
Dx1	0,005 @ 0,006	Bueno	1
Dx2	0,003 @ 0,004	Regular	2
Dx3	0,002< @ 0,007<	Malo	3

Fuente: Astorga, 2006

**Tabla 4***Deriva sentido Y-Y*

<b>Deriva de entrepiso</b>	<b>Control de deriva</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor asignado</b>
Dy1	0,004 – 0,005	Bueno	1
Dy2	0,003	Regular	2
Dy3	0,002< @ 0,005<	Malo	3

Fuente: Astorga, 2006

**Tabla 5***Periodo de vibración*

<b>Periodo de vibración</b>	<b>Control de periodo</b>	<b>Topografía</b>	<b>Valor asignado</b>
T1	0,01*#Pisos	Bueno	1
T2	0,009*#Pisos @ 0,011*#Pisos	Regular	2
T3	0,009*#Pisos< @ <0,011*#Pisos	Malo	3

Fuente: Astorga, 2006

Las vulnerabilidades no estructurales están en función la estabilidad de los muros, estado de conservación superficial y estado de conservación del mobiliario.

$$Vul. \text{ sísmica no Estr.} = 0,35 (EM) + 0,35(CS) + 0,30(CM) \dots \dots [Ecuación 3]$$

Donde:

Em = corresponde a la estabilidad de los muros no estructurales,

Cs = Estado de conservación

Cm = Conservación del mobiliario.

**Tabla 6***Estabilidad de muros no estructurales*

<b>Estabilidad de muros</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor asignado</b>
EM1	100 % Muros Estables	1
EM2	75 % - 90 % Muros Estables	2
EM3	<75 % Muros Estables	3

Fuente: Astorga, 2006

**Tabla 7***Estado de conservación superficial*

<b>Conservación superficial</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor asignado</b>
CS1	100 % Conservado	1
CS2	60 – 90 % Conservado	2
CS3	<60 % Conservado	3

Fuente: Astorga, 2006

**Tabla 8***Estado de conservación mobiliario*

<b>Conservación de mobiliario</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor asignado</b>
CM1	100 % conservado	1
CM2	60 - 90 % conservado	2
CM3	<60 % conservado	3

Fuente: Astorga, 2006

**2.2.3. Peligro sísmico.**

El peligro sísmico se estimará en función de siguiente parámetro sismicidad, tipo de suelo, estudios de topografía y pendientes de las zonas donde están ubicados la infraestructura a cada uno de las infraestructuras se asigna un valor numérico según las tablas.

$$\text{Peligro Sismico} = 0,40 (Z) + 0,40(S) + 0,20(P) \dots\dots\dots [\text{Ecuación 4}]$$

Donde:

Z= Sismicidad

S = Tipo de suelo

P = Topografía.

**Tabla 9**

*Sismicidad*

Zona sísmica	Factor de zona	Nivel de sismicidad	Valor asignado
Z1	0,1	Baja	1
Z2	0,25	Media	2
Z3	0,35	Alta	3
Z4	0,45	Muy alta	4

Fuente: Astorga, 2006

**Tabla 10**

*Suelo*

Tipo de suelo	Arena	Arcilla	Perfil de suelo	Valor asignado
S0		Roca	Roca dura	1
S1	N60 > 50	> 1,00 kg/cm <sup>2</sup>	Rígido	
S2	N60 15-50	0,50kg/cm <sup>2</sup> – 1,00kg/cm <sup>2</sup>	Intermedio	2
S3	N60 < 15	0,25kg/cm <sup>2</sup> – 0,50kg/cm <sup>2</sup>	Blando o flexible	3
S4	Basada en el EMS		Excepcional	

Fuente: Astorga, 2006

**Tabla 11**

*Topografía*

Tipo de pendiente	Pendiente	Topografía	Valor asignado
P1	0 % - 3 %	Plano	1
P2	3 % - 7 %	Ligeramente Inclinado	2
P3	> 7%	Inclinado	3

Fuente: Astorga, 2006

El valor asignado para cada parámetro se reemplazará en una ecuación 4,0 para definir numéricamente el peligro sísmico de la infraestructura. Se ha considerado 40 % de participaciones tanto para la sismicidad, para el tipo de suelos, este parámetro se relaciona directamente con los cálculos de la fuerza sísmica establecidos según la Norma Técnica E-0.30 Diseño Sismo resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción 2018).

**Tabla 12**

*Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico*

<b>Sismicidad</b>	<b>Peligro sísmico</b>	<b>Rango</b>
	Baja	1,8
Alta	Media	2 a 2,4
	Alta	2,6 a 3
	Baja	1,4 a 1,6
Media	Media	1,8 a 2,4
	Alta	2,6
	Baja	1 a 1,6
Bajo	Media	1,8 a 2
	Alta	2,2

Fuente: Mosqueira, 2012

#### **2.2.4. Riesgo sísmico.**

Kuroiwa (2002), define como riesgo sísmico como el grado de pérdidas, destrucción, y daños esperados debido a una ocurrencia de un determinado sismo y es función de las vulnerabilidades sísmicas y el peligro sísmico.

$$Riesgo\ sísmico = 0,5 (Vul.\ sísmica) + 0,5 (Peligro\ sísmica) \dots [Ecuación\ 5]$$

Luego de establecer las calificaciones de grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y a una medición que combina el peligro sísmico se evaluará y los niveles de riesgos sísmico de la infraestructuras que tendrá cada infraestructura con las calificaciones del riesgo mostrados en la (tabla 13) por ejemplo si la infraestructura tiene vulnerabilidades sísmica altas y la zona donde está construida la infraestructura tendrá un peligro sísmico medio, entonces la infraestructura tiene riesgos sísmicos alto.

**Tabla 13**

*Calificación del riesgo sísmico*

<b>Vulnerabilidad peligro</b>	<b>Baja</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>
Bajo	Bajo	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio	Alto
Alto	Medio	Alto	Alto

Fuente: Mosqueira 2012

Se denominará fisura a la separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellos. La identificación se realiza según su sentido, de ancho y profundidad utilizándose los siguientes adjetivos: longitudinales, transversales, vertical, diagonal, con los respectivos rangos y anchos de acuerdo con la norma ACI son los siguientes.

**Tabla 14**

*Tipos de fisura y unidades de medida*

<b>Tipo</b>	<b>Medida</b>
Fina	Menos de 1mm
Media	Entre 1 y 2mm
Ancha	Más de 2mm

Fuente: Muñoz, 2001

Se usará comparadores de fisura o fisurómetros para poder medir y monitorear se instalarán algunos testigos para poder determinarse el actual estado de actividad.

#### **2.2.5. Diagnostico infraestructura.**

En esta parte las evaluaciones nos explican el posible daño de la infraestructura que sufrirá de acuerdo a los niveles de riesgos sísmicos calculados. El riesgo sísmico bajo significa que la infraestructura que no sufrirá los daños ante evento sísmico. La infraestructura tiene una adecuada densidad de muro, con un mano de obra regular materiales adecuados, que se encuentre construido sobre un suelo intermedio.

El riesgo sísmico medio significa la infraestructura no tienen adecuada densidad en sus sentidos, pero se encuentran construido sobre un suelo intermedio. En estos casos, se afirmará que la infraestructura sufrirá algún daño en sus muros. El riesgo sísmico es alto significa que la infraestructura sufrirá daños importantes en su muro y los tabiques colapsará (se volteará). También, se presentará edificaciones con asentamiento por estar construidos sobre un suelo muy flexible.

#### **2.2.6. Análisis Estructural.**

Análisis estático y dinámico, este método representara la sollicitación sísmica mediante un conjunto de fuerzas que actúan en el centro de masa de cada nivel de la edificación.

Se podrá analizar mediante los procedimientos de las estructuras regulares e irregulares. Las estructuras clasificadas como regular según el numeral 3,5 de no

más de 4,5 m de altura y la estructura de muro portante de concreto armado y albañilería armada de 1,5 m de altura aun cuando sean irregulares.

La fuerza cortante total en la base a las estructuras, que corresponden al sentido considerado.

$$V = \frac{Z.U.C.S.P}{R} \dots\dots\dots[Ecuación 6]$$

$$Sa = \frac{ZUCS.g}{R} \dots\dots\dots[Ecuación 7]$$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:  $C/R > 0,125$

Donde:

$Z$  = Factor de zona.

$U$  = Factor de uso.

$C$  = Factor de amplificación sísmica.

$S$  = Factor de suelo.

$R$  = Factor de reducción sísmica.

