



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Durand Silupu, Maria del Rocio (orcid.org/0000-0002-6538-2105)

Hernandez Riofrio, Dixon Alexander (orcid.org/0000-0002-5903-2846)

**ASESOR:**

Ing. Marcelo Sanchez, Ary Garlyn (orcid.org/0000-0002-4805-3860)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**PIURA – PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, lo dedico a Dios, fuente inagotable de mis fortalezas en este camino que se llama “vida”.

A mi madre por todo el esfuerzo que ha realizado para poder brindarme educación y por toda su confianza depositada en mí, y a mis hermanos por ser el motor que me impulsa cada día a salir adelante y poder ayudarles en un futuro.

(Dixon Alexander Hernández Riofrio)

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios, quien está conmigo en todo momento, me protege, me da salud y paciencia para lograr cada uno de mis objetivos.

Mi investigación la dedico con cariño y gratitud a mi madre, tía, hermana y mis abuelos quienes son incondicionales en mi vida, es satisfactorio para mí dedicarles con amor este logro.

(María del Rocío Durand Silupú)

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por que nunca me ha abandonado en el transcurso de la vida, siempre me ha dado las fuerzas necesarias para seguir adelante a pesar de las circunstancias.

A mi familia por el apoyo incondicional que siempre me ha brindado, por cada consejo, por cada palabra de aliento y por toda la confianza depositada en mí.

También agradezco a todos los docentes por los conocimientos compartidos y orientación permanente y continua en mi desarrollo profesional.

(Dixon Alexander Hernández Riofrio)

Agradezco a Dios por darme el don de la vida, sabiduría y fortaleza para continuar con mis estudios.

A mi madre y hermana quienes me han dado su apoyo incondicional, son las mujeres de mi vida, quienes me impulsan a seguir adelante.

A nuestros docentes que gracias a sus enseñanzas y orientaciones han contribuido en mi aprendizaje a lo largo de la carrera.

(María del Rocío Durand Silupú)

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MARCELO SANCHEZ ARY GARLYN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023.", cuyos autores son DURAND SILUPU MARIA DEL ROCIO, HERNANDEZ RIOFRIO DIXON ALEXANDER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 25 de Marzo del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MARCELO SANCHEZ ARY GARLYN <b>DNI:</b> 80225075 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4805-3860	Firmado electrónicamente por: ARYMARCELOS el 30-04-2024 15:10:08

Código documento Trilce: TRI - 0740986

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, DURAND SILUPU MARIA DEL ROCIO, HERNANDEZ RIOFRIO DIXON ALEXANDER estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
DIXON ALEXANDER HERNANDEZ RIOFRIO <b>DNI:</b> 72221778 <b>ORCID:</b> 0000-0002-5903-2846	Firmado electrónicamente por: DHERNANDEZRI el 25-03-2024 16:31:26
MARIA DEL ROCIO DURAND SILUPU <b>DNI:</b> 72040117 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6538-2105	Firmado electrónicamente por: DDURANDSIL el 25-03-2024 15:39:29

Código documento Trilce: TRI - 0740988

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
INDICE DE TABLAS .....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3 Población, muestra y muestreo .....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos.....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	26
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS .....	27
V. DISCUSIÓN.....	85
VI. CONCLUSIONES.....	88
VII. RECOMENDACIONES .....	89
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS .....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factores de zona Z.....	8
Tabla 2: Niveles de vulnerabilidad sísmica.....	9
Tabla 3: Parámetros de Benedetti y Petrini adaptados según las normas peruanas. ....	11
Tabla 4: Método de Benedetti y Petrini para edificaciones de albañilería.....	12
Tabla 5: Método de Benedetti y Petrini para edificaciones de concreto armado. ....	13
Tabla 6: Clasificación de los perfiles de suelo .....	16
Tabla 7: Factores de suelo .....	17
Tabla 8: Tipos de suelos del Distrito de Tambogrande.....	17
Tabla 9: Datos de ubicación del proyecto.....	27
Tabla 10: Diagnóstico situacional de la I.E Jorge Chávez – Módulo I .....	28
Tabla 11: Diagnóstico situacional de la I.E Jorge Chávez – Módulo II .....	29
Tabla 12: Diagnóstico situacional de la I.E INA N° 54 – Módulo I.....	30
Tabla 13: Ruta de vuelo de drone sobre módulos I y II de la I.E INA N° 54.....	33
Tabla 14: Ruta de vuelo de drone sobre módulos I y II de la I.E Jorge Chávez. ....	34
Tabla 15: Datos de caracterización de la I.E Jorge Chávez e INA N° 54.....	34
Tabla 16: Categoría y sistema estructural de las edificaciones NTP E0.30.....	35
Tabla 17: Dimensiones de los elementos estructurales de la I.E Jorge Chávez .....	35
Tabla 18: Dimensiones de los elementos estructurales de la I.E INA N° 54.....	36
Tabla 19: Resultados del ensayo de esclerometría en la I.E Jorge Chávez.....	36
Tabla 20: Resistencia a la compresión real vs resistencia mínima exigida – I.E Jorge Chávez .....	37
Tabla 21: Calidad del sistema resistente de los módulos I y II de las I.E Jorge Chávez .....	38
Tabla 22: Resultados del ensayo de esclerometría en la I.E INA N° 54 .....	39
Tabla 23: Resistencia a la compresión real vs resistencia mínima exigida – I.E INA N° 54 .....	40
Tabla 24: Calidad del sistema resistente de los módulos I y II de las I.E INA N° 54 .....	40

Tabla 25: Áreas resistentes del Módulo I en la dirección X-X de la I.E Jorge Chávez .....	41
Tabla 26: Áreas resistentes del Módulo I en la dirección Y-Y de la I.E Jorge Chávez .....	41
Tabla 27: Áreas resistentes del Módulo II en la dirección X-X de la I.E Jorge Chávez .....	41
Tabla 28: Áreas resistentes del Módulo II en la dirección Y-Y de la I.E Jorge Chávez .....	42
Tabla 29: Resistencia cortante del Módulo I y II de la I.E Jorge Chávez .....	42
Tabla 30: Áreas resistentes del Módulo I en la dirección X-X de la I.E INA N° 54 .....	42
Tabla 31: Áreas resistentes del Módulo I en la dirección Y-Y de la I.E INA N° 54 .....	42
Tabla 32: Áreas resistentes del Módulo II en la dirección X-X de la I.E INA N° 54 .....	43
Tabla 33: Áreas resistentes del Módulo II en la dirección Y-Y de la I.E INA N° 54 .....	43
Tabla 34: Resistencia cortante del Módulo de la I.E INA N° 54 .....	43
Tabla 35: Valores empleados para calcular el peso del módulo I y II de la I.E Jorge Chávez .....	44
Tabla 36: Valores empleados para calcular el peso del módulo I y II de la I.E INA N° 54 .....	44
Tabla 37: Pesos de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez e INA N° 54 .....	45
Tabla 38: Coeficientes sísmico de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez e INA N° 54 .....	46
Tabla 39: Datos empleados para calcular el CSE de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez e INA N° 54 .....	46
Tabla 40: Datos empleados para calcular el factor de amplificación sísmica de los módulo I y II de las I.E Jorge Chávez e INA N° 54 .....	46
Tabla 41: Irregularidades en planta de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez .....	47
Tabla 42: Irregularidades en planta de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez .....	47

Tabla 43: Factores de amplificación sísmica de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez .....	47
Tabla 44: Coeficientes $\alpha_h$ del módulo I y II de la I.E Jorge Chávez e INA N° 54 .....	48
Tabla 45: Perfiles de suelo en Tambogrande vs perfiles de suelo según NTP.	50
Tabla 46: Diafragmas horizontales del Módulo I y II de la I.E Jorge Chávez.....	51
Tabla 47: Diafragmas horizontales del Módulo I y II de la I.E INA N° 54.....	51
Tabla 48: Configuración en planta de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez. ....	53
Tabla 49: Características en planta de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez. ....	53
Tabla 50: Configuración en planta de los módulos I y II de la I.E INA N° 54 .....	55
Tabla 51: Características en planta de los módulos I y II de la I.E INA N°54.....	55
Tabla 52: Configuración en elevación de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez .....	56
Tabla 53: Configuración en elevación de los módulos I y II de la I.E INA N° 54. ....	56
Tabla 54: Separación entre elementos estructurales del módulo I y II de la I.E Jorge Chávez.....	57
Tabla 55: Separación entre elementos estructurales del módulo I y II de la I.E INA N° 54 .....	57
Tabla 56: Tipo de cubierta del módulo I de la I.E Jorge Chávez.....	58
Tabla 57: Tipo de cubierta del módulo II de la I.E Jorge Chávez.....	59
Tabla 58: Tipo de cubierta del módulo I de la I.E INA N° 54.....	61
Tabla 59: Tipo de cubierta del módulo II de la I.E INA N° 54.....	62
Tabla 60: Elementos no estructurales de la I.E Jorge Chávez y la I.E INA N° 54 .....	64
Tabla 61: Estado de conservación de los Módulo I y II de la I.E Jorge Chávez. ....	65
Tabla 62: Estado de conservación de los Módulo I y II de la I.E INA N° 54.....	66
Tabla 63: Índice de vulnerabilidad para el módulo I de la I.E Jorge Chávez.....	67
Tabla 64: índice de vulnerabilidad para el módulo II de la I.E Jorge Chávez.....	68

Tabla 65: índice de vulnerabilidad para el módulo I de la I.E INA N° 54.....	69
Tabla 66: índice de vulnerabilidad para el módulo II de la I.E INA N° 54	70
Tabla 67:Derivas para la dirección “x-x” del módulo I, de la I.E Jorge Chávez.	74
Tabla 68:Derivas para la dirección “y-y” del módulo I, de la I.E Jorge Chávez.	74
Tabla 69:Derivas para la dirección “x-x” del módulo II, de la I.E Jorge Chávez.	75
Tabla 70:Derivas para la dirección “y-y” del módulo II, de la I.E Jorge Chávez.	76
Tabla 71:Derivas para la dirección “x-x” del módulo I, de la I.E INA N°54	76
Tabla 72:Derivas para la dirección “y-y” del módulo I, de la I.E INA N °54	77
Tabla 73:Derivas para la dirección “x-x” del módulo II, de la I.E INA N°54	78
Tabla 74:Derivas para la dirección “y-y” del módulo II, de la I.E INA N °54.....	78
Tabla 75:Derivas para la dirección “x-x” del módulo I, de la I.E Jorge Chávez - Análisis dinámico.....	79
Tabla 76:: Derivas para la dirección “y-y” del módulo I, de la I.E Jorge Chávez - Análisis dinámico.....	80
Tabla 77:Derivas para la dirección “x-x” del módulo II, de la I.E Jorge Chávez	80
Tabla 78:Derivas para la dirección “y-y” del módulo II, de la I.E Jorge Chávez - Análisis dinámico.....	81
Tabla 79:Derivas para la dirección “x-x” del módulo I, de la I.E INA N° 54 - Análisis dinámico.....	82
Tabla 80:Derivas para la dirección “y-y” del módulo I, de la I.E INA N° 54 - Análisis dinámico.....	82
Tabla 81:Derivas para la dirección “x-x” del módulo II, de la I.E INA N° 54 - Análisis dinámico.....	83
Tabla 82:: Derivas para la dirección “y-y” del módulo II, de la I.E INA N° 54 - Análisis dinámico.....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de zonificación sísmica del Perú .....	8
Figura 2: Configuración en planta de la estructura .....	14
Figura 3: Factores de suelo .....	15
Figura 4: Mapa de ubicación .....	27
Figura 5: Diagnóstico situacional de la I.E Jorge Chávez.....	32
Figura 6: Diagnóstico situacional de la I.E INA N° 54 .....	32
Figura 7: Resistencia a la compresión en elementos estructurales de la I.E Jorge Chávez .....	37
Figura 8: Resistencia a la compresión en elementos estructurales de la I.E INA N° 54 .....	39
Figura 9: Fórmula para calcular el peso de la edificación .....	45
Figura 10: Zonificación geotécnica del distrito de Tambogrande.....	49
Figura 11: Plano de planta del primer nivel del Módulo I – I-E Jorge Chávez....	52
Figura 12: Plano de planta del primer nivel del Módulo II – I-E Jorge Chávez ...	52
Figura 13: Plano de planta del primer nivel del Módulo I – I-E INA N°54.....	54
Figura 14: Plano de planta del primer nivel del Módulo II – I-E INA N°54.....	54
Figura 15: Índices de vulnerabilidad de las I.E Jorge Chávez e INA N°54.....	71
Figura 16: Vista 3D Rendered view del módulo I de la I.E Jorge Chávez.....	72
Figura 17: Vista 3D Rendered view del módulo II de la I.E Jorge Chávez.....	72
Figura 18: Vista 3D Rendered view del módulo I de la I.E INA N° 54.....	73
Figura 19: Vista 3D Rendered view del módulo II de la I.E INA N° 54.....	73
Figura 20: Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo I, I.E Jorge Chávez .....	74
Figura 21: Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo I, I.E Jorge Chávez. ....	75
Figura 22: Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo II, I.E Jorge Chávez .....	75
Figura 23: Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo II, I.E Jorge Chávez. ....	76
Figura 24: Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo I, INA N° 54.....	77

Figura 25: Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo I, I.E INA N°54 .....	77
Figura 26: Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo II, INA N° 54 .....	78
Figura 27: Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo II, I.E INA N°54 .....	79
Figura 28: Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo I, Jorge Chávez- Análisis dinámico .....	79
Figura 29:Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo I, Jorge Chávez- Análisis dinámico .....	80
Figura 30:Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo II, Jorge Chávez- Análisis dinámico.....	81
Figura 31:Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo II, Jorge Chávez- Análisis dinámico.....	81
Figura 32:Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo I, INA N° 54 - Análisis dinámico.....	82
Figura 33:Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo I, INA N° 54- Análisis dinámico.....	83
Figura 34:Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo II, INA N° 54- Análisis dinámico.....	83
Figura 35:Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo II, INA N° 54- Análisis dinámico.....	84

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad determinar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de la zona urbana de Tambogrande, la investigación es de tipo cuantitativo, de diseño no experimental, descriptivo y se contó con una muestra de dos I.E, las cuales fueron Jorge Chávez e INA N° 54, seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico intencional, posteriormente se evaluaron los módulos I y II de cada centro educativo, a través de los once parámetros del método de Benedetti y Petrini implementado con el uso de tecnología RPAS, de lo cual se obtuvo como resultado que ambos colegios presentan una alta vulnerabilidad sísmica, por otra parte se realizó el análisis estático y dinámico tomando en cuenta los criterios sismorresistente que establece la norma E.030, donde se comprobó que en la dirección x-x corresponde a un sistema de pórticos de concreto armado, y las derivas de entre piso sobrepasan los límites exigidos para las distorsiones. Se concluye que las principales causas encontradas de la alta vulnerabilidad sísmica se deben a la baja resistencia de los elementos estructurales, discontinuidad de los elementos resistentes, falla por columna corta y estado de conservación deficiente.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad sísmica, método italiano, tecnología RPAS, pórticos de concreto armado, albañilería confinada.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the seismic vulnerability by applying the Italian method together with RPAS technology in public school buildings in the urban area of Tambogrande. The research is quantitative, non-experimental, descriptive in design and had a sample of two I.E, which were Jorge Chávez and INA N° 54, selected through intentional non-probabilistic sampling, subsequently modules I and II of each educational center were evaluated, through the eleven parameters of the Benedetti and Petrini method implemented with the use of RPAS technology, from which it was obtained that both schools have a high seismic vulnerability, on the other hand, the static and dynamic analysis was carried out taking into account the earthquake-resistant criteria established by the E.030 standard, where it was verified that in the direction x-x corresponds to a system of loved concrete frames, and the drifts between floors exceed the limits required for distortions. It is concluded that the main causes found for the high seismic vulnerability are due to the low resistance of the structural elements, discontinuity of the resistant elements, short column failure and poor state of conservation.

**Keywords:** Seismic vulnerability, Italian method, RPAS technology, reinforced concrete frames, confined masonry.

## I. INTRODUCCIÓN

En el transcurso del tiempo, el mundo ha sido testigo de muchos desastres naturales, los cuales han causado estragos para los seres vivos, y si bien la ciencia los ha clasificado y estudiado, es innegable que aún el ser humano es vulnerable ante estos eventos, además su aumento y drasticidad se han incrementado notablemente durante el siglo XXI. Uno de los tantos desastres naturales ocurridos a nivel global son los terremotos, que ocasiona todo tipo de daños, dependiendo su magnitud y del lugar donde se originen. (OPS 2023).

En el último año en América Latina, Perú ocupa el primer lugar en exposición física a terremotos, debido al constante desplazamiento de la Placa de Nazca, que registra más del 80% de los movimientos sísmicos a nivel mundial, siendo propenso a que ocurran sismos de alta intensidad. Tal como sucedió en el 2007 cerca de la ciudad de Pisco, donde se produjo un terremoto de magnitud 8.0 en escala de Richter, que afectó a 14 ciudades del Perú y dejó como resultado 595 personas fallecidas, 200 personas atrapadas entre los escombros, 16.000 casas colapsadas, 112 centros educativos inhabitables, 14 centros de salud destruidos, además dañó carreteras, puentes, museos, etc (IGP – Dirección de sismología, 2022).

Mientras que, el evento sísmico más reciente de gran intensidad en nuestro país se registró en el Distrito de Santa María de la Nieva, en la Amazonía peruana, el 28 de noviembre del 2021, cuya magnitud fue de 7.5 grados, afectó a 8 regiones del Perú dejando 535 viviendas destruidas, 13 colegios con daños estructurales, 66 edificios inhabitables y sin ninguna víctima mortal que lamentar. (IGP, 2021)

Así mismo, las pérdidas humanas producidas por los sismos dependen de muchos factores, sin embargo, el origen común de decesos es ocasionado por el colapso total o parcial de estructuras, cuya configuración estructural no es sismorresistente, tal como se ha evidenciado en los sucesos descritos anteriormente (Salazar 2018; Terremotos y salud).

Este análisis reveló que uno de los recintos esenciales que alberga gran cantidad de personas a diario son los Centros Educativos y que según el registro sísmico

son estructuras vulnerables y en caso ocurriera un sismo durante horario escolar, el colapso sería inminente, ocasionando la pérdida de vidas humanas, por lo cual demanda la mitigación de riesgos, debido a la función que cumplen y frente a un sismo los colegios servirían como principales centros de refugio para los habitantes.

Sin embargo, en el Perú de cada 10 Instituciones Educativas 7 cuentan con infraestructura deteriorada a causa del escaso o nulo mantenimiento que se les da a las instalaciones, también carecen de algún servicio básico y en ciertos casos no cuentan con saneamiento físico legal, a esto se le suma que durante los últimos 3 años los centros educativos se han visto afectados por los desastres naturales ocurridos, ocasionando que 21,100 colegios se encuentren en riesgo de colapso (MINEDU, 2023).

Además, de los 54,800 colegios públicos existentes, según el último Censo de Infraestructura Educativa (CIE) el 48% deben ser demolidos, el 18% demanda reforzamiento estructural, el 10% requiere un mantenimiento preventivo y sólo el 24% de Instituciones Educativas presentan óptimas condiciones. (INEI, 2022)

Esta situación se evidencia con gran notoriedad en el norte del país, Piura que es una zona sísmica 4 (según la Norma E.030), ha sufrido los estragos causados por los recientes eventos telúricos, así lo dio a conocer la DREP, la cual manifestó que 58 infraestructuras escolares fueron afectadas por el sismo de 6.1 grados, registrado el 30 de julio del 2021, asimismo el COER señaló que el evento sísmico de magnitud 6.1 del 5 de octubre del 2022 dejó 4 I.E con daños en sus elementos estructurales.

Por otra parte, PREVAED reveló que de presentarse un sismo de 7.5 grados, 797 centros educativos colapsarían ya que son edificaciones con una antigüedad entre 20 y 50 años y con una deteriorada infraestructura, tal es el caso de los colegios públicos del distrito de Tambogrande, los cuales presentan deterioros en sus elementos estructurales, además tienen una antigüedad mayor a la indicada, generando un potencial peligro que expone la vida de los estudiantes y docentes.

Ante esta latente realidad surgió la necesidad de conocer ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de los centros educativos públicos de la zona urbana de Tambogrande? Por ello, la investigación se enfocó en optimizar el proceso de evaluación de la vulnerabilidad sísmica en colegios, a través de la tecnología, que se ha convertido en una herramienta estratégica para la Ingeniería civil, haciendo posible la incorporación de un Remotely Piloted Aircraft System (RPAS).

Este proyecto ha contribuido a reducir la escasa o nula información que se tiene sobre el estado de la infraestructura educativa a nivel distrital de la zona urbana de Tambogrande, puesto que la aplicación del método italiano junto con tecnología RPAS, hace de este proyecto una herramienta valiosa para recolectar información y generar data actualizada, que será de utilidad en estudios de riesgo sísmico de instituciones educativas.

Por otro lado, desde el punto de vista social esta propuesta de investigación benefició a los centros educativos evaluados en Tambogrande, y la información obtenida les servirá a los organismos gubernamentales correspondientes, para que realicen intervenciones según la situación lo amerite, además otros investigadores podrán abordar esta misma realidad desde diversos lugares del país.

Para dar respuesta al problema identificado se determinó el índice de vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de la zona urbana de Tambogrande, para alcanzar dicha meta fue necesario 1. Evaluar el estado situacional de las I.E públicas de la zona urbana de Tambogrande. 2. Calcular el índice de vulnerabilidad aplicando los parámetros del método italiano junto con tecnología RPAS en las edificaciones escolares de Tambogrande 3. Obtener las derivas de entre piso mediante el análisis estático y dinámico en el software ETABS y su verificación con lo estipulado en la norma E030.

Así mismo se planteó como hipótesis que las Instituciones Educativas públicas de la zona urbana de Tambogrande evaluadas con el método italiano junto con tecnología RPAS son altamente vulnerables ante eventos sísmicos.

## II. MARCO TEÓRICO

El sustento teórico de la indagación estuvo antecedido por los trabajos de investigación presentados a continuación:

Chieffo et al. (2023) en su estudio denominado: "Procedimientos de la vulnerabilidad sísmica para agregados estructurales de albañilería: análisis del centro histórico de Castelpoto (sur de Italia), plantearon que evaluar la susceptibilidad en edificaciones históricas de albañilería, fue complicado debido a que sufrieron variaciones en condiciones agregadas, pues presentaban variabilidad y heterogeneidad en su estructura vertical, además dichas edificaciones fueron diseñadas para soportar solo cargas propias, asimismo estas representan parte del patrimonio mundial construido en Castelpoto.

Ante problema descrito los investigadores plantearon evaluar la susceptibilidad telúrica de los agregados de mampostería, aplicando la metodología italiana para la obtención del índice de vulnerabilidad, y el método de análisis mecánico para determinar la homogeneidad en términos de respuesta, por lo cual tuvieron que definir la tipología predominante del sitio, luego validaron la metodología analizando los índices de vulnerabilidad y realizaron un análisis mecánico, finalmente la investigación arrojó como resultado, que alrededor del 33% de los centros evaluados presentaron un rango de susceptibilidad media, el 26% y el 28% tuvieron una susceptibilidad media y alrededor del 13 % una susceptibilidad alta.

Hassan et al. (2022) en su investigación titulada: "Evaluación de la susceptibilidad sísmica de los edificios: estudio de caso del distrito de Al Khalifa, El Cairo fatimí" señalaron que Egipto pertenece a un área de sismicidad moderada lo que ha ocasionado daños provocados por eventos sísmicos suscitados a lo largo del tiempo, lo que llevó a los investigadores poder evaluar el riesgo sísmico, tomando en cuenta que las estructuras en el viejo Cairo presentan condiciones de deterioro.

Ante tal situación formularon un análisis de susceptibilidad sísmica para edificios en el distrito de Al Khalifa, siguiendo una metodología sustentada en la revisión de la sismicidad de Egipto y su relación con el área de influencia. Luego determinaron la vulnerabilidad sísmica considerando los parámetros

establecidos por el método italiano, posteriormente elaboraron el mapa de vulnerabilidad de la zona, finalmente obtuvieron como resultados que, de las 100 edificaciones evaluadas, el 70% presentaron baja resistencia sísmica, además los elementos estructurales de las edificaciones poseen características que las hacen deficientes frente a un movimiento telúrico.

Laínez y Pinoargote, (2023) en su indagación: “Análisis de la susceptibilidad telúrica en edificaciones de la Parroquia Manglaralto del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena – Ecuador” indicaron que la mayoría de viviendas de las comunidades de la Parroquia Manglaralto, evidenciaban notables irregularidades estructurales, haciéndolas vulnerables ante un evento sísmico, a esto se le suma que el territorio está localizado en una zona altamente sísmica.

Ante esta realidad los autores se enfocaron en determinar el índice de susceptibilidad telúrica de 81 edificaciones situadas en las diversas localidades de la Parroquia Manglaralto; además emplearon metodologías cualitativas siendo estas el NEC 2015; FEMA P-154, el método italiano y el Sistema de Puntuación del Índice de susceptibilidad telúrica, en la parte cuantitativa emplearon un análisis lineal y no lineal, luego de aplicar los métodos antes mencionados, dio como resultado que las estructuras no cumplen con la normativa ecuatoriana, revelando así una alta vulnerabilidad sísmica y sistemas estructurales inadecuados.

Echevarría y Monroy, (2021) en su investigación: “Aplicación del método italiano para evaluar edificaciones de mampostería en el barrio Surinama” precisaron que el barrio cuenta con 323 viviendas de las cuales 254 tenían un sistema de mampostería no estructural, 40 en pórticos, 22 en albañilería confinada, lo cual representa que el 78% de la viviendas presentaron una tipología de mampostería no estructural, ante esta realidad los autores, establecieron determinar el índice de vulnerabilidad sísmica para las viviendas del barrio Surinama, aplicando el método italiano.

La metodología que siguieron los investigadores consistió en verificar el número de predios mediante el sistema de información geográfica de Tunja (tusig), además realizaron una visita al barrio para recopilar información. Finalmente los resultados obtenidos con el método elegido reflejaron que, de las 254 edificaciones, el 100% presentaron un grado de vulnerabilidad baja.

Torres Fernández, (2019) en sus tesis doctoral titulada: “Estimación de exposición y vulnerabilidad sísmica empleando técnicas de aprendizaje automático con datos tomados por sensores remotos: Aplicaciones en Lorca (España) y Puerto Príncipe (Haití)”, señaló que según el informe de CRED/UNISDR, 2016 indica que las amenazas naturales están siendo más frecuentes, además se ha incrementado la vulnerabilidad de las áreas urbanas debido a la autoconstrucción y el surgimiento de asentamientos informales,

Frente a lo expuesto, la investigación tuvo como propósito comparar la aplicación de estimación de vulnerabilidad sísmica en países de distintos niveles de desarrollo, siendo estos escenarios Puerto Príncipe (Haití) y Lorca (España), debido a los últimos terremotos ocurridos en 2011 en Lorca y el terremoto en Haití del 2010, por lo cual la investigadora planteó como objetivo: Estimar la exposición y determinar la vulnerabilidad sísmica empleando técnicas de aprendizaje automático con sensores remotos en Puerto Príncipe y Lorca.

Asimismo, la metodología empleada por la investigadora se estructuró en tres pasos, el primero es realizar la estratificación de las ciudades, en segundo lugar, se realizó la creación de la base de datos, por último, realizó la clasificación de tipologías constructivas, y asignó un modelo de vulnerabilidad a cada una para conocer el comportamiento de estas ante un sismo. Cabe señalar que empleó métodos empíricos y analíticos, además del recojo de información por medio de sensores remotos que utilizan tecnología RPAS y fotogrametría para conocer la antigüedad de los edificios, las patologías que presentaban, verificación de los elementos estructurales, estado de conservación y para determinar las irregularidades verticales.

Finalmente para evaluar la vulnerabilidad sísmica empleó el método analítico e hizo la simulación de 5.2 en Lorca y 7 en Puerto Príncipe, dando como resultado que en Puerto Príncipe 27000 edificios quedarían inhabitables lo que representa el 19% de la ciudad, mientras que en Lorca el 49% de edificios experimentarían daños ligeros, el 29% permanecería sin daño y el 16% alcanzaría daño moderado y el 6% sufriría daños severos o colapso, mientras que para la comparación de costos entre una evaluación tradicional y la empleada en la investigación permite obtener de un 10 a un 30% de ahorro, la optimización en un tercio del tiempo lo que avala la viabilidad económica de este estudio.

Por otro lado, se consideró relevante definir los términos que fueron puntos claves para comprender el tema de estudio.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, resultó conveniente conocer que es un sismo, lo cual es una falla o plano de falla sobre la superficie ocasionado por la liberación inesperada y abrupta de energía que se acumulado en la litosfera, también se producen por la fricción de placas tectónicas. El origen al interior de la tierra, donde se genera el evento sísmico se le denomina hipocentro y la superficie por encima de la tierra es el epicentro.

Suele pasar que antes de un evento telúrico ocurran pequeños movimientos en el mismo lugar donde produce el sismo de mayor intensidad, a este movimiento sísmico más grande se le asigna el nombre de mainshock, los cuales por lo general presentan réplicas, que son movimientos de menor duración y ocurren en el mismo lugar y según la magnitud del evento sísmico principal, las réplicas continúan durante semanas, meses y hasta años después del sismo principal (Wald, L., 2019).

Sismología: Se encarga de estudiar los cambios que ocurren en la tierra a lo largo del tiempo, sobre todo los sismos provocados por deslizamientos y rupturas en fallas y por una constante actividad magnética. Además, la sismología estudia los riesgos y peligros que generan los eventos sísmicos, siendo uno de estos la expansión de ondas elásticas a través de la superficie de la Tierra (Denolle, M. 2019).

Sismicidad en el Perú: En el Perú el proceso de convergencia entre la placa de Nazca (oceánica) y Sudamericana (continental), es el origen de la geomorfología y geodinámica del territorio, en otras palabras, dicho proceso es el causante de producir movimientos telúricos de diversas intensidades y profundidades, esto generalmente se producen en zonas urbanas, cuyo nivel de daño estructural es variable y genera lamentablemente muertes.

Además, a lo largo del tiempo la población peruana ha presenciado continuos eventos sísmicos de gran magnitud, ocasionados por diferentes puntos de origen, los cuales se agrupan en movimientos sísmicos de interplaca, corticales e intraplaca, siendo los dos primeros causantes de fuertes sacudimientos del

suelo, provocando graves daños en la superficie, edificaciones, viviendas y han afectado a miles de personas.

Así mismo, los eventos sísmicos de foco superficial se producen cerca de la cordillera andina y de los principales sistemas de falla (Rioja, Recodo, Ayacucho, Tambomachay, Huambo y Cabancaconde, Incapuquio) que se encuentran ubicados a lo largo del territorio peruano, mientras que los movimientos telúricos de foco intermedio tienen una incidencia frecuente en el Sur del Perú y también en todo el país, por último, el foco profundo suele producirse en el límite Perú – Brasil desde Puno hasta Loreto (Instituto Geofísico del Perú, 2020, pág. 16 – 20).

Figura 1: Mapa de zonificación sísmica del Perú:

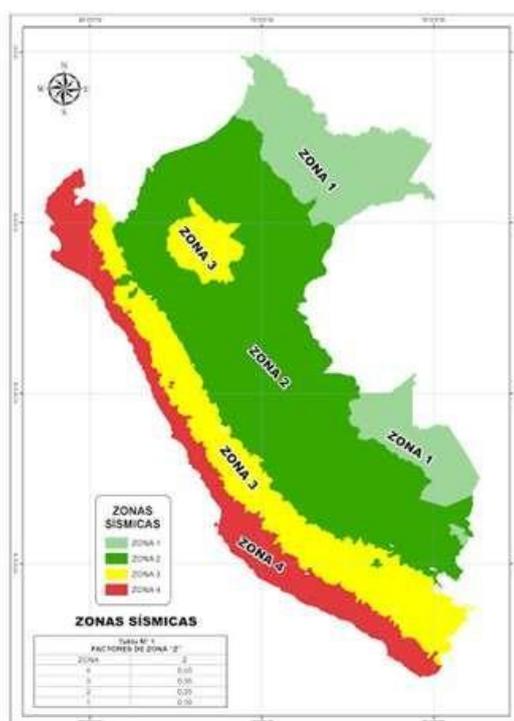


Tabla 1: Factores de zona Z

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

**Nota:** Tomado de RNE Norma Técnica E 030

Vulnerabilidad sísmica: Es un factor asociado a la debilidad de cierto elemento frente a eventos sísmicos de una determinada intensidad, lo cual permite cuantificarlo y junto al conocimiento sobre riesgo y peligrosidad sísmica, hace posible la evaluación de daños de futuros movimientos telúricos. Ante este contexto han surgido diversos métodos, cuyo propósito se ha basado en analizar la variable de vulnerabilidad para mitigar los daños en las edificaciones existentes y determinar la seguridad que brinda (Hammoum, et al., 2021, pág.187).

*Tabla 2: Niveles de vulnerabilidad sísmica*

VULNERABILIDAD SISMICA	
Niveles	Rangos
Alto	$40 \leq V_s \leq 100$
Medio	$20 \leq V_s \leq 40$
Bajo	$0 \leq V_s \leq 20$

**Nota:** Tomado de RNE norma técnica E 030

Vulnerabilidad estructural: Es la fragilidad a la que están expuestos los elementos estructurales de una edificación ante los daños que puedan causar los sismos, por tal razón un correcto diseño estructural hará frente a los impredecibles eventos catastróficos, es decir la edificación se mantendrá en pie y va a salvaguardar la integridad de las personas, caso contrario la consecuencia directa será una resistencia insuficiente, que llevará al colapso de la edificación. (Pavić. G., Hadzima, M., 2019).

Métodos para determinar la vulnerabilidad sísmica: Dentro de la ingeniería sísmica realizar un análisis de vulnerabilidad que tiene una edificación ante un escenario sísmico, va directamente ligado a precisar el nivel que tiene y el riesgo sísmico que implica, pues según Si-Qi Li y Gardoni (2023) los terremotos pueden causar grandes daños a las edificaciones dependiendo de su magnitud, por ende realizar una estimación de la vulnerabilidad sísmica mediante metodologías ingenieriles, es necesario para el análisis de riesgo regional (p.1).

Puesto que los terremotos se han incrementado exponencialmente durante las últimas décadas, esto ha llamado la atención de muchos sismólogos debido a la

vulnerabilidad y falta de desempeño de las estructuras alrededor del mundo, evaluando procedimientos de evaluación basados en diferentes parámetros, que ofrece un panorama realista sobre el comportamiento de las estructuras (Kassem et al., 2020, p.849).

En tal sentido, Mosoarca et al. (2019) señala que los diferentes tipos de metodologías existentes son aplicables en función de las características de cada edificación, por lo cual la susceptibilidad puede ser evaluada a través de un enfoque cualitativo y cuantitativo (p.93).

Métodos cuantitativos: Presentan un enfoque basado en cálculos, lo cual hace que se pueda profundizar a partir de los resultados obtenidos mediante metodologías cualitativas, esto permite analizar la vulnerabilidad de las edificaciones proyectadas en diferentes magnitudes, permitiendo resultados más precisos, normalmente en investigaciones aplicadas con este tipo de metodología resultan ser muy minuciosas por lo que demandan gran cantidad de recursos de información. (Albarracin Meza, 2019 pág. 10)

Métodos cualitativos: Se basan en el trabajo y juicio de expertos en la materia, estos métodos según Ortega et al. (2019) surgieron como resultado de los datos limitados de daños posteriores al terremoto en términos de diferentes tipologías de edificios y los altos costos relacionados con los enfoques analíticos o cuantitativos, sin embargo estos métodos estiman el daño que puede sufrir una determinada estructura para una determinada intensidad sísmica analizando las características estructurales de las construcciones y clasificándolas en diferentes tipologías edificatorias (p.3)

Este tipo de metodologías son aplicables, cuando la información estructural sobre la edificación es poca, esto permite hacer un análisis rápido pero acertado para determinar los niveles de susceptibilidad en la estructura, sin necesidad de complejos softwares computacionales, sin embargo, esta información puede fortalecerse si se incluye un enfoque cuantitativo, así se brinda solidez al método empleado, y los resultados serán más precisos, (Cartagena et al., 2018; Domaneschi et al., 2021).

En la presente investigación se hará uso de la metodología cualitativa de Benedetti y Petrini, pero se complementó con el uso de tecnología RPAS para

evaluar los centros educativos optimizando tiempo y de forma eficiente, también se adicionó el uso del software estructural Etabs v.2019.

Método del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini: Según Laurente y Ramos (2020) permite la obtención de gran cantidad de información acerca del desempeño sísmico de la estructura, ya que se realiza una calificación subjetiva y se apoya en cálculos que son simplificados para estructuras, asimismo el índice de vulnerabilidad es un coeficiente que califica a la edificación, y está directamente relacionado con el grado de daño de la estructura o vulnerabilidad, la metodología fue adecuada para edificaciones de mampostería y concreto armado, empleando normativa peruana, todo esto se efectúa en base a los 11 parámetros.

