

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL
COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL PABELLÓN “B” DE LA
INSITITUCIÓN EDUCATIVA 42241 HERMÓGENES ARENAS
YÁÑEZ, TACNA 2021”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. MENDOZA BERRIOS JOHAO ADEMIR

Bach. MARINO RAMOS WILDER DAIVIT

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL
COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL PABELLÓN “B” DE LA
INSITITUCIÓN EDUCATIVA 42241 HERMÓGENES ARENAS YÁÑEZ,
TACNA 2021”**

**Tesis sustentada y aprobada el 14 de noviembre del 2021 estando el jurado
calificador integrado por:**

PRESIDENTE:	Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE
SECRETARIO:	Mtro. WILBER PERCY MEDNOZA RAMIREZ
VOCAL:	Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRIAS
ASESOR:	Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES

DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Mendoza Berrios Johao Ademir, en calidad de: Grado de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 72969825.

Yo, Marino Ramos Wilder Daivit, en calidad de: Grado de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 74400585.

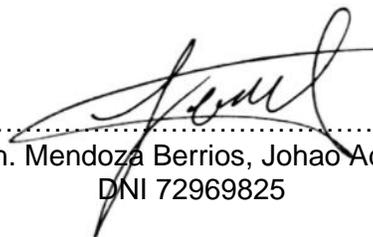
Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada: “*Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón “B” de la Institución educativa 42241 Hermógenes arenas Yáñez, Tacna 2021*”, la misma que presentamos para optar: *El título profesional de ingeniería civil.*
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta con derechos de terceros.
4. La tesis o ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a *La Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a *La Universidad* de cualquier daño que pudiéramos ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 14 de noviembre Del 2021



.....
Bach. Mendoza Berrios, Johao Ademir
DNI 72969825



.....
BACH. Marino Ramos, Wilder Daivit
DNI 74400585

DEDICATORIAS

A mis padres Ricardo y Tihany por su sapiencia, buen ejemplo, esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional.

A mi hermano Kevin por sus enseñanzas y por estar ahí siempre cuando necesité de su ayuda.

A mi hermano Abram por acompañarme en este largo camino.

A mi sobrino el pequeño Andrés por ser una luz de alegría y bendición para mi familia en estos tiempos difíciles.

A mi padrino José por compartir mis alegrías en los momentos más importantes.

A Karolina, por su apoyo, su amor y ser mi complemento.

A mis amigos y a todas las personas que aportaron en mi formación profesional.

Johao Ademir Mendoza Berrios

Dedicado a todas aquellas personas que aportaron en mi crecimiento personal y profesional, especialmente mis padres, Clotilde Sonia Ramos Estrada, Wilder Antonio Marino Huamán y a mi hermano Bastian Eduardo Corrales Ramos, de igual forma a un gran amigo Patricio Roberto Corrales Corihuinca y a Nicolle Esperanza Saldaña Lopez por su ayuda incondicional.

Wilder Daivit Marino Ramos

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos cada día y hacer posible esta etapa de nuestras vidas.

Agradecemos a nuestra familia entera por compartir nuestras alegrías y penas en todo momento.

Agradecemos a nuestra asesora Ingeniero Mtro. Dina Marlene Cotrado por su acompañamiento en nuestra etapa académica y el desarrollo de la presente investigación.

Agradecemos a la Universidad Privada de Tacna y su plantel de docentes por formarnos como profesionales, cumpliendo su misión plácidamente.

INDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADO	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIAS	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción del Problema.....	2
1.2. Formulación del Problema.....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas Específicos	2
1.3. Justificación e Importancia de la Investigación.....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo General	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. Hipótesis.....	3
1.5.1. Hipótesis General	3
1.5.2. Hipótesis Específicas.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes del estudio.....	5
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1. Sismicidad en el Perú	6
2.2.2. Sismicidad en la Ciudad de Tacna	7
2.2.3. Criterios de Estructuración según Blanco Blasco (1994).....	8
2.2.4. Sistemas Estructurales en Estructuras de Concreto Armado según la Norma Técnica Peruana E.030.....	9

2.2.5.	Patologías Estructurales	9
2.2.6.	Análisis Estático	11
2.2.7.	Análisis Dinámico Modal Espectral	11
2.2.8.	Ensayos para el Concreto	12
2.2.8.1.	Ensayos no Destructivos	12
2.2.9.	Control de Calidad del Concreto	16
2.3.	Definición de Términos	18
2.3.1.	Sismos	18
2.3.2.	Fallo	19
2.3.3.	Concreto Armado	19
2.3.4.	Columna	19
2.3.5.	Losa	19
2.3.6.	Muro Estructural	19
2.3.7.	Viga	19
2.3.8.	Acero	19
2.3.9.	Solicitaciones	20
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		21
3.1.	Tipo y Nivel de la Investigación	21
3.2.	Población y/o Muestra de Estudio	21
3.3.	Operacionalización de Variables	22
3.4.	Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos	23
3.5.	Procesamiento y Análisis de datos	26
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		27
4.1.	Evaluación Estructural	27
4.1.1.	Ubicación del Colegio	27
4.2.	Levantamiento de la Edificación	29
4.3.	Control de Patologías Estructurales	33
4.4.	Ensayo de Esclerometría	34
4.5.	Análisis Sísmico	37
4.5.1.	Propiedades de los Materiales	37
4.5.2.	Estructuración y Modelamiento	37
4.5.3.	Cargas Aplicadas	40
4.5.4.	Normas Empleadas	41
4.5.5.	Parámetros Sísmicos	41