$P$  = Peso de la edificación.

$g$  = Gravedad.

El factor de zonas se designó según las zonas sísmicas en la cual se ubicará las edificaciones, este factor se interpretará como las aceleraciones máximas de terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años.

**Tabla 15**

*Factores de zona "Z"*

<b>Zona</b>	<b>Z</b>
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,1

Fuente: Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2018

El componente se usará según las clasificaciones que se haga de acuerdo al capítulo 2 según la norma E-030.

**Tabla 16***Categoría de las edificaciones y factor "U"*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor U</b>
A Edificaciones esenciales	A1 Establecimiento de salud del sector salud (público y privado) del segundo y tercer nivel según lo nombrado por el Ministerio de salud.	1,5
	A2 Edificaciones esenciales cuya función no deberá interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo severo tales como:  Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1	
B Edificaciones importantes	Puertos aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicación, estaciones de bombero, cuarteles de las fuerzas armadas y policía	1,3
	Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorio y plantas de tratamiento de agua.	
	Todas aquellas edificaciones que pueden servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades	
	Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	
C Edificaciones comunes	Edificio que almacenen archivos e información esencial del estado.	1,0
	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	
D Edificaciones temporales	Construcción provisional para depósitos, casetas y otros similares	ver nota 2

Fuente: Norma E.030: Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2018

Para averiguarse los valores del factor suelos se deberá considerarse el modelo de perfil que mejor se describa las condiciones locales de los estudios. El factor de suelo se calculó en función del factor Z.



Figura 8 Mapa de zonificación sísmica – Perú

Fuente: Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2018

Los valores de los periodos que se definen en la plataforma del factor C (TP) y el valor del periodo se definirán en el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante (TL) y se calcula en base a función de factor del suelo S.

**Tabla17***Clasificación de los perfiles de suelo*

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

Fuente: Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2018

**Tabla18***Factores de suelo "S"*

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

Fuente: Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2018

**Tabla19***Periodos "TP" Y "TL"*

	Perfil de 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	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2018

El coeficiente de reducción de la fuerza sísmica (R) se selecciona según el sistema estructural y los materiales usados en la edificación.

Los coeficientes de reducciones de la fuerza sísmica se determinan como el producto de los coeficientes R<sub>o</sub> y de factor I<sub>a</sub> e I<sub>p</sub>.

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p \dots\dots\dots [\text{Ecuación 8}]$$

Donde:

$R_o$  = Coeficiente básico de reducción.

$I_a$  = Factor de irregularidad en altura.

$I_p$  = Factor de irregularidad en planta.

La fuerza sísmica horizontal en cualquier nivel, corresponde a direcciones consideradas, se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$F_i = \alpha_i \cdot V \dots\dots\dots [\text{Ecuación 9}]$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k} \dots\dots\dots [\text{Ecuación 10}]$$

$F_i$  = Fuerza sísmica.

$V$  = Fuerza cortante en la base de la estructura.

$P_j$  = Peso por nivel de la estructura.

$h_j$  = Altura de la edificación.

Donde  $n$  es el número de piso de edificios,  $k$  es un exponente relacionado con los periodos fundamentales de vibraciones de la estructura ( $T$ ), en las direcciones se considerará, y que se calcula de acuerdo a la siguiente expresión.

**Tabla20***Categoría y sistema estructural de las edificaciones*

<b>Categoría de la edificación</b>	<b>Zona</b>	<b>Sistema estructural</b>
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural
		Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF.
	2 y 1	Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2(*)		Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF.
	4,3 y 2	Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema
B		Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF.
	4,3 y 2	Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
		Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema

Fuente: Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2018

**Tabla 21**  
*Sistemas estructurales*

<b>Sistema estructural</b>	<b>Coefficiente básico de reducción <math>R_o</math>(*)</b>
Acero:	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	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
Concreto armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2018

**Tabla 22**  
*Categoría y regularidad de las edificaciones*

<b>Categoría de la edificación</b>	<b>Zona</b>	<b>Restricciones</b>
A1 y A2	4,3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4,3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2018

**Tabla23***Límites para la distorsión del entrepiso*

<b>Categoría de la edificación</b>	<b>Zona</b>	<b>Restricciones</b>
A1 y A2	4,3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4,3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta dos pisos u ocho m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción, 2018

**2.2.7. Evaluación del pabellón.**

De acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.030 sismo resistente se categoriza como edificación esencial “A”, el que se detalla las características de la infraestructura seleccionada.

La institución educativa secundario José Carlos Mariátegui de la ciudad de Ilave, se encuentra ubicado en la zona sur este de la ciudad de Ilave, especialmente en jirón Arica con intersección avenida panamericana. La misma institución educativa cuenta con área de 9,341.65 m<sup>2</sup> y un perímetro de 402,03 ml.

La institución educativa secundaria cuenta con cinco pabellones construidos en diferentes etapas de los cuales se tomó el de mayor antigüedad siendo el primer de la institución educativa secundario José Carlos Mariátegui de Ilave construido en el año 1967 la misma con 51 años de antigüedad.

La infraestructura analizada cuenta cuatro aulas y un taller desarrollado en 234,94 m<sup>2</sup> en el primer nivel y 01 aula, 01 biblioteca y 01 sala de computo desarrollado en 226,38 m<sup>2</sup> en el segundo nivel haciendo un total de 461,32 m<sup>2</sup>.

El pabellón no evidencia un diseño estructural apropiado, planos ni estudios básicos (ensayos de mecánica de suelos y topografía), la construcción del primer pabellón del colegio emblemático se realizó en forma empírica sin ningún tipo de dirección técnica ni exigencias sísmicas.

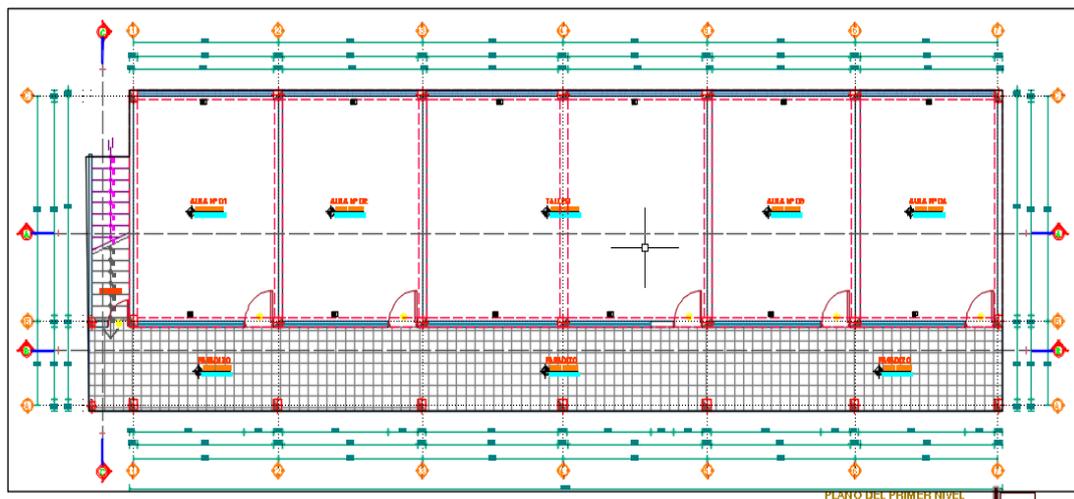


Figura 9 Modelo dos pisos de pabellón de (colegio emblemático José Carlos Mariátegui Ilave)

### 2.2.8. Estructuración.

El primer pabellón consta de dos niveles con una configuración estructural, sistema a porticado en los ejes X-X y Sistema de albañilería confinada en los ejes Y-Y, con columnas esquineras de 25 cm x 30 cm y columnas intermedias 30 cm x 30 cm, vigas de 30 cm x 40 cm en eje X-X y 30 cm x 50 cm en el eje Y-Y, Losa aligerada en ambos niveles y tabiquería de King Kong artesanal de 10 cm x14 cm x10 cm.

El pabellón mide 26,95ml en sentido X-X y 8,40 ml en el sentido Y-Y, la altura de 2,60 por nivel haciendo un total de 5,40 ml la altura del edificio y los parapetos cuentan con 0,90 en los pasillos y 1,20 en la parte delantera de las aulas y 1,60 en la parte posterior de las aulas.