*Tabla 3: Parámetros de Benedetti y Petrini adaptados según las normas peruanas.*

Método de Benedetti - Petrini		Criterio propuesto por el RNE
Parámetro	Descripción	
1	Organización del sistema resistente	Asesoría técnica y criterios de estructuración en adobe y albañilería (Norma E.070 y E.080).
2	Calidad del sistema resistente	Calidad y proceso constructivo (Norma E.060, E.070 y E.080).
3	Resistencia convencional	Factores sismorresistentes (Norma E.060, E.070 y E.080).
4	Posición del edificio y cimentación	Condiciones geotécnicas (Norma E.030).
5	Diafragmas horizontales	Consideraciones para diafragma (Norma E.030, E.060, E.070 y E.080).
6	Configuración en planta	Irregularidades estructurales en planta (Norma E.030).
7	Configuración en elevación	Irregularidades estructurales en altura (Norma E.030).
8	Separación máxima entre muros	Densidad de muros en las viviendas (Norma E.070 y E.080).
9	Tipo de cubierta	Condición de la unión de la cobertura con el sistema resistente.
10	Elementos no estructurales	Conexión de elementos no estructurales (Norma E.070).
11	Estado de conservación	Aspecto actual de la vivienda.

Índice de vulnerabilidad para edificaciones de albañilería: Se determina a través de 11 parámetros correspondientes al presente método. Donde a cada uno de los ítems se le asignará un determinado peso que destaca su importancia relativa en el resultado final ( $W_i$ ). Los valores se muestran a continuación:

*Tabla 4: Método de Benedetti y Petrini para edificaciones de albañilería.*

<b>Método de Benedetti - Petrini</b>		<b>Clases (<math>K_i</math>)</b>				<b>Peso (<math>W_i</math>)</b>
Parámetro	Descripción	A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

Índice vulnerabilidad para edificaciones de concreto armado: Los pesos asignados son similares a la tabla anterior, sin embargo, sólo se concederán tres calificaciones tomando en cuenta aspectos más significativos que inciden en la vulnerabilidad de la edificación, los valores se muestran en la tabla.

Tabla 5: Método de Benedetti y Petrini para edificaciones de concreto armado.

Método de Benedetti - Petrini		Clases (K <sub>i</sub> )			Peso (W <sub>i</sub> )
Parámetro	Descripción	A	B	C	
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4.00
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1.00
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1.00
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1.00
5	Diafragmas horizontales	0	1	2	1.00
6	Configuración en planta	0	1	2	1.00
7	Configuración en elevación	0	1	3	2.00
8	Separación máxima entre muros	0	1	2	1.00
9	Tipo de cubierta	0	1	2	1.00
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1.00
11	Estado de conservación	0	1	2	1.00

Parámetro 1 - Tipo y organización del sistema resistente: En las edificaciones de mampostería, se determina el nivel de organización de la estructura. Además, se estima la relación existente y la eficiencia de las conexiones entre los elementos de resistencia ortogonal. Del mismo modo, para estructuras de concreto armado se emplea la NTP E 030, ya que, se evalúan las propiedades del sistema estructural con la asistencia de un profesional especializado.

Parámetro 2 - Calidad del sistema resistente: Para las edificaciones de albañilería, se toma en cuenta los materiales empleados, considerando su homogeneidad, resistencia y calidad. En las construcciones de concreto armado se evalúa también la calidad estructural, además del tipo de mano de obra y el proceso constructivo.

Parámetro 3 - Resistencia convencional: Se calcula la resistencia más confiable de la edificación, para lo cual se considera: Edificación  $\alpha \geq 1$ , Edificación  $0.6 \leq \alpha < 1$ , Edificación  $0.4 \leq \alpha < 0.6$  ó Edificación  $\alpha < 0.4$ .

Parámetro 4 - Posición del edificio y la cimentación: Se estima a través de una inspección visual, acerca de la influencia de la cimentación y el comportamiento sísmico del terreno sobre la edificación, también se considera aspectos como:

La pendiente, capacidad portante del terreno, la cimentación de cotas a desniveles, la fuerza de empuje existente, el porcentaje de humedad o de eflorescencia, entre otros.

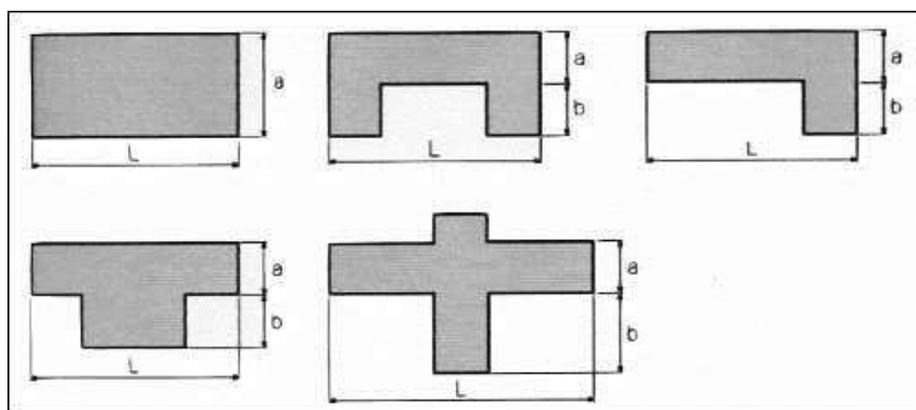
Parámetro 5 - Diafragmas horizontales: Se incluye los más esenciales para el correcto funcionamiento de los elementos verticales, siendo estos:

A) Construcción donde el diafragma cumple los siguientes requisitos: terrenos con topografía ondulada o irregular que presentan desniveles, La deformación del diafragma es mínima y la unión entre el diafragma y muros son seguros. También pueden ser, B) Construcción con diafragma que no cumplen con un requisito de la clase A; C) Construcción con diafragma que no cumple con dos requisitos de la clase A o D) Construcción en donde los diafragmas no cumplen con los requisitos de la clase A.

Parámetro 6 - Configuración en planta: Se estima la simetría en planta y se designa valores elevados cuando presentan formas similares o secciones cuadradas, mientras que, si se aprecia secciones alargadas o con protuberancias, los valores serán bajos, puesto que provocan torsión y que los esfuerzos se concentren en los elementos más alejados al centro de gravedad. La figura 2 muestra las formas consideradas en planta, señalando  $b_1 = a/L$  y  $b_2 = b/L$ , donde:

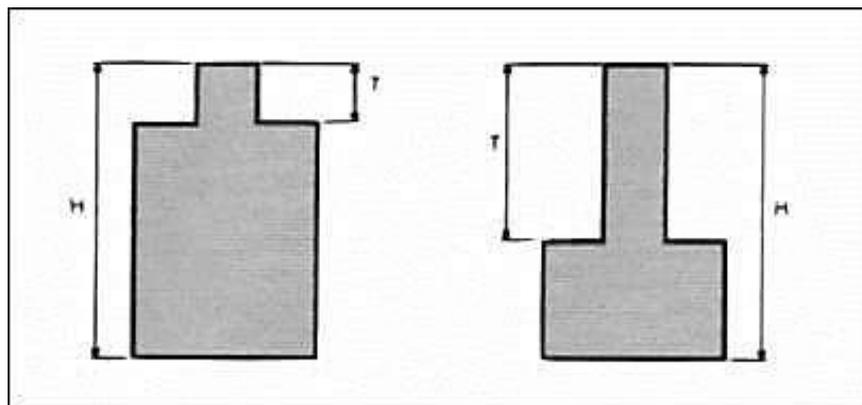
- a: Menor longitud de la construcción (m).
- L: Mayor longitud de la edificación (m).
- b: Longitud de los elementos que sobresalen (m).

Figura 2: Configuración en planta de la estructura.



Parámetro 7 - Configuración en elevación: En edificios con un sistema de albañilería, se determina la modificación de masa, expresada en porcentaje,  $\pm DA/A$  entre dos niveles lindantes, considerando A como la superficie del nivel inferior y empleando el signo (+) si es un aumento o (-) si es una disminución. En edificaciones de concreto armado, la irregularidad se define por configuraciones como la que se muestra en la figura 2.

Figura 3: Factores de suelo.



Parámetro 8 - Distancia máxima entre los muros: En edificaciones de mampostería se considera la distancia entre muros transversales y longitudinales. La clase depende de  $L/S$ , considerando a S como el espesor correspondiente al muro maestro y a L como la máxima longitud entre muros transversales.

- Para arcilla, espesores de 0.23 m y 0.13 m.
- Para adobe, espesores de 0.40 m y 0.20 m.

Para edificaciones de concreto armado, se determina el vínculo existente entre elementos estructurales, resaltando las uniones entre losa - columnas y vigas - columnas.

Parámetro 9 - Tipo de cubierta: Se estima la capacidad que posee la cubierta para resistir fuerzas sísmicas. Están son: A) Edificación que presenta cubierta fija y plana, con viga cumbreira. B) Edificación con cubierta movable de material ligero y en perfecto estado. C) Edificación con cubierta movediza, con material ligero y en deterioro o D) Edificación con cubierta movediza, en deterioro y con pendiente.

Parámetro 10 - Elementos estructurales: Parámetro que influye en los daños que ocasiona a los individuos, se ha tomado en cuenta los siguiente A) Edificio sin elementos no estructurales con una mala conexión al sistema de resistencia. B) Edificio que muestra parapetos y balcones conectados correctamente con el sistema de resistencia. C) Edificio que contiene elementos de corta longitud y una mala unión en el muro o D) Edificio con presencia de tanques elevados u otros elementos situados en la cubierta, que tienen una mala conexión a la estructura.

Parámetro 11 - Estado de conservación: Se determina visualmente al identificar imperfecciones en el interior de la estructura o irregularidades como resultado de los errores cometidos durante el proceso constructivo. A) Presenta muros en perfectas condiciones y sin fisuras visibles. B) Presenta muros bien conservados, pero con fisuras no mayor a dos milímetros. C) Presenta muros con fisuras o grietas de dos a tres milímetros o edificios sin fisuras, pero en condiciones de deterioro o D) Presenta muros en condiciones deplorables que afecta gravemente la estructura.

Tipología del suelo: Salazar (2022) señala que, para efectuar cualquier estudio referente a construcciones existentes o construcciones desde cero, es importante conocer sobre qué tipo de suelo se está trabajando, ya que esto influye mucho en el comportamiento estructural de las edificaciones (p.1).

Tabla 6: Clasificación de los perfiles de suelo

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELOS			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_U$
$S_0$	> 1500 m/s	-	-
$S_1$	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
$S_2$	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
$S_3$	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
$S_4$	Clasificación basada en el EMS		

**Nota:** Tomado de RNE norma técnica E 030

Tabla 7: Factores de suelo.

FACTOR DE SUELO "S"				
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	0.80	1.00	1.05	1.10
$Z_3$	0.80	1.00	1.15	1.20
$Z_2$	0.80	1.00	1.20	1.40
$Z_1$	0.80	1.00	1.60	2.00

**Nota:** Tomado de RNE norma técnica E 030

La tipología de los suelos en el distrito de Tambogrande, según los ensayos de mecánica de suelos reveló que existen suelos tipo SM, conformado por arenas limosas mal graduadas, suelos tipo ML, conformado por limos inorgánicos de baja plasticidad, suelos tipo CL, conformado por arcillas inorgánicas de baja plasticidad y por suelos tipo CL-ML haciendo referencia a suelos arcillosos limosos de baja plasticidad, además que en general la capacidad portante de los suelos es baja. (IGP, 2020, p. 45 - 46).

Tabla 8: Tipos de suelos del Distrito de Tambogrande

TIPOS DE SUELOS	CARACTERISTICAS
Limos inorgánicos de baja plasticidad	ML
Arcillas inorgánicas de baja plasticidad	CL
Arcillas inorgánicas con limos de baja plasticidad	CL – ML Muy Baja capacidad portante (< 1.0 kg/cm <sup>2</sup> )
Arenas limosas	SM Baja capacidad portante (2.0 kg/cm <sup>2</sup> )

**Nota:** Tomado del estudio de zonificación geotécnica del Distrito de Tambogrande (2020)

Norma Peruana E 030. "Diseño sismorresistente": En general está constituida dentro del reglamento nacional de edificaciones (RNE), pero la particularidad de esta, es su enfoque hacia la sismorresistencia, cabe resaltar que en el 2018 han sido actualizados ciertos parámetros, que son vitales al momento de evaluar o analizar la resistencia sísmica de una edificación dependiendo de su configuración estructural, sin embargo muchas edificaciones han sido construidas sin tomar en cuenta la última actualización, lo cual influye significativamente en el desempeño sísmico de las estructuras.

La tecnología RPAS: Según Salgado, R. (2020) es llamada también (Remotely Piloted Aircraft System) por sus siglas en inglés, es un sistema de medios aéreos pilotados remotamente. Además, un RPAS está integrado por el dron, los controles que lo gobiernan y el operador encargado de dirigir dichos controles. Sus principales características son:

- ✚ Sistema complejo que requiere ser trabajado de forma ordenada y coordinada.
- ✚ Para empezar a sobrevolar el área, el dron debe contar con su respectiva licencia, la cual garantiza el cumplimiento de determinadas reglas.
- ✚ En todo momento debe estar supervisado y controlado por un piloto humano, es decir que lo pilota a distancia por medio de un control remoto.

Ventajas de la tecnología RPAS: En el campo de la Ingeniería civil, es una herramienta muy ventajosa, ya que puede complementar los métodos de inspección tradicionales, además ha mejorado los siguientes aspectos:

- Un mayor incremento de información y de calidad respecto a la infraestructura a inspeccionar.
- Permite obtener imágenes y videos con alta resolución para observar a detalle los elementos inspeccionados.
- Facilita la incorporación de sensores que permiten recoger mayor información.
- Hace posible medir el espesor del material de los materiales.
- Evita la exposición del personal de realizar inspecciones en altura.
- Ofrece recolectar datos precisos, fiables y de fácil acceso de forma rápida y económica, es decir optimizando tiempo y dinero.

Drone: Son aquellos vehículos que fácilmente pueden adquirir diversas formas y de acuerdo al modelo es posible que sean controlados de manera remota o realizar vuelos de forma autónoma, empleando GPS. Actualmente son dos tipos de drones que se utilizan principalmente los multicopter y los de ala fija. (Boucher, 2019)

Clasificación de drones según el método de control: Existen 4 formas de operar un drone de manera remota.

1. Modo manual: El piloto dirige el drone desde una emisora de radiocontrol para volar sobre la superficie.
2. Modo asistido: Tiene similitud con el modo manual con la única diferencia es que el piloto dirige desde un puesto de radiocontrol, pero el drone cuenta con un autopiloto que convierte las indicaciones en actuaciones para lograr la acción requerida.
3. Modo automático: El piloto traza un plan de vuelo, de acuerdo al número de puntos previamente determinados antes de iniciar el vuelo del drone, además cuenta con un autopiloto encargado de ejecutar el plan, que lo hace de manera automática, de acuerdo a las indicaciones dadas, además es posibles realizar modificaciones durante el vuelo e incluso intervenir el plan de vuelo y dirigir de manera manual o asistida.
4. Modo autónomo: El piloto predetermina un plan de vuelo, el cual la aeronave lo ejecuta de manera autónoma, sin la intervención del piloto, ni en caso de emergencias.

Clasificación de drones según su forma de sustentación: Se clasifican en dos.

Drones de ala fina: Cuya estructura está compuesta por fuselaje y alas fijas, son diseños convencionales a la de una aeronave, tienen la capacidad de volar a grandes altitudes y son empleados para la cartografía.

Drones multicópteros: Son aquellas aeronaves que poseen más de dos motores o rotores. Además, tienen la capacidad de volar a bajas altitudes y velocidades Son empleados para tomar fotografías detalladas de lugares, videos aéreos y son de gran utilidad para realizar inspecciones.

Planificación de plan de vuelo: Se programa en función a la calidad de imagen que se desee obtener y la dimensión del tipo de estructura a evaluar, con ello se definen las posiciones que tendrá la cámara para capturar tomas en puntos específicos, además se consideran parámetros básicos tales como: la altura de vuelo, la velocidad del dron para ascender y desplazarse, el ángulo de inclinación de la cámara, también es indispensable determinar la cantidad de fotografías necesarias para cada uno de los puntos. (López, A. 2019, pág. 4)

Reglamento Nacional de Edificaciones: Estipula los parámetros necesarios para garantizar edificaciones seguras y de calidad, pero este reglamento tiene sus orígenes:

- En 1964, se aprueba el primer proyecto de Norma Peruana, basada en la de SEAOC (Structural Engineers Association of California)
- En 1968 el Primer Reglamento Provincial fue aprobado por la Comisión Técnica Municipal LIMA.
- En 1970 surge la primera Norma Peruana de nivel nacional. Capítulo IV, RNC, “Seguridad Contra el Efecto Destructivo de los Sismos”.
- En 1977 se aprueba la incorporación de la norma básica de diseño sismorresistente al reglamento nacional de construcciones, la cual reemplaza a la anterior.
- En 1996 ocurrió el sismo de nazca, donde se observó colegios nuevos seriamente dañados, en este sismo se comprobó que las deformaciones laterales de los edificios eran mayores que los resultados que se obtenían con los coeficientes de la norma sísmica de 1977, por tal razón se decidió cambiar la norma.

La norma no sufrió cambios grandes en cuanto al nivel de fuerzas, sólo ligeros ajustes, pero varió en forma importante los coeficientes para que se obtengan deformaciones laterales mayores. con la nueva norma 1997 los desplazamientos de la estructura a diseñar serán aproximadamente 2.5 veces mayores.

En el año 2001 ocurre el sismo de Atico (Arequipa, Moquegua y Tacna) y se decide hacer algunos ajustes menores a la norma sísmica. se amplifican las fuerzas de sismo por 1.25 (para considerar un sismo amplificado a cargas últimas), lo cual obliga a variar los factores de reducción por ductilidad. esta

norma se publica el 2003. El sismo de Arequipa permitió comprobar que la norma de 1997 corrigió el problema del cálculo de desplazamientos laterales. se hicieron nuevos proyectos de colegios y ahora se necesitaba columnas grandes en la dirección donde no había muros.

Los primeros colegios INFES tenían en una dirección muros de albañilería y pórticos, pero en la dirección longitudinal solamente pórticos flexibles, con el problema de la columna corta en un eje de los dos existentes en los pabellones de aulas, a pesar de tener el Tecnopor, separando 2cm las columnas de los tabiques, los colegios sufrieron daños, porque la deformación era mayor.

Los colegios INFES después de la norma de 1997, observando modelos con mayor rigidez en la dirección longitudinal. los que ya estaban construidos en Arequipa, funcionaron muy bien.

Otro factor importante es que el año 2016 se tiene una nueva actualización de la norma E.030 donde se considera:

- ✚ Una cuarta zona sísmica, y la exigencia de control de irregularidades según la zona sísmica donde se encuentre la edificación, con respecto a las distorsiones laterales o de piso.
- ✚ Los valores límites han sufrido variaciones durante las actualizaciones de la norma, esto dependiendo según el material predominante ya sea concreto armado, acero, albañilería y madera, estos son valores esenciales a evaluar en cada edificación.
- ✚ Cuando se realizan el cálculo de derivas, se determinan los desplazamientos elásticos, por lo que estos valores se deben multiplicar luego por  $0.75 R$  o  $0.85 R$  para obtener los desplazamientos máximos que alcanzaría el edificio en el sismo de diseño. (Alejandro Muñoz Peláez, 2020).

El Perú cuenta con normas actualizadas que permiten hacer diseños estructurales acordes con las exigencias mundiales en sismorresistencia. Se tiene normas actualizadas en sismos, en cargas, en albañilería y en concreto armado.

### **III. METODOLOGÍA.**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación.**

##### **3.1.1 Tipo de investigación:**

La investigación fue de tipo aplicada, ya que mediante la aplicación del conocimiento científico estuvo orientado a cubrir una necesidad específica, utilizando mecanismos como: Metodologías, procedimientos y tecnologías, cabe resaltar que la investigación aplicada parte de los aportes generados por las ciencias básicas, desarrollando ideas que serán validadas a través de su aplicabilidad. (CONCYTEC, 2023).

##### **3.1.2 Diseño de investigación:**

El diseño del trabajo de investigación fue no experimental, porque no hubo manipulación, ni control de las variables de estudio, asimismo fue de tipo transversal descriptivo, cuyo propósito consistió en describir la situación actual en un determinado espacio temporal, mediante la recopilación de datos que sirvió para el modelamiento y el análisis de las Instituciones Educativas. (Vega et al, 2021).

#### **3.2. Variables y operacionalización.**

En la presente investigación se identificó las siguientes variables:

##### **3.2.1 Variable independiente: Método de Benedetti y Petrini.**

El método permitió obtener información sobre el comportamiento sísmico de la estructura basado en cálculos simplificados, además se obtuvo el índice de vulnerabilidad el cual estuvo relacionado con el grado de daño de la edificación, todo esto se efectuó basado en los parámetros establecidos por Benedetti y Petrini, los cuales se utilizaron según la tipología estructural para evaluar la infraestructura educativa situadas en la zona sísmica 4 (Laurente y Ramos, 2020).

##### **3.2.2 Variable dependiente: Vulnerabilidad sísmica.**

Se define como la tendencia de una estructura a sufrir daños ante la acción sísmica, relacionada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño (Hernández J, 2020).

### **3.3 Población, muestra y muestreo.**

#### **3.3.1 Población.**

Se entiende como población al conjunto de objetos, casos o individuos que comparten características iguales o similares dentro de un mismo entorno. (Otzen y Manterola, 2019). Asimismo, la población estuvo conformada por todas las instituciones educativas del distrito de Tambogrande.

##### **3.3.1.1 Criterios de inclusión:**

- ✓ I.E públicas del distrito de Tambogrande.
- ✓ I.E de nivel secundario.
- ✓ I.E con una antigüedad mayor a 15 años.

##### **3.3.1.2 Criterios de exclusión:**

- ✓ I.E pertenecientes a la zona rural de Tambogrande.

#### **3.3.2 Muestra.**

Conjunto de elementos que forman parte de una población y que poseen características similares. (Díaz N. 2020). Para determinar el número de instituciones educativas a evaluar se aplicarán los criterios de inclusión descritos anteriormente, obteniendo un total de 2 centros educativos a evaluar:

- I.E Jorge Chávez.
- Instituto Nacional Agropecuario INA N° 54.

#### **3.3.3 Muestreo.**

El tipo de muestreo que se aplicó fue el no probabilístico deliberado o de juicio, ya que como investigadores seleccionaremos los elementos de la muestra según determinados criterios, respaldados por visitas de campo y parámetros estructurales.

#### **3.3.4 Unidad de análisis.**

Las instituciones educativas seleccionadas tuvieron un mismo sistema estructural.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Las técnicas e instrumentos empleados en la recolección de datos para el proyecto de investigación fueron las siguientes:

- **Observación:** A través de la inspección visual realizada por los investigadores y el uso de la tecnología RPAS mediante el vuelo del dron en cada una de las instituciones educativas, permitió identificar su estado de conservación, asimismo contribuyó a determinar la configuración estructural, sus aspectos geométricos y los tipos de daños que presentaba la estructura. Su instrumento fue la ficha de observación y un registro fotográfico.
- **Encuesta:** Facilitó la obtención de información sobre las edificaciones evaluadas mediante los parámetros establecidos por Benedetti y Petrini, los cuales fueron adaptados según la normativa peruana, su instrumento fue la ficha digital de evaluación.
- **Análisis documental:** Contribuyó a determinar información relevante que fue de utilidad para la investigación, entre ellos: Expedientes técnicos de los ensayos de mecánica de suelos en Tambogrande, el reporte del censo de infraestructura educativa, la guía de evaluación de CENEPRED e INDECI ante eventos sísmicos, informes proporcionados por el CISMID y la normativa técnica vigente en nuestro país, el instrumento a emplearse fue el registro documentario.

Por otro lado, las técnicas e instrumentos utilizados para el procesamiento y análisis de los datos fueron:

- **Procesamiento de fotografías del dron:** Se utilizó un registro fotográfico para determinar los daños estructurales de las infraestructuras evaluadas.
- **Dibujo técnico:** Ayudó a plasmar la geometría y distribución de los ambientes de cada edificio escolar, para ello se utilizó el software AutoCAD.
- **Análisis computacional:** Facilitó el análisis estático y dinámico de cada una de las I.E a evaluar, para lo cual se empleó el software ETABS V19.

- Tabulación de datos: Posibilitó el ordenamiento de la información y el cálculo del índice de vulnerabilidad sísmica de cada uno de los centros educativos, y se emplearon hojas de cálculo en Microsoft Excel.

### **3.5. Procedimientos.**

Para cumplir con los objetivos planteados en la investigación se realizó lo siguiente:

- a) Se delimitó la zona de estudio para el proyecto y se escogió bajo criterios de inclusión los centros educativos a evaluar.
- b) Se solicitó permisos a las I.E correspondientes y se procedió a recopilar datos indispensables para aplicar el método elegido.
- c) Se elaboró el formato digital en una hoja Excel que contenía los parámetros del método italiano adaptados según la normativa peruana E.030 y respaldados por un profesional especializado en la materia.
- d) Se realizó el ensayo no destructivo de esclerometría, según la NTP 339.81 / ASTM C805 en ambas I.E, con un total de 6 puntos por cada centro educativo.
- e) Se revisaron y tabularon los resultados del ensayo de esclerometría y se obtuvo una resistencia promedio expresada en kg/cm<sup>2</sup>, que fue necesaria para determinar el esfuerzo a compresión que soportan los elementos de concreto, además para un mejor manejo de información se realizaron gráficos estadísticos.
- f) Se identificó el tipo de dron a utilizar, el cual fue el modelo DJI Air 2S.
- g) Se definió el tipo de vuelo del dron, siendo este el tipo manual por requerirse tomas fotográficas de puntos específicos.
- h) Se diseñó la ruta de vuelo para el dron, haciendo uso de Google Maps.
- i) Se ordenó y procesó la información obtenida con el dron mediante un registro fotográfico y ficha de observación.
- j) Se evaluó la vulnerabilidad sísmica aplicando el formato en digital que contenía los parámetros del método de Benedetti y Petrini, además se tomaron fotografías como evidencia de la ejecución del proyecto.
- k) En gabinete se procesó la data recogida en campo a través del análisis documentario, hojas de cálculo en Excel.
- l) Se realizó el modelamiento matemático de cada infraestructura en el

software ETABS.

m) Finalmente se determinó el nivel de vulnerabilidad sísmica de cada I.E.

### **3.6. Método de análisis de datos.**

Se procesaron las fotografías del dron para verificar el estado de la infraestructura de los centros educativos, además a través de Microsoft Excel se diseñaron hojas de cálculo para la estimación de valores de los parámetros establecidos, esto en función a los datos obtenidos en la inspección, adicionalmente se utilizó ETABS para el Análisis estático y dinámico. Por último, se utilizaron como técnicas estadísticas la distribución de frecuencia, porcentajes, promedios, y gráficos de curvas.

### **3.7. Aspectos éticos.**

La investigación presentada fue elaborada respetando los principios y valores éticos que rigen toda investigación científica, además esta rectitud o integridad no sólo debe regirse en la actividad científica del investigador sino que debe extenderse a otras actividades académicas y profesionales, por dichas razones los datos empleados fueron citados correctamente según lo que indica los criterios establecidos por la American Psychological Association (APA, 2019) en su séptima edición, respetando así la propiedad intelectual de otros autores.

Además, se utilizó el software Turnitin para la verificación de la similitud del proyecto con otras investigaciones, de acuerdo a lo expuesto en el artículo 9: “De la política anti plagio” del código de ética en investigación de la universidad, garantizando así una investigación original y libre de plagio.

#### IV. RESULTADOS

Descripción del proyecto:

El propósito de la investigación consistió en determinar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano junto con tecnología RPAS, en edificaciones escolares públicas de Tambogrande.

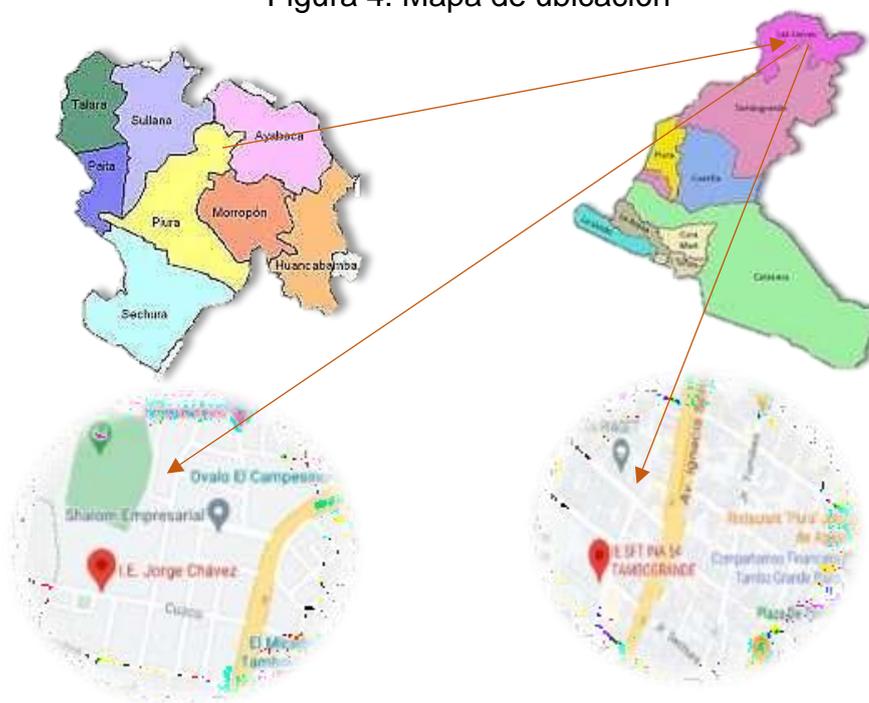
Ubicación del proyecto:

*Tabla 9: Datos de ubicación del proyecto*

Departamento	Piura
Provincia	Piura
Distrito	Tambogrande
Altitud	72 m.s.n.m
Instituciones educativas	I.E JORGE CHÁVEZ. I.E INA N° 54

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 4: Mapa de ubicación



De la zona urbana del distrito de Tambogrande, se seleccionaron dos instituciones educativas públicas, las cuales poseen una antigüedad mayor a 25 años y su infraestructura evidencia deterioros.

## Evaluación situacional de las I.E públicas de Tambogrande.

Se obtuvieron resultados a través de la aplicación del instrumento denominado: “Guía de observación”, ([ver anexo 2](#)) que sirvió para conocer el estado situacional de las instituciones educativas seleccionadas, los datos recopilados se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 10: Diagnóstico situacional de la I.E Jorge Chávez – Módulo I

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EDIFICACIÓN EXISTENTE					
Nº Piso	Amb.	Área const. (m2)	Estado de conservación	Tipología estructural	Observación
1	Aula 01	62.98	Regular	Albañilería confinada y pórticos con cobertura liviana TR4 Aluzinc. (Revestimiento de elementos estructurales y cara interna de tabiques)	Agujero en Tabique 1 de albañilería, desprendimiento de pintura y piso deteriorado.
	Aula 02	61.97	Malo		Fisuras, grietas y desprendimiento de concreto en Columna C3, eflorescencia en Tabiques T3 y T4.
	Aula 03	62.98	Malo		Descascaramiento de pintura, presencia de moho en Tabique T5, desprendimiento de concreto en Columna C7.
2	Aula 04	62.98	Regular	Losa aligerada y piso pulido	Perforación en Columna C2, piso pulido deteriorado, presencia de fisuras en losa aligerada.
	Aula 05	61.97	Regular		Desprendimiento de capa de tarrajeo en Columna C3, perforación en Columna C5.
	Aula 06	62.98	Regular		Perforación en Columna C6, presencia de fisuras en Viga Vs 6.
	corredor	44.82	Regular		Piso deteriorado, inadecuada conexión de parapetos.

Nota: Elaboración Propia, 2023.

Tabla 11: Diagnóstico situacional de la I.E Jorge Chávez – Módulo II

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EDIFICACIÓN EXISTENTE					
Nº Piso	Amb.	Área const. (m2)	Estado de conservación	Tipología estructural	Observación
1º	Laboratorio de ciencias	94.56	Regular		Desprendimiento de pintura en la parte exterior, por la parte interna las juntas de dilatación están obstruidas, eflorescencia en Tabiques T2 y T3 de albañilería.
	Almacén de materiales	31.92	Malo	Albañilería confinada y pórticos con cobertura liviana TR4 Aluzinc.	Grietas en Columna C6, eflorescencia en Tabique T1 y piso en estado regular.
2º	Aula 07	63.44	Regular	(Revestimiento de elementos estructurales y cara interna de tabiques)	Desprendimiento de pintura, presencia de moho en Tabique T4, juntas de dilatación entre columna y tabique obstruidas, piso deteriorado.
	Aula 08	63.04	Regular		Perforación en Columna C2, grietas en Viga Vs 1, piso deteriorado, juntas de dilatación entre columna y tabique obstruidas.
	Corredor	30.11	Regular		Piso pulido deteriorado, presencia de fisuras y grietas y mal conexión de parapetos.

Nota: Elaboración propia, 2023.

Tabla 12: Diagnóstico situacional de la I.E INA N° 54 – Módulo I

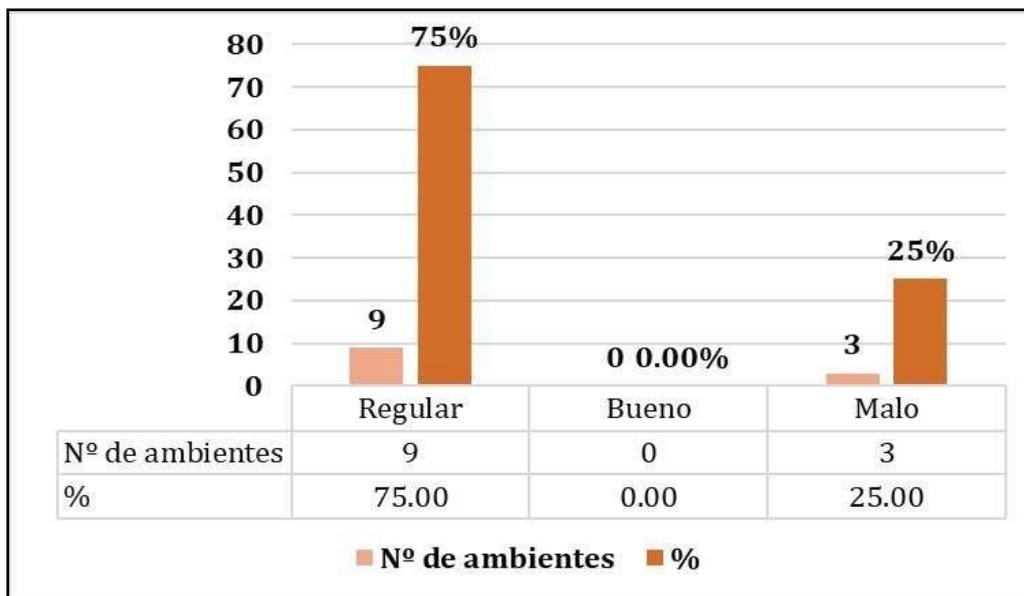
DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EDIFICACIÓN EXISTENTE					
Nº DE PISO	AMBIENTE	ÁREA CONSTRUIDA (m2)	ESTADO DE CONSERVACIÓN	TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	OBSERVACIÓN
1º	Aula 01	57.65	Regular		La columna C9 ha sido perforada para colocar una caja de paso octogonal a 2.50m de altura
	Aula 02	57.50	Regular	Albañilería confinada y pórticos	Existen microfisuras de 0.05mm en las columnas C4-C11, al igual que el tabique T3 que presenta fisuras de 0.15mm
	Aula 03	57.60	Regular	Con cubierta liviana de TR4 ALUZINC	Las juntas de dilatación entre el tabique T5 y la columna C6 han sido cubiertas por el tarrajeo.
	Aula 04	57.65	Regular	(Revestimiento de elementos estructurales y tabiquería)	Los tabiques T1 y T2 presentan humedad y desprendimiento de pintura.
2º	Aula 05	57.50	Buena		No evidencia daños aparentemente.
	Aula 06	57.60	Regular		Los tabiques T5-T6 presentan descascamiento de pintura y moho.
	Corredor	50.49	Regular	Losa aligerada y Piso pulido	No existe junta de dilatación entre parapetos y se observa desprendimiento de revestimiento.

Nota: Elaboración propia, 2023.