4.5.5.1.	Factor de Zonificación Sísmica	41
4.5.5.2.	Factor de Uso	42
4.5.5.3.	Sistema Estructural y Coeficientes de Reducción	43
4.5.5.4.	Factor de suelo	44
4.5.6.	Cortante estático en la base	45
4.5.6.1.	Peso sísmico	45
4.5.6.2.	Periodo Fundamental de Vibración y Factores de Amplificación	47
4.5.6.3.	Cálculo del Cortante Estático en la Base	48
4.5.7.	Fuerza Cortante Dinámico en la Base	48
4.5.8.	Fuerza Cortante Mínima	49
4.5.9.	Desplazamientos y derivas de entrepiso	49
	DISCUSIÓN	51
	CONCLUSIONES.....	53
	RECOMENDACIONES	54
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
	ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variable dependiente.....	22
Tabla 2. Matriz de operacionalización de variable independiente	23
Tabla 3. Ficha de ensayo de resistencia del concreto utilizando el esclerómetro....	25
Tabla 4. Registro de los datos del martillo esclerómetro en el pórtico “D”	36
Tabla 5. Registro de los datos del martillo esclerómetro en el pórtico “F”	36
Tabla 6. Factores de zona sísmica “Z”	42
Tabla 7. Categoría de las edificaciones y factores “U” de uso.	43
Tabla 8. Coeficientes básicos de reducción “Ro”	44
Tabla 9. Factores de suelo	44
Tabla 10. Porcentaje de carga viva añadido al peso total permanente de las edificaciones.....	45
Tabla 11. Masas por piso	46
Tabla 12. Peso sísmico de la edificación.	46
Tabla 13. Periodos de vibración según los modos de vibración y la masa comprometida	47
Tabla 14. Parámetros de sitio.....	47
Tabla 15. Fuerza cortante dinámico en la base	49
Tabla 16. Comprobación de fuerza cortante mínima	49
Tabla 17. Límites de distorsión de entrepiso	50
Tabla 18. Distorsiones en ambas direcciones.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la zonificación sísmica del Perú	7
Figura 2. Mala configuración estructural	8
Figura 3. Niveles de patologías estructurales.....	11
Figura 4. Ensayo no destructivo (martillo esclerométrico)	12
Figura 5. Aplicación del ensayo del esclerómetro en la edificación a evaluar	13
Figura 6. Aplicación de prueba de ultrasonido	14
Figura 7. Aplicación de la estructura de escaneo óptico	15
Figura 8. Carbonatación del concreto	16
Figura 9. Ficha de control de patologías estructurales.....	24
Figura 10. Curvas para la tabulación de datos del modelo de esclerómetro	25
Figura 11. Modelamiento sísmico de la estructura del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.	26
Figura 12. Ubicación de la edificación analizada	27
Figura 13. Exteriores del colegio Hermógenes Arenas Yáñez.....	28
Figura 14. Exteriores del colegio Hermógenes Arenas Yáñez.....	28
Figura 15. Plano de planta de distribución en el primer nivel del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.....	29
Figura 16. Plano de planta de distribución en el segundo nivel del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.....	30
Figura 17. Plano de planta de distribución en el techo nivel del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.....	30
Figura 18. Plano de elevación frontal anterior del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.	31
Figura 19. Plano de elevación frontal posterior del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.	31
Figura 20. Plano de elevación lateral del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.....	32
Figura 21. Plano de estructuración del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.....	32
Figura 22. Vista del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez	33
Figura 23. Fisuración en las columnas cubierta por acabados	34
Figura 24. Ubicación de los puntos del ensayo de esclerometría en el pórtico “D” ..	35

Figura 25. Ubicación de los puntos del ensayo de esclerometría en el pórtico “F” ..	35
Figura 26. El pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez. posee un sistema estructural de muros estructurales y pórticos	38
Figura 27. Planta primer nivel de la estructura del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez modelada en el software Etabs v.18.1.1	38
Figura 28. Planta segundo nivel de la estructura del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez modelada en el software Etabs v.18.1.1.	39
Figura 29. Modelamiento 3D del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez	39
Figura 30. Distribución de cargas de la tabiquería en el primer y segundo nivel.....	40
Figura 31. Zonificación sísmica del Perú	42
Figura 32. Zonificación de suelos del mapa de peligros de la ciudad de Tacna	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Matriz de Consistencia	58
Anexo 2.	Ficha Nro. 1 de Control de Patologías Estructurales	60
Anexo 2.	Ficha Nro. 2 de Control de Patologías Estructurales	61
Anexo 2.	Ficha Nro. 3 de Control de Patologías Estructurales	62
Anexo 2.	Ficha Nro. 4 de Control de Patologías Estructurales	63
Anexo 2.	Ficha Nro. 5 de Control de Patologías Estructurales	64
Anexo 2.	Ficha Nro. 6 de Control de Patologías Estructurales	65
Anexo 2.	Ficha Nro. 7 de Control de Patologías Estructurales	66
Anexo 9.	Planos de Distribución, Estructuración y Elevaciones	67

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado *“Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón “B” de la institución educativa 42241 Hermógenes arenas Yáñez, Tacna 2021”* está basado en la observación, obtención de datos y posterior análisis para estimar comportamiento ante un evento sísmico ocurrido en la ciudad de Tacna. Primeramente, se realizó un levantamiento de la edificación, después se realizaron planos de arquitectura y estructuración correspondiente al bloque a analizar, luego, se procedió a hacer un control de patologías estructurales para tener conocimiento e información de cuan dañada puede estar la estructura o qué causas pudieron generar dichas patologías, se realizaron ensayos de esclerometría en puntos determinados para estimar la resistencia a la compresión promedio y finalmente se realizó el análisis sísmico con todos los datos alcanzados en el desarrollo de la investigación. Se llegó a la conclusión que el pabellón “B” de la I.E. Hermógenes Arenas Yáñez no presenta la funcionabilidad de una institución educativa convencional tal como indica la norma, por diversos motivos que se detallaron específicamente en la presente investigación.

Palabras clave: Patologías, estructural, evaluación, resistencia, funcionabilidad, institución educativa, estructuración.

ABSTRACT

The present research work called "*Structural evaluation to determine the seismic behavior of pavilion "B" of the educational institution 42241 Hermógenes Arenas Yáñez, Tacna 2021*" is based on the observation, data collection and subsequent analysis to estimate an event if it occurred in the city of Tacna. First, a survey of the building was carried out, then architectural and structuring plans corresponding to the block to be analyzed were made, then a control of structural pathologies was carried out to have knowledge and information on how damaged the structure may be or what causes were able to generate these pathologies, sclerometry tests were carried out at certain points to estimate the resistance to compression and finally the seismic analysis was carried out with all the data obtained in the development of the investigation. It was concluded that pavilion "B" of the I.E. Hermógenes Arenas Yáñez does not present the functionality of a conventional educational institution as indicated by the norm, for various reasons that are specifically detailed in this research.

Keywords: Pathologies, structural, evaluation, resistance, functionality, educational institution, structuring.

INTRODUCCIÓN

Es importante saber que son pocas las edificaciones que cuentan con un diseño sismorresistente en la ciudad de Tacna, a lo largo del tiempo, se evidencian fallas estructurales comunes en viviendas, colegios, edificios, etc.; producto del terremoto del 23 de junio del 2001, uno de los más fuertes de las dos últimas décadas.

La presente tesis evalúa la estructura del pabellón “B” del colegio Hermógenes Arenas Yáñez para obtener resultados de su comportamiento sísmico y así, llegar a las conclusiones que determinarán si la estructura opera una correcta funcionalidad como institución educativa en la ciudad de Tacna.

La importancia de esta investigación se desarrolla desde la localización de la zona (borde sur occidental de América del Sur) que, según artículos científicos, es una de las zonas sísmicas más activas de todo el mundo.

El estudio se enfocó en parte de la estructura del mencionado pabellón para determinar data precisa para proceder con el análisis sísmico según la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente del Perú, por lo tanto, deben ser capaces de resistir y seguir en continuidad de funcionamiento frente a movimientos sísmicos de gran magnitud.

Este informe de tesis se basa en una investigación de tipo explicativa, donde se extraerá información en campo mediante mediciones y ensayos in situ, desarrollo de planos y desarrollo de un modelo matemático para obtener los datos que permitirán hacer la evaluación estructural.

La información obtenida y la metodología aplicada nos permitirá determinar el comportamiento sísmico siguiendo los lineamientos de la norma indicada.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Los terremotos en el Perú son provocados por el proceso de subducción en el borde occidental del país, producto de la convergencia de las placas de Nazca y sudamericana.

El sur del Perú está delimitado como una zona de elevada actividad sísmica en el país.

En el sur del Perú existe una gran cantidad de edificaciones que no cuentan con una estructura capaz de comportarse adecuadamente frente a sismos de gran escala que puedan ocurrir.