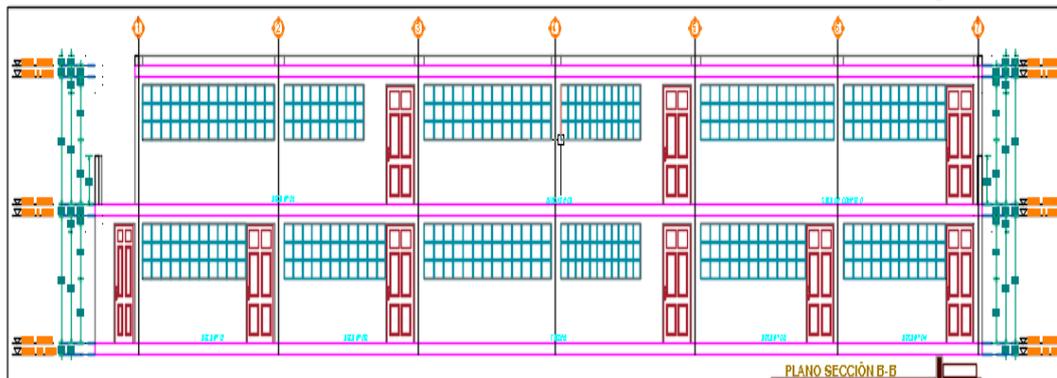


Figura 10. Evaluación frontal del modelo del primer pabellón de (colegio emblemático José Carlos Mariátegui Ilave)

### 2.2.9. Evaluación de muros.

Para las evaluaciones de muros primer pabellón del Colegio Emblemático José Carlos Mariátegui de Ilave se detallará la evaluación de la siguiente forma y.

Muros de albañilería en el sentido Y-Y presenta fisuras en forma vertical y con grietas en forma diagonales muy finas en la superficie de muro de corte.

Muros pórtico en el sentido X-X de la superficie de los muros se muestra grietas diagonales y verticales no exceden su límite de fluencia ancha y figuración del concreto. Falla por corte.

Los tipos de fallas son *por corte* tracción diagonal la fisura corre columna solera o cimiento puede deslizarse talón comprimido, *por aplastamiento* son falla

que aparecen en forma horizontal, se abre y aplasta al muro y *fallas por punzunamiento*



*Figura 11.* Evaluación estructural de muros sentido Y-Y del primer pabellón de (colegio emblemático José Carlos Mariátegui Ilave)



*Figura 12.* Evaluación estructural de muros sentido Y-Y del primer pabellón de (colegio emblemático José Carlos Mariátegui Ilave)

Evaluación en los muros no estructurales parapetos en las aulas no presenta fisura, grietas y otras imperfecciones a simple, así como se aprecia en la siguiente vista.



*Figura 13.* Muros en sentido X-X no presenta fisuras ni grietas



*Figura 14.* Muros en sentido X-X no presenta fisuras ni grietas

Evaluación en los muros no estructurales, parapetos en el sentido X-X pasadizo presenta fisura en forma horizontal, así como se aprecia en la siguiente vista.



Figura 15. Muros en sentido X-X pasadizo presenta fisuras



Figura 16. Muros en sentido X-X pasadizo presenta fisuras

La evaluación estructural de los muros se hizo de la manera visual debido a que no se emplea ensayo destructivo. Tales como como estudio de diamantina u otros ensayos a simple vista tal como se muestra en la siguiente imagen existen rajaduras en los muros, también se verifica agrietamientos.

### 2.2.10. Plan de recolección de procesamiento de datos.

La siguiente etapa consiste en recolección de datos del pabellón pertinentes sobre involucrados al presente proyecto de investigación.

Se procesa trabajo de gabinete con programas de software con el desarrollo de trabajo de investigación en base a un análisis estático y dinámico y una simulación de un modelo para la propuesta. Del primer pabellón de institución educativa secundario que han cumplido el tiempo de vida útil.

### 2.2.11. Columnas.

**Tabla 24**

*Verificación de secciones en columnas*

I.E.S.	Área de columna existente	
Primer pabellón	900 m	30 x 30

### 2.2.12. Vigas.

**Tabla 25**

*Verificación de secciones en columnas*

I.E.S.	Área de vigas existente				Área de viga calculado			
	X X	Sección	Y Y	Sección	X X	Sección	Y Y	Sección
<b>Primer</b>	30 X	1200	30 X	1500	30 X	1200	30 X	1500
<b>Pabellón</b>	40	cm <sup>2</sup>	50	cm <sup>2</sup>	40	cm <sup>2</sup>	50	cm <sup>2</sup>

### 2.2.13. Presentación de cargas estáticas.

La estructura deberá de soportar las cargas que se impongan como consecuencia del uso. El metrado de carga vertical es un complemento para el metrado del diseño sísmo resistente.

Los tipos de cargas que se usan según la normativa se detallan:

- Cargas Muertas: Son aquellas cargas de gravedad que actúan durante la vida estructura. e incluye todos aquellos elementos estructura como el peso propio de las vigas, pisos, techos, columnas, y el peso de elementos arquitectónicos que complementaran la estructura como acabado, tabiquería

**Tabla 26**

*Cargas estáticas permanentes*

Descripción	Módulos
Carga muerta:	
Peso de losa aligerada ( h= 0,20 m)	300 kg/m <sup>2</sup>
Peso de los acabados (mortero e= 5 cm)	100kg/m <sup>2</sup>

- Carga viva o sobrecarga: Son cargas vivas aquellas producidas por el tipo de uso de la edificación, gravitacional de carácter movable, que actúan en forma esporádica. Entre etapas: el peso de la misma de los mobiliarios equipamiento, personas, muebles, se usarán como los valores que se establecen en la siguiente tabla.

**Tabla 27***Verificación de secciones en columnas  $E = 0,20$* 

<b>Descripción</b>	<b>Módulos</b>
Carga viva:	
Centro de educativos (aulas)	250 kg/m <sup>2</sup>
Corredores	400kg/m <sup>2</sup>
Bibliotecas	300kg/m <sup>2</sup>
Talleres (centro de cómputo)	350kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento - 2018

**2.2.14. Propiedades mecánicas de los materiales.**

Las propiedades de mecánica de material fueron obtenidas por las pruebas practicadas con el equipo de esclerómetro en primer pabellón de colegio emblemático.

Su característica mecánica y especificación de material se muestra.

**Tabla 28***Propiedades de los materiales*

<b>Descripción</b>	<b>Módulos</b>
Materiales:	
Resistencia a la compresión del concreto - columnas	199 kg/m <sup>2</sup>
Resistencia a la compresión del concreto - vigas	291 kg/m <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del concreto - columnas	211 601 0,40 kg/m <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del concreto - vigas	255 880 8,316 kg/m <sup>2</sup>
Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería	35 kg/m <sup>2</sup>
Ladrillo solido artesanal	
Módulo de elasticidad de la albañilería	175 00,00 kg/m <sup>2</sup>



Figura 17. Toma de muestra prueba de esclerómetro la viga de primera planta



Figura 18. Toma se muestra pruebas de esclerómetro de columna de primera planta



Figura 19. Toma de muestra pruebas con esclerómetro de losa aligerado segunda planta

### 2.2.15. Propiedades mecánicas de suelo.

La característica del suelo se calculará por estrato en primer pabellón del emblemático José Carlos Mariátegui el tipo de suelo predominante que se tiene y se observa el tipo de suelo una calicata de 1,20 m x 1,20 m por una profundidad de 2,00 m, con tipo de ensayo de corte directo

**Tabla 29**

*Capacidad portante*

Colegio emblemático	Tipo de suelo	QU (ton/m <sup>2</sup> )
Primer pabellón del colegio José Carlos Mariátegui	Arcilla inorgánica de baja plasticidad con presencia de partículas limosas	1,25



Figura 20. Toma de muestras de estudio de mecánica de suelos



Figura 21. Toma de muestras de estudio de mecánica de suelos

### 2.2.16. Análisis estático.

Para realizar el análisis sísmico estático el en primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui se sigue con la norma técnica E- 0.30 del Diseño Sismo resistente.