Tabla 13: Diagnóstico situacional de la I.E INA N° 54 – Módulo II

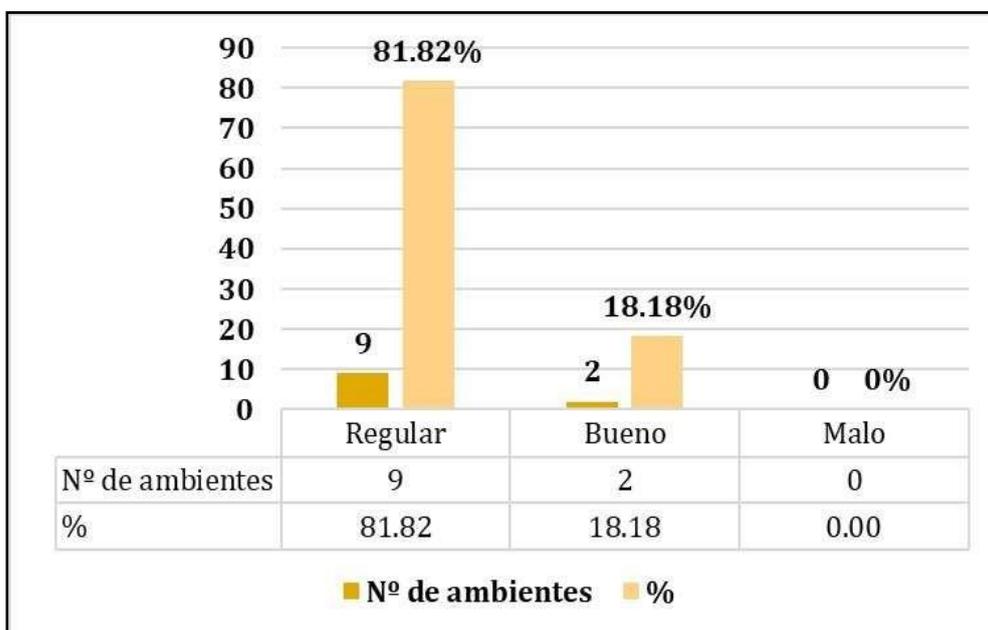
DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE EDIFICACIÓN EXISTENTE					
Nº PISO	AMBIENTE	ÁREA CONSTRUIDA (m2)	ESTADO DE CONSERVACIÓN	TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	OBSERVACIÓN
1º	Laboratorio de ciencias	102.30	Regular	Albañilería confinada y pórticos	En los tabiques T1 al T3 se observa presencia de humedad que ha generado desprendimiento de la pintura salitre y moho, además existe presencia de fisuras en las columnas C2-C4, por otro lado, la junta de dilatación entre columnas varía entre 0.025m a 0.045m
	Dirección	34.37	Buena	Con cubierta liviana de TR4 ALUZINC (Revestimiento de elementos estructurales y tabiquería)	Se visualiza un muro no portante de albañilería de 0.15m de espesor que separa la dirección del aula 1. No se visualiza daños aparentemente.
2º	Aula 1	67.93	Regular		Las columnas C6-C7 han sido perforadas a una altura de 2.50m para colocar cajas de paso, lo cual debilita el elemento estructural.
	Corredor	25.56	Regular		Los parapetos presentan columnas de amarre, pero ausencia de juntas de dilatación, también existe desprendimiento del revestimiento.

Figura 5: Diagnóstico situacional de la I.E Jorge Chávez



Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 6: Diagnóstico situacional de la I.E INA Nº 54.

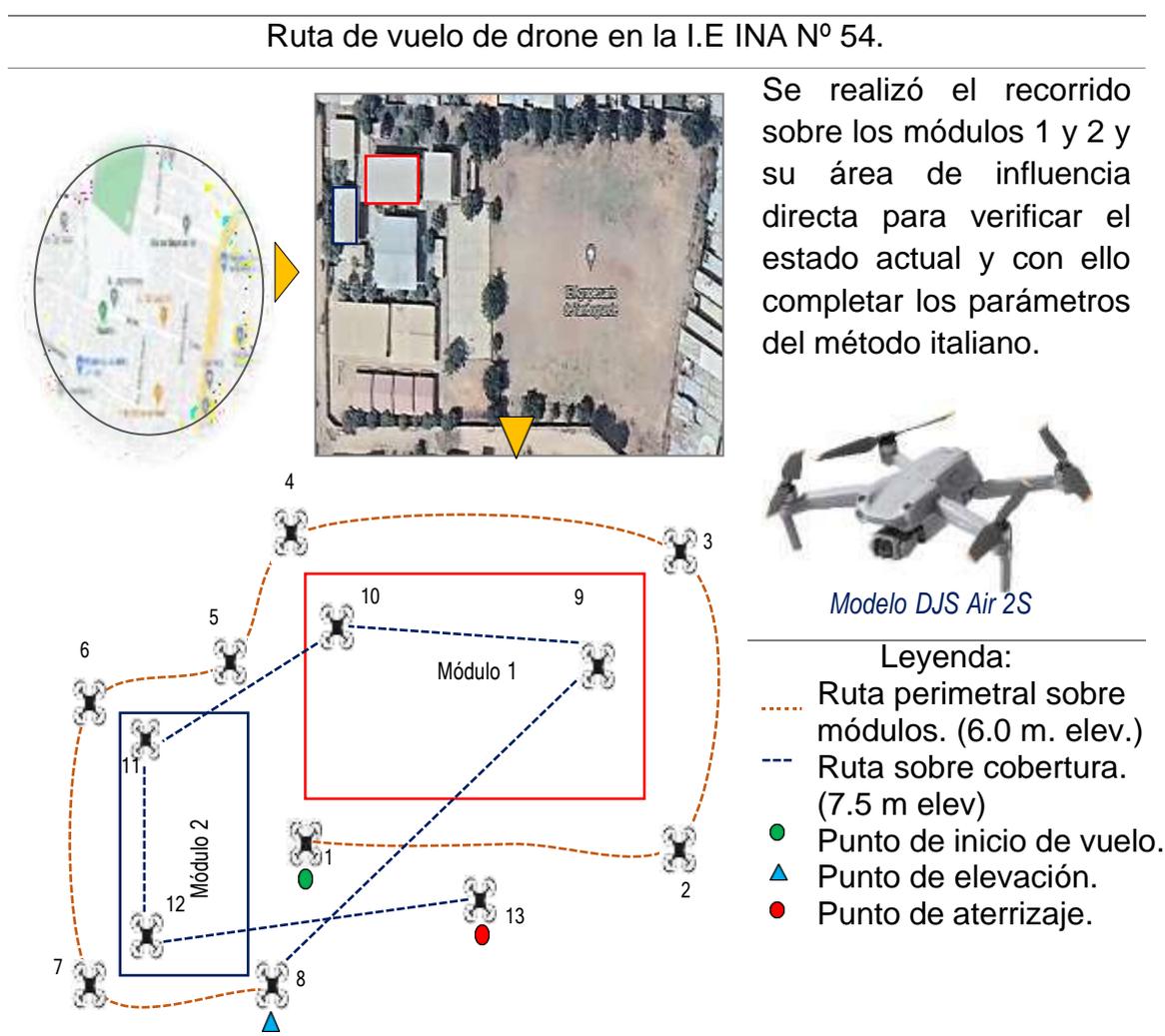


Nota: Elaboración propia, 2023.

**Cálculo del índice de vulnerabilidad aplicando los parámetros del método italiano junto con tecnología RPAS en las edificaciones escolares públicas de Tambogrande.**

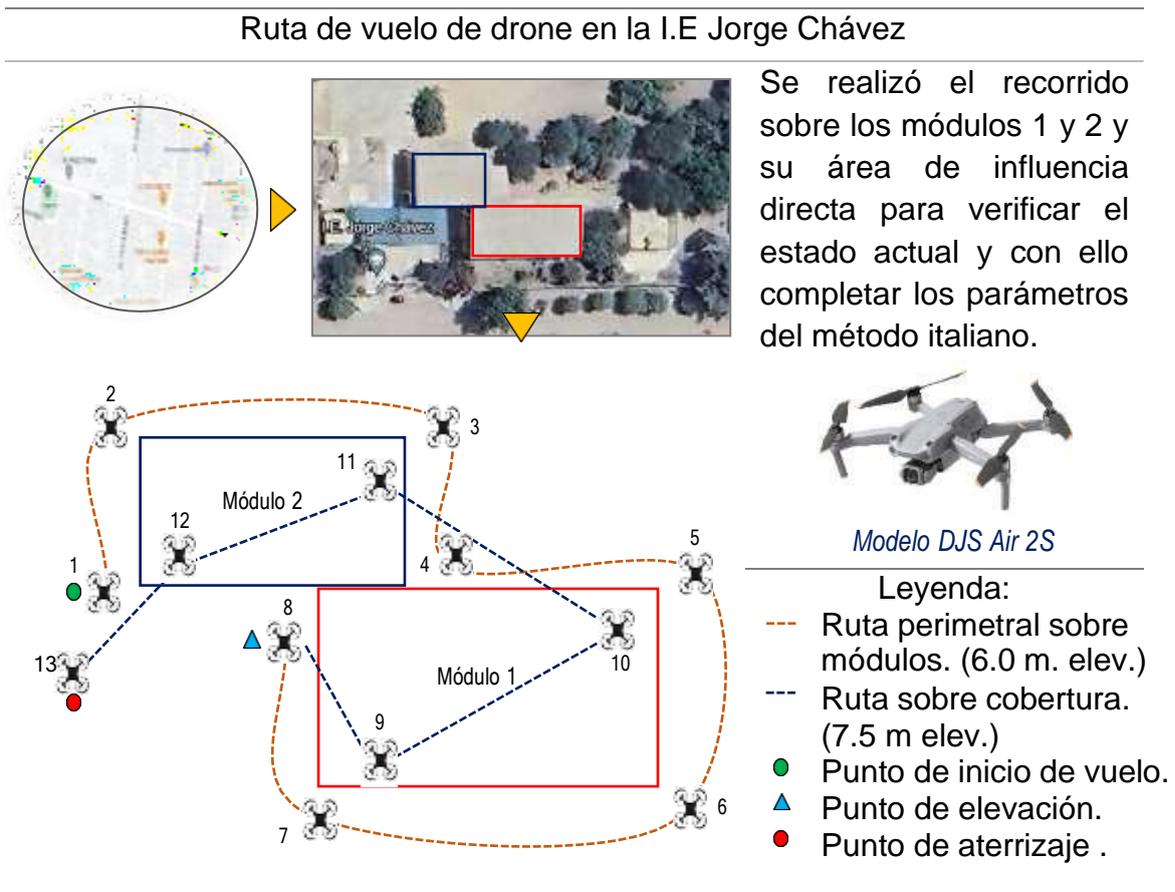
Se obtuvieron resultados a través de una ficha de evaluación, la cual es una hoja automatizada de cálculo en Excel, que contempla los 11 parámetros del método italiano ([Ver anexo 6 y 7](#)), según la calificación que se le asignó a cada uno, al final arroja el índice de vulnerabilidad de la edificación, el cual puede ser Baja, media o alta, cabe resaltar que se empleó tecnología RPAS para una completa y mejor evaluación de las edificaciones mencionadas, previo a ello se trazó una ruta de vuelo, la cual se muestra mediante el siguiente esquema:

*Tabla 13: Ruta de vuelo de drone sobre módulos I y II de la I.E INA N° 54.*



Nota: Elaboración propia, 2023.

Tabla 14: Ruta de vuelo de drone sobre módulos I y II de la I.E Jorge Chávez.



Nota: Elaboración propia, 2023.

**Parámetro 1: Organización del sistema resistente.**

Tabla 15: Datos de caracterización de la I.E Jorge Chávez e INA N° 54

ITEMS	DATOS
Categoría	A2 - Instituciones educativas
Sistema estructural	Eje XX – Sistema de Pórticos en concreto armado Eje YY – Sistema de Albañilería confinada
Año de edificación	1993
Nº de pisos	2 niveles
Nº de módulos	2
Zona tipo	4 (Altamente sísmica)
Tipo de suelo	S2 (Suelos Intermedios)

Nota: Elaboración Propia, 2023.

De acuerdo a la Norma E030 recomienda el siguiente sistema estructural para una zona sísmica de tipo 4.

*Tabla 16: Categoría y sistema estructural de las edificaciones NTP E0.30*

Categoría de la edificación	Zona	Sistema estructural
A2	4,3,2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF Estructuras de concreto: Sistema dual, muros de concreto armado, albañilería armada o confinada.
	1	Cualquier sistema.

Nota: Norma E030 Diseño sismorresistente

La I.E Jorge Chávez e INA N° 54 cuentan con un sistema estructural mixto, siendo en el eje X-X un sistema de pórticos y en el eje Y-Y un sistema de albañilería confinada y de acuerdo a la norma peruana estos sistemas son recomendados para una zona tipo 4 que es de alta sismicidad, es decir cumple con lo estimulado en la norma.

*Tabla 17: Dimensiones de los elementos estructurales de la I.E Jorge Chávez*

Elemento estructural	Dimensiones	Tipo de elemento
Columnas	C1 (25 x 40 cm)	Columna excéntrica
	C2 (30 x 45 cm)	Columna esquinera
	C2 (25 x 40 cm)	Columna central esquinera
	C3 (30 x 45 cm)	Columna central
Vigas	V-1 (30 x 70 cm)	Vigas peraltadas
	V-2 (25 x 35 cm)	Vigas secundarias
Muro	Longitud 7.18 m Espesor 25 cm	Muro portante
Losa	Espesor 20 cm	Losa Aligerada

Nota: Elaboración Propia, 2023.

*Tabla 18: Dimensiones de los elementos estructurales de la I.E INA N° 54*

Elemento estructural	Dimensiones	Tipo de elemento
Columnas	C1 (30 x 45 cm)	Columna central
	C2 (25 x 45 cm)	Columna esquinera
	C3 (45 x 25 cm)	Columna excéntrica
	C4 (30 x 45 cm)	Columna central
Vigas	V-1 (30 x 65 cm)	Viga peraltada
	V-2 (25 x 45 cm)	Viga secundaria
Muro	Longitud 6.95 m Espesor 25 cm	Muro portante
Losa	Espesor 20 cm	Losa Aligerada

Nota: Elaboración Propia, 2023.

En la I.E INA N°54 como en la I.E Jorge Chávez se identificaron placas recordatorias donde señalaba el año de construcción fue en 1993, por lo cual se asume que las edificaciones han sido construidas con asesoría técnica y tomando en cuenta la NTP E030 de 1977. Por esta razón se le asignó una calificación de **B**

## **P.2 Calidad del sistema resistente.**

*Tabla 19: Resultados del ensayo de esclerometría en la I.E Jorge Chávez*

Ensayo	Descripción del Punto	Ubicación	Resistencia a la compresión kg/cm <sup>2</sup>	
M-I	Punto 01	Columna	I.E Jorge Chávez	94
	Punto 02	Columna	I.E Jorge Chávez	162
	Punto 03	Viga	I.E Jorge Chávez	162
M-II	Punto 04	Columna	I.E Jorge Chávez	137
	Punto 05	Viga	I.E Jorge Chávez	147
	Punto 06	Viga	I.E Jorge Chávez	158

Fuente: Laboratorio Quality Pavements, 2023.

Figura 7: Resistencia a la compresión en elementos estructurales de la I.E



Nota: Elaboración propia, 2023.

Dados los ensayos de esclerometría en columnas y vigas de 6 puntos en el módulo I y de otros 6 en el módulo II de la I.E Jorge Chávez se obtuvo una resistencia promedio, la cual se muestra en la siguiente tabla, en comparación con lo exigido con la norma E.060 del RNE.

Tabla 20: Resistencia a la compresión real vs resistencia mínima exigida – I.E Jorge Chávez

	Resistencia Real (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia mínima exigida por el E.060.(kg/cm <sup>2</sup> )	Condición
Módulo I	139.33	175	No cumple
Módulo II	147.33	175	No cumple
Promedio	143.33	175	No cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

La norma E.060 estipula que para elementos estructurales el concreto no debe ser menor a 17 MPa, o 175 kg/cm<sup>2</sup>, se encontró un valor de resistencia inferior al exigido, el cual incide directamente con la calidad del sistema resistente.

Tabla 21: Calidad del sistema resistente de los módulos I y II de las I.E Jorge Chávez

Módulo I	Módulo II
	
Perforación en columnas estructurales.	Perforación en columnas estructurales.
	
Desprendimiento del concreto en columna.	Fisuras y desprendimiento del concreto en viga y columna.
	
Grieta en base de columna	Fisura en columna, junta de dilatación inefectiva.

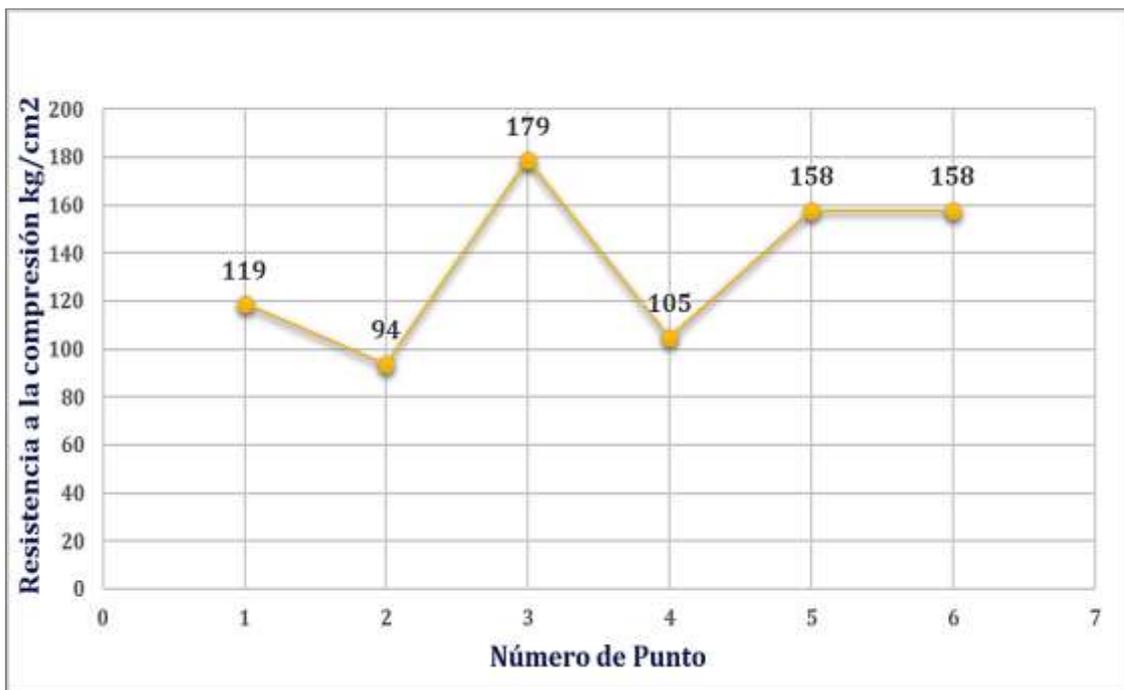
Las imágenes mostradas en la tabla 22, fueron obtenidas mediante fotografías con el dron, esto nos permitió conocer la integridad de la estructura en zonas donde el acceso normalmente se torna complicado, debido a los resultados de resistencia a la compresión, imágenes áreas y los años de antigüedad, se asignó para ambos módulos la calificación de **B**.

Tabla 22: Resultados del ensayo de esclerometría en la I.E INA N° 54

	Ensayo	Descripción del Punto	Ubicación	Resistencia a la compresión kg/cm <sup>2</sup>
M-I	Punto 01	Columna	I.E INA N° 54	119
	Punto 02	Columna	I.E INA N° 54	94
	Punto 03	Viga	I.E INA N° 54	179
M-II	Punto 04	Columna	I.E INA N° 54	105
	Punto 05	Viga	I.E INA N° 54	158
	Punto 06	Viga	I.E INA N° 54	158

Fuente: Laboratorio Quality Pavements, 2023

Figura 8: Resistencia a la compresión en elementos estructurales de la I.E INA N° 54



Dados los ensayos de esclerometría en columnas y vigas del módulo I y módulo II de la I.E INA N° 54 se obtuvo una resistencia promedio, la cual se muestra en la siguiente tabla, en comparación con lo exigido con la norma E.060 del RNE.

Tabla 23: Resistencia a la compresión real vs resistencia mínima exigida – I.E Jorge Chávez.

	Resistencia Real (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia mínima exigida por el E.060.(kg/cm <sup>2</sup> )	Condición
Módulo I	130.66	175	No cumple
Módulo II	140.33	175	No cumple
Promedio	135.50	175	No cumple

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La norma E.060 estipula que para elementos estructurales el concreto no debe ser menor a 17 MPa, se encontró un valor de resistencia inferior al exigido:

Tabla 24: Calidad del sistema resistente de los módulos I y II de las I.E INA N°54

Módulo I	Módulo II
	
Fisuras y desprendimiento de concreto en el nudo viga-columna.	Grieta en viga
	
Perforación en columnas estructurales.	Adecuado diafragma rígido.
	
Junta de dilatación entre tabique y columna, obstruida.	Perforación en columnas estructurales.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Debido a los resultados de resistencia a la compresión, imágenes áreas con el drone y años de antigüedad, se asignó para ambos módulos la calificación de **B**

### P.3 Resistencia convencional

En las siguientes tablas se visualiza los datos empleados para determinar la resistencia convencional en ambos módulos de cada institución educativa.

*Tabla 25: Áreas resistentes del Módulo I en la dirección X-X de la I.E Jorge Chávez*

ELEMENTOS	TIPO	CANT.	B	D	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )
C-1	Rectangular	8	0.25	0.40	0.1	0.8
C-2	Rectangular	6	0.30	0.45	0.135	0.81
					Ax=	1.61

Nota: Elaboración Propia, 2023.

*Tabla 26: Áreas resistentes del Módulo I en la dirección Y-Y de la I.E Jorge Chávez*

ELEMENTOS	TIPO	CANT.	L	T	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )
M-1	Albañilería	4	7.18	0.25	1.80	7.18
					Ay=	7.18

Nota: Elaboración Propia, 2023.

*Tabla 27: Áreas resistentes del Módulo II en la dirección X-X de la I.E Jorge Chávez*

ELEMENTOS	TIPO	CANT.	B	D	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )
C-1	Rectangular	6	0.25	0.40	0.1	0.6
C-2	Rectangular	4	0.30	0.45	0.135	0.54
					Ax=	1.14

Nota: Elaboración Propia, 2023.

*Tabla 28: Áreas resistentes del Módulo II en la dirección Y-Y de la I.E Jorge Chávez*

ELEMENTOS	TIPO	CANT.	L	T	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )
M-1	Albañilería	2	7.18	0.25	1.80	3.59
					Ay=	3.59

Nota: Elaboración Propia, 2023.

Resistencia cortante menos favorable

*Tabla 29: Resistencia cortante del Módulo I y II de la I.E Jorge Chávez*

TIPO DE MODULO	VALOR
Módulo I	Vr= 241.94 Tn
Módulo II	Vr= 144.42 Tn

Nota: Elaboración Propia, 2023.

*Tabla 30: Áreas resistentes del Módulo I en la dirección X-X de la I.E INA N° 54*

ELEMENTOS	TIPO	CANT.	B	D	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )
C-1	Rectangular	12	0.30	0.45	0.14	1.62
C-2	Rectangular	2	0.45	0.25	0.11	0.23
					Ax=	1.85

Nota: Elaboración Propia, 2023.

*Tabla 31: Áreas resistentes del Módulo I en la dirección Y-Y de la I.E INA N° 54*

ELEMENTOS	TIPO	CANT	L	T	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )
M-1	Albañilería	4	6.95	0.25	1.74	6.95
					Ay=	6.95

Nota: Elaboración Propia, 2023.

Tabla 32: Áreas resistentes del Módulo II en la dirección X-X de la I.E INA N° 54

ELEMENTOS	TIPO	CANT.	B	D	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )
C-1	Rectangular	4	0.45	0.25	0.11	0.45
C-2	Rectangular	4	0.30	0.45	0.135	0.54
					Ax=	0.99

Nota: Elaboración Propia, 2023.

Tabla 33: Áreas resistentes del Módulo II en la dirección Y-Y de la I.E INA N° 54

ELEMENTOS	TIPO	CANT.	L	T	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )
M-1	Albañilería	2	7.6	0.25	1.90	3.80
					Ay=	3.80

Nota: Elaboración Propia, 2023.

Resistencia cortante menos favorable

Tabla 34: Resistencia cortante del Módulo de la I.E INA N° 54

TIPO DE MODULO	VALOR
Módulo I	Vr = 254.25 Tn
Módulo II	Vr = 137.70 Tn

Nota: Elaboración Propia, 2023

Datos utilizados para determinar el peso que resiste cada I.E

Tabla 35: Valores empleados para calcular el peso del módulo I y II de la I.E

Jorge

DESCRIPCIÓN	SIMB.	VALOR
Área total módulo I	(At)	232.67 m <sup>2</sup>
Área total módulo II	(At)	156.58 m <sup>2</sup>
Número de pisos	(N)	2
Altura promedio entre pisos	(H)	3 m
Peso por unidad de área del diafragma horizontal	(Ps)	0.3 Tn/ m <sup>2</sup>
Peso específico de la mampostería	(Pm)	1.8 Tn/ m <sup>3</sup>
Número de diafragmas Horiz.	(M)	2
Área total de cubierta módulo I	(AC)	255.94 m <sup>2</sup>
Área total de cubierta módulo II	(AC)	172.54 m <sup>2</sup>
Peso de la cubierta	(Pc)	0.01 Tn/ m <sup>2</sup>
Peso específico del concreto	(Pco)	2.4 Tn/

Nota: Elaboración Propia, 2023.

Tabla 36: Valores empleados para calcular el peso del módulo I y II de la I.E

INA N° 54

DESCRIPCIÓN	SIMB.	VALOR
Área total módulo I	(At)	240.87 m <sup>2</sup>
Área total módulo II	(At)	120.90 m <sup>2</sup>
Número de pisos	(N)	2
Altura promedio entre pisos	(H)	3 m
Peso por unidad de área del diafragma horizontal	(Ps)	0.3 Tn/ m <sup>2</sup>
Peso específico de la mampostería	(Pm)	1.8 Tn/ m <sup>3</sup>
Número de diafragmas Horiz.	(M)	2
Área total de cubierta módulo I	(AC)	241.11 m <sup>2</sup>
Área total de cubierta módulo II	(AC)	132.99 m <sup>2</sup>
Peso de la cubierta	(Pc)	0.01 Tn/ m <sup>2</sup>
Peso específico del concreto	(Pco)	2.4 Tn/

Nota: Elaboración Propia, 2023.

Fórmula empleada para determinar el peso que resiste la edificación (W)

Figura 9: Fórmula para calcular el peso de la edificación

$$W = N * (A_x + A_y) * H * P_m + N * C_x * H * P_{co} + M * P_s * A_t + A_c * P_c$$

$A_t$  = Área total construida en Planta

$N$  = Número de pisos

$A_x, A_y$  = área de muros en X e Y

$H$  = Altura promedio

$P_m$  = Peso específico de la mampostería)

$P_{co}$  = Peso específico del concreto)

$P_s$  = Peso por unidad de área del diafragma horizontal

$M$  = Número de diafragmas horizontales

$A_c$  = área total de cubierta

$P_c$  = Peso por unidad de cubierta

$\tau_m$  = Resistencia al corte de los muros

$V_c$  = Resistencia al corte del concreto

Peso que resistente de cada I.E

Tabla 37: Pesos de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez e INA N° 54

I.E	TIPO DE MODULO	VALOR
Jorge Chávez	Módulo I	W=242.89 Tn
	Módulo II	W= 150.86 Tn
INA N° 54	Módulo I	W= 248.56 Tn
	Módulo II	W= 129.17 Tn

Nota: Elaboración Propia, 2023

Coficiente sísmico requerido (CSR)

$$CSR = \frac{V_r}{W}$$

Tabla 38: Coeficientes sísmico de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez e INA N° 54

I.E	TIPO DE MODULO	VALOR
Jorge Chávez	Módulo I	CSR= 1.00
	Módulo II	CSR= 0.96
INA N° 54	Módulo I	CSR= 1.02
	Módulo II	CSR= 1.07

Nota: Elaboración Propia, 2023

Coeficiente sísmico exigido (CSE)

Tabla 39: Datos empleados para calcular el CSE de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez e INA N° 54

TIPO DE MODULO	ITEMS	SIMB.	JORGE CHÁVEZ	INA N° 54
MÓDULO I y II	Factor de zona	(Z)	0.45	0.45
	Factor de suelo	(U)	1.5	1.5
	Factor dinámico de la estructura	(C)	13.64	13.64
	Factor de suelo	(S)	1.05	1.05
	Coeficiente básico de reducción	(R0)	8	8

Nota: NTP E.030 Diseño sismorresistente

Factor de amplificación sísmica (C)

$$T_p < T < T_L$$

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

Tabla 40: Datos empleados para calcular el factor de amplificación sísmica de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez y la INA N° 54

TIPO DE MODULO	ITEMS	SIMB.	JORGE CHÁVEZ	INA N° 54
MÓDULO I y II	Periodo corto	(TP)	0.6	0.6
	Periodo largo	(TL)	2	2
	Altura total de la edificación	(hn)	6.4	6.4
	Coeficiente para estimar T	(Ct)	60	60
	Periodo fundamental de vibración	(T)	0.11	0.11

Nota: NTP E.030 Diseño sismorresistente

Tabla 41: Irregularidades en planta de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez e INA N° 54

I.E	TIPO DE MODULO	REGULARIDAD	IRREGULARIDAD
Jorge Cnavez	Módulo I	X	
	Módulo II		X
INA N° 54	Módulo I	X	
	Módulo II	X	

Nota: Elaboración Propia, 2023

Fórmula de Irregularidades en planta

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

Tabla 42: Irregularidades en planta de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez

ITEMS	SIMB.	VALOR
Factor de irregularidad en altura	Ia	0.8
Factor de irregularidad en planta	Ip	1
Coefficiente de reducción	R	6.4

Nota: Elaboración Propia, 2023

Tabla 43: Factores de amplificación sísmica de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez

I.E	TIPO DE MODULO	VALOR
Jorge Chávez	Módulo I	CSE= 1.21
	Módulo II	CSE= 1.51
INA N° 54	Módulo I	CSE= 1.21
	Módulo II	CSE= 1.21

Nota: Elaboración Propia, 2023

Coefficiente ah

$$\alpha_h = \frac{CSR}{CSE}$$

Tabla 44: Coeficientes *ah* del módulo I y II de la I.E Jorge Chávez e INA N° 54

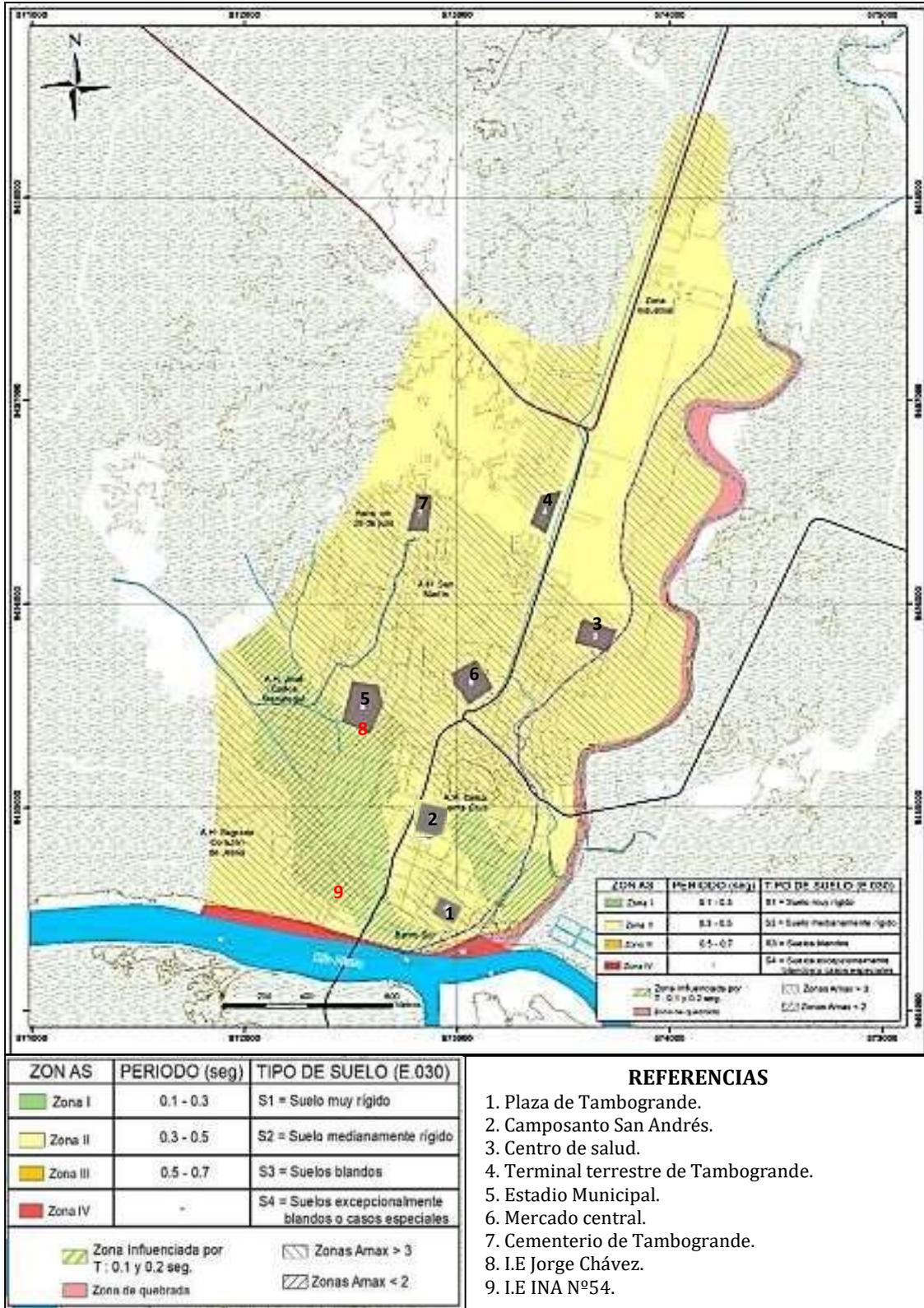
I.E	TIPO DE MODULO	VALOR
Jorge Chávez	Módulo I	$ah = 0.82$
	Módulo II	$ah = 0.63$
INA N° 54	Módulo I	$ah = 0.85$
	Módulo II	$ah = 0.88$

Nota: Elaboración Propia, 2023

De acuerdo a los cálculos realizados tanto en el módulo I y II de la I.E Jorge Chávez el coeficiente *ah* es mayor de 0.6 y menor que 1.20, de igual manera ocurre con los valores obtenidos en ambos módulos de la I.E INA N° 54, por tal razón se le asignó una calificación de **B** a cada módulo.

P4. Posición del edificio y cimentación.

Figura 10: Zonificación geotécnica del distrito de Tambogrande.



Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2020

Según el mapa de zonificación geotécnica del distrito de Tambogrande, las instituciones educativas señaladas, presentan un perfil de suelo tipo S2, es decir un suelo medianamente rígido, a continuación, se muestra la siguiente información relevante:

*Tabla 45: Perfiles de suelo en Tambogrande vs perfiles de suelo según NTP E.030.*

Perfil	Zonificación geotécnica de Tambogrande.	Perfiles de suelo según E.030		
		V <sub>s</sub>	N <sub>60</sub>	S <sub>u</sub>
S0	No se identificó, existen ondas de corte V <sub>s</sub> < 220 m/s	>1500 m/s	-	-
S1	No se identificó, existen ondas de corte V <sub>s</sub> < 220 m/s	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 KPa
S2	Existen ondas de corte V <sub>s</sub> de 200m/s en promedio para la capa superficial y 500 m/s a la profundidad, investigada de 30 m, suelo constituido por estratos de arenas, limos y arcillas (depósito fluvial)	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 KPa a 100 KPa
S3	No se identificó	< 180 m/s	< 15	25 KPa a 50 KPa
S4	Características físicas y dinámicas excepcionales, constituido por depósitos fluviales con alto contenido de humedad, con baja capacidad de carga admisible carga (< 1.0 kg/cm <sup>2</sup> )	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Instituto Geofísico del Perú y Norma E.030, 2023.

Las instituciones educativas Jorge Chávez e INA N° 54 se encuentran cimentadas en un terreno plano sin demasiadas variaciones de pendiente, es un suelo medianamente rígido, pero con presencia de sales y humedad, por lo tanto, se les asignó la calificación de **B**.

## P5. Diafragmas horizontales.

Tabla 46: Diafragmas horizontales del Módulo I y II de la I.E Jorge Chávez.

Observación	Imagen	Tabla 09. Norma E. 030
<p>Existe una adecuada unión entre losa aligerada, viga y columnas en el primer y segundo nivel, formando un adecuado diafragma rígido, sin discontinuidades, ni aberturas, tampoco presenta deformaciones, pandeos, ni ausencia de planos a desnivel. (Calificación <b>A</b>)</p>		<p>Se considera Irregularidad de discontinuidad del diafragma, cuando estos presentan discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo aberturas mayores al 50% del área bruta.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2023.

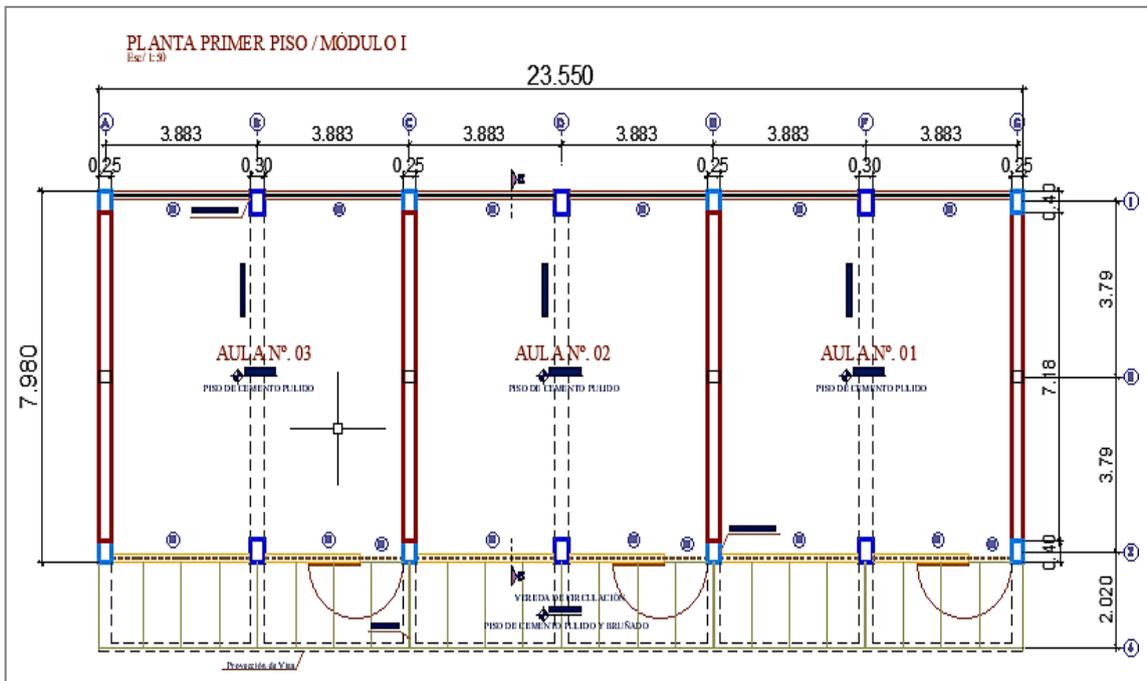
Tabla 47: Diafragmas horizontales del Módulo I y II de la I.E INA N° 54.