Ante esta problemática, se pretende desarrollar el siguiente proyecto de investigación titulado *“Evaluación estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón “B” de la institución educativa 42241 Hermógenes arenas Yáñez, Tacna 2021”*.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la evaluación estructural del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez?
- ¿Cuál es el comportamiento Sísmico del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez?
- ¿Cuál es la respuesta en condiciones de servicio de los elementos estructurales del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

- Desde el punto de vista geográfico, ya que el mapa de zonificación sísmica de la

norma NTP E.030, indica que Tacna se encuentra ubicado en la zona de mayor sismicidad (zona 4).

- Desde el punto de vista normativo, ya que se reconoce que las edificaciones de clase “A” como Instituciones educativas deben asegurar una protección tal que resista todos los sismos que puedan ocurrir.
- Desde el punto de vista de social, ya que la realización de la presente investigación es de interés institucional, local, regional y nacional. Ya que se aporta información relevante sobre el comportamiento sísmico de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez para conocimiento de la municipalidad distrital de Tacna, el gobierno regional, y los organismos públicos y ministerios competentes.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluación de la estructura del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinación de las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.
- Realización del análisis sísmico del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez, según la norma de diseño sismorresistente.
- Determinación de la respuesta en condiciones de servicio de los elementos estructurales en el Pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

- El pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez tiene un comportamiento inadecuado

1.5.2. Hipótesis específicas

- Las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez influyen negativamente en el comportamiento sísmico de la estructura.
- Los resultados del análisis sísmico del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez, no siguen los parámetros de la norma E. 030.
- La respuesta de los elementos estructurales del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez no cumplen las condiciones de servicio de la norma E.060 de concreto armado.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

Aguirre et al. (2017) en su tesis titulada *“Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo III y IV en el municipio de Balboa, Risaralda”* se hace la evaluación de la vulnerabilidad estructural 9 estructuras de edificación, obteniendo los datos con fichas de evaluación, planos preliminares, de estado actual (en el tiempo de la investigación). Se Concluye que el 55.55 % de las edificaciones objeto de estudio del municipio de Balboa cumplen con el índice de sobre esfuerzo y la deriva, el cual la mayoría tiene un grado bajo de vulnerabilidad.

Quispe (2016) en su tesis titulada *“Evaluación estructural de los C.E.S. estatales entre el tiempo de servicio versus el riesgo, de su infraestructura actual en la ciudad de Juliaca”* determina la seguridad, operatividad y funcionabilidad de los elementos estructurales CES estatales de la ciudad de Juliaca. Concluye que la influencia del mantenimiento en la operatividad y seguridad de la infraestructura de las edificaciones CES estatales es determinante para mantener al 100 % de infraestructuras operativas y seguras.

Flores y Puma (2021) en su tesis titulada *“Evaluación estructural sísmica del pabellón “A” de la institución educativa parroquial San Martín de Porres, Tacna 2021”* evalúa el comportamiento estructural sísmico del Pabellón “A”, compara el pabellón mencionado con otros, demostrando deficiencia considerable. Concluye que el pabellón evaluado presenta un comportamiento estructural sísmico deficiente de acuerdo a la norma NTP E-030, así como deficiencias estructurales y patologías.

Diego y Aguirre (2015) en su tesis titulada *“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de escuelas públicas en la ciudad de Lircay utilizando un método de interacción sísmica suelo - estructura”* utiliza un método de interacción suelo - estructura para hacer la realización de un estudio de vulnerabilidad funcional en escuelas públicas, tocando aspectos relacionados con la ubicación, estructurales, no estructurales y funcionales; al determinar la vulnerabilidad se concluyó que se necesita acción inmediata de medidas necesarias para mitigar el riesgo potencial de un posible colapso y salvaguardar la integridad física de los alumnos que estudian en dicha escuela pública.

Chura (2012) en su tesis titulada *“Evaluación y propuesta de un plan de gestión de riesgo de origen sísmico en el distrito de ciudad nueva - Tacna”* realiza una recopilación de información mediante encuestas para la realización una evaluación del riesgo sísmico

a 86 viviendas del distrito de ciudad nueva. Concluye con la elaboración de un plan de gestión de riesgos con el objetivo de que se reduzca la vulnerabilidad del distrito ante desastres de origen sísmico, incrementando la sostenibilidad de los sistemas productivos y los asentamientos humanos, tomando en cuenta un conjunto de medidas referentes a la reducción de la vulnerabilidad institucional, la reducción de la vulnerabilidad social y la reducción de la vulnerabilidad físico o estructural. Para poder aplicar estas medidas, es fundamental la colaboración activa de las autoridades y la población.

Pacori (2012) en su tesis titulada *“Vulnerabilidad sísmica en edificaciones educativas públicas de concreto armado en la ciudad de Ayaviri. Puno - 2018”* hace la descripción de la vulnerabilidad sísmica en 5 colegios de la ciudad de Ayaviri con un sistema aporticado en un eje y albañilería en el otro respectivamente; al igual que la presente investigación, se hicieron ensayos in situ para estimar la resistencia real de las estructuras, así como información del terreno en el que se hicieron las fundaciones. Aplicando el análisis estático no lineal, la metodología ATC – 40, se llegó a la conclusión de que los colegios analizados presentan vulnerabilidad en cierto grado.

Yalico (2020) en su tesis titulada *“Análisis estructural para determinar el estado de habitabilidad del proyecto mejoramiento de los servicios de la Escuela de Post grado de la UNDAC”* evalúa estructuralmente la estructura mencionada según los lineamientos de las normas vigentes en ese año para determinar sostenibilidad en la estructura.

Paico (2020) en su tesis titulada *“Aplicación del método índice de vulnerabilidad para determinar la evaluación estructural en la I.E. N° 10828 Ex-Cosome Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque”* aplica el método índice de vulnerabilidad a través de un análisis sísmico para determinar la vulnerabilidad, aparte de eso, hace una propuesta de reforzamiento estructural.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Sismicidad en el Perú