El primer pabellón del colegio emblemático secundario se clasifica como regular y cumple con los parámetros con la norma técnica E-0.30

**Tabla 30***Caracterizas generales de colegio emblemático José Carlo. Mariátegui. – Ilave*

Descripción		Valor
Condiciones Generales		
Uso		Colegio (Centro educativo secundario)
N° de piso		2
Altura de pabellón		5,6
Parámetros de diseño		
Factos de zona	Z	0,35
Factos de suelo	S	S 2
Periodo que define la plataforma del espectro	Tp	0,4
Coeficiente de amplificación sísmica		
Dirección "X"	Cx	2,5
Coeficiente de amplificación sísmica		
Dirección "Y"	Cy	2,5
Categoría sísmica estructural y regularidad de la edificación		
Factor de reducción R	Rx	8
	Rx	3
Factor de uso	U	1,5

**Tabla 31***Parámetros sísmicos de colegio emblemático José Carlos Mariátegui. –Ilave.*

Descripción		Valor
Sistemas Estructurales		
Sentido "X"		Sistema estructural a porticado:
Sentido "Y"		Sistema estructural albañilería confinada
Factor de reducción sísmica		
Sentido "X"	Rx	8
Factor de reducción sísmica		
Sentido "Y"	Ry	3
Factor para estimar en etapa fundamental de pabellón – sentido "X"	Ctx	35
Factor para estimar en etapa fundamental de pabellón – sentido "Y"	Cty	60
Etapa fundamental de la estructura sentido "X"	Tx	0,154
Etapa fundamental de la estructura sentido "Y"	Ty	0,09
Periodo de fuerza cortante $\geq 0,125$ Sentido "X"	Cx/Rx	0,125
Periodo de fuerza cortante $\geq 0,125$ Sentido "Y"	Cy/Ry	0,125
Gravedad	g	9,81
Peso de la estructura	P	464,9

**2.2.17. Análisis dinámico – modal espectral.**

El análisis modal espacial es un método rentable ya que cualquiera estructura se diseña para estimar el desplazamientos y fuerzas de elemento estructural.

Con este procedimiento implica un cálculo de valor máximo de desplazamiento y la aceleración en cada modo usando un espectro de diseño.

Para realizar al análisis dinámico del primer pabellón de colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave, se sigue según la Norma Técnica E-030 del Diseño Sismoresistente.

La infraestructura de primer pabellón del colegio emblemático se clasifica con regular conservación según la Norma Técnica E-030.

Para seguir con un estudio de análisis dinámico consideramos los parámetros sísmicos que se detalla en las tablas N° 30 y Tabla N° 31

El espectro de pseudo aceleración para Primer Pabellón de Colegio Emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave.

También se determinará los parámetros sísmicos con RNE norma técnica E-030 para un estudio de análisis dinámico de primer pabellón de colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave, se siguió los pasos de la R.N.E. Norma E-030 de sismoresistente.

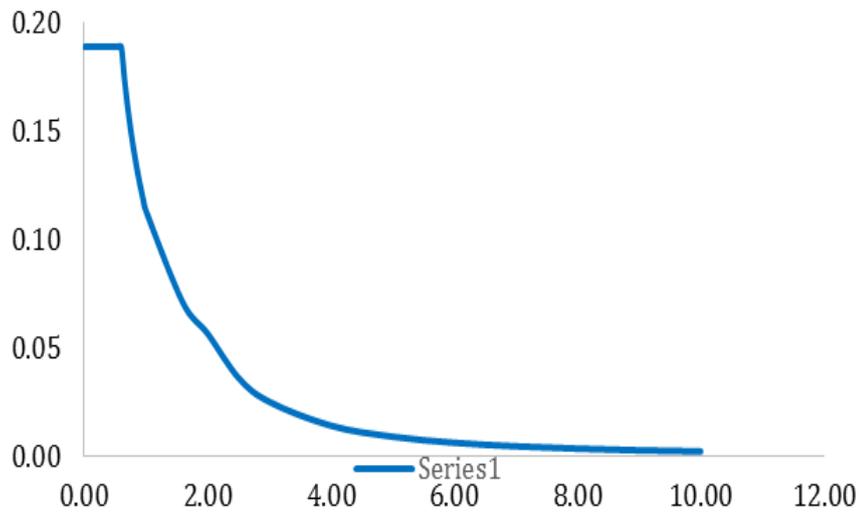


Figura 22. Espectro de diseño de pseudo aceleración en la dirección X-X

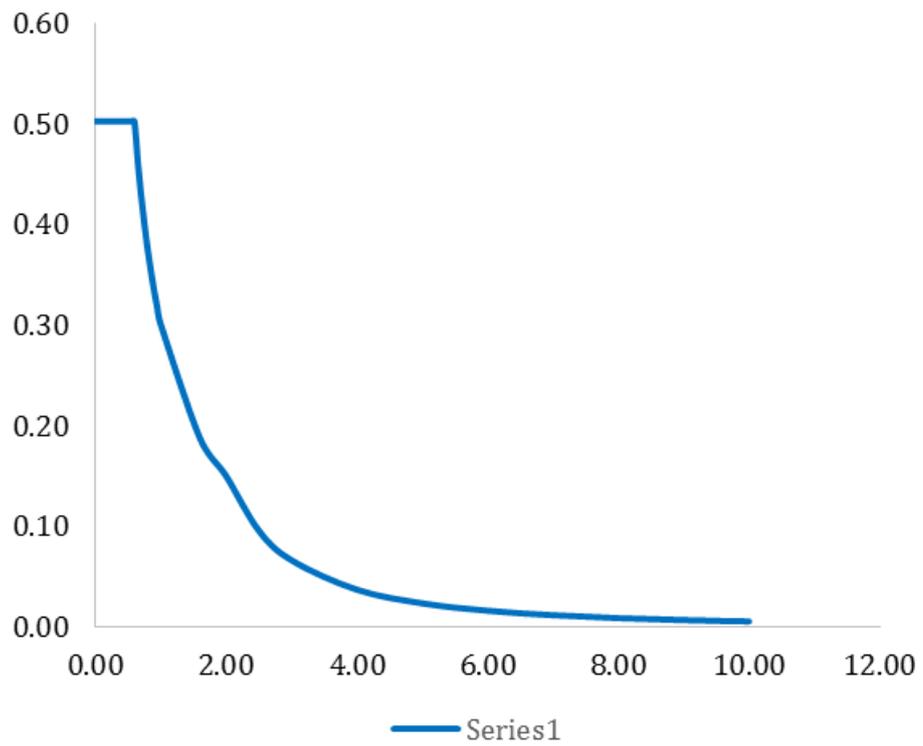


Figura 23. Espectro de diseño de pseudo aceleración en la dirección Y-Y

### 2.3. Definición de términos

- **Riesgo sísmico:** Es la probabilidad de que ocurra un suceso o exposición peligrosa y la severidad del daño deterioro.
- **Peligro sísmico:** Como el grado de pérdida destrucciones o daños debido a la ocurrencia de un determinado sismo.
- **Vulnerabilidad sísmica.** Análisis mediante modelo numérico del daño sísmico de la estructura, inspección de edificios pruebas de laboratorio, de los daños posteriores a u terremoto.
- **Deterioro:** Se le llama a cualquier cambio adverso de mecanismo normal, de propiedad física o químicas.
- **Desintegración:** Deterioro en pequeño fragmento o partícula por causas de algún deterioro.
- **Distorsión:** Cualquiera deformación anormal de su forma.
- **Eflorescencia:** Depósito de sales, usualmente blancos que forman en las superficies.
- **Exudación:** Líquidos o materiales como gel viscoso que brotara de los poros, fisura o abertura de superficie.
- **Incrustaciones:** Costra generalmente duras que se forman en las superficies de concreto o de la mampostería.

- **Picaduras:** Desarrollo de cavidad relativamente pequeña en su superficie debido al fenómeno tal como la corrosión o cavitación o desintegración ubicado.
- **Polvo:** Material de polvo sobre las superficies duras.
- **Goteras:** Humedades causadas por las aguas de lluvia bajo la cubierta.

## **CAPITULO III**

### **MÉTODO**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Este estudio corresponde a una investigación de tipo explicativa científica, su finalidad es explicar la presencia de un posible problema a través del estudio de las variables; se trata de la “evaluación de riesgo sísmico de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave - puno”

#### **3.2. Diseño de la investigación**

Para las contrastaciones de hipótesis, se recurre a los estudios aplicativo, que están orientados para determinarse las existencias de relacionados significativa entre las variables identificados.

#### **3.3. Población y muestra**

La población será la estructura de una institución educativa construida hace 51 años.

El estudio del presente proyecto de investigación se realizó en la zona urbana de la ciudad de Ilave y se toma como punto de inicio un pabellón de la infraestructura de la institución educativa secundario emblemático José Carlos Mariátegui que ha cumplido el periodo de su vida útil de la infraestructura.

La muestra será un pabellón existente con todas sus características estructuras y parámetros sísmicos, el cual será objeto de estudio.