Observación	Imagen	Tabla 09. Norma E. 030
<p>Adecuada unión entre losa, viga y columnas en el primer y segundo nivel, formando un adecuado diafragma rígido, sin discontinuidades, ni aberturas, tampoco presenta deformaciones, pandeos, ni ausencia de planos a desnivel. (Calificación <b>A</b>)</p>		<p>Se considera Irregularidad de discontinuidad del diafragma, cuando estos presentan discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo aberturas mayores al 50% del área bruta.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2023

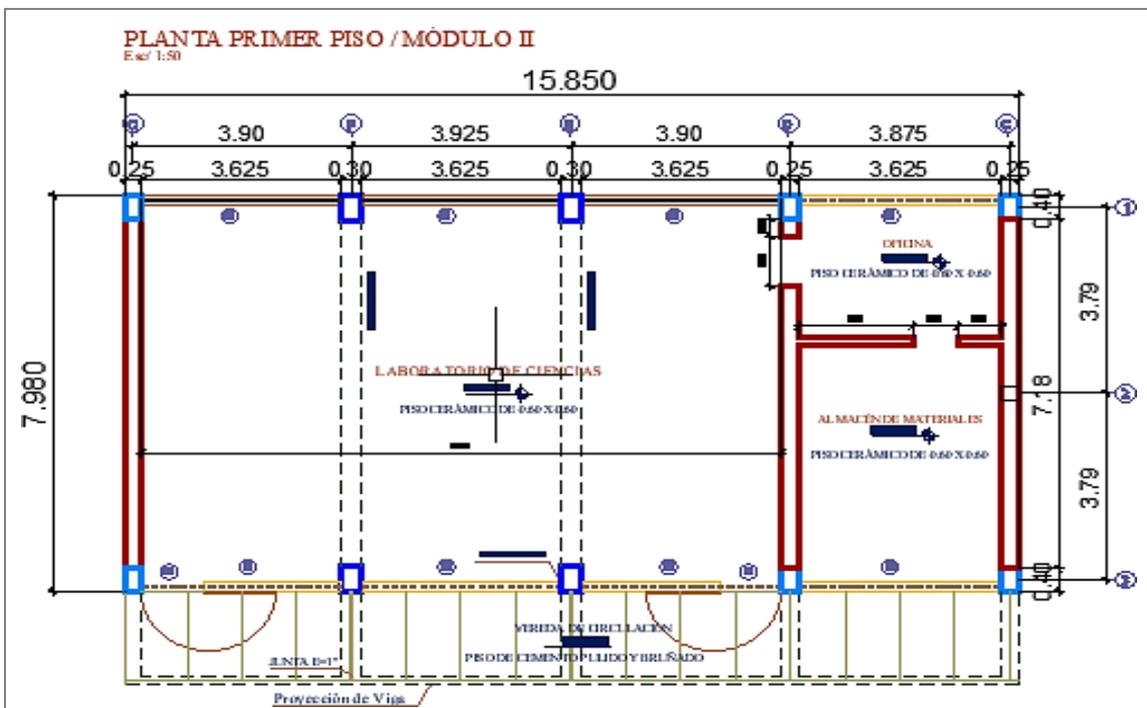
## P6. Configuración en Planta.

Figura 11: Plano de planta del primer nivel del Módulo I – I-E Jorge Chávez.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 12: Plano de planta del primer nivel del Módulo II – I-E Jorge Chávez



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 48: Configuración en planta de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez.

	Longitud (L)	Ancho (a)	Dimensión que sobresale (b)	$\beta_1 = a/L$	$\beta_2 = b/L$
M - I	23.55 m	7.98 m	0.00	0.34	0.00
M- II	15.85 m	7.98 m	0.00	0.50	0.00

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La configuración en planta de ambos módulos es regular, no posee ninguna irregularidad en planta según las estipuladas en la Tabla N°9 de la E.030.

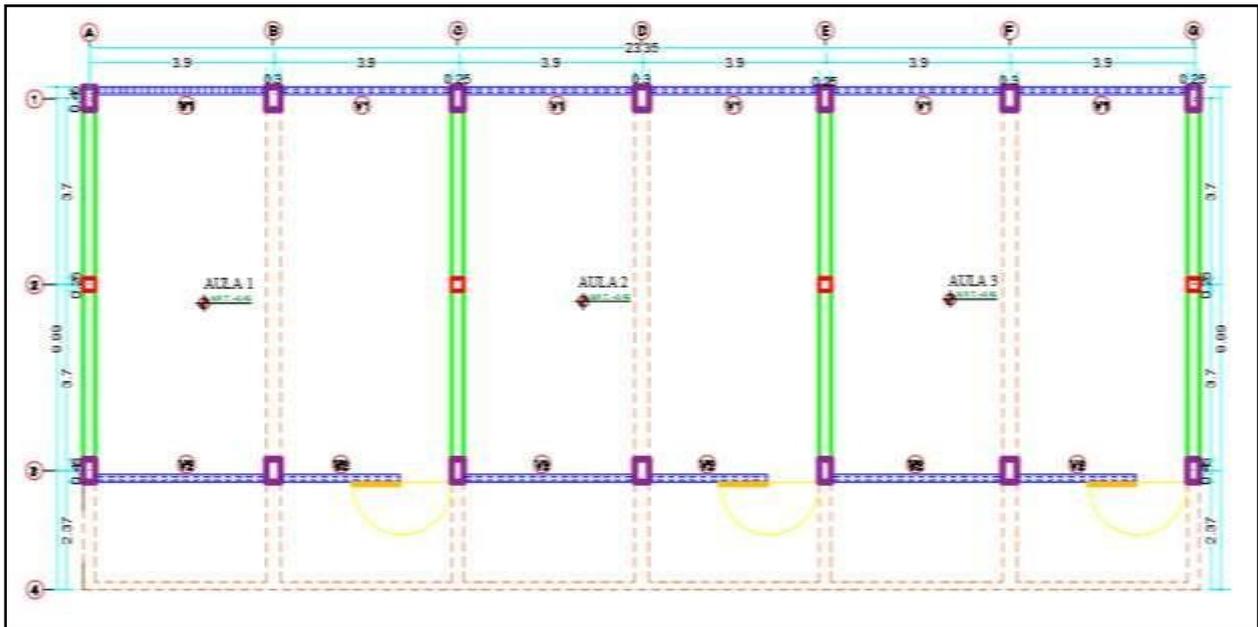
Tabla 49: Características en planta de los módulos I y II de la I.E Jorge Chávez.

Observación	Imagen	Irregularidades en planta, Norma E. 030
<p>M-I y M-II</p> <p>En ambos módulos, no se presentan esquinas entrantes, discontinuidad en diafragma, o irregularidad torsional, para una mejor evaluación de su configuración en planta, se evaluó este parámetro con las imágenes obtenidas por el drone.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irregularidad torsional.</li> <li>• Irregularidad torsional extrema.</li> <li>• Esquinas entrantes.</li> <li>• Discontinuidad del diafragma.</li> <li>• Sistemas paralelos.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2023.

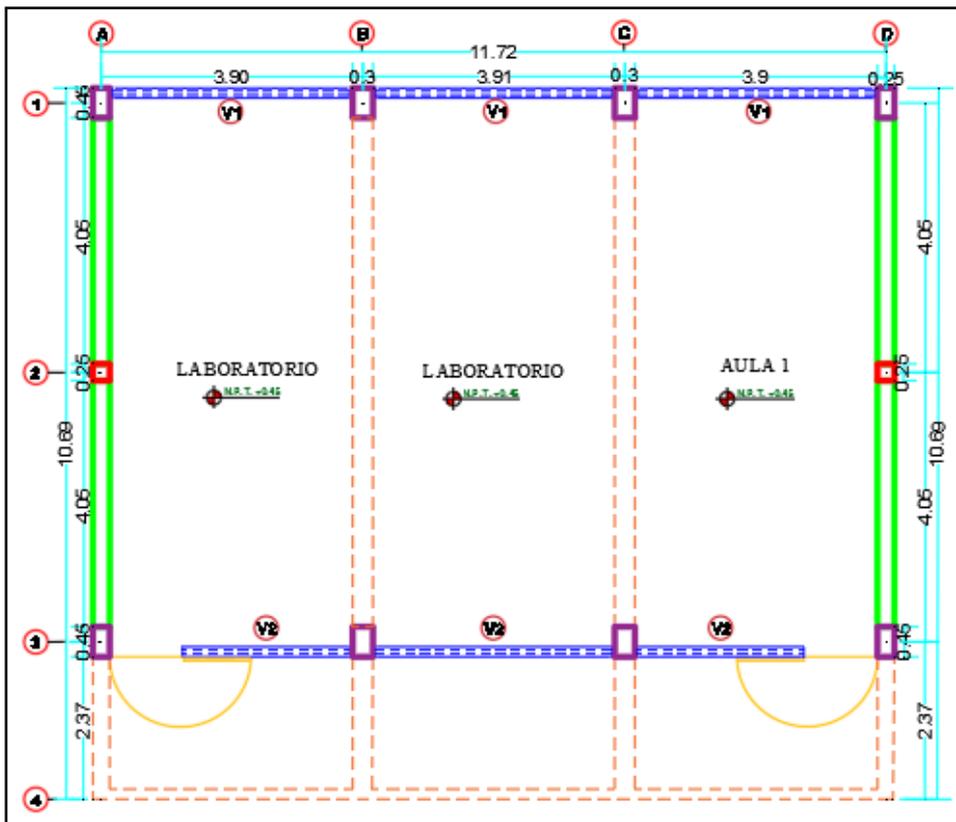
Según la metodología de Benedetti y Petrini, a los resultados de los cálculos de la tabla N° X, le corresponde una calificación de **C** para el M-I y **B** para el M-II.

Figura 13: Plano de planta del primer nivel del Módulo I – I-E INA N°54



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 14: Plano de planta del primer nivel del Módulo II – I-E INA N°54



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 50: Configuración en planta de los módulos I y II de la I.E INA N° 54.

	Longitud (L)	Ancho (a)	Dimensión que sobresale (b)	$\beta_1 = a/L$	$\beta_2 = b/L$
M - I	23.60 m	10.00 m	0.00	0.42	0.00
M- II	11.97 m	10.70 m	0.00	0.89	0.00

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La configuración en planta de ambos módulos es regular, no posee ninguna irregularidad en planta según las estipuladas en la Tabla N°9 de la E.030.

Tabla 51: Características en planta de los módulos I y II de la I.E INA N°54.

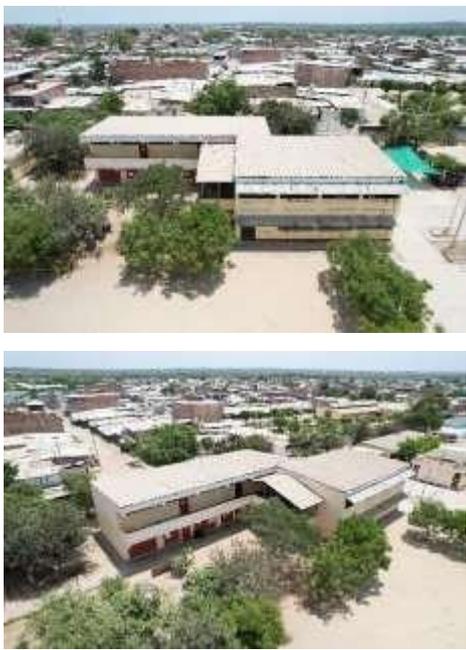
Observación	Imagen	Irregularidades en planta, Norma E. 030
<p>M-I y M-II</p> <p>En ambos módulos, no se presentan esquinas entrantes, discontinuidad en diafragma, o irregularidad torsional, para una mejor evaluación de su configuración en planta, se evaluó este parámetro con las imágenes obtenidas por el drone.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irregularidad torsional.</li> <li>• Irregularidad torsional extrema.</li> <li>• Esquinas entrantes.</li> <li>• Discontinuidad del diafragma.</li> <li>• Sistemas paralelos.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Según la metodología de Benedetti y Petrini, a los resultados de los cálculos de la tabla 52, le corresponde una calificación de **B** para el M-I y **A** para el M-II.

**P7. Configuración en elevación.**

*Tabla 52: Configuración en elevación de los módulos I y II de la I.E Jorge*

Observación	Imagen	Tabla N° 10, Norma E. 030
<p>M-I y M-II</p> <p>No hay presencia de torretas en la edificación y las alturas de los muros y elementos resistentes son regulares, por tal razón la relación entre T/H es 1 y para ambos módulos se otorga la calificación <b>A</b>.</p>		<p>No permite irregularidades en planta ni elevación, para edificaciones con categoría A1 y A2, de las zonas 2, 3 y 4.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2023.

*Tabla 53: Configuración en elevación de los módulos I y II de la I.E INA N° 54.*

Observación	Imagen	Tabla N° 10 Norma E 0.30
<p>Alturas regulares de ambos módulos y elementos resistentes. Por tal razón la relación entre T/H es 1 y para ambos módulos se otorga la calificación <b>A</b>.</p>		<p>No permite irregularidades en planta ni elevación, para edificaciones con categoría A1 y A2, de las zonas 2, 3 y 4.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2023.

## P.8: Separación máxima entre elementos resistentes

Tabla 54: Separación entre elementos estructurales del módulo I y II de la I.E

Jorge Chávez

Descripción	Módulo I	Módulo II	Estado de cumplimiento con la norma E030
Separación entre columnas en el eje horizontal	3.88 m	3.63 m	Cumple
Separación entre columnas en el eje vertical	3.79 m	7.98 m	Cumple
Separación entre muros portantes	7.76 m	7.98 m	Cumple
Separación entre vigas peraltadas	7.76 m	3.63m	Cumple

Nota: Elaboración Propia, 2023

Tabla 55: Separación entre elementos estructurales del módulo I y II de la I.E

Descripción	Módulo I	Módulo II	Estado de cumplimiento con la norma E030
Separación entre columnas en el eje horizontal	3.90 m	3.90 m	Cumple
Separación entre columnas en el eje vertical	3.70 m	7.40 m	Cumple
Separación entre muros portantes	7.80 m	7.40 m	Cumple
Separación entre vigas peraltadas	7.80 m	3.90 m	Cumple

Nota: Elaboración Propia, 2023

Debido a que ambas instituciones educativas fueron construidas en el año de 1993 y contaron con asesoría técnica se consideró una calificación de B para ambos colegios.

### P.9: Tipo de cubierta

Tabla 56: Tipo de cubierta del módulo I de la I.E Jorge Chávez

TIPO DE CUBIERTA		
Identificación: Módulo I	I.E Jorge Chávez	Área de la cubierta: 255.94 m <sup>2</sup>

Cubierta liviana de acero Aluzinc ASTM A792 de 30 mm de espesor y no cuenta con una base rellena de Poliuretano (PUR) que es ideal de colocar cuando se instala este tipo de cubiertas.



Han empleado perfiles de madera de 4.1cm de altura por 6.5cm de ancho y una longitud de 3.20m, los cuales soportan la cubierta.



La cubierta es inestable, ya que los perfiles donde se asienta la cubierta son discontinuos lo que ocasiona que las planchas se levanten, así mismo los tornillos no ajustan debidamente las planchas, los espacios existentes permiten el paso del agua en época de lluvias, generando filtraciones en la losa aligerada.





La cubierta esta al ras de la losa aligerada ocasionando problemas puesto que se evidencia todo el espacio libre entre la cubierta y el muro bajo que esta sobre la losa, es decir no cumple su función en su totalidad, por ello han acondicionado aleros externos que están anclados a la losa para cubrir la estructura de los daños que ocasionan las precipitaciones fuertes, sin embargo, se evidencia manchas negras y fisuras.

La falta de aleros de la cubierta en la parte lateral del módulo ha causado que durante la temporada de lluvias parte de la losa aligera presente fisuras, humedad, manchas negras, moho y desprendimiento de pintura.



Tabla 57: Tipo de cubierta del módulo II de la I.E Jorge Chávez

TIPO DE CUBIERTA		
Identificación: Módulo II	I.E Jorge Chávez	Área de la cubierta: 172.24 m <sup>2</sup>



Se visualiza un traslape incorrecto entre planchas de aluzinc, que ha causado el levantamiento de planchas, por ello se observa espacios trasnverales libres por donde el agua durante precipitaciones intensas podría ingresar.

El módulo II presenta una cubierta inestable, puesto que los perfiles de madera no sujetan debidamente la cubierta, además debió ser colocada con una pendiente mínima del 5%, sin embargo, cuenta con una pendiente de 0.05%





Presencia de manchas de oxidación, abolladuras de la cubierta, parte rotas que evidencian un claro deterioro, plancha de Aluzinc levantadas y movidas que requieren ser ajustadas y en otros casos ser reemplazadas por piezas nuevas.

En la cubierta del módulo II se puede observar notoriamente agujeros de 6mm de ancho que en épocas de lluvia generan filtración de agua.



La cobertura se encuentra en estado regular en determinadas planchas, pero en su mayoría en buen estado, sujeto mediante perfiles de madera al muro bajo que esta sobre la losa, se aprecia que las planchas no están correctamente sujetadas y ante la presencia de fuertes vientos puede levantarse, por ello se le asignó un calificativo de **B**.

Tabla 58: Tipo de cubierta del módulo I de la I.E INA N° 54

TIPO DE CUBIERTA		
Identificación: Módulo I	I.E INA N° 54	Área de la cubierta: 241.11 m <sup>2</sup>

Mediante el uso de la tecnología RPAS se obtuvieron imágenes de la cubierta de la Institución Educativa INA N° 54 por lo cual identificamos que es una cubierta de tipo liviana denominada Aluzinc TR4 de 0.30mm de espesor, 6 m de largo y un ancho útil de 1 m en color natural.



En la segunda imagen se pudo visualizar que han empleado perfiles cuadrados de acero de 150mm x 150 mm x 3 mm de espesor y 6m de largo, lo cual ha servido como soporte para colocar la cubierta liviana.

Con la tecnología RPAS se obtuvieron fotografías que sirvieron para determinar que el módulo I de la estructura educativa cuenta con una cubierta en buen estado sin muestras de oxidación, pero se logra apreciar pequeños agujeros que en época de lluvias se convierten en goteras



---

TIPO DE CUBIERTA

---

Identificación: Módulo I

I.E INA N° 54

Área de la cubierta: 241.11 m<sup>2</sup>

---



Se visualiza que la cubierta del primer módulo no ha sido instalada correctamente, ya que está colocada sobre la losa aligera y para darle una pendiente han puesto hileras de ladrillo (muro bajo) de una altura de 0.40m en la parte de adelante y 0.20m en la parte posterior y sobre ello están asentados los perfiles de acero, además presenta una pendiente del 1.17% y de acuerdo a la normativa ASTM A 792 AZ 150 para la costa las cubiertas deben tener una pendiente mínimo del 5%, lo antes señalado es evidencia de un

cubierta inestable.

---

Tabla 59: Tipo de cubierta del módulo II de la I.E INA N° 54

---

TIPO DE CUBIERTA

---

Identificación: Módulo II

I.E INA N° 54

Área de la cubierta: 132.99 m<sup>2</sup>

---



En la cubierta del módulo II se puede observar notoriamente agujeros de 8mm de ancho que en épocas de lluvia generan filtración de agua.

Los espacios entre cubierta y losa han sido cubiertos de manera inadecuada, ya que de igual forma se siguen observando espacios libres por donde el agua en temporada de precipitaciones fuertes va ingresar a la losa aligerada generando filtraciones.





Los aleros de la cubierta del módulo II no cubren lo suficiente los muros perimetrales del módulo, lo que ha generado un desprendimiento de la pintura, presencia de salitre, manchas negra y moho.

La cubierta del módulo II presenta marcas de una leve oxidación en las partes laterales, así mismo el traslape entre planchas de Aluzinc no ha sido el correcto, ya que se visualiza espacios que van a causar filtración de agua en la losa aligerada.



Debido a las observaciones realizadas se concluye que la estructura presenta una cubierta liviana en buen estado en su gran mayoría de planchas, con leves daños de deterioro, pero es inestable debido a que no ha sido instalada correctamente, por ello se le asignó un calificativo **B** tanto al módulo I como al módulo II.

## P.10: Elementos no estructurales

Tabla 60: Elementos no estructurales de la I.E Jorge Chávez y la I.E INA N° 54

I.E Jorge Chávez	Imagen	Imagen	I.E INA N° 54
Existe un desnivel de 5 cm del módulo I respecto al módulo II, así mismo habido desprendimiento de una parte del revestimiento.			El módulo I no presenta junta de dilatación entre parapetos.
Ausencia de juntas de dilatación entre parapetos y elementos resistentes en el módulo II			Desprendimiento del revestimiento entre los parapetos del módulo II y el bloque de escalera
Presenta junta de dilatación entre los módulos I y II, pero existe una mala conexión entre los parapetos, ya que están desnivelados.			En el módulo II Presenta junta de dilatación entre columna y el parapeto inicial.

Por las observaciones descritas en la tabla anterior se le asignó una calificación de **B** tanto para el módulo I y II de la I.E Jorge Chávez como para ambos módulos de la I.E INA N° 54

## P11. Estado de conservación.

Tabla 61: Estado de conservación de los Módulo I y II de la I.E Jorge Chávez.

Módulo I	Descripción
 	<p>Eflorescencia y moho en tabiques de albañilería, columnas con fisuras, grietas, desprendimiento de concreto y acero expuesto. Piso pulido deteriorado, ventanas rotas, cobertura de TR4 en estado regular, descascaramiento de pintura en superficie de muros columnas y vigas. Las diversas imágenes obtenidas con el dron se encuentran en el <a href="#">anexo 10</a>.</p>
 	
Módulo II	Descripción
 	<p>Moho en tabiques de albañilería, pisos deteriorados, cubierta TR4 en regular estado, fisuras y grietas en columnas, pintura en estado regular, perforación en elementos estructurales. Las diversas imágenes obtenidas con el dron se encuentran en el <a href="#">anexo 10</a>.</p>
 	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se aplicó una encuesta al director de dicha I.E ([ver anexo 16](#)) quien dio fe que hace años no se realiza un mantenimiento adecuado, y que considera a la infraestructura como deficiente, con los daños ocasionados por los últimos eventos sísmicos y fenómeno del niño, por lo antes descrito se le asignó una calificación **C** a ambos módulos.

Tabla 62: Estado de conservación de los Módulo I y II de la I.E INA N° 54.

Módulo I	Descripción
	<p>Descascaramiento de pintura, presencia de moho en tabiques, fisura en vigas, columnas con perforaciones, piso en estado regular, Desprendimiento de concreto en parapetos, Las diversas imágenes obtenidas con el dron se encuentran en el <a href="#">anexo 10</a>.</p>
Módulo II	Descripción
	<p>Humedad en tabiques de albañilería, desprendimiento de pintura, cobertura TR4 en estado regular, Perforaciones en columnas, piso del corredor en estado regular, ventanas rotas.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se aplicó una encuesta al director de dicha I.E ([ver anexo 16](#)) quien afirmó que hace años no se realiza un mantenimiento adecuado, y que considera a la infraestructura como deficiente, con los daños ocasionados por los últimos eventos sísmicos y fenómeno del niño, por lo antes descrito se le asignó una calificación **C** a ambos módulos.

Se evaluaron las I.E seleccionadas en base a los 11 parámetros del método italiano, además se utilizó tecnología RPAS para realizar inspecciones precisas de los elementos en altura, con la data recogida en campo y con las tomas fotográficas y videos obtenidos por el drone, designamos las siguientes calificaciones para cada uno de los módulos, tal lo como se muestra en la tabla:

Tabla 63: Índice de vulnerabilidad para el módulo I de la I.E Jorge Chávez.

Nº	Parámetro	Clase (Ki)			Peso (Wi)	Total (Ki*Wi)
		A	B	C		
1	Organización del sistema resistente.		1		4	4
2	Calidad del sistema resistente.		1		1	1
3	Resistencia convencional.		0		1	0
4	Posición del edificio y cimentación.		1		1	1
5	Diafragma horizontal.		0		1	0
6	Configuración en planta			2	1	2
7	Configuración en elevación.		0		2	0
8	Separación máxima entre elementos resistentes.		1		1	1
9	Tipo de cubierta		1		1	1
10	Elementos no estructurales		1		1	1
11	Estado de conservación.			2	1	2
$I_v = 100 \cdot \frac{\left( \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + 1}{34}$						41.18
IV (%)						43.75

Nota: Elaboración propia, 2023.

Según el puntaje obtenido, en base a la metodología de Benedetti y Petrini el módulo I de la I.E Jorge Chávez presenta vulnerabilidad sísmica Alta.

Tabla 64: Índice de vulnerabilidad para el módulo II de la I.E Jorge Chávez.

Nº	Parámetro	Clase (Ki)			Peso (Wi)	Total (Ki*Wi)
		A	B	C		
1	Organización del sistema resistente.		1		4	4
2	Calidad del sistema resistente.		1		1	1
3	Resistencia convencional.		0		1	0
4	Posición del edificio y cimentación.		1		1	1
5	Diafragma horizontal.		0		1	0
6	Configuración en planta		1		1	1
7	Configuración en elevación.		0		2	0
8	Separación máxima entre elementos resistentes.		1		1	1
9	Tipo de cubierta		1		1	1
10	Elementos no estructurales		1		1	1
11	Estado de conservación.			2	1	2
						38.24
					$I_v = 100 \cdot \frac{\left( \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + 1}{34}$	
IV (%)						40.62

Nota: Elaboración propia, 2023.

Según el puntaje obtenido, en base a la metodología de Benedetti y Petrini el módulo I de la I.E Jorge Chávez presenta vulnerabilidad sísmica Alta.

Tabla 65: Índice de vulnerabilidad para el módulo I de la I.E INA N° 54.

N°	Parámetro	Clase (Ki)			Peso (Wi)	Total (Ki*Wi)
		A	B	C		
1	Organización del sistema resistente.		1		4	4
2	Calidad del sistema resistente.		1		1	1
3	Resistencia convencional.		0		1	0
4	Posición del edificio y cimentación.		1		1	1
5	Diafragma horizontal.		0		1	0
6	Configuración en planta		1		1	1
7	Configuración en elevación.		0		2	0
8	Separación máxima entre elementos resistentes.		1		1	1
9	Tipo de cubierta		1		1	1
10	Elementos no estructurales		1		1	1
11	Estado de conservación.			2	1	2
						38.24
					$I_v = 100 \cdot \frac{\left( \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + 1}{34}$	
IV (%)						40.62

Nota: Elaboración propia, 2023.

Según el puntaje obtenido, en base a la metodología de Benedetti y Petrini el módulo I de la I.E INA N° 54 presenta vulnerabilidad sísmica Alta.

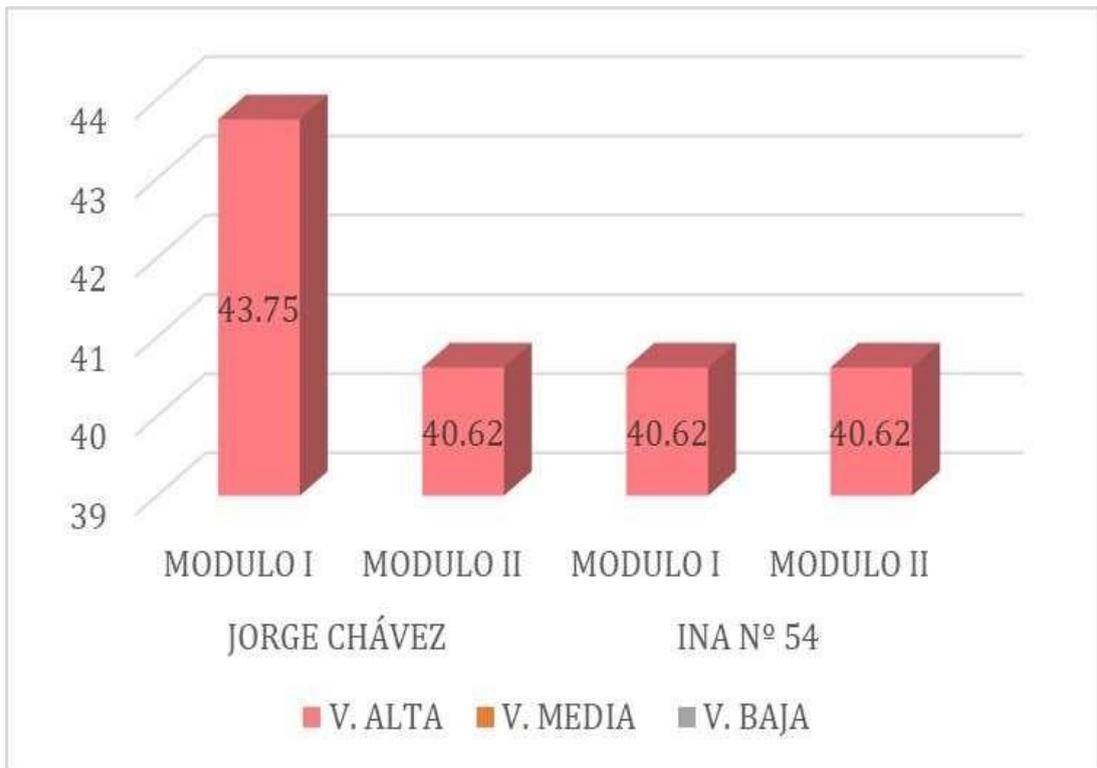
Tabla 66: Índice de vulnerabilidad para el módulo II de la I.E INA N° 54.

N°	Parámetro	Clase (Ki)			Peso (Wi)	Total (Ki*Wi)
		A	B	C		
1	Organización del sistema resistente.		1		4	4
2	Calidad del sistema resistente.		1		1	1
3	Resistencia convencional.		0		1	0
4	Posición del edificio y cimentación.		1		1	1
5	Diafragma horizontal.	0			1	0
6	Configuración en planta		1		1	1
7	Configuración en elevación.	0			2	0
8	Separación máxima entre elementos resistentes.		1		1	1
9	Tipo de cubierta		1		1	1
10	Elementos no estructurales		1		1	1
11	Estado de conservación.			2	1	2
						38.24
$I_v = 100 \cdot \frac{\left( \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + 1}{34}$						
IV (%)						40.62

Nota: Elaboración propia, 2023.

Según el puntaje obtenido, en base a la metodología de Benedetti y Petrini el módulo II de la I.E INA N° 54 presenta vulnerabilidad sísmica Alta.

Figura 15: Índices de vulnerabilidad de las I.E Jorge Chávez e INA N°54

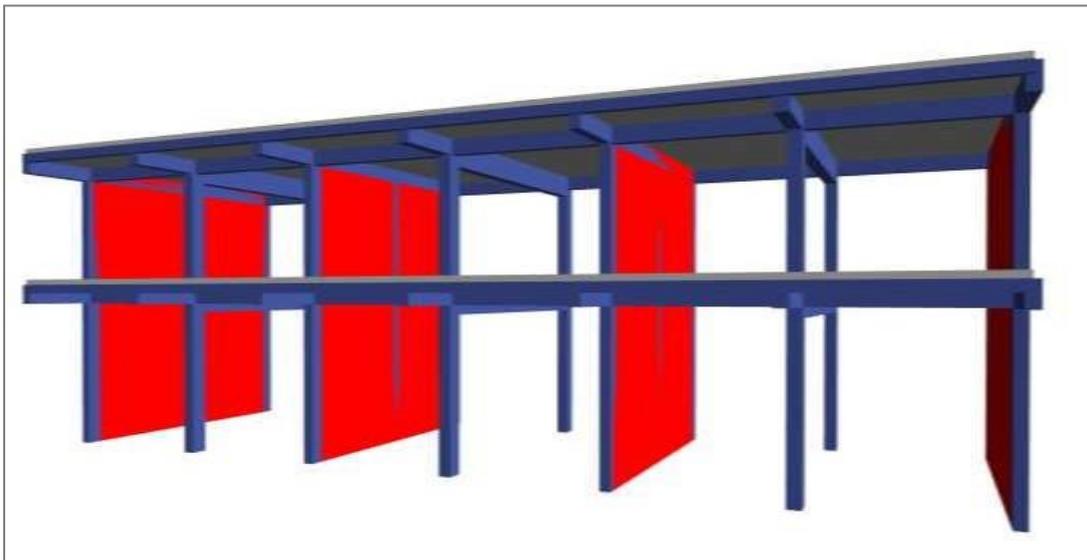


Nota: Elaboración propia, 2023.

**Obtención de las derivas de entre piso mediante el análisis estático y dinámico en el software ETABS y su verificación con lo estipulado en la norma E030.**

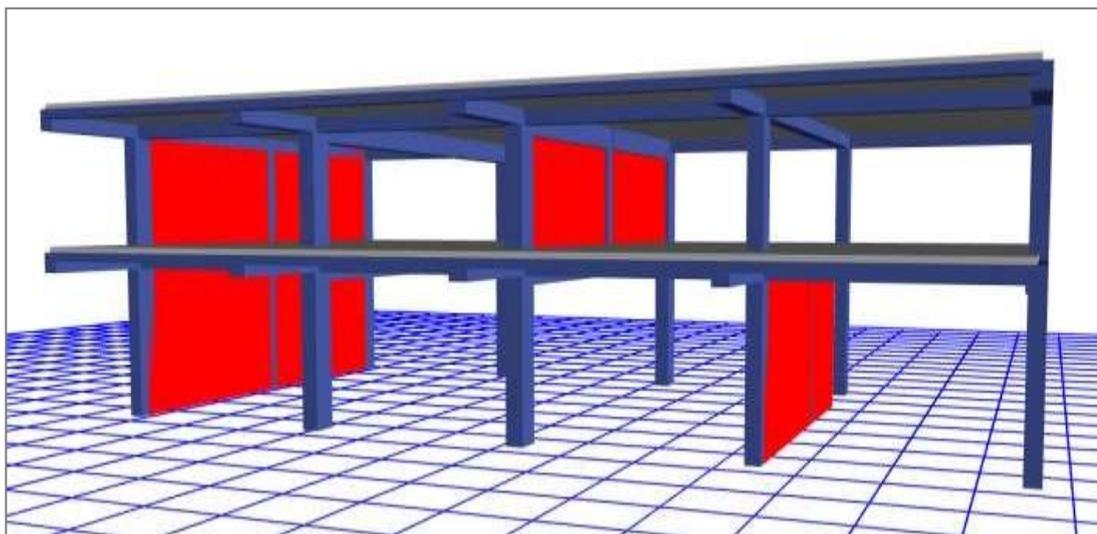
Mediante el levantamiento arquitectónico que se realizó en cada una de las I.E se obtuvo la distribución de los ambientes y sus respectivas medidas, lo cual fue plasmado mediante un plano en planta, dicho instrumento permitió modelar las I.E mediante el software ETABS tal como se muestra a continuación:

*Figura 16: Vista 3D Rendered view del módulo I de la I.E Jorge Chávez.*



Nota: Elaboración propia, 2023.

*Figura 17: Vista 3D Rendered view del módulo II de la I.E Jorge Chávez.*



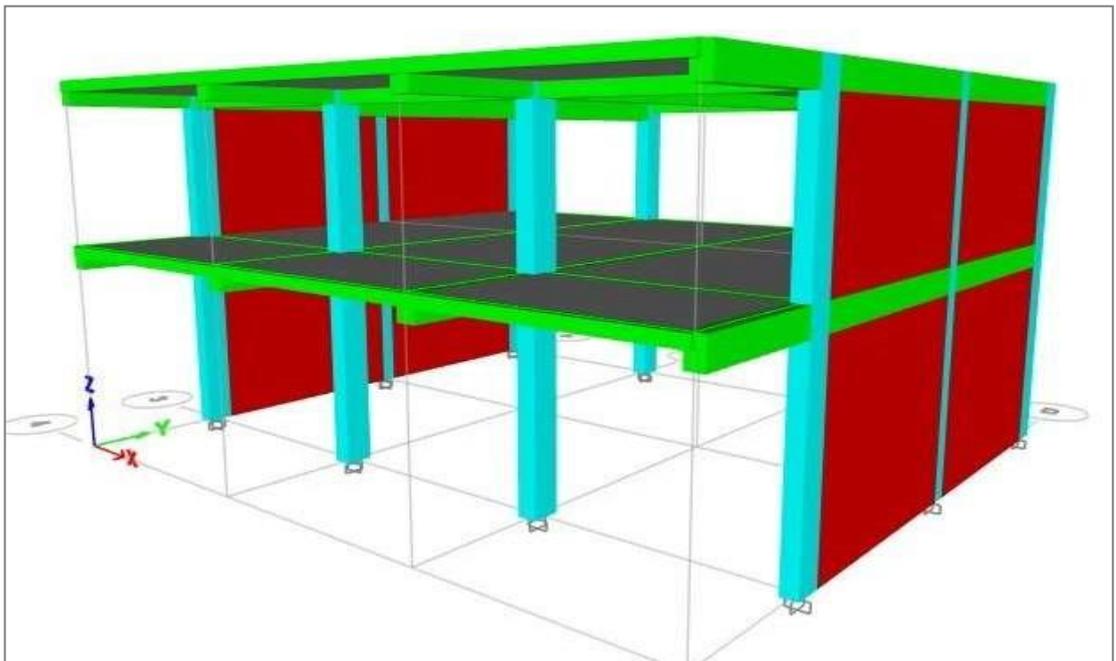
Nota: Elaboración propia, 2023.