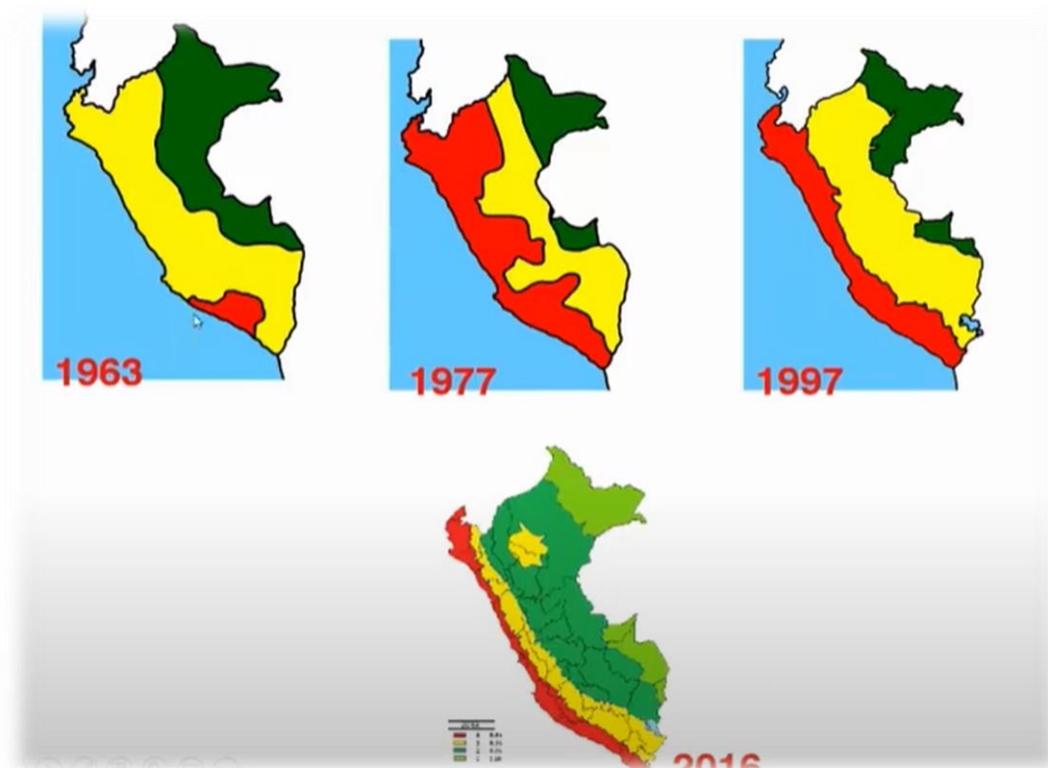
La sismicidad en el territorio peruano es debida al proceso de subducción de placas y a la dinámica de cada una de las unidades tectónicas presentes en el interior del continente. Los sismos de foco superficial se encuentran distribuidos entre la línea de la fosa peruano-chilena y la costa, desde el departamento de Tumbes hasta Tacna, y definen a la principal fuente sismogénica del país. La deformación cortical es considerada como la segunda fuente sismogénica al dar origen a sismos sobre los bordes de la

Cordillera Andina y zona subandina, para luego desaparecer completamente sobre la Llanura Amazónica. (Tavera et al., 2014).

La norma peruana NTP E.030 “*Diseño Sismorresistente*”, presenta zonas sísmicas en el territorio, según los eventos sísmicos a lo largo del tiempo, se ha ido afinando la zonificación sísmica como se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1

Evolución de la zonificación sísmica del Perú



Nota. El color rojo representa una zona de alta sismicidad, el amarillo, sismicidad regular, el verde oscuro, poca sismicidad, y el verde claro, escasa sismicidad. Tomado de Velásquez (2020).

2.2.2. Sismicidad en la Ciudad de Tacna

Uno de los sismos más recordados es el del terremoto del 23 de junio del 2001 de magnitud 6.9 en la escala de Richter, cuyo epicentro fue a 82 kilómetros de la línea costanera de Arequipa a una profundidad de 33 km, Se sabe que casi un tercio de la población según el censo de 1993 (220 000 hab.) quedaron damnificados. El terremoto ocasionó daños variados como por ejemplo daños a los canales y reservorios

ocasionando problemas sanitarios para la población. (Ministerio de Salud, 2005).

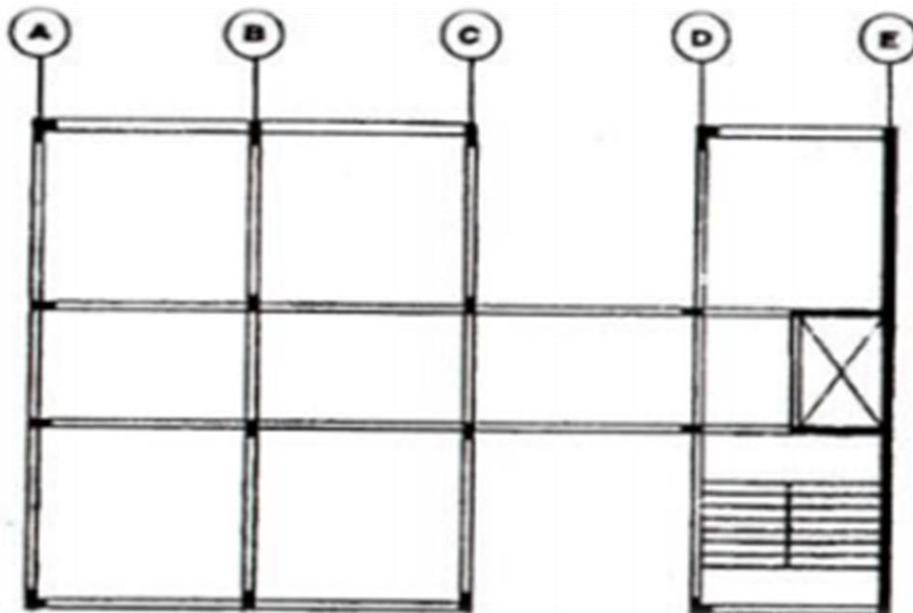
2.2.3. Criterios de Estructuración

Según Blanco Blasco (1994), mientras más compleja sea la estructura, más difícil resulta predecir su comportamiento sísmico. por tal razón, es aconsejable que la estructuración sea lo más simple y limpia posible, de manera que la idealización necesaria para su análisis sísmico se acerque a la estructura real. Además, se debe tratar de evitar que los elementos no estructurales distorsionen la distribución de fuerzas considerada, pues se generan fuerzas en elementos que no fueron diseñadas para estas condiciones, los principales criterios para lograr una estructura sismorresistente son la simplicidad y simetría, resistencia y ductilidad, uniformidad y continuidad de la estructura y por último rigidez lateral.

En la figura 2 se muestra un ejemplo claro de una mala configuración estructural de rigideces y áreas.

Figura 2

Mala configuración estructural



Nota. Planta con mucha rigidez en un extremo. Tomado de Blanco Blasco (1994).

2.2.4. Sistemas Estructurales en Estructuras de Concreto Armado

Según la norma técnica peruana E.030 (2018), se tienen los pórticos donde por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos, en caso se tengan muros estructurales, estos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez, muros estructurales, que es un sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base y sistema dual, donde las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que el 20 % y menor que el 70 % del cortante en la base del edificio.