- Primer pabellón de la institución educativa secundario José Carlos Mariátegui de Ilave

### **3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos**

- *Variable independiente*

Para la evaluación del riesgo sísmico de la infraestructura educativa se determinan los parámetros sísmicos y el análisis estructural para lo cual se hace uso de la Norma Técnica E-030 y un programa software ETABS para determinar un análisis dinámico y estático.

- *Variable dependiente*

Era la descripción de la Infraestructura del Primer Pabellón del C. E. José Carlos Mariátegui, donde consta el tipo de material predominante de la construcción, el estado de conservación de sus elementos estructurales, para ello se utilizará unas fichas de evaluación, diseñados para el caso.

El procesamiento de informaciones se realiza a través de la recopilación de la información estadística. De programas ETABS, EXCEL, entre otros.

- *Instrumentos*

Se utilizó equipo y/o instrumentos de laboratorios de suelos para realizar pruebas de corte directo.

Se utiliza equipos de laboratorio de mecánica de suelos para saber las pruebas de contenido de humedad, análisis granulométrico y cálculo de capacidad portante de zapatas cuadrados,

- Equipo topográfico (Estación total con su prisma y jalones)
- 01 gps garmir 60csx
- Libreta de topografía
- Pintura
- Cámara topográfica
- Plan catastral de la zona urbana llave
- Equipos de Esclerometría
- Fichas técnicas de campo
- Software para modelamientos de la infraestructura de primer pabellón
- Software para procesar los estudios topográficos Autocad Civil 3D y Autocad.
- 01 equipo de cómputo (laptop incluye plotter y su impresora)

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Presentación de resultados

En este capítulo tiene el propósito de presentar los resultados para la demostración de la hipótesis propuesta en la investigación “Evaluación de riesgo sísmico de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave - Puno” que comprende los siguientes objetivos.

*a. Determinar el peligro sísmico.*

Para determinar el peligro sísmico comprende la evaluación la sismicidad del lugar, análisis del terreno de fundación y la tomar medidas de la pendiente topográfica.

*b. Determinar la vulnerabilidad estructural.*

Para determinar la vulnerabilidad estructural, comprende el análisis sísmico de la edificación considerando los parámetros sísmicos y características propias de la edificación.

c. *Determinar la vulnerabilidad no estructural.*

En esta etapa consideramos el análisis de los elementos no estructurales tales como tabiques y parapetos, muebles existentes, puertas, ventanas y barandas.

	ID	Peligrosismico	VulnerabilidadEstructural	VulnerabilidadnoEstructural
1	1	2,00	3,00	3,00
2	2	1,00	2,00	2,00
3	3	1,00	3,00	2,00

Figura 24. Matriz de datos de peligro sísmico y vulnerabilidad estructural

**Tabla 32**

*Resultados de análisis estadístico.*

Estadísticos				
		Valor asignado	Valor asignado	Valor asignado
N	Válido	3	3	3
	Perdidos	0	0	0
Media		1,3333	2,6667	2,6667
Mediana		1,0000	3,0000	3,0000
Desviación estándar		0,57735	0,57735	0,57735
Suma		4,00	8,00	8,00

#### 4.2. Contratación de la hipótesis

Para la prueba de hipótesis estadística para una muestra, se ha empleado el conocido método de cinco pasos (método detallado en la decimotercera edición del libro estadística aplicada a los negocios y la economía por Lind, Marchal y Wathen).

Igualmente, dado las distribuciones es normal, la muestra y se utiliza los valores estadísticos de prueba “T de student”, con los datos de la tabla se calcularán zona de rechazo y la zona de aceptación en base a siguiente tabla N°33.

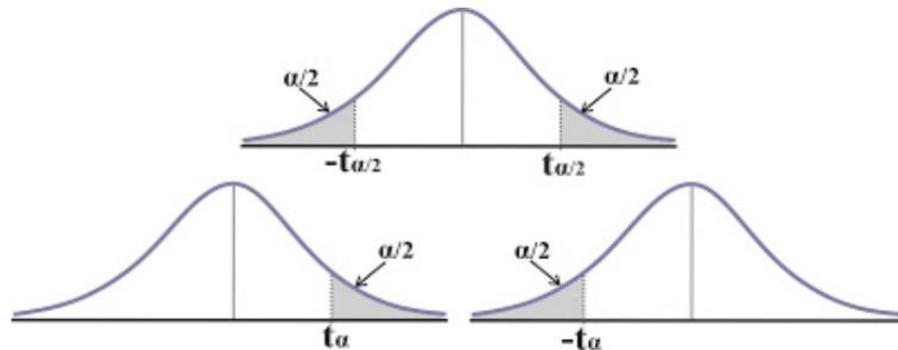


Figura 25. Nivel de significancia y su variación

**Tabla 33**

*Tabla T- student grados de libertad – valor critico*

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500

a. *Hipótesis 1:*

El peligro sísmico de la infraestructura del primer pabellón de colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno es *alto* debido a la sismicidad, suelo y topografía.

- *Pregunta específica.*

¿Cuál será el nivel de peligro sísmico de la infraestructura del primer pabellón de C.E. José Carlos Mariátegui –Ilave?

- *Paso 1: Planteamiento de la Hipótesis*

H<sub>0</sub> El nivel de peligro sísmico del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave es alto no es igual a 3 ( $\mu \neq 3$ )

H<sub>1</sub> El nivel de peligro sísmico colegio emblemático José Carlos Mariátegui –Ilave es alto es igual a 3 ( $\mu = 3$ )

- *Paso 2: Determinación del Nivel de significancia.*

Se selecciona un nivel de significativo o nivel de riesgo que se corre al rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera. “Se recomienda elegir el nivel de 0,05

El nivel de significancia a utilizar será del 5 %.

- *Paso 3: Hallar t-calculada (tc)*

El estadístico de prueba a utilizar es “T de student”. Cabe recordar que el valor de los grados de libertad es de 2 (tamaño de muestra -1).

Se calcula el valor estándar de la muestra, desviación estándar y el tamaño de la muestra, como se demuestra en la siguiente ecuación:

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = \frac{\bar{x} - \mu_{H0}}{\hat{\sigma}_{\bar{x}}} \dots\dots\dots [Ecuación 11]$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = \frac{0,57735 - 3}{\sqrt{3}} = -1,3987$$

Para terminar con este paso se determinará que la regla de decisión es de una cola siendo 2,3534 el valor crítico. Donde  $t_{\alpha/2} = 1,1767$

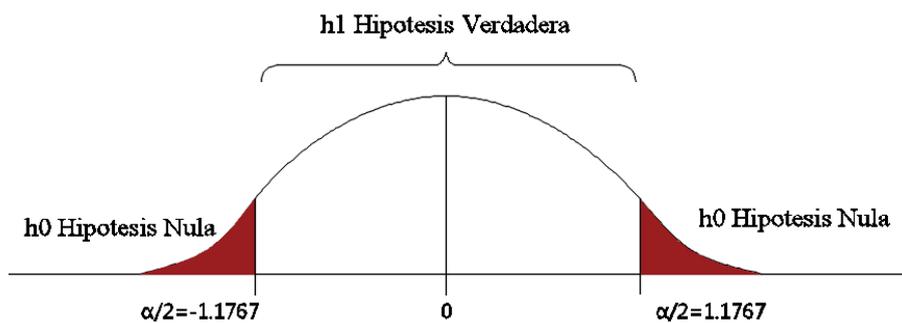


Figura 26. Nivel de significancia de la primera hipótesis

- Paso 4: Hallar t-calculada (t)

A transcurso, se define un valor de estadístico de prueba, el cual se determina en base a la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_{H0}}{\hat{\sigma}_{\bar{x}}}$$

$$t = -1,3987$$

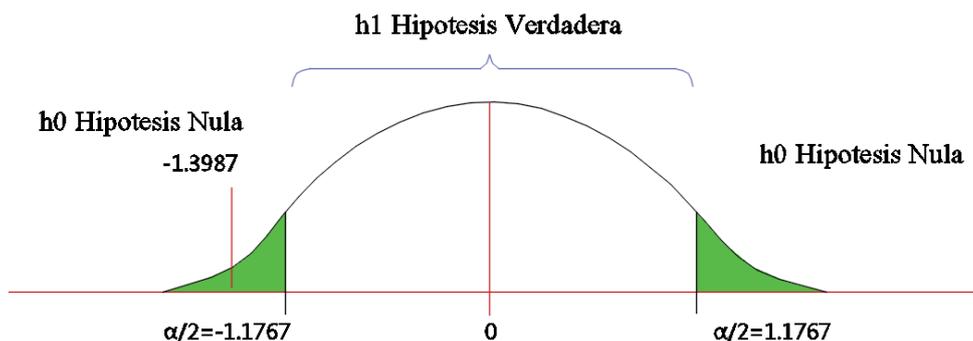


Figura 27. Nivel de significancia y nivel estadístico de la primera hipótesis

- *Paso 5: Decisión*

Comparando el valor del estadístico con el valor crítico, se concluye que la hipótesis nula no es rechazada, teniendo como conclusión que “El peligro sísmico en la institución educativa José Carlos Mariátegui de la ciudad de Ilave – Puno no es alto.” “Es medio”

b. *Hipótesis 2:*

La vulnerabilidad sísmica estructural de la infraestructura del primer pabellón de colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno es alto debido a la deriva de entrepiso y el periodo de vibración.