*Figura 18: Vista 3D Rendered view del módulo I de la I.E INA N° 54.*



Nota: Elaboración propia, 2023.

*Figura 19: Vista 3D Rendered view del módulo II de la I.E INA N° 54*



Nota: Elaboración propia, 2023.

Las cargas asignadas al modelo matemático se pueden ver en el [anexo 11](#).

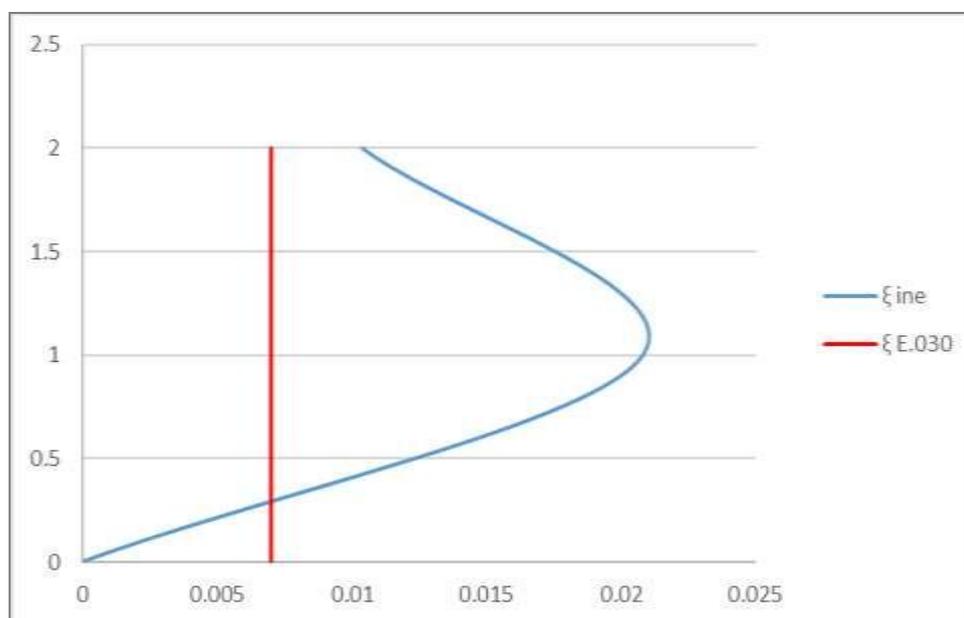
Derivas de entre piso mediante el análisis estático:

Tabla 67: Derivas para la dirección "x-x" del módulo I, de la I.E Jorge Chávez.

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	19.246414	0.00173031	0.01038185	0.007	No cumple
1	4	13.882459	0.00347061	0.02082369	0.007	No cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 20: Distorsiones de entre piso en la dirección "x-x" vs los límites de distorsión.



Nota: Elaboración propia, 2023.

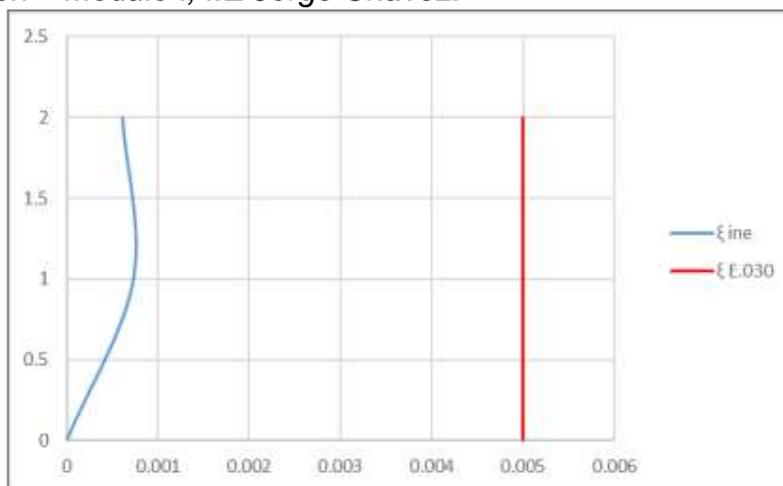
En la figura anterior se muestra que el módulo I de la I.E Jorge Chávez, no cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de pórticos de concreto armado en la dirección "X-X", establecidos en la norma E.030.

Tabla 68: Derivas para la dirección "y-y" del módulo I, de la I.E Jorge Chávez.

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	2.135021	0.0002703	0.0006081	0.005	cumple
1	4	1.297084	0.00032427	0.0007296	0.005	cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 21: Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo I, I.E Jorge Chávez.



Nota: Elaboración propia,2023.

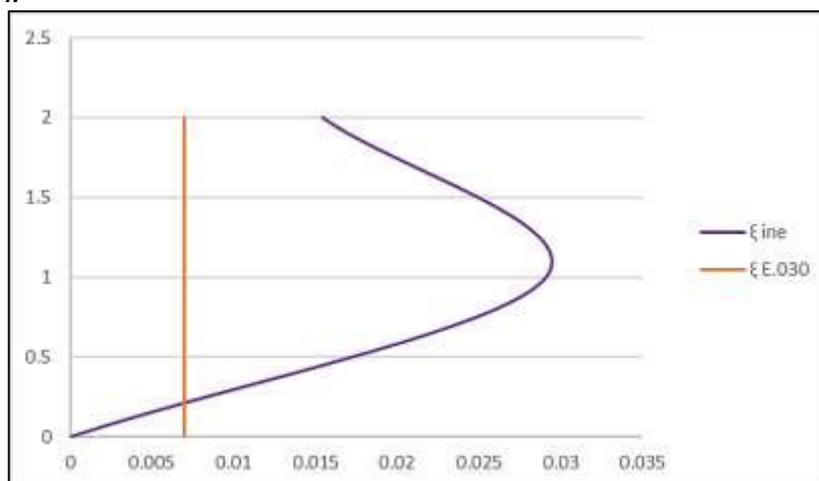
En la figura anterior se muestra que el módulo I de la I.E Jorge Chávez cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de albañilería confinada en la dirección “Y-Y”, establecidos en la norma E.030.

Tabla 69: Derivas para la dirección “x-x” del módulo II, de la I.E Jorge Chávez.

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	24.138686	0.0022664	0.01541164	0.007	No cumple
1	4	17.112709	0.0042782	0.02909174	0.007	No cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 22: Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión.



Nota: Elaboración propia,2023.

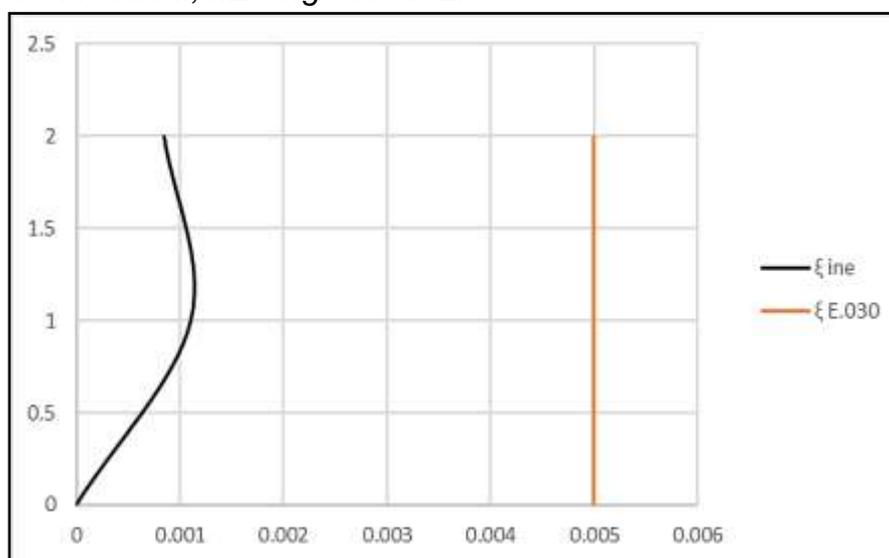
En la figura anterior se muestra que el módulo II de la I.E Jorge Chávez, no cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de pórticos de concreto armado en la dirección “X-X”, establecidos en la norma E.030.

Tabla 70: Derivas para la dirección “y-y” del módulo II, de la I.E Jorge Chávez.

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	2.760575	0.0003319	0.0006081	0.005	cumple
1	4	1.731687	0.00043292	0.0007296	0.005	cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 23: Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo II, I.E Jorge Chávez.



Nota: Elaboración propia, 2023.

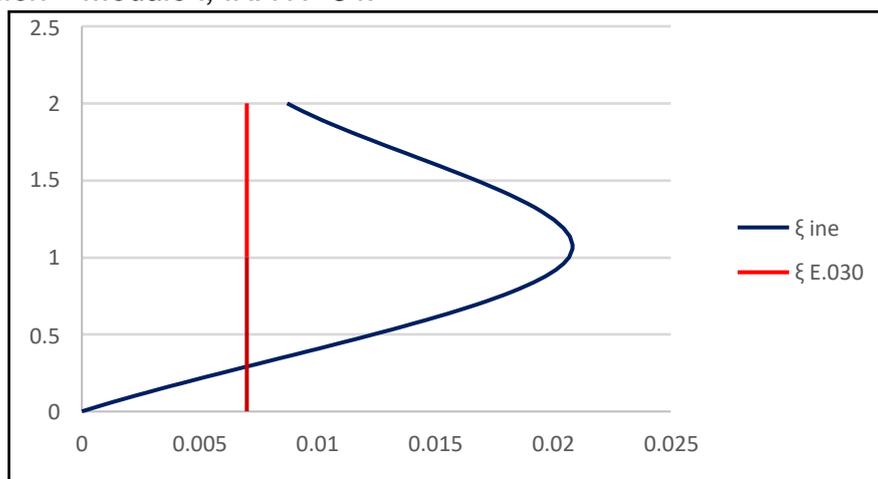
En la figura anterior se muestra que el módulo II de la I.E Jorge Chávez cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de albañilería confinada en la dirección “Y-Y”, establecidos en la norma E.030.

Tabla 71: Derivas para la dirección “x-x” del módulo I, de la I.E INA Nº54.

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	18.292	0.00145226	0.0087135	0.007	No cumple
1	4	13.79	0.0034475	0.020685	0.007	No cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 24: Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo I, INA N° 54.



Nota: Elaboración propia, 2023.

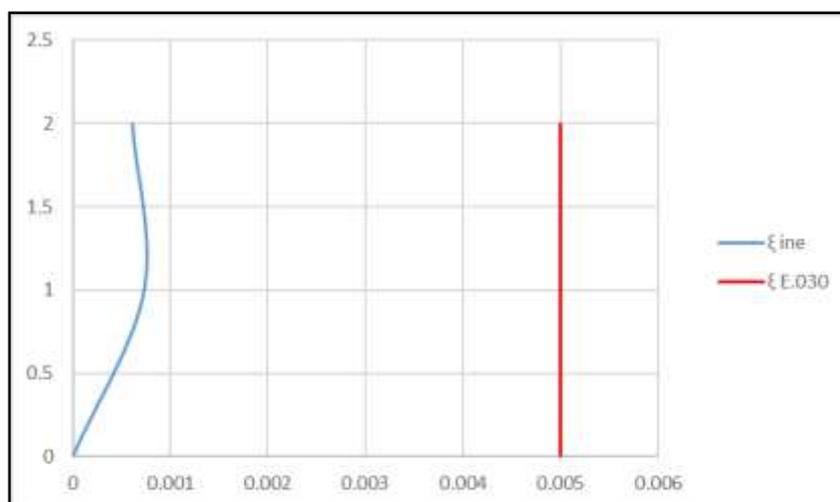
En la figura anterior se muestra que el módulo I de la I.E INA N° 54 no cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de pórticos de concreto armado en la dirección “X-X”, establecidos en la norma E.030.

Tabla 72: Derivas para la dirección “y-y” del módulo I, de la I.E INA N° 54

Nº PISOS	Hei (m)	Δei (mm)	ξ e	ξ ine	ξ E.030	
2	3.1	2.345	0.00029548	0.00066484	0.005	cumple
1	4	1.429	0.00035725	0.00080381	0.005	cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 25: Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo I, I.E INA N° 54.



Nota: Elaboración propia, 2023.

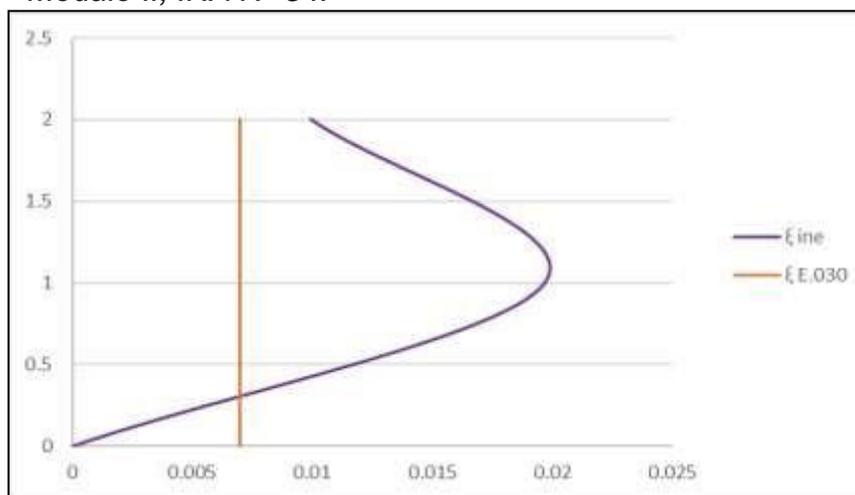
En la figura anterior se muestra que el módulo II de la I.E INA N° 54 cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de albañilería confinada en la dirección “Y-Y”, establecidos en la norma E.030.

Tabla 73: Derivas para la dirección “x-x” del módulo II, de la I.E INA N°54.

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	18.275	0.00165806	0.00994839	0.007	No cumple
1	4	13.135	0.00328375	0.0197025	0.007	No cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 26: Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo II, INA N° 54.



Nota: Elaboración propia, 2023.

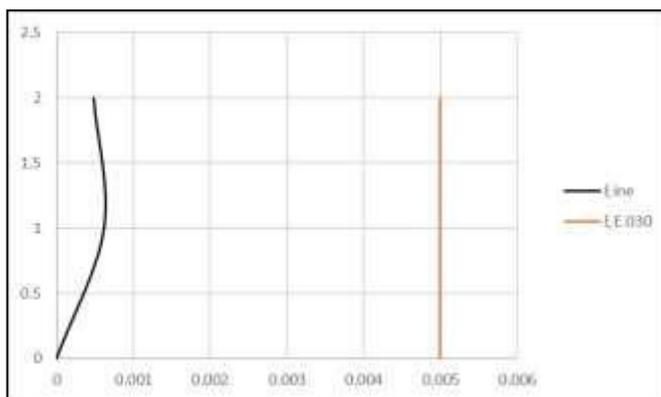
En la figura anterior se muestra que el módulo II de la I.E INA N° 54 no cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de pórticos de concreto armado en la dirección “X-X”, establecidos en la norma E.030.

Tabla 74: Derivas para la dirección “y-y” del módulo II, de la I.E INA N°54

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	1.744	0.00021581	0.00048556	0.005	cumple
1	4	1.105	0.00027625	0.00062156	0.005	cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 27: Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo II, I.E INA N°54.



Nota: Elaboración propia, 2023.

En la figura anterior se muestra que el módulo II de la I.E INA N° 54 cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de albañilería confinada en la dirección “Y-Y”, establecidos en la norma E.030.

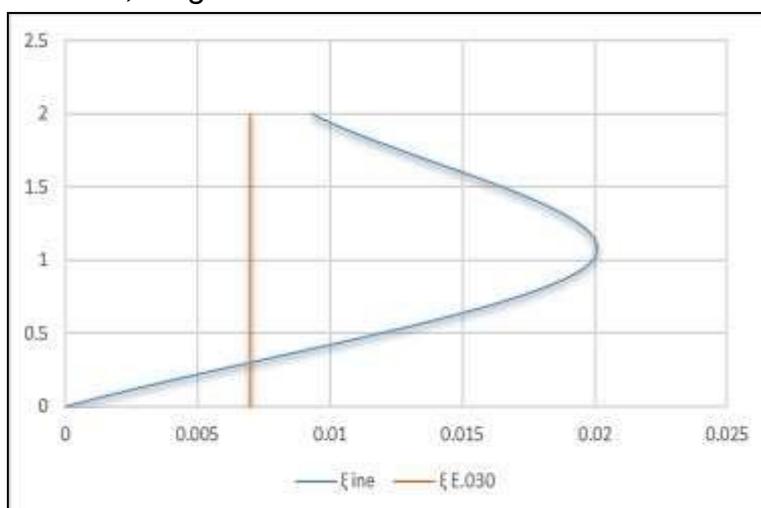
#### Derivas de entre piso mediante el análisis Dinámico:

Tabla 75: Derivas para la dirección “x-x” del módulo I, de la I.E Jorge Chávez - Análisis dinámico.

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi e$	$\xi ine$	$\xi E.030$	
2	3.1	18.102129	0.00155581	0.00933485	0.007	No cumple
1	4	13.279125	0.00331978	0.01991869	0.007	No cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 28: Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo I, Jorge Chávez- Análisis dinámico.



Nota: Elaboración propia, 2023.

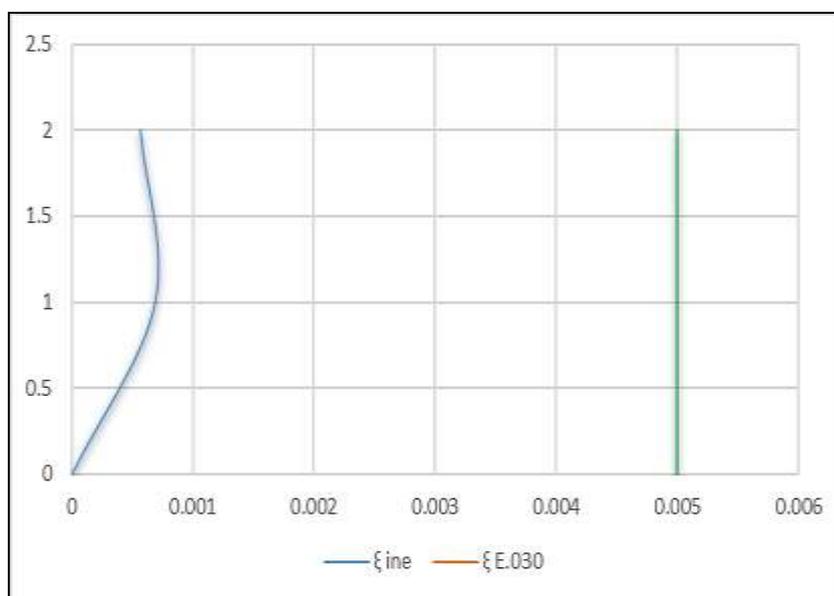
En la figura anterior se muestra que el módulo I de la I.E Jorge Chávez No cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de pórticos de concreto armado en la dirección “X-X”, establecidos en la norma E.030.

*Tabla 76:: Derivas para la dirección “y-y” del módulo I, de la I.E Jorge Chávez - Análisis dinámico.*

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	2.010424	0.00025218	0.00056741	0.005	Cumple
1	4	1.228664	0.00030717	0.00069112	0.005	Cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

*Figura 29: Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo I, Jorge Chávez- Análisis dinámico.*



Nota: Elaboración propia, 2023.

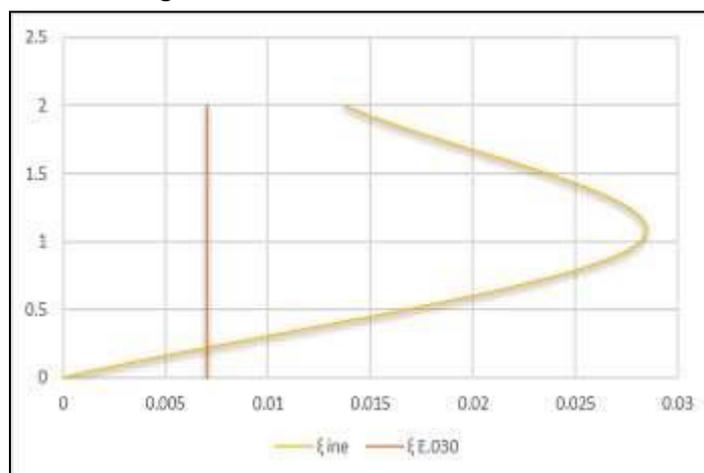
En la figura anterior se muestra que el módulo I de la I.E Jorge Chávez cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de albañilería confinada en la dirección “Y-Y”, establecidos en la norma E.030.

*Tabla 77: Derivas para la dirección “x-x” del módulo II, de la I.E Jorge Chávez*

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	22.805521	0.00201128	0.01367672	0.007	No cumple
1	4	16.570545	0.00414264	0.02816993	0.007	No cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 30:Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo II, Jorge Chávez- Análisis dinámico.



Nota: Elaboración propia, 2023.

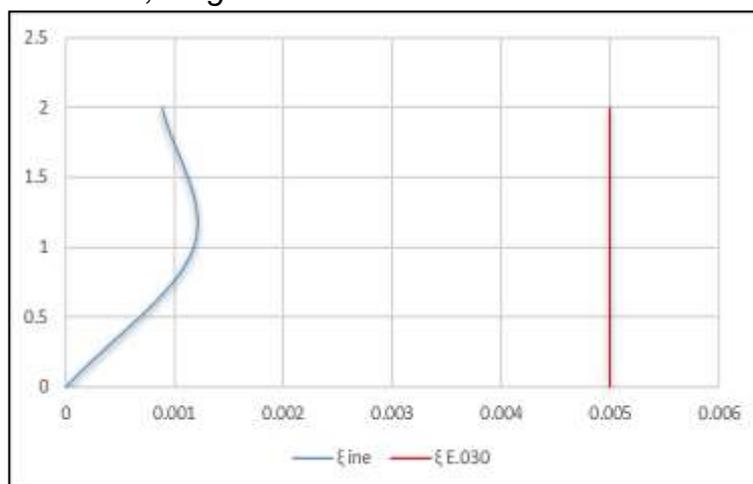
En la figura anterior se muestra que el módulo II de la I.E Jorge Chávez No cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de pórticos de concreto armado en la dirección “X-X”, establecidos en la norma E.030.

Tabla 78:Derivas para la dirección “y-y” del módulo II, de la I.E Jorge Chávez - Análisis dinámico.

Nº	Hei (m)	Δei (mm)	ξ e	ξ ine	ξ E.030	
<b>PISOS</b>						
2	3.1	2.927139	0.00034775	0.00088675	0.005	Cumple
1	4	1.849126	0.00046228	0.00117882	0.005	Cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 31:Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo II, Jorge Chávez- Análisis dinámico.



Nota: Elaboración propia, 2023.

En la figura anterior se muestra que el módulo I de la I.E Jorge Chávez cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de albañilería confinada en la dirección “Y-Y”, establecidos en la norma E.030.

*Tabla 79: Derivas para la dirección “x-x” del módulo I, de la I.E INA N° 54 -Análisis dinámico.*

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	18.592	0.00160968	0.00965806	0.007	No cumple
1	4	13.602	0.0034005	0.020403	0.007	No cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

*Figura 32: Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo I, INA N° 54 - Análisis dinámico.*



Nota: Elaboración propia, 2023.

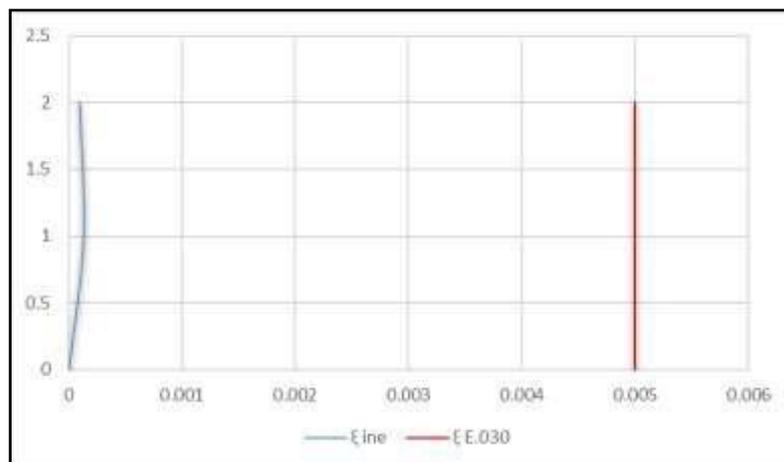
En la figura anterior se muestra que el módulo I de la I.E INA N° 54 No cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de pórticos de concreto armado en la dirección “X-X”, establecidos en la norma E.030.

*Tabla 80: Derivas para la dirección “y-y” del módulo I, de la I.E INA N° 54 -Análisis dinámico.*

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	0.368	4.2581E-05	9.5806E-05	0.005	Cumple
1	4	0.236	0.000059	0.00013275	0.005	Cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 33:Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo I, INA N° 54- Análisis dinámico.



Nota: Elaboración propia, 2023.

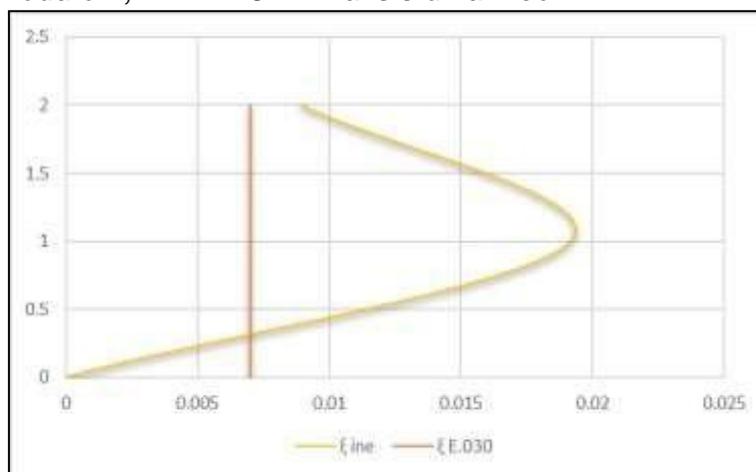
En la figura anterior se muestra que el módulo I de la I.E INA N° 54 cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de albañilería confinada en la dirección “Y-Y”, establecidos en la norma E.030.

Tabla 81:Derivas para la dirección “x-x” del módulo II, de la I.E INA N° 54 -Análisis dinámico.

Nº PISOS	Hei (m)	Δei (mm)	ξ e	ξ ine	ξ E.030	
2	3.1	17.408	0.00148484	0.00890903	0.007	No cumple
1	4	12.805	0.0032125	0.0192075	0.007	No cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

Figura 34:Distorsiones de entre piso en la dirección “x-x” vs los límites de distorsión – Módulo II, INA N° 54- Análisis dinámico.



Nota: Elaboración propia, 2023.

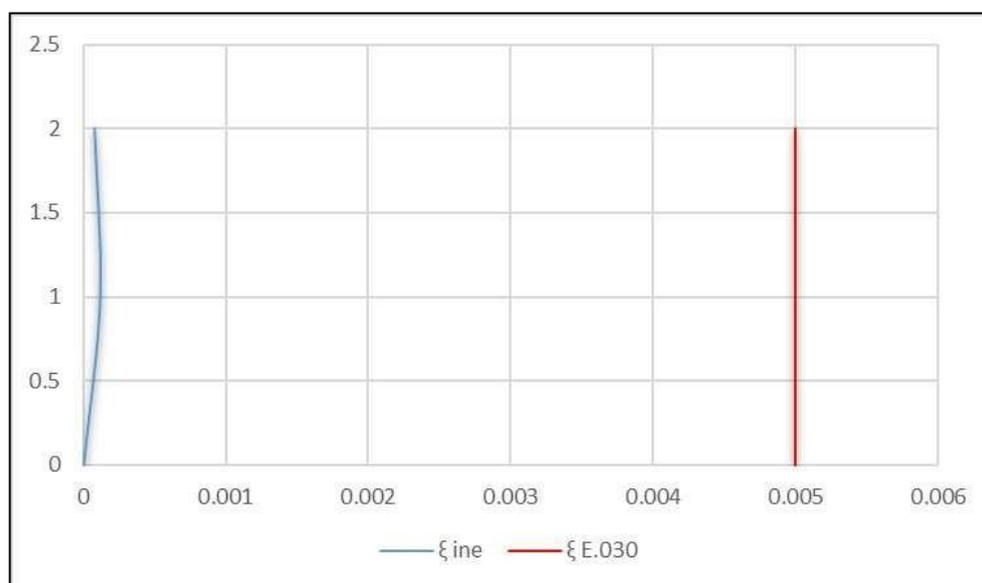
En la figura anterior se muestra que el módulo II de la I.E INA N° 54 No cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de pórticos de concreto armado en la dirección “X-X”, establecidos en la norma E.030.

*Tabla 82:: Derivas para la dirección “y-y” del módulo II, de la I.E INA N° 54 - Análisis dinámico.*

Nº PISOS	Hei (m)	$\Delta e_i$ (mm)	$\xi_e$	$\xi_{ine}$	$\xi_{E.030}$	
2	3.1	0.324	3.5161E-05	7.9113E-05	0.005	Cumple
1	4	0.215	0.00005375	0.00012094	0.005	Cumple

Nota: Elaboración propia, 2023.

*Figura 35: Distorsiones de entre piso en la dirección “y-y” vs los límites de distorsión – Módulo II, INA N° 54- Análisis dinámico.*



Nota: Elaboración propia, 2023.

En la figura anterior se muestra que el módulo I de la I.E INA N° 54 cumple con los límites de distorsión entre piso para un sistema de albañilería confinada en la dirección “Y-Y”, establecidos en la norma E.030.

## V. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados en la evaluación de las instituciones educativas Jorge Chávez e INA N°54 del distrito de Tambogrande, se determinó que su estado de conservación es regular, debido a un nulo mantenimiento en su infraestructura, la cual sufrió los estragos de los últimos fenómenos naturales, comprometiendo la calidad de su desempeño sismorresistente, lo que podría ocasionar un eventual colapso ante un evento telúrico de gran magnitud, esta condición se replica en diversas instituciones públicas a nivel nacional según lo señalado por MINEDU, (2022).

Asimismo según el INEI (2022), el último censo de infraestructura educativa (CIE) fue realizado en el 2015, donde el instrumento empleado para evaluar la calidad, estado de conservación y organización, no recoge la información necesaria para evaluar, a esto se le suma que es aplicado por personal no especializado en el campo requerido, en consecuencia los resultados no reflejan un diagnóstico detallado que permita identificar que centros educativos requieren de mantenimiento, reforzamiento o demolición, ejemplo de ello son los colegios Jorge Chávez e INA N° 54.

Es por ello que en nuestra investigación ha quedado evidenciado que mediante el uso de tecnología RPAS e instrumentos de evaluación digitales, se logra inspecciones eficientes y precisas, donde el inspector no necesariamente puede ser un especialista, ya que la data obtenida por el drone (fotografías y vídeos) no se limita a un solo punto de vista, puesto que la información puede ser compartida a través de medios digitales en tiempo real, permitiendo que diferentes profesionales expertos en la materia evalúen la edificación escolar, sin necesidad de estar in situ, en comparación con las inspecciones tradicionales.

La aplicación de tecnología RPAS en la Ingeniería civil para evaluaciones estructurales permite también conocer el área de influencia directa tal es el caso de la institución educativa Jorge Chávez, que está situada cerca de un dren que evacúa aguas pluviales, mientras que el colegio INA N° 54 se encuentra en una zona inundable al estar cerca del Rio de Tambogrande, cuyas aguas provienen del río Piura.

Con el uso de estas tecnologías es posible determinar que tipo de intervención requiere cada centro educativo tomando en cuenta su localización y aspectos físicos, tal como se demostró en el diagnóstico situacional obtenido de ambas edificaciones escolares.

Respecto a la investigación doctoral realizada por Torres Fernández (2019), empleó tecnología RPAS y métodos analíticos en la evaluación de vulnerabilidad sísmica de las ciudades de Lorca y Puerto Príncipe, mientras que en nuestra investigación se empleó la misma tecnología junto con el método italiano para la inspección de instituciones educativas, la utilización del dron con sensores remotos en la investigación doctoral, les permitió evaluar la antigüedad de los edificios, las patologías que presentaban, verificación de los elementos estructurales, el estado de conservación e irregularidades verticales, en tanto que en nuestra investigación se utilizó para inspeccionar la calidad de los sistemas resistentes, su configuración en planta y elevación, el tipo de cubierta, elementos no estructurales y estado de conservación.

Posterior a ello Torres obtuvo como resultados que el 19% de las edificaciones en Puerto Príncipe quedarían inhabitables, lo que se traduce en una vulnerabilidad sísmica alta, mientras que en Lorca el 22% de edificios tendría daños severos, en cambio obtuvimos como resultado, que la I.E Jorge Chávez e INA N° 54 presentan vulnerabilidad sísmica alta, coincidiendo con Torres en que dicha tecnología complementada con métodos analíticos, permite obtener resultados más precisos optimizando el tiempo, haciéndolo viable para futuras investigaciones.

Por otra parte la condición de deterioro en las I.E evaluadas incide en el desempeño sismorresistente de la edificación, pues al aplicar los parámetros del método italiano, los resultados reflejan la baja resistencia sísmica que poseen estos recintos, esto concuerda con la investigación de Hassan et.al (2022), en donde al aplicar la metodología italiana en estructuras en estado de deterioro en el distrito del Al Khalifa obtuvo que el 70% de las edificaciones presenta alta vulnerabilidad sísmica lo que la hace deficiente ante escenarios sísmicos.

Con respecto a la norma E.030 en cuanto a las distorsiones límites de entre piso para determinados sistemas estructurales, se comprobó que todos los módulos de las Instituciones educativas evaluadas en Tambogrande a través de un

análisis estático y dinámico transgreden este parámetro, específicamente en la dirección “x-x” donde existe un sistema de pórticos de concreto armado.

Es importante recalcar que ambas instituciones fueron construidas tomando en cuenta la normativa de diseño sismorresistente de 1977 que surge como una actualización de la norma del año 1970 en consecuencia por los terremotos de Chimbote-Huaraz 1970 y Lima 1974 esta norma consideraba que los límites máximos permisibles para las distorsiones de entre piso para un sistema de pórticos de concreto armado es de 0.010, mientras que la actual norma E.030 2018 establece un valor de 0.007, esto muestra un incremento de la demanda en un 43%, asimismo para un sistema de albañilería confinada, la norma del 77 establecía un valor límite de 0.010,

Sin embargo, actualmente la norma incrementa su demanda en un 100% estableciendo un límite permisible de 0.005, esto incide directamente en la sismorresistencia de la estructura provocando daños severos al incumplirse los límites establecidos, por lo tanto los módulos I y II sufrirían daños en los elementos resistentes (columnas y vigas) siendo probable un colapso de la edificación, esta aseveración se basa en los resultados del sismo de 1996 en Nazca, donde varios colegios construidos con la norma de 1977 y bajo el gobierno de Fujimori, sufrieron daños serios concretamente por las deformaciones laterales de los elementos estructurales.

Además en uno de los módulos de la I.E Jorge Chávez se encontró irregularidad de discontinuidad en elementos resistentes, esta información se contrasta con las restricciones de la actual Norma E.030 en la tabla N° 10 del artículo 21, la cual prohíbe presencia de irregularidades de cualquier tipo para zonas sísmicas 2, 3 y 4, por lo que se incumple con este requisito, ya que para el año de 1977, no existía dicha tabla que surgió recién en la actualización del 2016, era de esperarse algún tipo de irregularidad.

Además. con el pasar del tiempo se debe considerar las actualizaciones de las normas del R.N.E, especialmente en la E.030 para que se garantice un adecuado comportamiento sismorresistente que involucra tres aspectos fundamentales: Inexistencia de daños en sismos leves, daños aceptables en elementos no estructurales, en sismos moderados y daños aceptables en la propia estructura en sismos severos evitando el colapso y la pérdida de vidas.