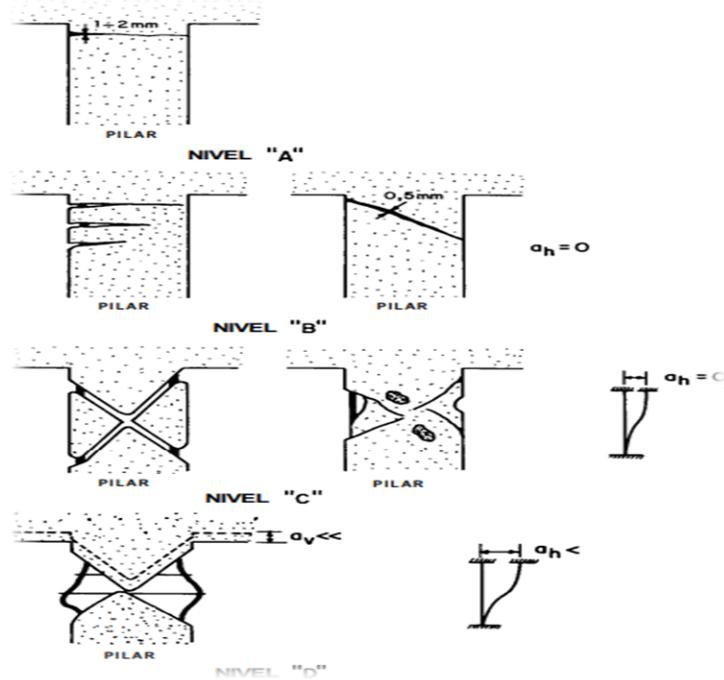
2.2.5. Patologías Estructurales

Es el estudio de las enfermedades como procesos anormales de causas conocidas o desconocidas. Para probar la existencia de una enfermedad, se examina la existencia de una lesión en sus niveles estructurales. Este concepto general puede ser aplicado a las estructuras, encontrando así una definición acertada de patología estructural. Se entiende, entonces, por patología estructural como el estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas, buscando detectar sus causas y proponer acciones correctivas o su demolición. Las patologías que aparecen por defectos, son aquellas relacionadas con las características intrínsecas de la estructura. Las patologías originadas por daños, son las que se manifiestan durante y/o luego de la incidencia de una fuerza externa a la edificación. Los daños pueden ser causados por un fenómeno natural, como un sismo, inundación, deslizamiento de tierras, entre otros. Aunque otro motivo posible podría ser el caso en el que la estructura se viera obligada a soportar una carga para la cual no fue diseñada, es decir, una sobrecarga. El tercer motivo de patologías puede ser el deterioro, generalmente se diseñan para que funcionen durante una vida útil, pero con el transcurrir del tiempo, la estructura presenta daños que deberán ser atendidas de manera inmediata. Una estructura puede estar debilitándose o en proceso de deterioro cuando se ven expuestas a la intemperie, al tercer motivo de patologías puede ser el deterioro, generalmente se diseñan para que contacto con sustancias químicas presentes en el agua o en el aire. (Cortes y Perilla, 2017).

Según Fernández (1994) para categorizar las patologías en pilares (columnas),

vigas y losas dañados por sismos, lo hace por niveles, tenemos el nivel "A", que son fisuras aisladas de flexión de 2 mm de anchura máxima, nivel "B", que representa fisuración abundante de flexión con espesores grandes y fisuras de cortante diagonal aisladas con anchura inferior a 0.5 mm, aún no han aparecido deformaciones permanentes, nivel "C", que son fisuras de cortante bidiagonales y/o desprendimientos locales de hormigón debidos a esfuerzos cortantes y compresión, y por último el nivel "D", donde el núcleo del hormigón falla. Las barras presentan pandeo. El elemento estructural, aunque presenta discontinuidad, aún no ha colapsado, Cabe resaltar que estos niveles, a pesar que en la figura 3 se aprecia gráficamente lo niveles en columnas, se pueden tomar como referencia con los elementos anteriormente mencionados (vigas, losas). Además, sostiene que puede haber una variedad de causas por las que un elemento estructural se puede fisurar, se menciona algunos factores que pueden influir directamente a la fisuración pueden ser los siguientes:

- Alto contenido de agua en el hormigón.
- Alta dosificación de cemento.
- Alto calor de hidratación del cemento.
- Los ciclos de humedad y sequedad debidos a la lluvia y al sol.
- La reacción de los álcalis del cemento con determinados áridos de naturaleza silícea.
- Los cambios de temperatura.
- El viento seco caliente o frío.
- Los ciclos de hielo y deshielo.
- El ataque de sulfatos sobre el aluminato tricálcico hidratado del cemento.
- Los movimientos de la estructura debido a asentamientos diferenciales o suelos expansivos.
- Los excesos de cargas estáticas o dinámicas.
- La corrosión de las armaduras en el hormigón armado especialmente en ambientes marinos o industriales.

Figura 3*Niveles de patologías estructurales*

Nota. Tomado de Fernández Cánovas (1994).

2.2.6. Análisis Estático

En este análisis se destacan tres ecuaciones fundamentales, la primera de éstas es la ley constitutiva, que aproxima las propiedades elásticas de los materiales como una variación lineal de esfuerzos y deformaciones. La evaluación de estas propiedades se realiza a través de ensayos de laboratorio. La segunda ecuación fundamental es del equilibrio estático que determina que los esfuerzos y deformaciones internos de un sistema estructural, así como de cada componente de éste (miembros estructurales), e incluso de cada elemento diferencial, todos deben relacionarse directamente con las cargas aplicadas y los desplazamientos generados sobre el sistema respectivamente. La tercera ecuación fundamental es la compatibilidad de deformaciones. (Carrasco, 2011).

2.2.7. Análisis Dinámico Modal Espectral

El análisis dinámico de estructuras se refiere al análisis de las pequeñas oscilaciones o vibraciones que puede sufrir una estructura alrededor de su posición de

equilibrio. El análisis dinámico es importante porque ese movimiento oscilatorio produce una modificación de los esfuerzos existentes, que deben tenerse en cuenta para lograr un diseño sísmico adecuado. (Torres, 2009).

2.2.8. Ensayos para Concreto

2.2.7.1 Ensayos no Destructivos

Desde hace una treintena de años, investigadores y especialistas de control han estado ensayando el poner a punto y desarrollar los ensayos no destructivos en general. Los métodos no destructivos como el ensayo de esclerometría, evitan sobre todo proceder a grandes extracciones de probetas, costosas y no siempre realizables. No obstante, en razón de la necesidad de un tarado con rotura previa de probetas, es obligado en un número de casos no despreciable el realizar, a pesar de todo, extracciones de probetas además de las auscultaciones. (Gorisse y Herrero, 1981).

En las figuras 4 y 5 se muestra el uso del martillo esclerométrico.

Figura 4

Ensayo no destructivo (martillo esclerométrico)



Nota. Correcta aplicación del martillo esclerométrico.
Tomado de Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala (2018).

Figura 5

Aplicación del ensayo del esclerómetro en la edificación a evaluar



Además del ensayo de esclerometría, Miño (2021) menciona los siguientes ensayos no destructivos:

- *Prueba de ultrasonido.* Su principio de funcionamiento es que mediante un transductor electroacústico se genera un impulso de vibración longitudinal y un segundo transductor recibe la señal, y mediante un circuito electrónico se mide el tiempo de tránsito tal como se muestra en la figura 6. Como ventajas se tiene que se usa sobre cualquier elemento, espesor y en elementos con dificultad de acceso; brinda información sobre la calidad del concreto, las mediciones experimentales se obtienen rápidamente, el costo del equipo es accesible; facilidad de localización de defectos en un elemento estructural. Como desventajas se tiene que Puede ser que los resultados se ven afectados por la humedad del concreto y con los niveles de armado.