- *Pregunta específica*

¿Cuál será la vulnerabilidad sísmica estructural de la infraestructura del primer pabellón de colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave?

- *Paso 1: Planteamiento de la hipótesis*

H<sub>0</sub>: La vulnerabilidad sísmica estructural de la institución educativa José Carlos Mariátegui – Ilave es alto es diferente a 3 ( $\mu \neq 3$ )

H<sub>1</sub>: La vulnerabilidad sísmica estructural de la institución educativa José Carlos Mariátegui – Ilave es alto es igual a 3 ( $\mu=3$ )

- *Paso 2: Determinación del nivel de significancia*

Se selecciona un nivel de significativo o nivel de riesgo que se corre al rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera. “Se recomienda elegir el nivel de 0,05

El nivel de significancia a utilizar será del 5 %.

- *Paso 3: Hallar t-calculada (tc)*

El estadístico de prueba a utilizar es “T de student”. Cabe recordar que el valor de los grados de libertad es de 3 (tamaño de muestra -1).

Se calcula el valor estándar de la muestra, desviación estándar y el tamaño de la muestra, tal y como se muestra en la siguiente formula:

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = \frac{0,7735 - 3}{\sqrt{3}} = -1,3987$$

Para culminar este paso se determina que la regla de decisión es de una cola siendo 2,3534 el valor crítico. Donde  $\alpha/2= 1,1767$

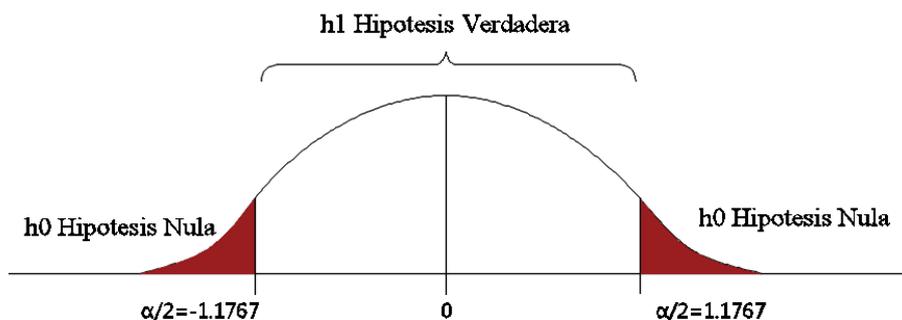


Figura 28. Nivel de significancia de la primera hipótesis

- *Paso 4: Hallar t-calculada (t)*

A continuación, se define el valor del estadístico de prueba, el cual se determina en base a la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_{H0}}{\hat{\sigma}_{\bar{X}}}$$

$$t = -1,3937$$

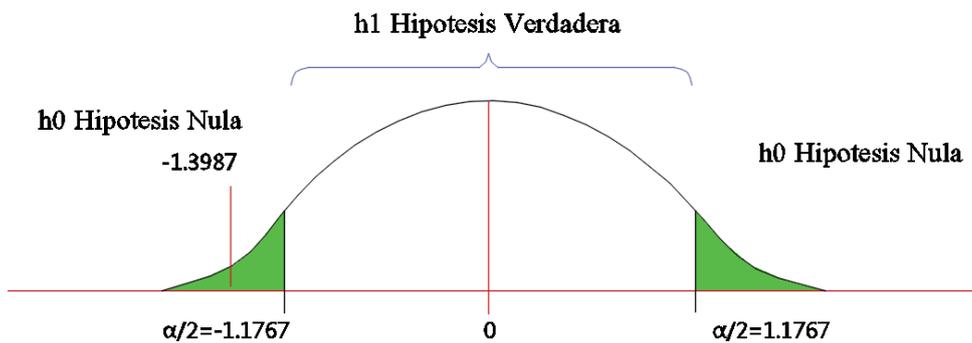


Figura 29 Nivel de significancia y nivel estadístico de la primera hipótesis

Fuente: Archivos del autor

- *Paso 5: Decisión*

Comparando los valores estadísticos con el valor crítico, se concluye que la Hipótesis Nula es rechazada, teniendo como conclusión que “La vulnerabilidad sísmica estructural de la institución educativa José Carlos Mariátegui de la ciudad de Ilave – Puno es alto.”

*c. Hipótesis 3:*

La vulnerabilidad sísmica no estructural de la infraestructura del primer pabellón de colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave – Puno es alto debido a la

inestabilidad de los tabiques, nivel de conservación de elementos no estructurales y mobiliarios

- *Pregunta específica*

¿Cuál será la vulnerabilidad sísmica no estructural de la infraestructura del primer pabellón de colegio emblemático José Carlos Mariátegui –Ilave?

- *Paso 1: Planteamiento de la hipótesis*

H<sub>1</sub>: La vulnerabilidad sísmica no estructural de la institución educativa José Carlos Mariátegui –Ilave es alto es diferente a 3 ( $\mu \neq 3$ )

H<sub>2</sub>: La vulnerabilidad sísmica no estructural de la institución educativa José Carlos Mariátegui – Ilave es alto es igual a 3 ( $\mu = 3$ ).

- *Paso 2: Determinación del Nivel de significancia*

Se selecciona un nivel de significancia o nivel de riesgo que se corre al rechazar la Hipótesis Nula cuando es verdadera. “Se recomienda elegir el nivel de 0,05

El nivel de significancia a utilizar será del 5 %.

- *Paso 3: Hallar t-calculada (tc)*

El estadístico de prueba a utilizar es “T de student”. Cabe recordar que el valor de los grados de libertad es de 3 (Tamaño de muestra -1).

Se calcula el valor estándar de la muestra, desviación estándar y el tamaño de la muestra, tal y como se muestra en la siguiente formula:

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = \frac{0,57735 - 3}{\sqrt{3}} = -1,3987$$

Para culminar este paso se determina que la regla de decisión es de una cola siendo 2,3534 el valor crítico. Donde  $t_{\alpha/2} = 1,1767$

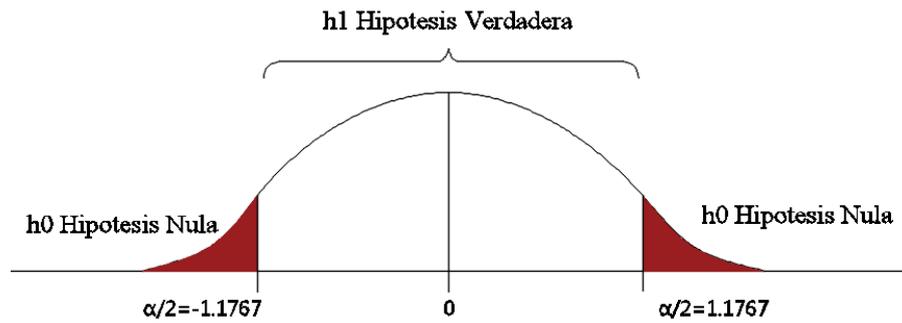


Figura 30. Nivel de significancia de la primera hipótesis

- Paso 4: Hallar  $t$ -calculada ( $t$ )

A transcurso, se define los valores estadísticos de prueba, el cual se determina en base a la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_{H0}}{\hat{\sigma}_{\bar{x}}}$$

$$t = -1,3987$$

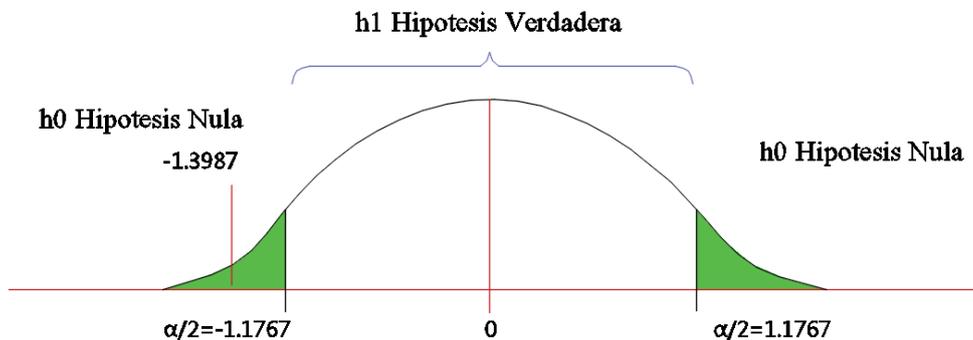


Figura 31. Nivel de significancia y nivel estadístico de la primera hipótesis

- *Paso 5: Decisión*

Comparando el valor del estadístico con el valor crítico, se concluye que la Hipótesis Nula no es rechazada, teniendo como conclusión que “La vulnerabilidad sísmica no estructural de la institución educativa José Carlos Mariátegui de la ciudad de Ilaya – Puno es alto.”