## VI. CONCLUSIONES

1. En la presente investigación se determinó la vulnerabilidad sísmica de los módulos I y II de las instituciones Jorge Chávez e INA N 54, donde se obtuvo que el 100% presentan vulnerabilidad sísmica alta , las principales causas encontradas fueron: Baja resistencia de los elementos estructurales, discontinuidad de los elementos resistentes, falla por columna corta y estado de conservación deficiente.
2. La infraestructura de ambas instituciones educativas evaluadas, han sufrido daños producto de los últimos fenómenos naturales, considerando que están ubicadas en zonas inundables y un suelo de alta sismicidad lo cual compromete la calidad estructural de sus sistemas resistentes, siendo en la dirección x-x pórticos de concreto armado y en la dirección y-y albañilería confinada.
3. Mediante la aplicación de la metodología de Benedetti y Petrini complementada con tecnología RPAS se obtuvo el índice de vulnerabilidad del módulo I de la I.E Jorge Chávez, cuyo valor fue de 43.78 que representa una vulnerabilidad sísmica alta, así mismo el módulo II presentó un índice de 40.62 haciéndolo altamente vulnerable ante un sismo, por otra parte los módulos I y II de la I.E INA N°54 presentaron un valor de 40.62 lo cual también refleja una elevada vulnerabilidad sísmica al encontrarse en las mismas condiciones.
4. Con el análisis estático y dinámico se determinó que frente a un evento sísmico los desplazamientos máximos del sistema estructural en la dirección x-x de ambas instituciones educativas tienen una deriva promedio de 0.001220 incumpliendo así con los límites de distorsión establecidos en la norma E.030, la cual indica un valor de 0.007 para un sistema de pórticos de concreto armado, mientras que en la dirección y-y las derivas se mantienen dentro del límite exigido.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se sugiere a PRONIED que en los censos de infraestructura educativa (CIE) se emplee tecnología RPAS para conocer a detalle la calidad de las instalaciones, además la información recopilada, permitirá que especialistas puedan determinar qué tipo de intervención requiere cada centro educativo, todo ello sin la necesidad de estar in situ y en tiempo real, siendo una ventaja sobre las inspecciones tradicionales.
2. A los directores de ambas instituciones educativas se recomienda gestionar un plan de mantenimiento preventivo, en base a los resultados obtenidos en la presente investigación, dado que la edificación es del tipo esencial y se encuentra en una zona altamente sísmica e inundable.
3. A la Dirección Regional de Educación Piura (DREP), se recomienda la realización de inspecciones sobre el estado de conservación y vulnerabilidad sísmica, en instituciones educativas, que tengan más de 15 años de antigüedad, tanto en la zona rural como urbana, con el fin de prevenir un eventual colapso ante un fenómeno natural.
4. A otros investigadores se sugiere tomar nuestra investigación, como referencia para buscar nuevas innovaciones en la aplicación de tecnología RPAS junto con metodologías extranjeras que resulten eficientes en la inspección de diversos tipos de edificaciones.

## REFERENCIAS

- (N.d.). Gob.Pe. Retrieved May 16, 2023, from [https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/4893/ESCE\\_NARIO\\_SISMICO\\_PERU\\_IGP2020.pdf](https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/4893/ESCE_NARIO_SISMICO_PERU_IGP2020.pdf)
- Albarracin Meza, Augusto Stalin. 2019. Aplicación de metodologías simplificadas pre-evento sísmico, para la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática de la UCE. QUITO: s.n., 2019.
- Bora, I. W., & Kurniati, D. (2022). Evaluasi tingkat kerentanan Pada gedung Ambarukmo Plaza dengan metode Rapid Visual Screenings (RVs) femA 154 evaluation of vulnerability at Ambarukmo Plaza building using Rapid Visual Screenings (RVs) femA 154 method. University Technology Yogyakarta. <http://eprints.uty.ac.id/id/eprint/111102>
- Chaibedra, B., Benanane, A., & Boutaraa, Z. (2018). Seismic vulnerability assessment to earthquake at urban scale: A case of Mostaganem city in Algeria. *Jamba (Potchefstroom, South Africa)*, 10(1). <https://doi.org/10.4102/jamba.v10i1.473>
- Chieffo, N., & Formisano, A. (2019). Geo-hazard-based approach for the estimation of seismic vulnerability and damage scenarios of the Old City of Senerchia (Avellino, Italy). *Geosciences*, 9(2), 59. <https://doi.org/10.3390/geosciences9020059>
- Chieffo, N., Formisano, A., & Lourenço, P. B. (2023). Seismic vulnerability procedures for historical masonry structural aggregates: Analysis of the historical centre of Castelpoto (South Italy). *Structures*, 48, 852–866. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.01.022>
- Chieffo, N., Formisano, A., & Lourenço, P. B. (2023). Seismic vulnerability procedures for historical masonry structural aggregates: Analysis of the historical centre of Castelpoto (South Italy). *Structures*, 48, 852–866. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.01.022>
- CONCYTEC (2023) *Investigación aplicada*. (s/f). Recuperado el 9 de junio de 2023, de <https://conocimiento.concytec.gob.pe/termino/investigacion-aplicada/>
- Cross, T. (s/f). This electronic thesis or dissertation has been downloaded from Explore Bristol Research, <http://research-information.bristol.ac.uk>. Bris.ac.uk. Recuperado el 30 de mayo de 2023, de [https://research-information.bris.ac.uk/ws/portalfiles/portal/348622590/THESIS\\_FINAL.pdf](https://research-information.bris.ac.uk/ws/portalfiles/portal/348622590/THESIS_FINAL.pdf)
- Denolle, M. A. (2019). Energetic onset of earthquakes. *Geophysical Research Letters*, 46(5), 2458–2466. <https://doi.org/10.1029/2018gl080687>

- Domaneschi, M., Zamani Noori, A., Pietropinto, M. V., & Cimellaro, G. P. (2021). Seismic vulnerability assessment of existing school buildings. *Computers & Structures*, 248(106522), 106522. <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2021.106522>
- Echeverría Rojas, J. J., & Monroy Botia, M. A. (2021). Aplicación del método de índice de vulnerabilidad (Benedetti & Petrini) para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio Surinama. Tesis de pregrado. Universidad Santo Tomás. Tunja. <http://hdl.handle.net/11634/33800>
- Docente, E. (s/f). LOS DRONES Y SUS APLICACIONES A LA INGENIERÍA. Edu.ar. Recuperado el 22 de septiembre de 2023, de [https://fcf.unse.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/SD-43-Drones-y-su-aplicacion-a-la-ingenieria-REUTER\\_r.pdf](https://fcf.unse.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/SD-43-Drones-y-su-aplicacion-a-la-ingenieria-REUTER_r.pdf)
- Hammoum, H., Bouzelha, K., & Slimani, D. (2021). Seismic risk of RC water storage elevated tanks. In *Handbook of Materials Failure Analysis with Case Studies from the Chemicals, Concrete and Power Industries* (pp. 187–216). Elsevier.
- Hassan, M. M., Elyamani, A., & Mourad, S. A. (2022). Seismic vulnerability assessment of buildings: case study of Al Khalifa district, Fatimid Cairo. *SN Applied Sciences*, 4(11). <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05192-9>
- Hassan, M. M., Elyamani, A., & Mourad, S. A. (2022). Seismic vulnerability assessment of buildings: case study of Al Khalifa district, Fatimid Cairo. *SN Applied Sciences*, 4(11). <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05192-9>
- IGP, (2020) Estudio de zonificación sismo-geotécnica del distrito de Tambogrande, provincia de Morropón - Piura (Biblioteca SIGRID). (s/f). Gob.pe. Recuperado el 17 de mayo de 2023, de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/13827>
- Kassem, M. M., Beddu, S., Ooi, J. H., Tan, C. G., Mohamad El-Maissi, A., & Mohamed Nazri, F. (2021). Assessment of seismic building vulnerability using rapid visual screening method through web-based application for Malaysia. *Buildings*, 11(10), 485. <https://doi.org/10.3390/buildings11100485>
- Kassem, M. M., Mohamed Nazri, F., & Noroozinejad Farsangi, E. (2020). The seismic vulnerability assessment methodologies: A state-of-the-art review. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(4), 849–864. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.001>
- Laurente Lliuyacc, A., & Ramos Salazar, J. P. B. (2020). Vulnerabilidad estructural aplicando el método italiano para estimar la seguridad sísmica

en las instituciones educativas en La Molina. Universidad de San Martín de Porres. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/6790>

- Lopez, N., & Antonio, D. (2019). Análisis cualitativo y comparativo del método Benedetti-Petrini y la NRS 2010, desarrollado en edificaciones de uno y dos pisos en el barrio Bijao, municipio del Bagre Antioquia. <http://hdl.handle.net/11634/33800>
- Malavé-Laínez, J., & Pinoargote-Rovello, V., (2023). Análisis de vulnerabilidad sísmica en estructuras de la Parroquia Manglaralto del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena. 593 digital Publisher CEIT, 8(1-1), 122 - 143 <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.1-1.1542>
- Malavé-Laínez, J., & Pinoargote-Rovello, V., (2023). Análisis de vulnerabilidad sísmica en estructuras de la Parroquia Manglaralto del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena. 593 digital Publisher CEIT, 8(1-1), 122 - 143 <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.1-1.1542>
- Mamani, Milton, J. (2021). Evaluación cualitativa y cuantitativa de la vulnerabilidad sísmica estructural de una infraestructura educativa aporricada de concreto armado. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4452>
- Manfredi, V., Masi, A., Nicodemo, G., & Digrisolo, A. (2023). Seismic fragility curves for the Italian RC residential buildings based on non-linear dynamic analyses. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 21(4), 2173–2214. <https://doi.org/10.1007/s10518-022-01605-7>
- Mavroulis, S., Andreadakis, E., Spyrou, N.-I., Antoniou, V., Skourtsos, E., Papadimitriou, P., Kassaras, I., Kaviris, G., Tselentis, G.-A., Voulgaris, N., Carydis, P., & Lekkas, E. (2019). UAV and GIS based rapid earthquake-induced building damage assessment and methodology for EMS-98 isoseismal map drawing: The June 12, 2017 Mw 6.3 Lesvos (Northeastern Aegean, Greece) earthquake. *International Journal of Disaster Risk Reduction: IJDRR*, 37(101169), 101169. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101169>
- Medina, C., & Galarza, D. (2020). Análisis sísmico comparativo de una estructura irregular torsionalmente flexible aplicando NSP, MPA, NLRHA. *Revista de Ingeniería de Construcción*, 35(3), 257–274. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732020000300257>
- Mohammad Shams Wahid, C., Alam, M. J., & Islam, M. R. (2020). Seismic assessment of existing building in Bangladesh using Japanese Index Method. *Malaysian journal of civil engineering*, 32(1). <https://doi.org/10.11113/mjce.v32n1.616>

- Mosoarca, M., Onescu, I., Onescu, E., Azap, B., Chieffo, N., & Szitar-Sirbu, M. (2019). Seismic vulnerability assessment for the historical areas of the Timisoara city, Romania. *Engineering Failure Analysis*, 101, 86–112. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.03.013>
- Mouhine, M., & Hilali, E. (2022a). Seismic vulnerability assessment of RC buildings with setback irregularity. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(1), 101486. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.05.001>
- Mouhine, M., & Hilali, E. (2022b). Seismic vulnerability for irregular reinforced concrete buildings with consideration of site effects. *Materials Today: Proceedings*, 58, 1039–1043. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.038>
- Nikolić, Ž., Runjić, L., Ostojić Škomrlj, N., & Benvenuti, E. (2021). Seismic vulnerability assessment of historical masonry buildings in Croatian coastal area. *Applied Sciences (Basel, Switzerland)*, 11(13), 5997. <https://doi.org/10.3390/app11135997>
- Ortega, J., Vasconcelos, G., Rodrigues, H., Correia, M., Ferreira, T. M., & Vicente, R. (2019). Use of post-earthquake damage data to calibrate, validate and compare two seismic vulnerability assessment methods for vernacular architecture. *International Journal of Disaster Risk Reduction: IJDRR*, 39(101242), 101242. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101242>
- Ortega, J., Vasconcelos, G., Rodrigues, H., Correia, M., Ferreira, T. M., & Vicente, R. (2019). Use of post-earthquake damage data to calibrate, validate and compare two seismic vulnerability assessment methods for vernacular architecture. *International Journal of Disaster Risk Reduction: IJDRR*, 39(101242), 101242. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101242>
- Pavić, G., Bulajić, B., & Hadzima-Nyarko, M. (2019). The vulnerability of buildings from the Osijek database. *Frontiers in Built Environment*, 5. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2019.00066>
- Perú, GG (sf). Mapa de Zonificación Sísmica - Peligro Sísmico - Descargar - Shapefile - PDF - GRATIS. Geogpsperu.com. Recuperado el 17 de mayo de 2023, de <https://www.geogpsperu.com/2016/06/mapa-de-zonificacion-sismica-peligro.html>
- Porcu, M. C., Montis, E., & Saba, M. (2021). Role of model identification and analysis method in the seismic assessment of historical masonry towers. *Journal of Building Engineering*, 43(103114), 103114. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103114>
- Quispe, S., & Junior, D. (2019). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017. Universidad Continental. <https://hdl.handle.net/20500.12394/6924>

- Riquelme, S., & Felipe, J. (2022). Validación de propiedades geomecánicas en la construcción y operación de taludes en suelos no consolidados. Universidad Andrés Bello. <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/23794>
- Sandaker, B. N., Kleven, B., & Wang, A. R. (2022). Structural typologies and the architectural space—studies of the relationship between structure and space by application of structural types to multistory buildings. *Architecture Structures and Construction*, 2(1), 199–221. <https://doi.org/10.1007/s44150-022-00034-z>
- Si-Qi Li, & Gardoni, P. (2023). Empirical seismic vulnerability models for building clusters considering hybrid intensity measures. *Journal of Building Engineering*, 68(106130), 106130. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106130>
- (S/f-c). Redalyc.org. Recuperado el 22 de septiembre de 2023, de [https://www.redalyc.org/journal/339/33960068003/html/#:~:text=Son%20veh%C3%ADculos'%20que%20pueden%20adoptar,2013%3B%20Boucher%2C%202016\).](https://www.redalyc.org/journal/339/33960068003/html/#:~:text=Son%20veh%C3%ADculos'%20que%20pueden%20adoptar,2013%3B%20Boucher%2C%202016).)
- Wald, L. Retrieved May 16, 2023 Science for a changing world, from <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/science-earthquakes>

ANEXOS 1: *Tabla de operacionalización de variables.*

<b>Variables de estudio</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
Vulnerabilidad sísmica	Es la tendencia de una estructura a sufrir daños ante la acción sísmica, relacionada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño (Hernández J, 2020).	Se mide a través de tres niveles, cuyos valores oscilan entre un rango entre 0 a 100 y determina si la edificación requiere o no reforzamiento.	Alta	Mayor o igual a 40 y menor a 100	Escala ordinal o de rangos
			Media	Mayor o igual a 20 y menor a 40	
			Baja	Mayor o igual a 0 y menor a 20	
Método Italiano de Benedetti y Petrini	Evalúa el comportamiento sísmico de la estructura basado en cálculos simplificados, además se obtiene el índice de vulnerabilidad el cual está relacionado con el grado de daño de la edificación (Laurente y Ramos, 2020).	Se realiza a través de parámetros que evalúan la estructura; proporcionando al final un valor numérico que determina la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.	Aspectos estructurales	Organización del sistema resistente Resistencia convencional	Escala de razón
			Aspectos constructivos	Calidad del sistema resistente Posición del edificio y la cimentación - RPAS	
				Diafragmas horizontales Distancia entre muros Tipo de cubierta - RPAS Elementos no estructurales Estado de conservación - RPAS	
Aspectos geométricos	Configuración en planta - RPAS Configuración en elevación - RPAS				

**Nota:** Elaboración Propia (2023)

**ANEXO N° 2: GUÍA DE OBSERVACIÓN MÓDULO I - I.E JORGE CHÁVEZ**

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO PARA CONOCER LA REALIDAD PROBLEMÁTICA EN I.E PÚBLICAS					FICHA N° 01			
ASPECTOS FÍSICOS								
PERÍMETRO		63.06m	ÁREA		232.67 m2	N° DE PISOS		2 Pisos
FOTO SATELITAL (GOOGLE EARTH)			FOTO DE LA INFRAESTRUCTURA					
								
UBICACIÓN								
DEPARTAMENTO	Piura	DISTRITO	Tambogrande		DIRECCIÓN	Avenida Cuzco S/N		
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	Albañilería confinada y pórticos		TIPO DE COBERTURA	Liviana TR4 Aluzinc	N° DE AMBIENTES	3 Ambientes		
AMBIENTES	4		N° DE MÓDULO	<b>MI</b>	ESTADO	<b>Regular</b>		
OBSERVACIONES					SI	NO		
Presenta fisuras entre 0.05 Y 2 mm					X			
Presenta grietas considerables en los elementos estructurales					X			
Existe desprendimiento de revestimiento						X		
Presenta moho, salitre o manchas negras en los muros					X			
Existe perforaciones o daños en columnas o vigas					X			
El piso de los ambientes presenta daños					X			
Los elementos estructurales se replican en todos los niveles						X		
Los ambientes cuentan con junta de dilatación					X			
La junta de dilatación es igual o mayor a 2.54 cm					X			
El corredor presenta cangrejas					X			
El acero de los elementos estructurales está expuesto						X		
Hay desniveles entre los módulos evaluados					X			
Existe efecto de columna corta en los ambientes evaluados					X			
Existen partes de la infraestructura el mal estado o deterioradas						X		
La infraestructura recibe mantenimiento anualmente						X		
La infraestructura presenta una forma irregular						X		
Los elementos no estructurales de la infraestructura presentan daños considerables						X		
Los muros de tabiquería presentan confinamiento					X			

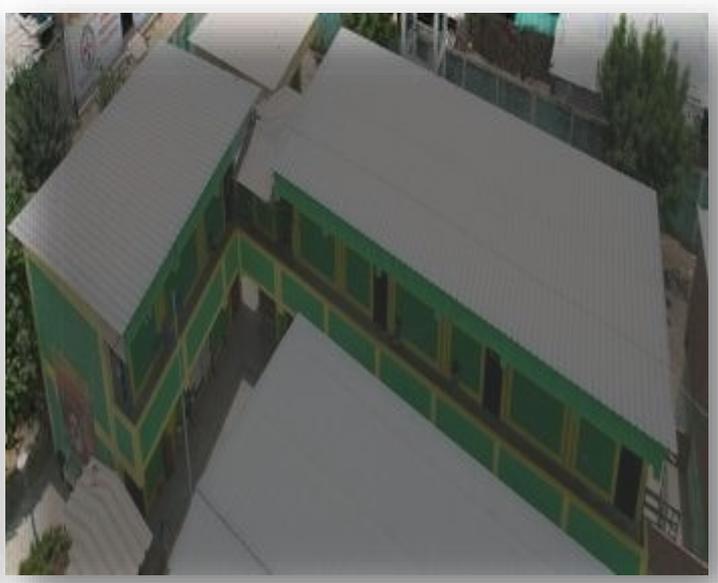
**ANEXO N° 3: GUÍA DE OBSERVACIÓN MÓDULO II - I.E JORGE CHÁVEZ**

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO PARA CONOCER LA REALIDAD PROBLEMÁTICA EN I.E PÚBLICAS					FICHA N° 02			
ASPECTOS FÍSICOS								
PERÍMETRO		47.66 m	ÁREA		156.58 m <sup>2</sup>	N° DE PISOS		2 Pisos
FOTO SATELITAL (GOOGLE EARTH)				FOTO DE LA INFRAESTRUCTURA				
								
UBICACIÓN								
DEPARTAMENTO	Piura	DISTRITO	Tambogrande		DIRECCIÓN	Avenida Cuzco S/N		
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	Albañilería confinada y pórticos		TIPO DE COBERTURA	Liviana TR4 Aluzinc	N° DE AMBIENTES	3 Ambientes		
AMBIENTES	6		N° DE MÓDULO	<b>MI</b>	ESTADO	<b>Regular</b>		
OBSERVACIONES					SI	NO		
Presenta fisuras entre 0.05 Y 2 mm					X			
Presenta grietas considerables en los elementos estructurales						X		
Existe desprendimiento de revestimiento					X			
Presenta moho, salitre o manchas negras en los muros					X			
Existe perforaciones o daños en columnas o vigas					X			
El piso de los ambientes presenta daños					X			
Los elementos estructurales se replican en todos los niveles						X		
Los ambientes cuentan con junta de dilatación					X			
La junta de dilatación es igual o mayor a 2.54 cm					X			
El corredor presenta cangrejeras					X			
El acero de los elementos estructurales está expuesto						X		
Hay desniveles entre los módulos evaluados					X			
Existe efecto de columna corta en los ambientes evaluados					X			
Existen partes de la infraestructura el mal estado o deterioradas						X		
La infraestructura recibe mantenimiento anualmente						X		
La infraestructura presenta una forma irregular						X		
Los elementos no estructurales de la infraestructura presentan daños considerables						X		
Los muros de tabiquería presentan confinamiento					X			

ANEXO N° 4: GUÍA DE OBSERVACIÓN MÓDULO I - I.E INA N° 54

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO PARA CONOCER LA REALIDAD PROBLEMÁTICA EN I.E PÚBLICAS					FICHA N° 01	
ASPECTOS FÍSICOS						
PERÍMETRO		71.15 m	ÁREA	256.35 m <sup>2</sup>	N° DE PISOS	2 Pisos
FOTO SATELITAL (GOOGLE EARTH)			FOTO DE LA INFRAESTRUCTURA			
						
UBICACIÓN						
DEPARTAMENTO	Piura	DISTRITO	Tambogrande		DIRECCIÓN	Avenida Cuzco S/N
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	Albañilería confinada y pórticos	TIPO DE COBERTURA	Liviana TR4 Aluzinc	N° DE AMBIENTES	3 Ambientes	
AMBIENTES	6	N° DE MÓDULO	MI	ESTADO	Regular	
OBSERVACIONES				SI	NO	
Presenta fisuras entre 0.05 Y 2 mm				X		
Presenta grietas considerables en los elementos estructurales					X	
Existe desprendimiento de revestimiento				X		
Presenta moho, salitre o manchas negras en los muros				X		
Existe perforaciones o daños en columnas o vigas				X		
El piso de los ambientes presenta daños					X	
Los elementos estructurales se replican en todos los niveles				X		
Los ambientes cuentan con junta de dilatación				X		
La junta de dilatación es igual o mayor a 2.54 cm				X		
El corredor presenta cangrejeras				X		
El acero de los elementos estructurales está expuesto					X	
Hay desniveles entre los módulos evaluados					X	
Existe efecto de columna corta en los ambientes evaluados					X	
Existen partes de la infraestructura el mal estado o deterioradas					X	
La infraestructura recibe mantenimiento anualmente					X	
La infraestructura presenta una forma irregular					X	
Los elementos no estructurales de la infraestructura presentan daños considerables					X	
Los muros de tabiquería presentan confinamiento				X		

ANEXO N° 5: GUÍA DE OBSERVACIÓN MÓDULO II - I.E INA N° 54

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO PARA CONOCER LA REALIDAD PROBLEMÁTICA EN I.E PÚBLICAS					FICHA N° 02			
ASPECTOS FÍSICOS								
PERÍMETRO		44.65 m	ÁREA		148.56 m <sup>2</sup>	N° DE PISOS		2 Pisos
FOTO SATELITAL (GOOGLE EARTH)				FOTO DE LA INFRAESTRUCTURA				
								
UBICACIÓN								
DEPARTAMENTO	Piura	DISTRITO	Tambogrande		DIRECCIÓN	Avenida Cuzco S/N		
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	Albañilería confinada y pórticos		TIPO DE COBERTURA	Liviana TR4 Aluzinc	N° DE AMBIENTES	3 Ambientes		
AMBIENTES	6		N° DE MÓDULO	<b>MI</b>	ESTADO	<b>Regular</b>		
OBSERVACIONES					SI	NO		
Presenta fisuras entre 0.05 Y 2 mm					X			
Presenta grietas considerables en los elementos estructurales						X		
Existe desprendimiento de revestimiento					X			
Presenta moho, salitre o manchas negras en los muros					X			
Existe perforaciones o daños en columnas o vigas					X			
El piso de los ambientes presenta daños						X		
Los elementos estructurales se replican en todos los niveles					X			
Los ambientes cuentan con junta de dilatación					X			
La junta de dilatación es igual o mayor a 2.54 cm					X			
El corredor presenta cangrejas						X		
El acero de los elementos estructurales está expuesto						X		
Hay desniveles entre los módulos evaluados						X		
Existe efecto de columna corta en los ambientes evaluados						X		
Existen partes de la infraestructura el mal estado o deterioradas						X		
La infraestructura recibe mantenimiento anualmente						X		
La infraestructura presenta una forma irregular						X		
Los elementos no estructurales de la infraestructura presentan daños considerables						X		
Los muros de tabiquería presentan confinamiento					X			

## ANEXO Nº 6: FICHA DIGITAL DE BENEDETTI Y PETRINI – MÓDULO I – I.E JORGE CHÁVEZ

DATOS GENERALES

FICHA DE EVALUACIÓN

### INFORMACIÓN GENERAL

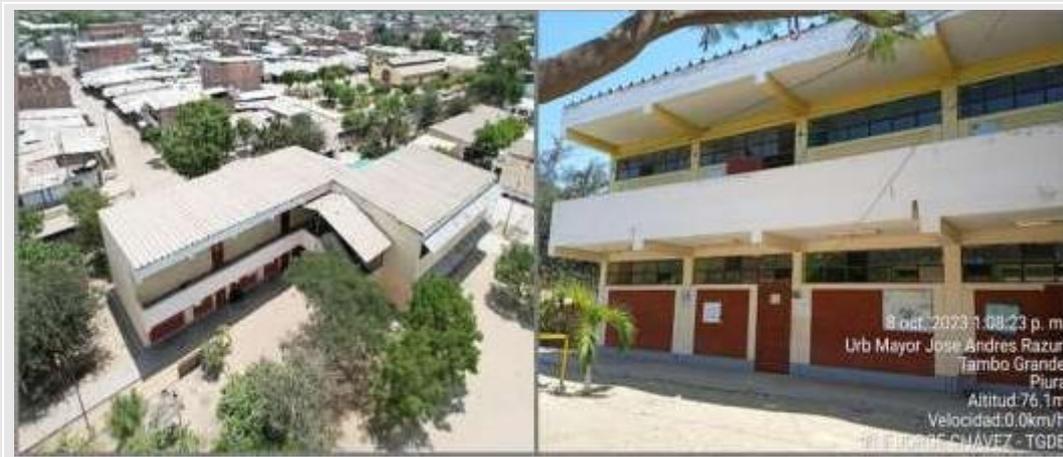
**DATOS GENERALES:**

<b>EVALUADOR (ES):</b>	Dixon Alexander Hernández Riofrio - María del Rocío Durand Silupú	<b>FECHA:</b>	08/10/2023
<b>DIRECCIÓN</b>	Av. Cuzco S/N	<b>HORA</b>	10:00 a. m.
<b>UBICACIÓN</b>	Tambogrande - Piura.		

**DATOS DE LA INFRAESTRUCTURA:**

<b>CATEGORIA DE EDIFICACIÓN</b>	A	<b>Especificar:</b>	Institución educativa
<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	Otros	<b>Especificar:</b>	Mixto - Pórticos y albañilería.
<b>AÑO DE EDIFICACIÓN</b>	1993	<b>ÁREA CONSTRUIDA</b>	232.67 m <sup>2</sup>
<b>Nº PISOS</b>	2	<b>Nº AMBIENTES</b>	6

**PANEL FOTOGRÁFICO:**



*Adjuntar fotografía de la infraestructura a evaluar.*



FICHA DE EVALUACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE BENEDETTI Y PETRINI

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

B

K	Wi	KWi
1	4	4

- A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría técnica.
- B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría técnica.
- C. Sin asesoría técnica.

**OBSERVACIONES:** Se identificó una placa recordatoria donde menciona el año de construcción de la infraestructura educativa, además se entrevistó al director de la institución donde mencionó que el año de construcción de la institución es de 1993.

2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE.

B

K	Wi	KWi
1	1	1

- A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría técnica (Adecuados materiales y construcción).
- B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría técnica. (Adecuados materiales y construcción).
- C. Sin asesoría técnica.

**OBSERVACIONES:** La edificación presenta materiales homogéneos en toda su extensión, por lo cual a simple vista y con imágenes obtenidas por el dron, parece que usaron los correctos, pero como el año de construcción es menor a 1977 y el reglamento de construcción no contemplaba parámetros que la actual norma contempla, se le asigna el

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL

B

K	Wi	KWi
0	1	0

- A. Edificio con  $ah \geq 1.20$
- B. Edificio con  $0.6 \leq ah \leq 1.20$
- C. Edificio con  $ah \leq 0.6$

**OBSERVACIONES:** Mediante cálculos previos, se determinó que el valor de  $ah = 0.82$  por lo cual se le asigna el parámetro B.

**4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN****B**

1

1

1

- A.** Edificación cimentada sobre suelo duro, intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E-030.
- B.** Edificación cimentada sobre suelo duro, intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E-030 y con presencia de sales y humedad.
- C.** Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.

**OBSERVACIONES:** Según el tipo de suelo que se presenta es del tipo S2, el cual es un tipo de suelo intermedio, pero existe presencia de humedad.

K	Wi	KWi
---	----	-----

**5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES****A**

0

1

0

- A.** Edificio con diafragma formado por losa aligerada o maciza, livianos o resistentes que cumpla con las siguientes condiciones:
1. Ausencia de planos a desnivel.
  2. La deformabilidad del diafragma es despreciable (ideal de concreto).
  3. Conexión efectiva entre diafragma y columna/pared (presencia de viga).
- B.** Edificio que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
- C.** Edificio que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.

**OBSERVACIONES:** Adecuada unión entre los aligerada, vigas y columnas, formando un adecuado diafragma rígido (**Ver foto N° 29**).

K	Wi	KWi
---	----	-----

**6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA****C**

2

1

2

- A.** Edificio con  $\beta_1 \geq 0.8$  ó  $\beta_2 \leq 0.1$ .
- B.** Edificio con  $0.8 > \beta_1 \geq 0.4$  ó  $0.1 < \beta_2 \leq 0.25$
- C.** Edificio con  $0.4 > \beta_1$  ó  $0.25 < \beta_2$ .

**OBSERVACIONES:** Para el modulo I, se tiene una longitud (L) de 23.55 m y un ancho (a) de 7.98 m, no existen elementos que sobresalen de las dimensiones principales, por lo cual el valor de "b" se considera 0. Se realizó la operación correspondiente, obteniéndose un valor para **B<sub>1</sub>=0.34** y para **B<sub>2</sub>= 0.00**, además con ayuda del dron se obtuvo una imagen en planta que corrobora su configuración, (**ver foto N° 3**), ambos valores se compararon con los propuestos por la metodología, otorgándole un calificativo de **C**.

**7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN****A****K****Wi****Kwi****0****2****0**

- A. Edificio con  $T/H > 0.66$
- B. Edificio con  $0.33 < T/H \leq 0.66$
- C. Edificio con  $T/H \leq 0.33$  Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

**OBSERVACIONES:** No presenta irregularidad en altura, siendo la relación 1, este valor es mayor a 0.66, por lo cual se le asigna dentro del parámetro A, se obtuvieron imágenes obtenidas con el dron (ver foto N° 4).

**K****Wi****Kwi****1****1****1****8. SEPARACIÓN MÁX. ENTRE ELEM. RESISTENTES.****B**

- A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría técnica
- B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría técnica.
- C. Sin asistencia técnica.

**OBSERVACIONES:** Existen distancia adecuadas entre las columnas y muros de albañilería confinados, pero dado que el año de construcción es menor a 1977 y el reglamento de construcción no contemplaba parámetros que la actual norma contempla, se le asigna el

**K****Wi****Kwi****1****1****1****9. TIPO DE CUBIERTA****B**

- A. Ambiente de techo plano hecho de material liviano, debidamente sujeto a la viga con los amarres adecuados.
- B. Ambiente con techo inestable de material liviano en buen estado.
- C. Ambiente con techo inestable que está en malas condiciones y tiene irregularidades.

**OBSERVACIONES:** Cobertura de calaminón en estado regular en algunas planchas, pero en su mayoría en buen estado, sujeto mediante correas metálicas al muro bajo superior después de la losa, se aprecia que la sujeción no es la correcta y ante la presencia de fuertes vientos puede levantarse, imágenes obtenidas mediante dron (ver foto N° 25).

**10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES**

**B**

K	Wi	KWi
1	1	1

- A. Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
- B. Edificio con parapetos mal conectados al sistema resistente.
- C. Edificio que presenta cualquier otro tipo de elemento en el techo mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto.

**OBSERVACIONES:** Presencia de desnivel del modulo I respecto al módulo II, ausencia de juntas de dilatación entre parapetos y elementos resistentes. Imágenes obtenidas con tomas del celular y con el drone (ver foto N° 2, 4, 9 ,17).

**11. ESTADO DE CONSERVACIÓN**

**C**

K	Wi	KWi
2	1	2

- A. Infraestructura con adecuado nivel de conservación.
- B. Infraestructura ligeramente dañada en su nivel de conservación.
- C. Infraestructura con deficiente nivel de conservación.

**OBSERVACIONES:** Tabiques de albañilería con agujeros y manchas, presencia de fisuras y grietas, desprendimiento del concreto y acero expuesto en columnas estructurales, cobertura con algunas planchas chancadas, pintura en estado regular. Imágenes obtenidas con el drone (ver foto N°19, 21, 22, 23, 24, 25, 27 y 28)

El índice de vulnerabilidad (I.v) según la metodología de Benedetti - Petrini varía de 0 a 94.12, pero es preferible establecer un índice de vulnerabilidad normalizado (Iv. Norm) en un rango de 0 a 100 mediante una interpolación lineal.

**INTERPOLACIÓN LINEAL**

0	0
94.12	100
Iv.	Iv.norm.

**RANGO DE VALORES DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD**

NIVEL DE VULNERABILIDAD	VALORES
A. BAJA	0 < Iv. Norm. < 20
B. MEDIA	20 ≤ Iv. Norm. < 40
C. ALTA.	40 ≤ Iv. Norm. < 100

$$I_v = 100 \cdot \frac{\left( \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + 1}{34}$$



Iv.  
41.18  
Iv. norm.  
43.75      ¡V. ALTA!

ANEXO N° 7: FICHA DIGITAL DE BENEDETTI Y PETRINI – MÓDULO II – I.E  
JORGE CHÁVEZ

DATOS GENERALES

FICHA DE EVALUACIÓN

INFORMACIÓN GENERAL

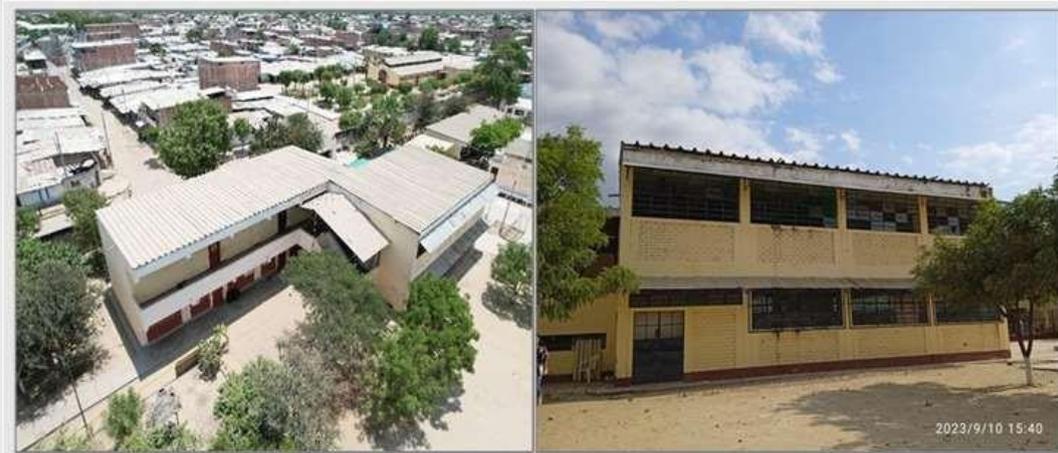
DATOS GENERALES:

EVALUADOR (ES):	Dixon Alexander Hernández Riofrio - Maria del Rocio Durand Silupú	FECHA:	08/10/2023
DIRECCIÓN	Av. Cuzco S/N	HORA	10:00 a. m.
UBICACIÓN	Tambogrande - Piura.		

DATOS DE LA INFRAESTRUCTURA:

CATEGORIA DE EDIFICACIÓN	A	Especificar:	Institución educativa
SISTEMA ESTRUCTURAL	Otros	Especificar:	Mixto - Pórticos y albañilería.
AÑO DE EDIFICACIÓN	1993	ÁREA CONSTRUIDA	156.58 m <sup>2</sup>
N° PISOS	2	N° AMBIENTES	4

PANEL FOTOGRÁFICO:



Adjuntar fotografía de la infraestructura a evaluar.



FICHA DE EVALUACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE BENEDETTI Y PETRINI

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

B

K	Wi	KWi
1	4	4

- A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría técnica.
- B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría técnica.
- C. Sin asesoría técnica.

**OBSERVACIONES:** Se identificó una placa recordatoria donde menciona el año de construcción de la infraestructura educativa, además se entrevistó al director de la institución donde menciona que el año de construcción de la institución es de 1993.

2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE

B

K	Wi	KWi
1	1	1

- A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría técnica (Adecuados materiales y construcción).
- B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría técnica. (Adecuados materiales y construcción).
- C. Sin asesoría técnica.

**OBSERVACIONES:** La edificación presenta materiales homogéneos en toda su extensión, por lo cual a simple vista y con imágenes obtenidas por el dron, parece que usaron los correctos, pero como el año de construcción es menor a 1977 y el reglamento de construcción no contemplaba parámetros que la actual norma contempla, se le asigna el

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL

B

K	Wi	KWi
0	1	0

- A. Edificio con  $ah \geq 1.20$
- B. Edificio con  $0.6 \leq ah \leq 1.20$
- C. Edificio con  $ah \leq 0.6$

**OBSERVACIONES:** Mediante cálculos previos, se determinó que el valor de  $ah = 0.63$  por lo cual se le asigna el parámetro B.