Figura 6

Aplicación de prueba de ultrasonido

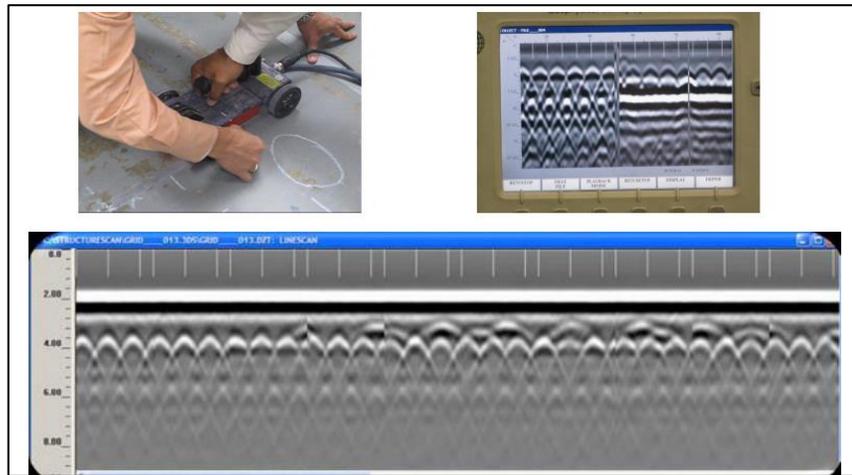


Nota. Tomado de Miño (2021).

- *Structure scan optical.* La estructura de escaneo óptico es la única herramienta de inspección de hormigón en el mercado con un lector óptico de código de barras y la tecnología para facilitar la pared y el piso de exploración. Estructura de escaneo óptico 3D ha revolucionado la recogida de datos mediante la simplificación de un proceso de estudio a menudo complicada, mientras que proporcionar los resultados más exactos en la industria. Se deben ajustar a las necesidades concretas, GSSI ahora ofrece dos versiones Estructura de escaneo. Uno puede elegir entre los fines generales de antena 1600 MHz con una profundidad de penetración de hasta 18", y el nuevo de alta resolución 2600 MHz antena, ideal para la localización de objetivos poco espaciados, con una profundidad de penetración de hasta 10", en la figura 7 se muestra la aplicación del escaneo óptico.

Figura 7

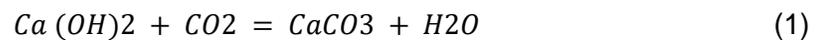
Aplicación de la estructura de escaneo óptico



Nota. Tomado de Miño (2021).

Con el paso del tiempo el concreto presenta un fenómeno de carbonatación que ocasiona un aumento de la dureza superficial, sin aumento de la resistencia mecánica. El anhídrido carbónico que contiene el aire, penetra en el concreto a través de los capilares y se combina con el hidróxido de calcio, disuelto en los poros del gel, formando carbonato de calcio neutro y agua (Mojica, 2019)

Esto lo podemos ver la ecuación 1 y la figura 8:



Donde:

$Ca(OH)_2$ = Hidróxido de calcio

CO_2 = Dióxido de carbono

$CaCO_3$ = Carbonato de calcio

H_2O = Agua

Figura 8

Carbonatación del concreto



Nota. Tomado de Mojica (2019).

2.2.9. Control de Calidad del concreto

Según Miño (2021), existen aspectos fundamentales para el control de calidad del concreto. Menciona los siguientes:

- *Control de calidad de los materiales.* El muestreo y ensayos realizados para la elaboración del concreto debe realizarse siguiendo los lineamientos de la norma técnica peruana (NTP) y el reglamento nacional de edificaciones (RNE) vigente, en el caso del cemento utilizado para la elaboración del concreto debe cumplir con los estándares mínimos de calidad otorgados por el proveedor, además de un almacenamiento y apilamiento correcto, según los establecido en el RNE, El agregado utilizado para la elaboración del concreto deberá cumplir los parámetros de calidad indicados en el RNE, estos deben ser manipulados como materiales independientes, siendo transportados, almacenados y ensayados sin que se produzca contaminación en los materiales, el agua empleada no debe contener cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias dañinas para el concreto, las barras de refuerzo corrugado deben cumplir con los requisitos para barras corrugadas de una de las siguientes normas NTP 341.031 barras de acero al carbono con resaltes y lisas para hormigón armado, NTP 339.186 barras con resaltes y lisas de acero de baja aleación para hormigón armado y finalmente el aditivo utilizado para la elaboración del concreto, no debe ser dañino para este.

- *Control de calidad de almacenamiento de los materiales.* Se debe tener en cuenta la forma en cómo se almacenarán los materiales, se considera que el almacenamiento de los materiales debe evitar la contaminación y pérdida de sus propiedades, todo material expuesto a contaminación o deterioro no podrá ser usado para la elaboración del concreto, para el almacenamiento del cemento, no se debe aceptar bolsas dañadas, el apilamiento máximo es de 10 bolsas las cuales deberán estar cubierta de tal forma que no expongan a la intemperie, para los agregados se almacenarán, de tal manera que se evita la segregación de estos y contaminación con materiales de distinta composición, para las barras de acero de refuerzo, serán almacenadas en un lugar seco, aislado del suelo y protegido de la humedad, tierra, sales, aceite y grasas, para los aditivos, su almacenamiento no deberá exceder los 6 meses, desde la fecha del último ensayo.
- *Requisitos de durabilidad.* Para que el concreto presente la durabilidad deseada para una edificación se debe considerar la relación agua/cemento, las proporciones de esta relación determinan la resistencia y durabilidad del concreto endurecido, siendo fundamental el control y verificación de esta proporción en la elaboración de concreto a pie de obra.
- *Calidad del concreto, mezclado y colocación.* La dosificación debe permitir la trabajabilidad del concreto, para su facilidad de colocación dentro del encofrado y alrededor del refuerzo, también debe lograr la resistencia a la compresión para la cual fue diseñada.
- *Preparación del equipo y del lugar de colocación del concreto.* Es importante tener en cuenta que todo equipo utilizado para su transporte debe estar limpio, el encofrado debe estar recubierto por desmoldante adecuado, la superficie del concreto endurecido debe estar libre de lechada y de otros materiales perjudiciales o deleznable antes de colocar concreto adicional sobre ella.
- *Mezclado del concreto.* Para un correcto control de este aspecto el mezclado debe ser homogéneo, de tal forma que los materiales que componen el concreto sea uniforme, la mezcladora debe encontrarse en buenas condiciones, de tal forma que logre mezclar adecuadamente los materiales y descargar sin segregación alguna, la mezcladora debe girar a la velocidad recomendada por el fabricante, el mezclado se realizará mínimamente 90 segundos, después que todos los materiales se encuentran dentro del tambor. Se debe respetar la dosificación del diseño de mezcla.

- *Colocación del concreto.* La colocación del concreto debe ser próxima a su ubicación, para evitar la segregación, la colocación del concreto debe realizarse con una velocidad constante, para mantener su estado plástico, no se debe colocar en una estructura concreto antiguo, con el concreto nuevo, la colocación de concreto se debe realizar de manera continua, hasta la culminación de este, la colocación del concreto debe ser acompañada por una correcta vibración, de tal forma que la distribución del concreto sea uniforme, dentro de los límites establecidos de vaciado.
- *Protección y curado.* Para un correcto control ante clima, temperatura y humedad, se tiene que la colocación del concreto no debe ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas, la temperatura del concreto no deberá ser mayor a 32 °C durante la colocación del concreto, evitando pérdida de asentamiento, fragua instantánea, en caso el concreto exceda esta temperatura se deberá tomar medidas de protección, el curado por vía húmeda debe realizarse constantemente durante 7 días, el curado por vía húmeda podrá sustituido por cualquier otro medio de curado, siempre y cuando se demuestre que la resistencia a la compresión del concreto, en la etapa de carga considera, sea por lo menos igual a la resistencia de diseño requerida en dicha etapa de carga.