### 4.3. Discusión de resultados

Con el resultado obtenido según la contratación de la hipótesis específicas y analizadas individualmente obtenemos que no existe peligro sísmico alto, pero si existen vulnerabilidad sísmica estructural y no estructural.

El objetivo principal de la presente proyecto de investigación es demostrar el riesgo sísmico de la infraestructura por que se recurre al formula principal de la misma.

$$\text{Riesgo Sismico} = 0,5 * \text{Vulnerabilidad sismico} + 0,5 * \text{Peligro Sismica}$$

Vulnerabilidad sísmica estructural	:	2,70
Vulnerabilidad sísmica no estructural	:	2,65
Vulnerabilidad sísmica	:	2,675
Peligro sísmico	:	2,20
Riesgo sísmico	:	2,437

**Tabla 34**

*Calificación del riesgo sísmico*

<b>Vulnerabilidad /peligro</b>	<b>Baja</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>
Bajo	Bajo	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio	Alto
Alto	Medio	Alto	Alto

Fuente: Mosqueira, 2012

**Tabla 35***Calificación del riesgo sísmico*

<b>Vulnerabilidad /Peligro</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Bajo	1	1	1,5	2
Medio	2	1,5	2	2,5
Alto	3	2	2,5	3

Fuente: Mosqueira, 2012

Cabe precisar que el riesgo sísmico del primer pabellón de la institución educativa José Carlos Mariátegui de ciudad de Ilave - Puno es de 2,237 en mismo que corresponde a un riesgo sísmico alto.

#### **4.3.1. Fuerza cortante mínima**

Según la Norma Técnica E-030 para cada uno de los sentidos considerados en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso de pabellón no podrá ser menor que el valor calculado para las infraestructuras regulares a menor que el 90 % para estructuras irregulares.

Con el resultado obtenido como la cortante estática y cortante dinámica para cada sentido de los ejes (X-X e Y-Y) respectivamente, considerando como regular e irregular tal como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 36***Fuerza cortante y dinámicas en X e Y.*

Edificación	Periodo	C	C	V estática	V dinámica	80 % V
				(Tn)	(Tn)	esta(Tn)
Primer pabellón del colegio José Carlos	T x-x	0,154	2,5	80,80	75,84	64,64
Mariátegui	T y-y	0,09	2,5	32,06	198,17	25,64

**4.3.2. Desplazamientos de entrepiso.**

Se evaluó el desplazamiento lateral de entrepiso se desarrolló mediante un análisis espectral.

El desplazamiento relativo máximo según la norma técnica E-030 que nos señala que para las estructuras de concreto armado en ambos sentidos es de 0,007 y para estructuras de albañilería confinada en ambos sentidos es de 0,005.

**Tabla 37***Desplazamiento laterales con respecto al centro de masa.*

Primer Pabellón	Desplazamiento en X-X centro de masa				Desplazamiento en Y-Y centro de masa				
	Desplazamiento. (m)	drift	control	cumple	Nivel	Despla.	Drift.	control	cumple
Primer piso	0,005609	0,001873	0,012	NO	1	0,00179	0,000638	0,001	Si
Segundo piso	0,009396	0,001406	0,008	NO	2	0,00296	0,000454	0,001	Si

**Tabla 38***Desplazamiento relativos de primer pabellón colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave*

Joint	load	U1(m)	Des inel	desp inel entre	he(m)	Drif (%O)	(Ai/hei)	Verifi
Eje C-C / 1-1								
	X-X	0,008010	0,004824	0,004824	2,6	0,001236	0,007	No
	Y-Y	0,001012	0,000677	0,000677	2,6	0,002710	0,0006	Si
Eje A-A / 1-1								
	X-X	0,008086	0,004827	0,004827	2,6	0,001264	0,007	No
	Y-Y	0,01259	0,007588	0,007588	2,6	0,000181	0,0004	Si
Eje 7-7 /C-C								
	X-X	0,008010	0,004824	0,004824	2,6	0,001236	0,007	No
	Y-Y	0,01847	0,01137	0,01137	2,6	0,002757	0,006	No
Eje 7-7 /A-A								
	X-X	0,008086	0,04827	0,04827	2,6	0,001264	0,007	No
	Y-Y	0,01137	0,1137	0,01137	2,6	0,002757	0,002	Si

**4.3.3. Información modal de periodos de vibración y porcentaje de masa.**

Con la estructuras de pabellón evaluado veremos la cantidad de masa que participa en la infraestructura, los modos de vibraciones que obtuvo. Se determinará tres a ocho modos de vibraciones en estructuras de 1 a 2 niveles, para su evaluación se tomará en cuantos tres grados de libertad por cada nivel de piso.

**Tabla 37**

*Modos y periodos de vibración en el primer pabellón del colegio emblemático. José Carlos Mariátegui.*

<b>Primer pabellón del colegio emblemático</b>	
<b>Modos</b>	<b>José Carlos Mariátegui</b>
1	0,405
2	0,343
3	0,308
4	0,141
5	0,124
6	0,113
7	0,006
8	0,005

#### **4.3.4. Información modal de periodos de vibración y porcentaje de masa.**

Se considerará en las estructuras que tenga un diafragma rígido donde los desplazamientos relativos de entrepisos de un extremo de pabellón a 1,2 veces al desplazamiento relativo del centro de masa.

**Tabla 40**

*Irregularidad torsional del primer pabellón de colegio emblemático José Carlos Mariátegui – llave*

<b>Nivel</b>	<b>U1 (CM)</b>	<b>Drif. U1 (CM)</b>	<b>U 1 (MAX)</b>	<b>DESP. U1</b>	<b>he (m)</b>	<b>Drif (Max U1)</b>	<b>Verificación</b>
Primer	0,004825	0,000900	0,004827	0,000667	2,6	0,001724	No existe falla torsional

#### **4.3.5. Juntas de separación sísmica.**

En el primer pabellón colegio emblemático José Carlos Mariátegui no tiene la separación de juntas de sísmica. Según la norma técnica E-030 sismoresistente el

valor de junta sísmicas S tendrá que cumplir con condiciones artículo 33 mencionados.

**Tabla 38**

*Juntas de separación sísmicas.*

<b>Colegio José Carlos Mariátegui</b>	<b>S &gt; 0,03 m</b>
Primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui	0,0324

#### 4.3.6. Estabilidad de tabiques.

La vulnerabilidad no estructural, se define tomando en cuenta la estabilidad de tabique ante una carga perpendicular a plano, con este tipo de carga se produce la mayoría de falla frágiles ante un sismo, para lo cual se evaluó dos tabiques típicos en mismo pabellón.

**Tabla 42**

*Estabilidad de tabiques.*

I.E.S.	M1	C1	m	Factores					Resultado
				P(Tn/m <sup>2</sup> )	a (m)	t(m)	Ma	Mr	
Primer pabellón del colegio José Carlos Mariátegui	M1	2	0,1017	350	2,7	0,1	1,12	0,017	Inestable

#### 4.4. Vulnerabilidad sísmica.

El principio de la evaluación de vulnerabilidad puede venir según el análisis del daño sísmico de estructuras del primer pabellón de la institución educativa secundaria que ha llegado a tiempo de vida útil.

Es necesario distinguir entre la vulnerabilidad observada, que significa la vulnerabilidad derivada de observación de daños posteriores a un terremoto. Que permite evaluar de manera razonable el grado vulnerabilidad de edificaciones de

primer pabellón del colegio emblemático, también se realizó un cálculo de manera separada según los parámetros estructurales.