**4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN****B**

K	Wi	KWi
1	1	1

- A.** Edificación cimentada sobre suelo duro, intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E-030.
- B.** Edificación cimentada sobre suelo duro, intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E-030 y con presencia de sales y humedad.
- C.** Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.

**OBSERVACIONES:** Según el tipo de suelo que se presenta es del tipo S2, el cual es un tipo de suelo intermedio, pero existe presencia de humedad.

**5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES****A**

K	Wi	KWi
0	1	0

- A.** Edificio con diafragma formado por losa aligerada o maciza, livianos o resistentes que cumpla con las siguientes condiciones:
1. Ausencia de planos a desnivel.
  2. La deformabilidad del diafragma es despreciable (ideal de concreto).
  3. Conexión efectiva entre diafragma y columna/pared (presencia de viga).
- B.** Edificio que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
- C.** Edificio que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.

**OBSERVACIONES:** Adecuada unión entre los aligerada, vigas y columnas, formando un adecuado diafragma rígido (Ver foto N° 29).

**6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA****B**

K	Wi	KWi
1	1	1

- A.** Edificio con  $\beta_1 \geq 0.8$  ó  $\beta_2 \leq 0.1$ .
- B.** Edificio con  $0.8 > \beta_1 \geq 0.4$  ó  $0.1 < \beta_2 \leq 0.25$
- C.** Edificio con  $0.4 > \beta_1$  ó  $0.25 < \beta_2$ .

**OBSERVACIONES:** Para el módulo I, se tiene una longitud (L) de 15.85 m y un ancho (a) de 7.98 m, no existen elementos que sobresalen de las dimensiones principales, por lo cual el valor de "b" se considera 0. Se realizó la operación correspondiente, obteniéndose un valor para  $B_1=0.50$  y para  $B_2 = 0.00$ , además con ayuda del dron se obtuvo una imagen en planta que corrobora su configuración, (ver foto N° 3), ambos valores se compararon con los propuestos por la metodología, otorgándole un calificativo de B.

**7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN****A**

K	Wi	Kwi
0	2	0

- A. Edificio con  $T/H > 0.66$
- B. Edificio con  $0.33 < T/H \leq 0.66$
- C. Edificio con  $T/H \leq 0.33$  Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

**OBSERVACIONES:** No presenta irregularidad en altura, siendo la relación 1, este valor es mayor a 0.66, por lo cual se le asigna dentro del parámetro A, se obtuvieron imágenes obtenidas con el dron (ver foto N° 5).

**8. SEPARACIÓN MÁX. ENTRE ELEM. RESISTENTES.****B**

K	Wi	Kwi
1	1	1

- A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría técnica
- B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría técnica.
- C. Sin asistencia técnica.

**OBSERVACIONES:** Existen distancia adecuadas entre las columnas y muros de albañilería confinados, pero dado que el año de construcción es menor a 1977 y el reglamento de construcción no contemplaba parámetros que la actual norma contempla, se le asigna el

**9. TIPO DE CUBIERTA****B**

K	Wi	Kwi
1	1	1

- A. Ambiente de techo plano hecho de material liviano, debidamente sujeto a la viga con los amarres adecuados.
- B. Ambiente con techo inestable de material liviano en buen estado.
- C. Ambiente con techo inestable que está en malas condiciones y tiene irregularidades.

**OBSERVACIONES:** Cobertura de calaminón en estado regular en algunas planchas, pero en su mayoría en buen estado, sujeto mediante correas metálicas al muro bajo superior después de la losa, se aprecia que la sujeción no es la correcta y ante la presencia de fuertes vientos puede levantarse, imágenes obtenidas mediante dron (ver foto N° 24).

**10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES**

**B**

K	Wi	KWi
1	1	1

- A. Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
- B. Edificio con parapetos mal conectados al sistema resistente.
- C. Edificio que presenta cualquier otro tipo de elemento en el techo mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto.

**OBSERVACIONES:** Presencia de desnivel del modulo I respecto al módulo II, ausencia de juntas de dilatación entre parapetos y elementos resistentes. Imágenes obtenidas con tomas del celular y con el drone (ver foto N° 2, 4, 9, 17).

**11. ESTADO DE CONSERVACIÓN**

**C**

K	Wi	KWi
2	1	2

- A. Infraestructura con adecuado nivel de conservación.
- B. Infraestructura ligeramente dañada en su nivel de conservación.
- C. Infraestructura con deficiente nivel de conservación.

**OBSERVACIONES:** Tabiques de albañilería con agujeros y manchas, presencia de fisuras y grietas, desprendimiento del concreto y acero expuesto en columnas estructurales, cobertura con algunas planchas chancadas, pintura en estado regular. Imágenes obtenidas con el drone (ver foto N°19, 21, 22, 23, 24, 25, 27 y 28)

**El índice de vulnerabilidad (I<sub>v</sub>) según la metodología de Benedetti - Pettrini varía de 0 a 94.12, pero es preferible establecer un índice de vulnerabilidad normalizado (I<sub>v</sub> Norm) en un rango de 0 a 100 mediante una interpolación lineal.**

**INTERPOLACIÓN LINEAL**

0	0
94.12	100
I <sub>v</sub> .	I <sub>v</sub> .norm.

**RANGO DE VALORES DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD**

NIVEL DE VULNERABILIDAD	VALORES
A. BAJA	0 < I <sub>v</sub> Norm. < 20
B. MEDIA	20 ≤ I <sub>v</sub> Norm. < 40
C. ALTA.	40 ≤ I <sub>v</sub> Norm. < 100

$$I_v = 100 \cdot \frac{\left( \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + 1}{34}$$



I <sub>v</sub> .	38.24
I <sub>v</sub> .norm.	40.62
	<b>¡V. ALTA!</b>

ANEXO Nº 8: FICHA DIGITAL DE BENEDETTI Y PETRINI – MÓDULO I – I.E  
INA Nº 54

DATOS GENERALES

FICHA DE EVALUACIÓN

INFORMACIÓN GENERAL

DATOS GENERALES:

EVALUADOR (ES):	María del Rocío Durand Silupú - Dixon Alexander Hernández Riofrio	FECHA:	08/10/2023
DIRECCIÓN	El Huerto, Alameda Alberto Fujimori	HORA	5:00 p.m
UBICACIÓN	Tambogrande - Piura	<i>(Colocar hipervínculo de imagen)</i>	

DATOS DE LA INFRAESTRUCTURA:

CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN	A	Especificar:	Institución Educativa
SISTEMA ESTRUCTURAL	Otros	Especificar:	Mixto - Pórticos y albañilería.
AÑO DE EDIFICACIÓN	1993	ÁREA CONSTRUIDA	148.56 m <sup>2</sup>
Nº PISOS	2	Nº AMBIENTES	3

PANEL FOTOGRÁFICO:





FICHA DE EVALUACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE BENEDETTI Y PETRINI

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

B

K

Wi

1

4

- A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría técnica.
- B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría técnica.
- C. Sin asesoría técnica.

**OBSERVACIONES:** Se identificó una placa recordatoria donde menciona el construcción de la infraestructura educativa, Se entrevistó al personal con años de servicio y que residen en el distrito de Tambogrande.

2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE.

B

- A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría construcción).
- B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría construcción).
- C. Sin asesoría técnica.

**OBSERVACIONES:** La edificación presenta al observar las imágenes aéreas y la calificación de B

3. RESISTENCIA CONVENIENTE

- A. Edificio con
- B. Edificio
- C. Edificio

0

**4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN****B****K****Wi****KWi****1****1****1**

**A.** Edificación cimentada sobre suelo duro, intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E-030.

**B.** Edificación cimentada sobre suelo duro, intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E-030 y con presencia de sales y humedad.

**C.** Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.

**OBSERVACIONES:** La I.E INA N° 54 se encuentra cimentada en un terreno plano sin demasiadas variaciones de pendiente, es un suelo medianamente rígido, pero con presencia de sales y humedad, por lo tanto, se les asignó la calificación de B

**5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES****A****K****Wi****KWi****0****1****0**

**A.** Edificio con diafragma formado por losa aligerada o maciza, livianos o resistentes que cumpla con las siguientes condiciones:

1. Ausencia de planos a desnivel.
2. La deformabilidad del diafragma es despreciable (ideal de concreto).
3. Conexión efectiva entre diafragma y columna/pared (presencia de viga).

**B.** Edificio que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

**C.** Edificio que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.

**OBSERVACIONES:** El módulo I presenta ausencia de desniveles, no se visualizó deformidades, si no que por el contrario existe una buena conexión entre el diafragma y las columnas del sistema de pórticos de concreto.

**6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA****B****K****Wi****KWi****1****1****1**

**A.** Edificio con  $IR \leq 0.25$

**B.** Edificio con  $0.25 < IR \leq 0.75$

**C.** Edificio con  $IR > 0.75$

**OBSERVACIONES:** La configuración en planta del módulo es regular, no posee ninguna irregularidad en planta según lo estipulado en la Tabla N°9 de la NTP E.030.

		<b>K</b>	<b>Wi</b>	<b>Kwi</b>
<b>7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN</b>	<b>A</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<p>A. Edificio con <math>RL &gt; 0.66</math></p> <p>B. Edificio con <math>0.33 &lt; RL \leq 0.66</math></p> <p>C. Edificio con <math>RL \leq 0.33</math> Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.</p>				
<p><b>OBSERVACIONES:</b> Presenta una alturas regular el módulo y elementos resistentes Por tal razón la relación entre T/H es 1 y se le asignó una calificación de A</p>				
<b>8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS</b>	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<p>A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría técnica</p> <p>B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría técnica.</p> <p>C. Sin asistencia técnica.</p>				
<p><b>OBSERVACIONES:</b> Debido a que la I.E fue construida en el año de 1993 y contó con asesoría técnica se asignó dicha calificación.</p>				
<b>9. TIPO DE CUBIERTA</b>	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<p>A. Ambiente de techo plano hecho de material liviano, debidamente sujeto a la viga con los amarres adecuados.</p> <p>B. Ambiente con techo inestable de material liviano en buen estado.</p> <p>C. Ambiente con techo inestable que está en malas condiciones y tiene irregularidades.</p>				
<p><b>OBSERVACIONES:</b> el módulo I de la estructura educativa cuenta con una cubierta en buen estado sin muestras de oxidación, pero se logra apreciar pequeños agujeros que en época de lluvias se convierten en goteras</p>				

**10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES**

**B**

K	Wi	KWi
1	1	1

- A. Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
- B. Edificio con parapetos mal conectados al sistema resistente.
- C. Edificio que presenta cualquier otro tipo de elemento en el techo mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto.

**OBSERVACIONES:** Presenta parapetos confinados pero con ausencia de juntas de separación.

**11. ESTADO DE CONSERVACIÓN**

**C**

K	Wi	KWi
2	1	2

- A. Infraestructura con adecuado nivel de conservación.
- B. Infraestructura ligeramente dañada en su nivel de conservación.
- C. Infraestructura con deficiente nivel de conservación.

**OBSERVACIONES:** Presencia de hilada de tres filas de ladrillos para cobertura de calaminón, presencia de humedad en muros, reboque deteriorado, manchas oscuras.

El índice de vulnerabilidad (I.v) según la metodología de Benedetti - Petrini varía de 0 a 94.12, pero es preferible establecer un índice de vulnerabilidad normalizado (Iv. Norm) en un rango de 0 a 100 mediante una interpolación lineal.

**INTERPOLACIÓN LINEAL**

0	0
94.12	100
Iv.	Iv.norm.

**RANGO DE VALORES DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD**

NIVEL DE VULNERABILIDAD	VALORES
A. BAJA	0 < Iv. Norm. < 20
B. MEDIA	20 ≤ Iv. Norm. < 40
C. ALTA.	40 ≤ Iv. Norm. < 100

$$I_v = 100 \cdot \frac{\left( \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + J}{34}$$



Iv.  
38.24  
Iv. norm.  
40.62

¡V. ALTA!

ANEXO N° 9: FICHA DIGITAL DE BENEDETTI Y PETRINI – MÓDULO II – I.E  
INA N° 54

DATOS GENERALES

FICHA DE EVALUACIÓN

INFORMACIÓN GENERAL

DATOS GENERALES:

EVALUADOR (ES):	María del Rocío Durand Silupú - Dixon Alexander Hernández Riofrio	FECHA:	08/10/2023
DIRECCIÓN	El Huerto, Alameda Alberto Fujimori	HORA	3:00 p.m
UBICACIÓN	Tambogrande - Piura		

DATOS DE LA INFRAESTRUCTURA:

CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN	A	Especificar:	Institución Educativa
SISTEMA ESTRUCTURAL	Otros	Especificar:	Mixto - Pórticos y albañilería.
AÑO DE EDIFICACIÓN	1993	ÁREA CONSTRUIDA	127.8 m <sup>2</sup>
N° PISOS	2	N° AMBIENTES	6

PANEL FOTOGRÁFICO:



DATOS GENERALES

FICHA DE EVALUACIÓN



FICHA DE EVALUACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE BENEDETTI Y PETRINI

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE

B

K	Wi	KWi
1	4	4

- A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría técnica.
- B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría técnica.
- C. Sin asesoría técnica.

**OBSERVACIONES:** Se identificó una placa recordatoria donde menciona el año de construcción de la infraestructura educativa, Se entrevistó al personal con mayor años de servicio que residen en el distrito de Tambogrande.

2. CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE.

B

K	Wi	KWi
1	1	1

- A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría técnica (Adecuados materiales y construcción).
- B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría técnica. (Adecuados materiales y construcción).
- C. Sin asesoría técnica.

**OBSERVACIONES:** Debido a los resultados de resistencia a la compresión, imágenes áreas con el dron y años de antigüedad, se asignó para ambos módulos la calificación de B

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL

B

K	Wi	KWi
0	1	0

- A. Edificio con  $ah \geq 1.20$
- B. Edificio con  $0.6 \leq ah \leq 1.20$
- C. Edificio con  $ah \leq 0.6$

**OBSERVACIONES:** De acuerdo a los cálculos realizados para el módulo II el coeficiente ah es mayor de 0.6 y menor que 1.2, por tal razón se le asignó una calificación de B

**4. POSICIÓN DEL EDIFICIO Y CIMENTACIÓN****B****K**      **Wi**      **KWi****1**      **1**      **1**

- A.** Edificación cimentada sobre suelo duro, intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E-030.
- B.** Edificación cimentada sobre suelo duro, intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E-030 y con presencia de sales y humedad.
- C.** Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.

**OBSERVACIONES:** La I.E se encuentra cimentada en un terreno plano sin demasiadas variaciones de pendiente, es un suelo medianamente rígido, pero con presencia de sales y humedad.

**5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES****A****K**      **Wi**      **KWi****0**      **1**      **0**

- A.** Edificio con diafragma formado por losa aligerada o maciza, livianos o resistentes que cumpla con las siguientes condiciones:
1. Ausencia de planos a desnivel.
  2. La deformabilidad del diafragma es despreciable (ideal de concreto).
  3. Conexión efectiva entre diafragma y columna/pared (presencia de viga).
- B.** Edificio que no cumple con una de las condiciones de la clase A.
- C.** Edificio que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.

**OBSERVACIONES:** Adecuada unión entre losa, viga y columnas en el primer y segundo nivel, formando un adecuado diafragma rígido, sin discontinuidades, ni aberturas, tampoco presenta deformaciones, pandeos, ni ausencia de planos a desnivel.

**6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA****B****K**      **Wi**      **KWi****1**      **1**      **1**

- A.** Edificio con  $IR \leq 0.25$
- B.** Edificio con  $0.25 < IR \leq 0.75$
- C.** Edificio con  $IR > 0.75$

**OBSERVACIONES:** no se presentan esquinas entrantes, discontinuidad en diafragma, o irregularidad torsional, para una mejor evaluación de su configuración en planta, se evaluó este parámetro con las imágenes obtenidas por el dron.

**7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN****A**

<i>K</i>	<i>Wi</i>	<i>Kwi</i>
0	2	0

- A. Edificio con  $RL > 0.66$
- B. Edificio con  $0.33 < RL \leq 0.66$
- C. Edificio con  $RL \leq 0.33$  Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

**OBSERVACIONES:** Alturas regulares de ambos módulos y elementos resistentes

**8. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE MUROS****B**

<i>K</i>	<i>Wi</i>	<i>KWi</i>
1	1	1

- A. Año de construcción mayor a 1997 y con asesoría técnica
- B. Año de construcción menor a 1997 y con asesoría técnica.
- C. Sin asistencia técnica.

**OBSERVACIONES:** La I.E fue construida en el año de 1993 y con asistencia técnica.

**9. TIPO DE CUBIERTA****B**

<i>K</i>	<i>Wi</i>	<i>KWi</i>
1	1	1

- A. Ambiente de techo plano hecho de material liviano, debidamente sujeto a la viga con los amarres adecuados.
- B. Ambiente con techo inestable de material liviano en buen estado.
- C. Ambiente con techo inestable que está en malas condiciones y tiene irregularidades.

**OBSERVACIONES:** la estructura presenta una cubierta liviana en buen estado en su gran mayoría de planchas, con leves daños de deterioro, pero es inestable debido a que no ha sido instalada correctamente.

**10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES**

**B**

K	Wi	KWi
1	1	1

- A. Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
- B. Edificio con parapetos mal conectados al sistema resistente.
- C. Edificio que presenta cualquier otro tipo de elemento en el techo mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto.

**OBSERVACIONES:** En el módulo II Presenta junta de dilatación entre columna y el parapeto inicial.

**11. ESTADO DE CONSERVACIÓN**

**C**

K	Wi	KWi
2	1	2

- A. Infraestructura con adecuado nivel de conservación.
- B. Infraestructura ligeramente dañada en su nivel de conservación.
- C. Infraestructura con deficiente nivel de conservación.

**OBSERVACIONES:** Humedad en tabiques de albañilería, desprendimiento de pintura, cobertura TR4 en estado regular, Perforaciones en columnas, piso del corredor en estado regular, ventanas rotas.

El índice de vulnerabilidad (I.v) según la metodología de Benedetti - Petri varia de 0 a 94.12, pero es preferible establecer un índice de vulnerabilidad normalizado (Iv. Norm) en un rango de 0 a 100 mediante una interpolación lineal.

**INTERPOLACIÓN LINEAL**

0	0
94.12	100
Iv.	Iv.norm.

**RANGO DE VALORES DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD**

NIVEL DE VULNERABILIDAD	VALORES
A. BAJA	0 < Iv. Norm. < 20
B. MEDIA	20 ≤ Iv. Norm. < 40
C. ALTA.	40 ≤ Iv. Norm. < 100

$$I_v = 100 \cdot \frac{\left( \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + 1}{34}$$

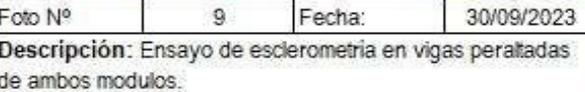
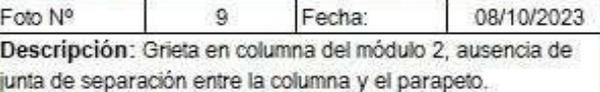


Iv.	38.24
Iv. norm.	40.62
	<b>¡V. ALTA!</b>

## ANEXO Nº 10: REGISTRO FOTOGRÁFICO

	"Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023".			Versión: 0
	REGISTRO FOTOGRÁFICO			RR-FF-2023-XX Página 1 de 6
<b>I.E INA Nº 54 - TAMBOGRANDE</b>		<b>I.E JORGE CHÁVEZ - TAMBOGRANDE</b>		
				
Foto Nº	1	Fecha:	08/10/2023	
Descripción: Vista aérea de la I.E INA Nº 54 obtenida con dron.		Descripción: Vista aérea de la I.E JORGE CHÁVEZ obtenida con dron.		
				
Foto Nº	2	Fecha:	08/10/2023	
Descripción: Vista aérea lateral de los dos módulos a evaluar, imagen obtenida mediante dron.		Descripción: Vista aérea lateral de los dos módulos a evaluar, imagen obtenida mediante dron.		
				
Foto Nº	3	Fecha:	08/10/2023	
Descripción: Vista aérea en planta de los dos módulos a evaluar, imagen obtenida mediante dron.		Descripción: Vista aérea en planta de los dos módulos a evaluar, imagen obtenida mediante dron.		

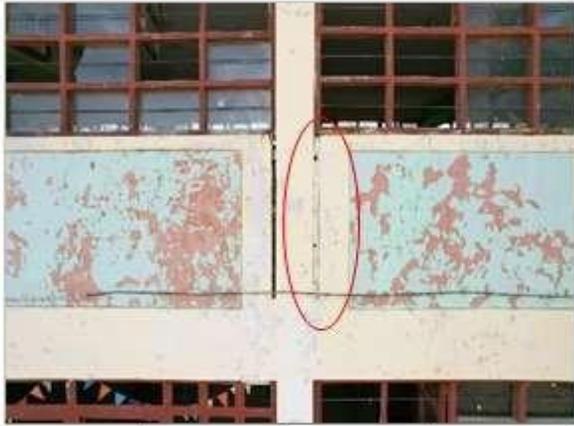
	<b>"Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023".</b>			Versión: 0			
	REGISTRO FOTOGRÁFICO			RR-FF-2023-XX Página 2 de 6			
<b>I.E INA N° 54 - TAMBOGRANDE</b>		<b>I.E JORGE CHÁVEZ - TAMBOGRANDE</b>					
							
Foto N°	4	Fecha:	08/10/2023	Foto N°	4	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Vista en elevación del módulo 1 a evaluar, posee sistema aporticado y de albañilería.		<b>Descripción:</b> Vista en elevación del módulo 1 a evaluar, posee sistema aporticado y de albañilería.					
							
Foto N°	5	Fecha:	08/10/2023	Foto N°	5	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Vista en elevación del módulo 2 a evaluar, posee sistema aporticado y de albañilería.		<b>Descripción:</b> Vista en elevación del módulo 2 a evaluar, posee sistema aporticado y de albañilería.					
							
Foto N°	6	Fecha:	08/10/2023	Foto N°	6	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Indicación de los puntos a sobrevolar con el dron.		<b>Descripción:</b> Indicación de los puntos a sobrevolar con el dron.					

		"Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023".		Versión: 0	
		REGISTRO FOTOGRÁFICO		RR-FF-2023-XX	
I.E INA Nº 54 - TAMBOGRANDE		I.E JORGE CHÁVEZ - TAMBOGRANDE		Página 3 de 6	
				Foto N° 7	
Foto N° 7		Fecha: 08/10/2023		Foto N° 7	
Fecha: 08/10/2023		Descripción: Indicación de los puntos a sobrevolar con el drone.		Foto N° 7	
Descripción: Indicación de los puntos a sobrevolar con el drone.		Foto N° 7		Fecha: 30/09/2023	
				Foto N° 8	
Foto N° 8		Fecha: 30/09/2023		Foto N° 8	
Fecha: 30/09/2023		Descripción: Ensayo de esclerometría en columnas del módulo 1 y 2.		Foto N° 8	
Descripción: Ensayo de esclerometría en columnas del módulo 1 y 2.		Foto N° 8		Fecha: 30/09/2023	
				Foto N° 9	
Foto N° 9		Fecha: 30/09/2023		Foto N° 9	
Fecha: 30/09/2023		Descripción: Ensayo de esclerometría en vigas peraltadas de ambos módulos.		Foto N° 9	
Descripción: Ensayo de esclerometría en vigas peraltadas de ambos módulos.		Foto N° 9		Fecha: 08/10/2023	
				Foto N° 9	
Foto N° 9		Fecha: 08/10/2023		Foto N° 9	
Fecha: 08/10/2023		Descripción: Grieta en columna del módulo 2, ausencia de junta de separación entre la columna y el parapeto.		Foto N° 9	
Descripción: Grieta en columna del módulo 2, ausencia de junta de separación entre la columna y el parapeto.		Foto N° 9		Fecha: 08/10/2023	

		"Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023".		Versión: 0							
		REGISTRO FOTOGRÁFICO		RR-FF-2023-XX							
I.E INA Nº 54 - TAMBOGRANDE		I.E JORGE CHÁVEZ - TAMBOGRANDE		Página 4 de 6							
				Foto Nº	10	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	10	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Junta de separación sísmica ineficaz, entre bloque de escalera y módulo 2.				<b>Descripción:</b> Desprendimiento de concreto en columna del módulo 1.							
				Foto Nº	11	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	11	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Descascaramiento de pintura, junta de dilatación entre corredor y aulas obstruida.				<b>Descripción:</b> Junta de separación entre módulos, se muestra que el modulo 1 ha tenido un asentamiento respecto al otro.							
				Foto Nº	12	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	12	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Grieta en viga que soportan la carga del corredor, tabiques con manchas.				<b>Descripción:</b> Grietas y desprendimiento de concreto en columna del módulo 2.							

		"Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023".		Versión: 0			
		REGISTRO FOTOGRÁFICO		RR-FF-2023-XX			
I.E INA Nº 54 - TAMBOGRANDE		I.E JORGE CHÁVEZ - TAMBOGRANDE					
							
Foto Nº	13	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	13	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Columnas estructurales con perforaciones para colocar luminarias, en el módulo 1.		<b>Descripción:</b> Corrosión de acero en bloque de las escaleras.					
							
Foto Nº	14	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	14	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Desprendimiento de concreto en esquina de unión entre corredores del módulo 1 y 2.		<b>Descripción:</b> Grietas en el nudo viga - columna, del módulo 2					
							
Foto Nº	15	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	15	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Columnas estructurales con perforaciones para colocar luminarias, en el módulo 2.		<b>Descripción:</b> Grietas y desprendimiento de concreto en la base de la columna del módulo 1.					

	"Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023".			Versión: 0 RR-FF-2023-XX			
	REGISTRO FOTOGRÁFICO			Página 6 de 6			
I.E INA Nº 54 - TAMBOGRANDE		I.E JORGE CHÁVEZ - TAMBOGRANDE					
							
Foto Nº	16	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	16	Fecha:	08/10/2023
Descripción: Diafragma rígido en el módulo 1				Descripción: Fisuras y levantamiento de un tramo de revestimiento en la base de la columna del módulo 1.			
							
Foto Nº	17	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	17	Fecha:	08/10/2023
Descripción: Conexión deficiente entre correa metálica y muro bajo en la zona de la cobertura.				Descripción: Grieta en viga que soporta carga de la losa en el voladizo del módulo 1:			
							
Foto Nº	18	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	18	Fecha:	08/10/2023
Descripción: Cobertura de calaminón inestable, con presencia de fuertes vientos puede levantarse.				Descripción: Columnas estructurales con perforaciones, en el segundo nivel del módulo 1.			

		"Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023".		Versión: 0			
		REGISTRO FOTOGRÁFICO		RR-FF-2023-XX			
		Página 6 de 6					
I.E INA N° 54 - TAMBOGRANDE			I.E JORGE CHÁVEZ - TAMBOGRANDE				
							
Foto N°	19	Fecha:	08/10/2023	Foto N°	19	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Descascaramiento de pintura en muros del primer y segundo nivel, del módulo 1.			<b>Descripción:</b> Desprendimiento del revestimiento en columna del modulo 1, estado actual del piso de la escalera.				
							
Foto N°	20	Fecha:	08/10/2023	Foto N°	20	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Junta de dilatación entre columna y tabique de albañilería obstruida.			<b>Descripción:</b> Parapetos mal conectados (sin junta), notorio desnivel del módulo 1 respecto al módulo 2.				
							
Foto N°	21	Fecha:	08/10/2023	Foto N°	21	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Fisuras y desprendimiento de concreto en el nudo viga-columna.			<b>Descripción:</b> Agujeros en tabiques de albañilería de los módulos 1 y 2.				

	"Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023".			Versión: 0 RR-FF-2023-XX			
	REGISTRO FOTOGRÁFICO				Página 6 de 6		
I.E INA Nº 54 - TAMBOGRANDE				I.E JORGE CHÁVEZ - TAMBOGRANDE			
							
Foto Nº 22		Fecha: 08/10/2023		Foto Nº 22		Fecha: 08/10/2023	
Descripción: Ventanas rotas en el módulo 2				Descripción: Manchas en tabiques de albañilería del módulo 2.			
							
Foto Nº 23		Fecha: 08/10/2023		Foto Nº 23		Fecha: 08/10/2023	
Descripción: Estado actual de cobertura de calaminón en los módulos 1 y 2.				Descripción: Agujero en cobertura del bloque de la escalera, cubrera desatornillada y fuera de lugar.			
							
Foto Nº 24		Fecha: 08/10/2023		Foto Nº 24		Fecha: 08/10/2023	
Descripción: Descascaramiento de pintura en tabiques y columnas de la parte trasera de los módulos 1 y 2.				Descripción: Cobertura de calaminón del módulo 2 en regular estado, alero de calamina con óxido.			

	<b>"Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023"</b>			Versión: 0			
	REGISTRO FOTOGRÁFICO			RR-FF-2023-XX Página 6 de 6			
<b>I.E INA Nº 54 - TAMBOGRANDE</b>		<b>I.E JORGE CHÁVEZ - TAMBOGRANDE</b>					
							
Foto Nº	25	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	25	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Estado actual de escalera de concreto armado		<b>Descripción:</b> Cobertura de calaminón del módulo 1 en regular estado, alero de calamina con óxido.					
							
Foto Nº	26	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	26	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Junta sísmica entre bloque de escalera y módulo 1.		<b>Descripción:</b> Ambiente de laboratorio, ausencia de junta de dilatación entre columna y tabique de albañilería.					
							
Foto Nº	27	Fecha:	08/10/2023	Foto Nº	27	Fecha:	08/10/2023
<b>Descripción:</b> Estado actual de aulas del módulo 1.		<b>Descripción:</b> Muros del segundo nivel del modulo 2 manchados y ventanas rotas.					

UCV UNIVERSIDAD COSTA RICA		"Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023".		Versión: 0			
REGISTRO FOTOGRÁFICO				RR-FF-2023-XX			
I.E INA N° 54 - TAMBOGRANDE				I.E JORGE CHÁVEZ - TAMBOGRANDE			
				<small>8 oct. 2023 1:17:37 p. m. 697 Duz00 Urb Mayor Jose Andres Robal Tambo Grande Punta Altitud: 82.4m # I.E JORGE CHÁVEZ - TIDE</small> <small>8 oct. 2023 1:03:04 p. m. A. H. Jose Carlos Marañon Tambo Grande Punta Altitud: 72.8m Velocidad: 1.0km/h # I.E JORGE CHÁVEZ - TIDE</small>			
Foto N°	28	Fecha:	08/10/2023	Foto N°	28	Fecha:	08/10/2023
Descripción: Estado actual de aulas del módulo 2.				Descripción: Estado actual de las escaleras de concreto armado.			
				<small>8 oct. 2023 1:17:37 p. m. 697 Duz00 Urb Mayor Jose Andres Robal Tambo Grande Punta Altitud: 82.4m # I.E JORGE CHÁVEZ - TIDE</small> <small>8 oct. 2023 1:03:04 p. m. A. H. Jose Carlos Marañon Tambo Grande Punta Altitud: 72.8m Velocidad: 1.0km/h # I.E JORGE CHÁVEZ - TIDE</small>			
Foto N°	29	Fecha:	08/10/2023	Foto N°	29	Fecha:	08/10/2023
Descripción: Zonas inundables en la I.E INA N° 54				Descripción: Estado actual de las aulas de los módulos 1 y 2.			
				<small>8 oct. 2023 1:17:37 p. m. 697 Duz00 Urb Mayor Jose Andres Robal Tambo Grande Punta Altitud: 82.4m # I.E JORGE CHÁVEZ - TIDE</small> <small>8 oct. 2023 1:03:04 p. m. A. H. Jose Carlos Marañon Tambo Grande Punta Altitud: 72.8m Velocidad: 1.0km/h # I.E JORGE CHÁVEZ - TIDE</small>			
Foto N°	30	Fecha:	08/10/2023	Foto N°	30	Fecha:	08/10/2023
Descripción: Entrada principal de la I.E INA N° 54				Descripción: Entrada principal de la I.E JORGE CHÁVEZ.			

Todas las imágenes aéreas obtenidas por el drone se pueden visualizar mediante el siguiente enlace:  
<https://drive.google.com/drive/folders/1bqfngTPeUPMmIclGwPtD7eAVjEL2ojtu?usp=sharing>

**ANEXO N° 11: METRADO DE CARGAS DE LOS MÓDULO I Y II DE LA I.E  
JORGE CHÁVEZ E INA N° 54**

ÁREA	Ejes	Techo	Descripción	e (m)	Altura (m)	P.u Tab acab (kg/m3)
TABIQUERÍA EN LA ZONA DE LAS PUERTAS	Eje 3, entre A y B	1	Tab. Alfeizar	0.15	2.00	2000.00
	Eje 3, entre B y C	1	Tab. Alfeizar	0.15	2.00	2000.00
	Eje 3, entre C y D	1	Tab. Alfeizar	0.15	2.00	2000.00
	Eje 3, entre D y E	1	Tab. Alfeizar	0.15	2.00	2000.00
	Eje 3, entre E y F	1	Tab. Alfeizar	0.15	2.00	2000.00
	Eje 3, entre F y G	1	Tab. Alfeizar	0.15	2.00	2000.00
TABIQUERÍA EN ZONA TRASERA	Eje 1, entre A y B	1	Tab. Alfeizar	0.15	1.30	2000.00
	Eje 1, entre B y C	1	Tab. Alfeizar	0.15	1.30	2000.00
	Eje 1, entre C y D	1	Tab. Alfeizar	0.15	1.30	2000.00
	Eje 1, entre D y E	1	Tab. Alfeizar	0.15	1.30	2000.00
	Eje 1, entre E y F	1	Tab. Alfeizar	0.15	1.30	2000.00
	Eje 1, entre F y G	1	Tab. Alfeizar	0.15	1.30	2000.00
TABIQUERIA EN PARAPETOS	Eje 4, entre A y B	1	Parapeto	0.15	1.00	2000.00
	Eje 4, entre B y C	1	Parapeto	0.15	1.00	2000.00
	Eje 4, entre C y D	1	Parapeto	0.15	1.00	2000.00
	Eje 4, entre D y E	1	Parapeto	0.15	1.00	2000.00
	Eje A, entre 3 y 4	1	Parapeto	0.15	1.00	2000.00
	Eje G, entre 3 y 4	1	Parapeto	0.15	1.00	2000.00
TABIQUERÍA EN PERIMETRO DE AZOTEA	Eje 4, entre A Y G	Azotea	Muro Bajo	0.15	0.40	2000.00
	Eje 1, entre A Y G	Azotea	Muro Bajo	0.15	0.20	2000.00
	Eje A, entre 1,2 3 y 4	Azotea	Muro Bajo	0.15	0.30	2000.00

ÁREA	Ejes	Techo	Descripción	e (m)	Altura (m)	P.u Tab acab (kg/m3)	Carga distr. (kg/ml)
TABIQUERÍA EN LA ZONA DE LAS PUERTAS	Eje 3, entre A y B	1	Tab. Alfeizar	0.15	2.00	2000.00	600
	Eje 3, entre B y C	1	Tab. Alfeizar	0.15	2.00	2000.00	600
	Eje 3, entre C y D	1	Tab. Alfeizar	0.15	2.00	2000.00	600
	Eje 3, entre D y E	1	Tab. Alfeizar	0.15	2.00	2000.00	600
TABIQUERÍA EN ZONA TRASERA	Eje 1, entre A y B	1	Tab. Alfeizar	0.15	1.30	2000.00	390
	Eje 1, entre B y C	1	Tab. Alfeizar	0.15	1.30	2000.00	390
	Eje 1, entre C y D	1	Tab. Alfeizar	0.15	1.30	2000.00	390
	Eje 1, entre D y E	1	Tab. Alfeizar	0.15	1.30	2000.00	390
TABIQUERIA EN PARAPETOS	Eje 4, entre A y B	1	Parapeto	0.15	1.00	2000.00	300
	Eje 4, entre B y C	1	Parapeto	0.15	1.00	2000.00	300
	Eje 4, entre C y D	1	Parapeto	0.15	1.00	2000.00	300
TABIQUERÍA EN PERIMETRO DE AZOTEA	Eje 4, entre A Y G	Azotea	Muro Bajo	0.15	0.40	2000.00	120
	Eje 1, entre A Y G	Azotea	Muro Bajo	0.15	0.20	2000.00	60
	Eje A, entre 1,2 3 y 4	Azotea	Muro Bajo	0.15	0.30	2000.00	90

#### METRADO DE CARGAS /INA Nº 54

<b>CARGAS VIVAS/M1/1er piso</b>		
AULAS	250	kg/m2
PASADIZOS Y ESCALERAS	400	kg/m2
<b>CARGAS VIVAS/M1/2do piso</b>		
TECHOS	100	kg/m2
CUBIERTA DE TECHO	30	kg/m2
<b>CARGAS VIVAS/M2/primer piso</b>		
AULAS	250	kg/m2
PASADIZOS Y ESCALERAS	400	kg/m2
TABIQUERÍA MOVIL	100	Kg/m2
<b>CARGAS VIVAS/M2/2do piso</b>		
TECHOS	100	kg/m2
CUBIERTA DE TECHO	30	kg/m2

#### CARGAS MUERTAS/M2/1ER Y 2DO PISO

PESO LADRILLO PARA LOSA ALIGERADA

90

Kg/m2

ACABADOS

190

kg/m2

TABIQUERÍA

e= 0.15 m

P.u alb= 1800 kg/m3

e tarr= 0.015 m

Pe tarr= 2000 kg/m3

P.u. Tabi. Acab= 2000.00 kg/m3

MODULO 1						
Ejes	Techo	Descripción	e	Altura	P.u Tab acab	Carga distr.
Eje 1 entre AyB	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.30	2000	390
Eje 1 entre ByC	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.30	2000	390
Eje 1 entre CyD	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.30	2000	390
Eje 1 entre DyE	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.30	2000	390
Eje 1 entre EyF	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.30	2000	390
Eje 1 entre FyG	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.30	2000	390
Eje 3 entre AyB	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.70	2000	510
Eje 3 entre ByC	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.70	2000	510
Eje 3 entre CyD	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.70	2000	510
Eje 3 entre DyE	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.70	2000	510
Eje 3 entre EyF	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.70	2000	510
Eje 3 entre FyG	1º	Tabiquería en alfeizar	0.15	1.70	2000	510
Eje 4 entre AyB	1º	Parapeto	0.15	1.20	2000	360
Eje 4 entre ByC	1º	Parapeto	0.15	1.20	2000	360
Eje 4 entre CyD	1º	Parapeto	0.15	1.20	2000	360
Eje 4 entre DyE	1º	Parapeto	0.15	1.20	2000	360
Eje 4 entre EyF	1º	Parapeto	0.15	1.20	2000	360
Eje 4 entre FyG	1º	Parapeto	0.15	1.20	2000	360
Eje 1 entre A-B-C-D-E-F-G	2º	Muro bajo	0.15	0.20	2000	60
Eje 4 entre A-B-C-D-E-F-G	2º	Muro bajo	0.15	0.20	2000	60
Eje A entre 1-2-3-4	2º	Muro bajo	0.15	0.20	2000	60



ANEXO N° 12: REGISTRO DOCUMENTARIO

REGISTRO DOCUMENTARIO				
TÍTULO	AUTOR	AÑO	PÁGINAS CONSULTADAS	FUEN
Estudio geotécnico y de mecánica de suelos, proyecto: "Evaluación de viviendas unifamiliares del distrito de Tambogrande - Piura"	Fernandez & Ramirez	2021	Página 11 al 21.	
Estudio de zonificación sismo-geotécnica del Distrito de Tambogrande	Dr Hernnado Tavera. et al.	2020		
Estudio de densidad de campo para el proyecto: Recuperación de la infraestructura de la I.E Inicial N° 037 Andrés Razuri del Distrito de Tambogrande - Piura	Cons			
Estudio de densidad Recuperación de la I.E Án				

## Especificaciones

### DJI Air 2S

#### Aeronave

- **Peso de despegue**
  - 595 g
- **Dimensiones**
  - Plegada:  
180 × 97 × 77 mm (largo × ancho × alto)
  - Desplegada:  
183 × 253 × 77 mm (largo × ancho × alto)
- **Longitud diagonal**
  - 302 mm
- **Velocidad máx. de ascenso**
  - 6 m/s (modo S)
  - 6 m/s (modo N)
- **Velocidad máx. de descenso**
  - 6 m/s (modo S)
  - 6 m/s (modo N)
- **Altura máx. de servicio sobre el nivel del mar**
  - 5000 m
- **Tiempo máx. de vuelo (sin viento)**
  - 31 minutos
- **Tiempo máx. en vuelo estacionario (sin viento)**
  - 30 minutos
- **Distancia máx. de vuelo (sin viento)**
  - 18,5 km
- **Velocidad máx. de vuelo (cerca del nivel del mar, sin viento)**
  - 19 m/s (modo S)
  - 15 m/s (modo N)
  - 5 m/s (modo C)
- **Resistencia máx. al viento**
  - 10,7 m/s
- **Ángulo máx. de inclinación**

- 35° (modo S)  
Delantera: 30°, Trasera: 20°, Izquierda: 35°, Derecha: 35° (modo N)
- **Velocidad angular máx.**
  - 250°/s (modo S)
  - 90°/s (modo N)
  - 60°/s (modo C)
- **Rango de temperatura de funcionamiento**
  - 0-40 °C (32-104 °F)
- **Frecuencia de funcionamiento**
  - 2.4 GHz
  - 5.8 GHz
- **Potencia del transmisor (PIRE)**
  - 2.4 GHz:  
FCC: ≤30 dBm  
CE: ≤20 dBm  
SRRC: ≤20 dBm  
MIC: ≤20 dBm
  - 5.8 GHz:  
FCC: ≤30 dBm  
CE: ≤14 dBm  
SRRC: ≤29 dBm
- **Rango de precisión en vuelo estacionario**
  - Vertical:  
±0.1 m (con posicionamiento visual)  
±0.5 m (con posicionamiento por GNSS)
  - Horizontal:  
±0.1 m (con posicionamiento visual)  
±1.5 m (con posicionamiento por GNSS)
- **Hélices**
  - Liberación rápida, reducción de ruido, plegables
- **Brazos de la aeronave**
  - Plegables
- **GNSS**
  - GPS + GLONASS + GALILEO
- **Brújula**
  - Brújula única
- **IMU**
  - IMU única

ANEXO N° 14: SOLICITUD DE PERMISO AL DIRECTOR DE LA I.E JORGE CHÁVEZ

**SOLICITO:** Autorización para realizar trabajo de investigación.

Señor:

**David Fernando Saavedra Palacios**  
Director de la I.E Jorge Chávez.

Nosotros, **María del Rocío Durand Silupú**, identificada con DNI N° 72040117, con domicilio en el Jirón Morropón N° 213 – Tambogrande y **Dixon Alexander Hernández Riofrio** identificado con DNI N° 72221778, con Domicilio en el AA.HH Mariátegui Calle San Martín Mz E lote 04 – Tambogrande.