2.3. Definición de Términos

2.3.1. Sismos

Los sismos son vibraciones de la tierra originado por la rápida liberación de energía en forma de onda que se propaga en todas las direcciones desde el origen del terremoto denominado foco. La gran parte de los terremotos ocurren a lo largo de inmensas fracturas denominado fallas. (Tarbuck y Lutgens, 2005).

2.3.2 Fallo

La *finalización* de la capacidad de un elemento para desempeñar la función requerida. (Sepúlveda, 2017).

2.3.3. Concreto Armado

Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero. (N.T.P. E.060).

2.3.4 Columna

Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial a compresión. (N.T.P. E.060, 2009).

2.3.5 Losa

Elemento estructural de espesor reducido respecto a sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. (N.T.P. E.060, 2009).

2.3.6 Muro Estructural

Elemento estructural generalmente vertical empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano proveniente de empujes laterales de suelos o líquidos. (N.T.P. E.060, 2009).

2.3.7 Viga

Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante. (N.T.P. E.060, 2009).

2.3.8 Acero

Es Fusión de hierro y carbono en diferentes proporciones que pueden llegar hasta el 2 % de carbono, sometida a temple, adquiere elasticidad y dureza. (López y Torres, 2007).

2.3.9 Solicitaciones

Fuerzas u otras acciones que afectan las estructuras debido al peso propio de la misma, de los elementos no estructurales, de sus ocupantes y sus posesiones, de efectos ambientales tales como el viento o el sismo, de los asentamientos diferenciales y de los cambios dimensionales causados por variaciones de temperatura. (López y Torres, 2007).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel de la Investigación

La investigación será tipo *explicativa* porque la finalidad de esta es resolver el problema referente al comportamiento sísmico de la estructura indicada.

Se realizarán los procedimientos y técnicas de recolección de datos convenientes para el dimensionamiento y estructuración del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez con el objetivo de obtener los planos de arquitectura y estructuración que nos ayudarán a obtener correctas representaciones graficas de la mencionada edificación.

Se realizarán los procedimientos y técnicas de recolección de datos convenientes para la identificación de patologías estructurales del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez; así como la realización de ensayos in situ para obtener los valores de las propiedades mecánicas de los elementos que conforman la estructura del pabellón.

Se realizarán los procedimientos para el correcto uso del software para la evaluación estructural correspondiente.

El nivel de investigación será *integrativo* porque como ya mencionamos anteriormente, el objetivo principal es la evaluación de la estructura del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez

3.2. Población y/o Muestra de Estudio

La población está representada por las Instituciones Educativas de la ciudad de Tacna. La muestra será el pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.

La muestra será el pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.

3.3. Operacionalización de Variables

Se muestra en la tabla 1 y tabla 2 la operacionalización de variables de la matriz de consistencia (anexo 1).

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variable dependiente

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Indicadores	Dimensiones
Comportamiento estructural del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez	Capacidad para soportar una carga por unidad de área	Resistencia a la compresión.	Kilogramo por centímetro cuadrado
	Es un parámetro que singulariza el comportamiento elástico	Módulo de elasticidad.	Kilogramo por centímetro cuadrado
	Fuerza lateral total consecuencia de fuerzas inerciales	Fuerza cortante estático basal.	Toneladas
	Tiempo en que tarda una onda sísmica en terminar su ciclo dependiendo del sistema estructural.	Periodo de vibración	Segundos
	Máximo desplazamiento relativo de entrepiso	Desplazamientos y laterales relativos admisibles	Centímetros
	Fuerza lateral total consecuencia de fuerzas dinámicas	Fuerza cortante dinámico.	Toneladas.

Tabla 2*Matriz de operacionalización de variable independiente*

Variable Independiente	Definición Conceptual	Indicadores	Dimensiones
Evaluación estructural del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez	Fallas estructurales por causas conocidas o desconocidas. Parámetros para determinar el análisis sísmico.	Patologías estructurales	Adimensional.
	Parámetros para determinar el análisis sísmico.	Parámetros sísmicos	Adimensional.
	Configuración estructural en función a materiales predominantes y estructuración.	Sistema estructural	Adimensional.
	Peso propio o inducido que soporta una estructura	Cargas y sobrecargas	Kilogramo por centímetro cuadrado.

3.4. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

Las técnicas usadas para la recolección de datos fueron:

- Mediante el método cualitativo, que es la observación in situ de las instalaciones y elementos visiblemente dañados o con fallas estructurales y registrarlas en fichas de control de patologías estructurales.
- Mediante el método cuantitativo, para hacer un levantamiento de los elementos estructurales que conforman el pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez para así obtener las medidas precisas para el modelamiento matemático que nos servirá para realizar el análisis sísmico correspondiente a la presente investigación.
- Mediante ensayos in situ de esclerometría, para determinar la resistencia a la

compresión de los elementos estructurales (principalmente los comprometidos sísmicamente) a esto nos referimos de los que reciben más carga estática y dinámica. Este dato nos dará partida al análisis sísmico de la edificación.

Como instrumentos para la recolección de datos tenemos:

- Fichas de inspección y reconocimiento de fallas, estas se utilizarán para para hacer una correcta gestión de la información recibida a través de la observación aplicada como técnica de recolección de datos al momento de inspeccionar la edificación a evaluar, en la figura 9 se detallan los parámetros considerados, en los anexos 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se encuentran en su totalidad las fichas con la información correspondiente.
- Fichas de ensayo de esclerometría, estos nos permitirán almacenar los datos obtenidos por el martillo esclerométrico, en la tabla 3 se puede apreciar a nivel de detalle, para la tabulación de datos los resultados del martillo esclerométrico, se tiene un ábaco mostrado en la figura 10.

Figura 9

Ficha de control de patologías estructurales

FICHA DE CONTROL DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES					
DATOS DE LA EDIFICACION					
EDIFICACION					
DEPARTAMENTO					
PROVINCIA					
DISTRITO					
DIRECCION					
USO DE EDIFICIO					
TIEMPO					
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE X					
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE Y					
DATOS DEL EVALUADOR (ES)					
NOMBRES Y APELLIDOS					
GRADO DE INSTRUCCIÓN/ESPECIALIDAD					
INSTITUCION/UNIVERSIDAD					
DATOS DEL CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES					
FECHA DE INSPECCION					
HORA DE INSPECCION					
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFIA
	b (cm)	h (cm)	L (m)		
COLUMNA					
VIGA					
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL					
POSIBLE CAUSA					

Nota. Las dimensiones “b”, “h”, y “L”, corresponden base, altura y longitud del elemento estructural respectivamente.