**Tabla 43**

*Vulnerabilidad sísmica primer pabellón colegio emblemático José Carlos Mariátegui - Ilave*

Comportamiento sísmico (60 %)		Estado Actual (30 %)		Tabiquería y parapetos (10 %)	
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estable	1
Aceptable	2	Regular calidad	2 (X)	Algunas inestable	2
Inadecuado	3 (X)	Mala calidad	3	Todos inestables	3 (X)

Ahora se remplazará con los valores adecuados en la ecuación y se obtendrá el rango de la vulnerabilidad sísmica alta.

$$\text{Vulnerabilidad} = 0,3(3) + 0,3 (2) + 0,4 (3)$$

$$\text{Vulnerabilidad} = 2,70 \quad \text{alto}$$

#### 4.5. Peligro sísmico.

Se muestra los niveles de peligro sísmico del primer pabellón de la infraestructura de instituciones educativas secundarias que ha llegado a un periodo de vida útil.

**Tabla 44**

*Sismicidad sísmica primer pabellón colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave*

Sismicidad (40 %)	Suelo (40 %)	Topografía (20 %)	Peligro
Baja	Roca	Plana (X)	
Media	Rígido (X)	Media	Medio
Alta (X)	Intermedio flexible	Pronunciada	

Se remplaza con valor correspondiente a la ecuación y se obtendrá el nivel rango de peligro sísmico.

$$\text{Peligro} = 0,4 (3) + 0,4 (2) + 0,2 (1)$$

$$\text{Peligro} = 2,20$$

#### 4.6. Riesgo sísmico.

Se muestra que los niveles de peligro sísmico del primer pabellón de la infraestructura de primer pabellón han cumplido su tiempo de vida útil.

**Tabla 45**

*Riesgo sísmico primer pabellón colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave*

<b>I.E.S.</b>	<b>Calificación</b>		<b>Resultado</b>	
Primer pabellón del colegio Emblemático José Carlos Mariátegui	Vulnerabilidad	Alta	Riesgo	
	Peligro	Medio	Sísmica	Alto

#### 4.7. Estado de conservación de elementos estructurales y no estructurales

##### 4.7.1. Estado de conservación de elementos estructurales.

De acuerdo a la inspección visual de los elementos estructurales tales como columnas, vigas y losas aligerados de los que se presenta a en el siguiente cuadro.

**Tabla 46**

*Inspecciones de elementos estructurales del primer pabellón de colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave.*

Descripción	Estado de conservación			Observación
	Bueno	Regular	Malo	
Columnas de primer nivel		X		Despostillamiento de las aristas en columnas cavidad por impactos externos
Columnas de segundo nivel		X		Despostillamiento de las aristas en columnas cavidad por impactos externos
Vigas primer nivel		X		Cavidad de aristas por impactos externos
Vigas segundo nivel		X		Cavidad de aristas por impactos externos
Losa aligerada de primer nivel		X		Por las vistas interiores cuenta con fisuras
Losa aligerada de segundo nivel		X		Se presenta las fisuras en la losa de aligerado de segundo nivel

En la inspección visual se concluye que los elementos estructurales no presentan daños significativos más bien el deterioró por la desintegración de tarrajeo exterior en columnas y despostillamiento de aristas por impactos externos.

#### **4.7.2. Estado de conservación de elementos no estructurales.**

De la visita a la infraestructura se concluye que los elementos no estructurales se encuentran dañados por lo que su estado de conservación es de regular a malo.

**Tabla 47**

*Inspecciones de elementos no estructurales del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – Ilave*

Descripción	Estado de conservación			Observación
	Bueno	Regular	Malo	
Tabiques segundo nivel		X		Presenta desintegración de tarrajeo y fisuras entre la losa aligerado y el muro
Parapeto de azotea		X		Presenta picaduras , cavitación desintegración de ladrillo
Pisos primer nivel			X	Los pisos son de cemento pulido acabado con la presencia de fisuras y rajaduras y desgaste por el uso
Pisos segundo nivel		X		Los pisos de machihembrado presentan alabeo de maderas de machihembrado
Puertas primer nivel		X		Las puertas de madera se encuentran deteriorados y no cuenta elementos apropiados
Puertas segundo nivel		X		Las puertas de madera se encuentran deteriorados y no cuenta elementos apropiados
Ventanas primer nivel		X		Las ventanas se encuentran con vidrios simples no apropiados para instituciones educativas
Ventanas segundo nivel		X		Las ventanas se encuentran con vidrios simples no apropiados para instituciones educativas
Instalaciones eléctricas		X		La instalaciones eléctricas son expuestas al intemperie y el funcionamiento es a un 50_%

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

**Primero.** Como resultado de la investigación del análisis del riesgo sísmico de la infraestructura del primer pabellón de la institución educativa José Carlos Mariátegui – Ilave tiene un *riesgo sísmico alto*. Porque la zona donde se ubica la edificación tiene *peligro sísmico medio*, pero con una *vulnerabilidad sísmica alta* debido al deterioro por antigüedad de la misma infraestructura.

**Segundo.** Como resultado de la investigación la estructura se expone a un *peligro sísmico medio*, por su (sismicidad de la zona es alta), tipo de suelo (intermedio) por su topografía (plana).

**Tercero.** Como resultado de la investigación la estructura presenta *vulnerabilidad sísmica estructural alta* debido a que la configuración no es la adecuada y presenta desplazamientos laterales excesivos, así como distorsión exagerada del periodo de vibración, y por tiempo de vida útil que ha cumplido.

**Cuarto.** Como resultado de la investigación la estructura presenta *vulnerabilidad sísmica no estructural alta* debido a que los tabiques y parapetos son inestables, así como el bajo nivel de conservación de elementos no estructurales de la edificación.

## **5.2. Recomendaciones**

**Primero.** Para mejorar el *riesgo sísmico* de la edificación se recomienda efectuar reforzamiento estructural con énfasis en la configuración estructural y se recomienda proporcionar mayor rigidez y ductilidad a los elementos verticales para eliminar la vulnerabilidad estructural.

**Segundo.** Para mejorar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica se recomienda implementar estudios detallados de estudio de mecánica de suelos (ensayo de penetración ligera DPL – corte directo), ensayos al acero (escáner para determinar la ubicación del acero y carbonatación de acero) y la correcta aplicación de la normativa sismo resistente.

**Tercero.** Para garantizar la evaluación estructural superficial eficiente se recomienda utilizar equipos más especializados para medir la deflexión, deformaciones, abrasión, porosidad, resistencia de concreto a compresión y otros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astorga, M (2006). *Evaluación riesgo sísmico edificaciones educativas peruanas*. (Tesis Postgrado). Pontifice Universidad Catolica del Peru, Lima.
- Diaz, R. (2013). *Estudio de caracterización climatica de la precipitación pluvial y temperatura del aire para la cuencas de los rios Coata e Ilave*. Direccion Regional de Senami - Puno y Direccion General de Meteorologia
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres – Viviendo en armonía con la naturaleza*. Lima: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Marin, F. (2012). *Evaluación del riesgo sísmico del centro histórico de la Ciudad de Huánuco*. (Tesis de Postgrado). Universidad Nacional de Ingenieria, Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018). *Norma técnica E.030 “Diseño sismorresistente ”*. Lima: MVCS.
- Mosqueira, M. (2012). *Riesgo sismico en las edificaciones de la facultad de ingenieria - Universidad Nacional de Cajamarca*. (Tesis de postgrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Mosquiera, M. y Tarqui, S. (2005). *Recomendaciones tecnicas para mejorar la seguridad sismica de viviendas de albañileria confinada de la costa peruana*. (Tesis Postgrado). Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima.

Palomino, J. y Tamayo, R. (2016). *Evaluación Probabilista del Riesgo Sísmico de Hospitales en Lima con Plataforma CAPRA*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Ramirez, P. (2017 ). *Evaluación del riesgo sísmico de las edificaciones educativas primarias que han cumplido el tiempo de vida útil en la ciudad de Puno*. (Tesis de pregrado). Universidad Andina Nestor Cerco Velasquez, Juliaca.

Tavera, H. (2017). *Actualización del escenario sísmico, tsunami y exposición en la Región Central Sur*. Instituto Geofísico del Perú

Tevera, H., Fernández, E., y Ademir, C. (2016). *Sismo de Lampa del 1 de Diciembre del 2016 (6.0)*. Boletín Informativo, (02).