Estudiantes del décimo ciclo de la **Universidad César Vallejo**, ante usted nos presentamos y exponemos:

Que, en cumplimiento de las normas académicas de la Universidad y con la finalidad de culminar nuestros estudios superiores en la especialidad de Ingeniería Civil, solicitamos a Ud. autorización para realizar nuestro trabajo de investigación en su Institución sobre la **“Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande”** para optar el título de Ingenieros civiles.

Por lo expuesto:

Rogamos a usted, señor director tenga bien en acceder a nuestra solicitud por ser de justicia.

**Tambogrande, 01 de Setiembre del 2023.**



Dixon Alexander Hernández Riofrio  
DNI N° 72221778

**SOLICITO:** Autorización para realizar trabajo de investigación.

Señor:  
**Edgar Felipe Navarro Santillán**  
Director de la IE INA N° 54

Nosotros, **María del Rocío Durand Silupú**, identificada con DNI N° 72040117, con Domicilio en el Jirón Morropón N° 213 – Tambogrande y **Dixon Alexander Hernández Riofrio** identificado con DNI N° 72221778, con Domicilio en el AA. HH Mariátegui Calle San Martín Mz E Lote 04 – Tambogrande

Estudiantes del décimo ciclo de la **Universidad César Vallejo**, ante usted nos presentamos y exponemos:

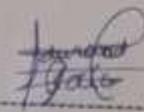
Que, en cumplimiento de las normas académicas de la Universidad y con la finalidad de culminar nuestros estudios superiores en la especialidad de Ingeniería Civil, solicitamos a Ud. autorización para realizar nuestro trabajo de investigación en su Institución sobre la **“Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande”** para optar el grado de ingenieros civiles.

Por lo expuesto:

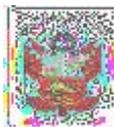
Rogamos a usted, señor director, tenga bien acceder a nuestra solicitud por ser de justicia.

**Tambogrande, 30 de agosto del 2023.**

UGEL TAMBOGRANDE	
INTE. EDUC. I.N.A. SI - TAMBOGRANDE	
MESA DE PARTES	
REG. EXP.	337
FECHA	30-08-2023
HORA	03:35 PM
FIRMA:	_____ N° FOLIOS: 1

  
-----  
María del Rocío Durand Silupú  
DNI N° 72040117

ANEXO N° 15: AUTORIZACIONES PARA REALIZAR EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN LA I.E JORGE CHÁVEZ E INA N° 54



**INSTITUCIÓN EDUCATIVA JORGE CHÁVEZ**  
**“ARRIBA, SIEMPRE ARRIBA, HASTA LAS ESTRELLAS”**



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

**EL DIRECTOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JORGE CHÁVEZ DEL  
DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE  
PIURA.**

**AUTORIZA**

A los estudiantes de INGENIERÍA CIVIL del décimo ciclo de la Universidad César Vallejo, Durand Silupú María del Rocío identificada con DNI N° 72221778 y Hernández Riofrio Dixon Alexander identificado con DNI N° 72221778, el acceso a la institución educativa para que puedan ejecutar su trabajo de investigación denominado **“Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande”** y puedan optar su título de Ingeniero civil.

Se expide la presente constancia a solicitud de las partes interesadas.

Tambogrande, 04 de setiembre del 2023





“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

Tambogrande 30 de Agosto del 2023.

Señor(es):

Durand Silupú María del Rocío

Hernández Riofrio Dixon Alexander

**Asunto:** Autorización para ejecución de trabajo de investigación en la I.E INA N° 54.

Estudiantes del décimo ciclo de la **Universidad César Vallejo** en la escuela de **Ingeniería Civil**, de la manera más atenta me dirijo a ustedes con el fin de brindarles acceso a las instalaciones para llevar a cabo su proyecto de investigación denominado **“Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande”** y puedan optar el título de Ingeniero civil.

Se expide el siguiente documento a solicitud de las partes interesadas.

Atentamente:

UGEL TAMBOGRANDE	
INSTITUCIÓN I.E. TAMBOGRANDE	
MESA DE PARTES	
REG. EXP.	337
FECHA	30-08-2023
HORA	03:35 Pm.
FIRMA:	 Nº FOLIOS: 1

Edgar Felipe Navarro Santillán  
Director de la I.E INA N° 54.

ANEXO N° 16: ENTREVISTA A LOS DIRECTORES DE LA I.E JORGE CHÁVEZ E INA N° 54



Universidad César Vallejo



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ENCUESTA PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA.

Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023.

Estudiantes:

Durand Silupú María del Rocío.  
Hernández Riofrio Dixon Alexander.

I.E. Jorge Chávez.

Departamento:

Piura

Provincia:

Piura

Distrito:

Tambogrande.

Fecha:

021 10 / 2023

Dirección:

AV. Cuzco S/N

Nombre:

David Fernando Saavedra Palacios.

1) Año de construcción de la institución educativa

1993

2) ¿Los ambientes donde se realizan las actividades académicas tienen un programa implementado para su mantenimiento y renovación?

- Sí y se cumple.  
 Sí y se cumple a veces.  
 Sí, Pero no se cumple.  
 No existe. (Pase a la pregunta 4)

3) ¿Cuánto tiempo hace que se realizó el último mejoramiento/mantenimiento a la I.E?

- Hace menos de 5 años.  
 Hace 5 años.  
 Hace más de 5 años.

4) ¿Con los últimos movimientos telúricos, la infraestructura educativa ha sufrido algún daño?

- Sí Indique el nivel de daño  Ligero  Moderado  Severo  
 No

5) ¿La infraestructura educativa se vio afectada por el último del fenómeno del niño?

- Sí  
 No

6) ¿Cómo califica el estado actual de la infraestructura educativa?

- Bueno  Regular  Deficiente

7) ¿Existen zona inundables en la institución educativa?

- Sí Indique: Cancha deportiva de tierra, zona de fuller.  
 No



INST. EDUC. "JORGE CHÁVEZ"  
TAMBOGRAÑDE  
Prof. David Fernando Saavedra Palacios  
DNI. 02871558  
DIRECTOR (E)



**ENCUESTA PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA.**

Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método Italiano junto con tecnología RPAS en edificaciones escolares públicas de Tambogrande, 2023.

<b>Estudiantes:</b>		<b>I.E.</b>
Durand Silupú María del Rocío. Hernández Riofrio Dixon Alexander.		INA N° 54
<b>Departamento:</b>	<b>Provincia:</b> PIURA	<b>Distrito:</b> TAMBOGRANDE
<b>Fecha:</b> 30 / 08 / 2023	<b>Dirección:</b> EL HUERTO, ALAMEDA ALBERTO FUJIMORI	
<b>Nombre:</b> EDGARO FELIPE NAVARRO SANTILLÁN		
1) Año de construcción de la institución educativa		
2) ¿Los ambientes donde se realizan las actividades académicas tienen un programa implementado para su mantenimiento y renovación?		
<input type="checkbox"/> Sí y se cumple. <input type="checkbox"/> Sí y se cumple a veces. <input type="checkbox"/> Sí, Pero no se cumple. <input checked="" type="checkbox"/> No existe. (Pase a la pregunta 4)		
3) ¿Cuánto tiempo hace que se realizó el último mejoramiento/mantenimiento a la I.E?		
<input checked="" type="checkbox"/> Hace menos de 5 años. <input type="checkbox"/> Hace 5 años. <input type="checkbox"/> Hace más de 5 años.		
4) ¿Con los últimos movimientos telúricos, la infraestructura educativa ha sufrido algún daño?		
<input checked="" type="checkbox"/> Sí Indique el nivel de daño <input checked="" type="radio"/> Ligero <input type="radio"/> Moderado <input type="radio"/> Severo <input type="checkbox"/> No		
5) ¿La infraestructura educativa se vio afectada por el último del fenómeno del niño?		
<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		
6) ¿Cómo califica el estado actual de la infraestructura educativa?		
<input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Deficiente		
7) ¿Existen zona inundables en la institución educativa?		
<input checked="" type="checkbox"/> Sí Indique: PATIO Y AULAS DEL PRIMER PISO, MÓDULO I Y II <input type="checkbox"/> No		



Firma y sello

ANEXO N° 17: ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA EN LA I.E JORGE CHÁVEZ E  
INA N° 54



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

✉ [area comercial@qualitypavements.com](mailto:area comercial@qualitypavements.com)  
✉ [area de administracion@qualitypavements.com](mailto:area de administracion@qualitypavements.com)  
✉ [gerencia@qualitypavements.com](mailto:gerencia@qualitypavements.com)

☎ (+51) 962 728 487  
☎ (+51) 947 284 840  
☎ (+51) 969 588 081

[www.qualitypavements.com](http://www.qualitypavements.com)

INFORME TÉCNICO - 213709

ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA  
SEGÚN NORMA: NTP 339.181

**PROYECTO:** "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA RPAS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE, 2023"

**UBICACIÓN:** TAMBOGRANDE - PIURA

DEPARTAMENTO: PIURA

PROVINCIA: PIURA

DISTRITO : TAMBOGRANDE

**SOLICITADO POR:**

DURAND SILPU MARÍA DEL ROCÍO

HERNÁNDEZ RUIFRIO DIXON ALEXANDER

PIURA, OCTUBRE DEL 2023

  
Luis Alberto Valdez Girón  
Ingeniero Civil  
CIP: 62041



**CONTENIDO**

1. MEMORIA DESCRIPTIVA .....	2
2. OBJETIVO .....	2
3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	2
4. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN OBRA .....	4
4.1 ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO .....	4
4.2 REGISTRO DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE ESCLEROMETRO Y RESULTADOS .....	5
5. ANEXOS .....	6



  
 Luis Alberto Valdez Girón  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 62041

## 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

El presente informe comprende el servicio de ensayo no destructivo de Esclerometría en el departamento de Piura - Provincia de Piura, Distrito de Tambogrande, para el proyecto: "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA RPAS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE, 2023", llevado a cabo con la finalidad de estimar la resistencia del concreto de las estructuras indicadas.

El trabajo en campo consistió en:

- 1) Realización in situ de los ensayos de Esclerometría, para determinar la resistencia del concreto en la estructura indicada por el solicitante.

Además, las muestras tomadas en campo se realizaron bajo la supervisión del encargado del Proyecto.

Además al presente informe, presentamos: Ensayos de laboratorio, resumen de resultados, Panel fotográfico.

## 2. OBJETIVO

- Estimar el desarrollo de la resistencia del concreto mediante el número de rebotes.

## 3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio considerada para la evaluación del Proyecto: "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA RPAS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE, 2023" está ubicada en el Distrito de Tambogrande - Provincia de Piura - Departamento de Piura.

Departamento: PIURA

Provincia : PIURA

Distrito : TAMBOGRANDE



  
Luis Alberto Valdez Girón  
Ingeniero Civil  
C.P.: 62041



**Distrito de Tambogrande, Provincia de Puno, Departamento de Puno.**

Luis Alberto Valdez Girón  
Ingeniero Civil  
CIP: 62041



#### 4. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN OBRA.

##### 4.1 ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO

###### ➤ **NORMATIVA**

La realización de este trabajo está regulada por las normas:

- NTP 339.181, Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)
- ACI 228.1 R, Métodos in situ para determinar la resistencia del concreto

###### ➤ **PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

###### • Selección de la superficie de ensayo

La estructura de concreto a ser ensayada será de por lo menos 100 mm de espesor y deberá estar fija dentro de una estructura.

###### • Preparación de la superficie de ensayo

El área de ensayo será de por lo menos 300 mm de diámetro. Las superficies de textura excesivamente áspera, blanda o con agregado suelto, deberán ser pulidas con la piedra abrasiva. Las superficies que no sean escaradas a la plancha no tendrán que ser pulidas.

Sostener el instrumento firmemente para el émbolo esté perpendicular a la superficie de ensayo. Constantemente empujar el instrumento hacia la superficie de ensayo hasta que el martillo impacte. Después del impacto, mantener presionado el instrumento y, si es necesario, oprimir el botón situado al costado del instrumento para trazar el émbolo en su posición retrada. Leer y registrar el número del rebote en la escala, aproximándolo al entero. Tomar diez lecturas de cada área de ensayo. Los ensayos de impacto estarán separados por más de 25 mm. Examinar la impresión hecha sobre la superficie del concreto después del impacto, y si el impacto produce tranción superficial o se rompe a través de un hueco de aire superficial, anular la lectura y tomar otra lectura.

  
Luis Alberto Valdez Girón  
Ingeniero Civil  
CIP: 62041



• **Seguridad del personal y laboral en campo**

En cumplimiento con la ley N° 29783 Seguridad y Salud en el trabajo y su modificatoria la Ley 30222, la Norma OHSAS 18001, el personal que realiza la extracción de muestras y ensayos técnicos en campo contará con los equipos de protección personal (EPP) y los accesorios de seguridad vial correspondientes a las labores que realizará:

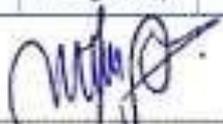
Ensayo de Esclerometría:

- Cascos contra golpes
- Protectores auditivos pasivos
- Guantes de Anticorte
- Cinturón de seguridad industrial para trabajo pesado

El personal destinado por nuestro laboratorio cuenta con SCTR (Seguro contra todo riesgo).

**4.2 REGISTRO DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE ENSAYO Y RESULTADOS**

ENSAVO	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO	UBICACIÓN	RESULTADO DE CARGA CORREGIDA. (F'c Kg/cm <sup>2</sup> )
Punto 01	Columna	LE INA 54	119
Punto 02	Columna	LE INA 54	94
Punto 03	Viga	LE INA 54	179
Punto 04	Columna	LE INA 54	105
Punto 05	Viga	LE INA 54	158
Punto 06	Viga	LE INA 54	158
Punto 01	Columna	LE Jorge Chávez	94
Punto 02	Columna	LE Jorge Chávez	162
Punto 03	Viga	LE Jorge Chávez	162
Punto 04	Columna	LE Jorge Chávez	137
Punto 05	Viga	LE Jorge Chávez	147
Punto 06	Viga	LE Jorge Chávez	158

  
 Luis Alberto Váñez Girón  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 62041



**5. ANEXOS**

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA) NTP 359.101 / ASTM C805									
Fecha de recepción: 30/06/2023					Orden de servicio : 213708				
Fecha de ensayo : 30/06/2023					Número de Informe : 11782				
Fecha de emisión : 07/10/2023									
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE:									
SOLICITANTE : DURAND SILVIO MARÍA DEL ROSO HERNÁNDEZ ROFROO DÍON ALEXANDER					MUESTREADO POR: QUALITY PAVEMENTS S.A.C				
PROYECTO : "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA RPAS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE, 2023"					UBICACIÓN: TAMBOGRANDE.				
DATOS DEL ENSAYO									
Estructura ensayada : Columna									
Características de la superficie: Cara vista, liso.									
Identificación del mástil: Esclerómetro, Serie 2022 – Certificado N° LFP-554-2023									
RESULTADOS									
Identificación de la muestra	Rebote 1	N° de tomas	N° de golpes	Índice de rebote	Área de superficie	Área de rebote	Factor de corrección	Resistencia (kg/cm²)	Valor que ofrece a la muestra
COLUMNA (P) 12x16 (P)		1	1	25	1.5	2400	1.00	19	1.20
		2	1	25					1.20
		3	1	25					1.20
		4	1	25					1.20
		5	1	25					1.20
		6	1	25					1.20
		7	1	25					1.20
		8	1	25					1.20
		9	1	25					1.20
		10	1	25					1.20
OBSERVACIONES									
El ensayo fue presenciado por el solicitante. Las ubicaciones de los puntos de mayor fuerza indicadas por el solicitante.									



*[Signature]*  
Luis Alberto Valdez Girón  
Ingeniero Civil  
CIP: 62041

El laboratorio Quality Pavements emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. Queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA) NTP 339.961 (ASTM C803)									
Fecha de recepción: 30/09/2023					Orden de servicio : 213788				
Fecha de ensayo : 30/09/2023					Número de informe : 11782				
Fecha de emisión : 07/10/2023									
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE									
SOLICITANTE : DURAND SILVU MARÍA DEL ROCÍO HERNÁNDEZ RÍFORD DIXON ALEXANDER							REGISTRADO POR: QUALITY PAVEMENTS SAC		
PROYECTO : "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA RPAS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE, 2023"							UBICACIÓN: TAMBOGRANDE.		
DATOS DEL ENSAYO									
Estructura ensayada : Columna					Características de la superficie: Cara vista, lisa.				
Identificación del material:					Esclerómetro, Serie 2022 - Certificado N° LPP-554-2022				
RESULTADOS									
Identificación de la muestra	Procedimiento	N° Toma	N° de Espesura	Indice de rebote	Factor de Corrección	Medida	Valor de Rebote	Resistencia	Valor que refiere a la medida
COLUMNA (C) 16x16 M <sup>2</sup>		1	1	35					0.00
		2	1	35					0.00
		3	1	35					2.00
		4	1	35					1.00
		5	1	35					3.00
		6	1	35		1.00	1.00	1.00	0.00
		7	1	35					1.00
		8	1	35					0.00
		9	1	35					0.00
		10	1	35					0.00
OBSERVACIONES									
El ensayo fue presenciado por el solicitante.									
Las ubicaciones de los puntos de ensayo fueron indicadas por el solicitante.									



  
 Luis Alberto Valdez Girón  
 Ingeniero Civil  
 C.P.: 62041

El laboratorio Quality Pavements emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. Queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA) NTP 326.031 / ASTM C803									
Fecha de recepción: 30/09/2023					Orden de servicio : 213785				
Fecha de ensayo : 30/09/2023					Número de informe : 11782				
Fecha de emisión : 07/10/2023									
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE									
SOLICITANTE : DURAND SELVO MARÍA DEL ROCÍO HERNÁNDEZ ROYRDO DIXON ALEXANDER					MUESTREADOR: QUALITY PAVEMENTS S.A.C				
PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA RPAS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE, 2023					UBICACIÓN: TAMBOGRANDE.				
DATOS DEL ENSAYO									
Estructura ensayada : Viga					Características de la superficie : Cara vista, lvo.				
Identificación del material: Esclerómetro, Serie 2022 - Certificado N° LPP-554-2023									
RESULTADOS									
Identificación de la muestra	Posición	N° Toma	N° de Ensayos	Valor de rebote	Posición del rebote	Medida	Factor de corrección	Resultado	El valor que debe usarse
MBAPO 15.44 M <sup>3</sup>		1	1	20					1.00
		2	1	20					1.00
		3	1	20					1.00
		4	1	20					1.00
		5	1	20					1.00
		6	1	20					1.00
		7	1	20					1.00
		8	1	20					1.00
		9	1	20					1.00
		10	1	20					1.00
OBSERVACIONES									
El ensayo fue presenciado por el solicitante. Las ubicaciones de las puntos de ensayo fueron indicadas por el solicitante.									



  
 Luis Alberto Valdez Girón  
 Ingeniero Civil  
 C.P.: 62041

El laboratorio Quality Pavements emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. Queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA) NTP 338.001 / ASTM C803								
Fecha de recepción: 30/09/2023			Orden de servicio : 215788					
Fecha de ensayo : 30/09/2023			Número de informe : 11782					
Fecha de emisión : 07/10/2023								
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE								
SOLICITANTE : DURAND SILVIA MARIA DEL ROCIO HERNÁNDEZ ROFRIO DIXON ALEXANDER						MUESTREO POR: QUALITY PAVEMENTS S.A.C		
PROYECTO : "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA NIMS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE, 2023"						UBICACIÓN: TAMBOGRANDE.		
DATOS DEL ENSAYO								
Estructura ensayada : Viga								
Características de la superficie : Cara vista, liso.								
Identificación del material: Esclerómetro, Serie 2022 - Certificado N° LFP-954-2023								
RESULTADOS								
Identificación de la muestra	Puntos	N° Tapa	N° de Espigas	Indice de Rebote	Rebote	Rebote	Rebote	Valor que corres a la medición
VBA(1) VBA(N°1)	1	1	1	28	300	400	100	100
	2	1	1	28				
	3	1	1	28				
	4	1	1	28				
	5	1	1	28				
	6	1	1	28				
	7	1	1	28				
	8	1	1	28				
	9	1	1	28				
	10	1	1	28				
OBSERVACIONES								
El ensayo fue presentado por el cliente. Las direcciones de los puntos de mayor fuerza indicadas por el cliente.								



Luis Alberto Valdez Girón  
Ingeniero Civil  
CIP: 62041



El laboratorio Quality Pavements emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. Queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA) NTP 338.081 / ASTM C805								
Fecha de recepción: 30/09/2023			Orden de servicio : 213769					
Fecha de ensayo : 30/09/2023			Número de informe : 11782					
Fecha de emisión : 07/10/2023								
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE								
SOLICITANTE : DURAND SILVU MARÍA DEL ROSO HERNÁNDEZ ROFRIO DIXON ALEXANDER			ENCARGADO POR: QUALITY PAVEMENTS SAC					
PROYECTO : "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA RPAS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE 2023"			UBICACIÓN: TAMBOGRANDE.					
DATOS DEL ENSAYO								
Estructura ensayada : Viga			Vigil					
Características de la superficie : Cara vista, Esc.			Escalónmetro, Serie 2023 - Certificado N° LFP-554-2023					
Identificación del material: Escalónmetro, Serie 2023 - Certificado N° LFP-554-2023								
RESULTADOS								
Identificación de la muestra	Rebote	N° Tests	N° de Espesores	Índice de rebote	Rebote	Rebote	Rebote	Rebote
M2A (P) C20 (P)	1	1	20	20				1.00
	2	1	20	20				1.00
	3	1	20	20				1.00
	4	1	20	20				1.00
	5	1	20	20				1.00
	6	1	20	20				1.00
	7	1	20	20				1.00
	8	1	20	20				1.00
	9	1	20	20				1.00
	10	1	20	20				1.00
OBSERVACIONES								
El ensayo fue presentado por el cliente.								
Las ubicaciones de los puntos ensayados fueron indicadas por el solicitante.								



  
 Luis Alberto Valdez Girón  
 Ingeniero Civil  
 C.P.: 62041

El laboratorio Quality Pavements emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. Queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA) MTP 339.181 / ASTM C805									
Fecha de recepción: 30/09/2023					Orden de servicio : 213709				
Fecha de ensayo : 30/09/2023					Número de informe : 11782				
Fecha de emisión : 07/10/2023									
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE									
SOLICITANTE : DURAND SILVIA MARIA DEL ROCIO HERNANDEZ ROFRO DION ALEXANDER					MUESTREO POR: QUALITY PAVEMENTS S.A.C				
PROYECTO : "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA BRAB EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE 2023"					UBICACIÓN: TAMBOGRANDE.				
DATOS DEL ENSAYO									
Estructura ensayada			Columna						
Características de la superficie			Cara vista, liso.						
Identificación del material			Esclerómetro, Serie 2022 - Certificada N° LFP-554-2023						
RESULTADO									
Identificación de la muestra	Profundidad	N° de rebotes	N° de rebotes	Índice de rebotes	Medida	Medida	Medida	Medida	Valor que afecta a la medición
COLUMNA PT 15.20M DE DIAM.	1	1	1	22	100	100	100	M	100
	2	1	1	22					100
	3	1	1	22					100
	4	1	1	22					100
	5	1	1	22					100
	6	1	1	22					100
	7	1	1	22					100
	8	1	1	22					100
	9	1	1	22					100
	10	1	1	22					100
OBSERVACIONES									
El ensayo fue presentado por el solicitante. Las ubicaciones de las juntas se marcan fueron indicadas por el solicitante.									

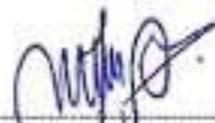


Luis Alberto Váñez Girón  
Ingeniero Civil  
CIP: 62041



El laboratorio Quality Pavements emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando como correcta y verdadera. Queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA) N°P 338.181 / ASTM C803									
Fecha de recepción: 30/09/2023			Orden de servicio : 213768						
Fecha de ensayo : 30/09/2023			Número de informe : 11782						
Fecha de emisión : 07/10/2023									
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE									
SOLICITANTE : DURAND SILVU MARÍA DEL ROCÍO HERNÁNDEZ ROSARIO DIXON ALEXANDER						MUESTREO POR: QUALITY PAVEMENTS SAC			
PROYECTO : "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA NIMS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE 2023"						UBICACIÓN: TAMBOGRANDE.			
DATOS DEL ENSAYO									
Estructura ensayada : Columna									
Características de la superficie : Cara vista, lisa.									
Identificación del material : Esclerómetro, Serie 2023 - Certificado N° LPP-554-2023									
RESULTADO									
Identificación de la muestra	Puntos	N° de ensayo	N° de ensayo	Índice de rebote	Medio	Desviación estándar	Medio	Valor que ofrece a la medida	
COLUMNA PE- LUJONES CHAVEZ	1	1	1	28	280	40	100	60	0.8
	2	1	1	28					0.8
	3	1	1	28					0.8
	4	1	1	28					0.8
	5	1	1	28					0.8
	6	1	1	28					0.8
	7	1	1	28					0.8
	8	1	1	28					0.8
	9	1	1	28					0.8
	10	1	1	28					0.8
OBSERVACIONES									
El ensayo fue presenciado por el solicitante.									
Las ubicaciones de los puntos de ensayo fueron indicadas por el solicitante.									

  
 Luis Alberto Yáñez Girón  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 62041



EE laboratorio Quality Pavements emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando así como verdadera. Queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA) MTP 338.181 / ASTM C803									
Fecha de recepción: 30/09/2023					Orden de servicio : 213789				
Fecha de ensayo : 30/09/2023					Número de informe : 11782				
Fecha de emisión : 07/10/2023									
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE									
SOLICITANTE : DURAND SILVIO MARÍA DEL ROSO HERNÁNDEZ ROFRIO GIRON ALEXANDER					REGISTRADO POR: QUALITY PAVEMENTS SAC				
PROYECTO : "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA RPAS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE, 2023"					UBICACIÓN: TAMBOGRANDE.				
DATOS DEL ENSAYO									
Estructura ensayada : Viga									
Características de la superficie : Cara vista, liso.									
Identificación del material : Esclerómetro, Serie 2022 - Certificado N° LPP-554-2023									
RESULTADOS									
Identificación de la muestra	Posición	N° Toma	N° de Espesores	Indice de Rebote	Temperatura Ambiente	Temperatura del Material	Temperatura del Aire	Temperatura del Humedad	Valor que aplica a la prueba
Muestra Q0462	P	1	1	28	23.0	20.0	10.0	60	1.00
		2	1	28					1.00
		3	1	28					1.00
		4	1	28					1.00
		5	1	28					1.00
		6	1	28					1.00
		7	1	28					1.00
		8	1	28					1.00
		9	1	28					1.00
		10	1	28					1.00
OBSERVACIONES									
El ensayo fue pasado por el sistema.									
Las observaciones de la prueba demuestran tener errores por el sistema.									



*[Firma]*  
Luis Alberto Váñez Girón  
Ingeniero Civil  
CIP 62041

El laboratorio Quality Pavements emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando como verdadera. Queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA) NTP 339.901 / ASTM C805									
Fecha de recepción: 30/09/2023					Orden de servicio: 213788				
Fecha de ensayo: 30/09/2023					Número de informe: 11782				
Fecha de emisión: 07/10/2023									
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE									
SOLICITANTE: DURAND SILVU MARÍA DEL ROCÍO HERNÁNDEZ RÍOFRIO DÍON ALEXANDER					REESTREPO POR: QUALITY PAVEMENTS SAC				
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA BRAS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE 2023					UBICACIÓN: TAMBOGRANDE				
DATOS DEL ENSAYO									
Estructura ensayada: Columna									
Características de la superficie: Care vista, liso.									
Identificación del material: Esclerómetro, Serie 3022 - Certificado N° LFP-554-3022									
RESULTADOS									
Identificación de la muestra	Posición	N° Total	N° de Ensayos	Valores de Rebote	Rebote promedio	Rebote promedio corregido	Rebote promedio corregido y promedio	Rebote promedio corregido y promedio	Valor que corresponde a la mediana
COLUMNA DE ALZOS OVAL	P	1	1	28	308	308	308	308	1.0
		2	28	1.0					
		3	28	1.0					
		4	28	1.0					
		5	28	1.0					
		6	28	1.0					
		7	28	1.0					
		8	28	1.0					
		9	28	1.0					
		10	28	1.0					
OBSERVACIONES									
El ensayo fue presenciado por el solicitante.									
Las observaciones de los datos del ensayo fueron indicadas con el símbolo									

*[Firma manuscrita]*

Luis Alberto Valdez Girón  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 62041



El Laboratorio Quality Pavements emite este soporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. Queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA) RTP 308.01 / ASTM C803									
Fecha de recepción: 30/09/2023					Orden de servicio : 213089				
Fecha de ensayo : 30/09/2023					Número de informe : 11782				
Fecha de emisión : 07/10/2023									
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE									
SOLICITANTE : DURAND SILVIO MARÍA DEL ROCÍO HERNÁNDEZ ROFRIO DIXON ALEXANDER					MUESTREO POR: QUALITY PAVEMENTS SAC				
PROYECTO : "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA RPAS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE, 2023"					UBICACIÓN: TAMBOGRANDE.				
DATOS DEL ENSAYO									
Estructura ensayada: Viga									
Características de la superficie: Ctra vista, lisa									
Identificación del equipo: Esclerómetro, Serie 2822 - Certificado N° LFP-556-2023									
RESULTADOS									
Identificación de la muestra	Puntos	N° Tarea	N° de disparos	Valor de rebote	Medio	Desviación	Factor de corrección	Valor que otros métodos	
MSAPU ALONSO CHAVEZ	1	1	20	38	31.8	0.80	1.00	42.0	
	2	1	21	37				41.0	
	3	1	22	37				41.0	
	4	1	23	37				41.0	
	5	1	24	37				41.0	
	6	1	25	37				41.0	
	7	1	26	37				41.0	
	8	1	27	37				41.0	
	9	1	28	37				41.0	
	10	1	29	37				41.0	
OBSERVACIONES									
El ensayo fue presentado por el solicitante.									
Las ubicaciones de los puntos ensayados fueron indicadas por el solicitante.									

Luis Alberto Valdez Girón  
Ingeniero Civil  
CIP: 62041



El Laboratorio Quality Pavements emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. Queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El Laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA) NTP-336.101 / ASTM C803									
Fecha de recepción: 30/09/2023					Orden de servicio : 213769				
Fecha de ensayo : 30/09/2023					Número de informe : 11782				
Fecha de emisión : 07/10/2023									
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE									
SOLICITANTE : DURAND SILVIO MARÍA DEL ROCÍO HERNÁNDEZ ROSARIO DÍON ALEXANDER					MOESTREADO POR: QUALITY PAVEMENTS S.A.C				
PROYECTO : "DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO JUNTO CON TECNOLOGÍA RPAS EN EDIFICACIONES ESCOLARES PÚBLICAS DE TAMBOGRANDE, 2023"					UBICACIÓN: TAMBOGRANDE.				
DATOS DEL ENSAYO									
Estructura ensayada : Viga									
Características de la superficie : Cera y cera, liso.									
Identificación del martillo : Esclerómetro Beta 2022 - Certificado N° LFP-554-2023									
RESULTADOS									
Identificación de la muestra	Posición	N° Toma	N° de golpes	Valor de rebote	Factor de rebote	Mediana	Factor de conversión	Recomendación	Valor que difiere a 2 unidades
WAPN EL JONAS DANIEL	P	1	1	38	1.00	38.0	1.00	38	3.0
		2	1	38					3.0
		3	1	37					3.0
		4	1	38					3.0
		5	1	38					3.0
		6	1	38					3.0
		7	1	38					3.0
		8	1	38					3.0
		9	1	38					3.0
		10	1	38					3.0
OBSERVACIONES									
El ensayo fue presenciado por el solicitante.									
Las ubicaciones de los puntos a ensayar fueron indicadas por el solicitante.									

Luis Alberto Valdez Girón  
Ingeniero Civil  
CIP: 62041



El laboratorio Quality Pavements emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. Queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

**Ensayo de Esclerometría en columnas y vigas de ambas LE en Tambogrande.**



  
 Luis Alberro Valdez Girón  
 Ingeniero Civil  
 CIP: 62041

# ANEXO 18: PANEL FOTOGRÁFICO