Tabla 3

Ficha de ensayo de resistencia del concreto utilizando el esclerómetro

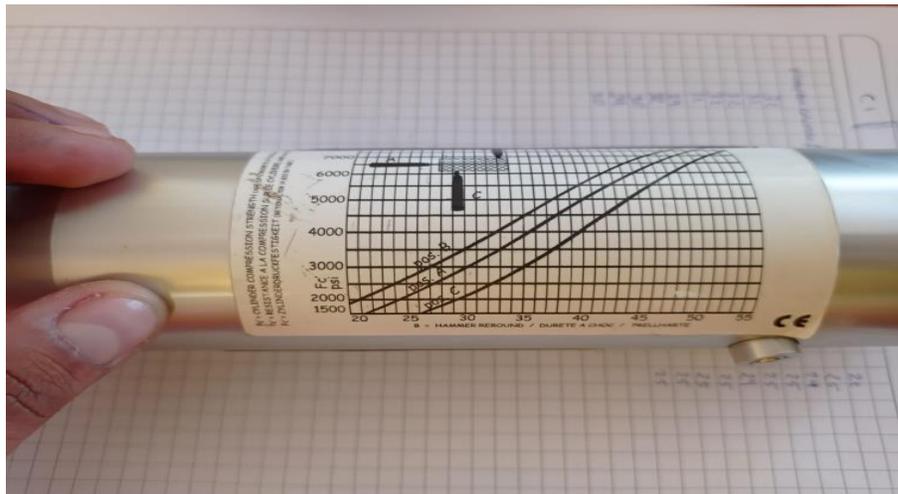
Nro.	Elemento Estructural	Descripción	Lecturas Tomadas												Promedio (U)	u	U-u
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12			
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	

Promedio Total

Nota. Para un correcto almacenamiento se toman las 12 lecturas del esclerómetro (P1 al P12), un promedio aritmético (U) de estas y la desviación estándar (u) según el elemento estructural que corresponda.

Figura 10

Curvas para la tabulación de datos del modelo de esclerómetro



Nota. Martillo esclerómetro marca Punzuar LTDA serie TCP 144-1201.

- Planos de estructuración y estado actual, estos planos nos facilitan la representación gráfica para la configuración estructural y distribución arquitectónica de la situación actual de la edificación a evaluar, también servirán para distribuir las ubicaciones de las estructuras que podrían tener alguna patología, también para la referenciación de los puntos de ensayo de esclerometría. En el anexo 9, se encuentran los planos correspondientes.

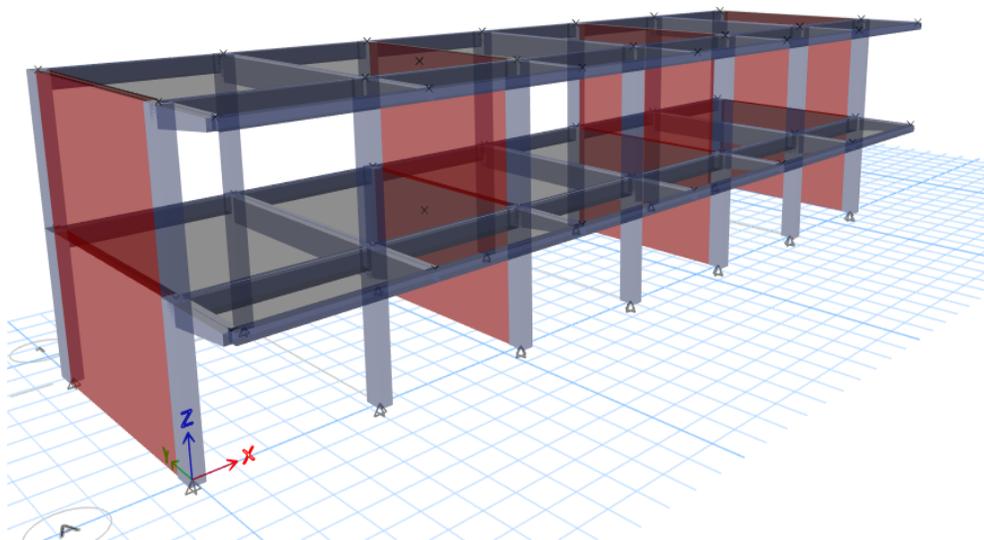
3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

El procesamiento y análisis se hizo mediante fichas en campo, en las cuales se fue colocando la información de las estructuras de las edificaciones escolares.

Se realizó la evaluación usando el software Etabs 2018, basándonos en la norma de diseño sismorresistente E.030, para ello se hizo un modelado sísmico de la estructura a evaluar como se muestra en la figura 11.

Figura 11

Modelamiento sísmico de la estructura del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

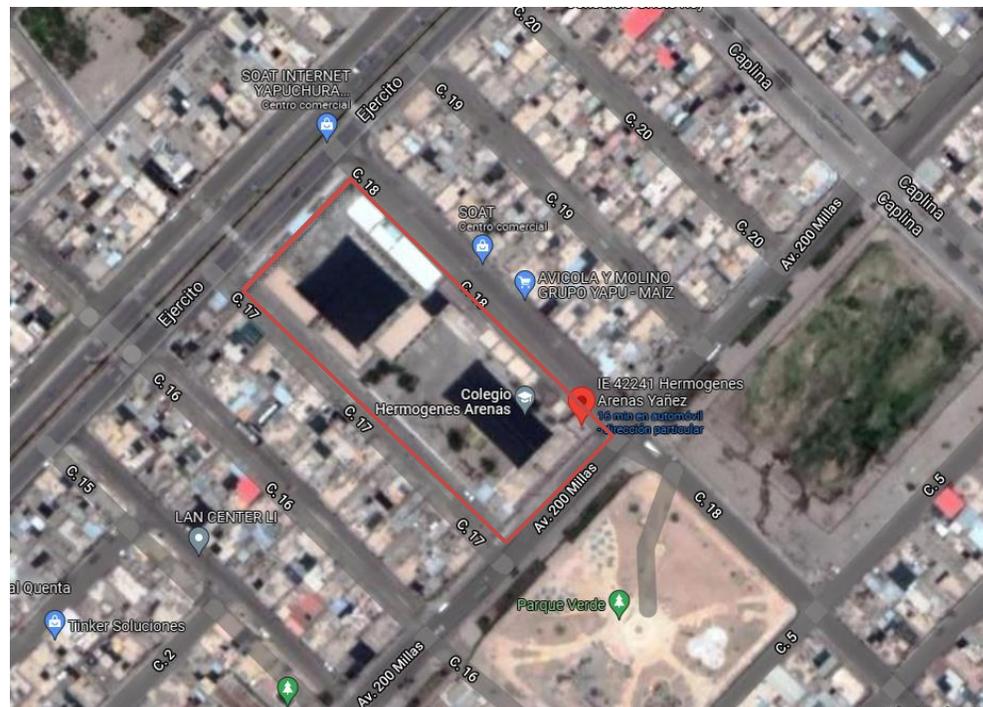
4.1. Evaluación Estructural

4.1.1. Ubicación del Colegio

La institución educativa Hermógenes Arenas Yáñez está ubicada en centro poblado Leguía $18^{\circ}62'17.96''$ Latitud Sur y $70^{\circ}16'51.94''$ Longitud Oeste, a continuación, en la figura 12 se muestra una imagen satelital de la edificación y los exteriores de la edificación se muestran en la figura 13 y figura 14.

Figura 12

Ubicación de la edificación analizada



Nota. Imagen satelital de la ubicación de la edificación.

Figura 13

Exteriores del colegio Hermógenes Arenas Yáñez

**Figura 14**

Exteriores del colegio Hermógenes Arenas Yáñez



4.2. Levantamiento de la Edificación

Con el fin de obtener las dimensiones de la edificación se realizó levantamiento respectivo, se reconocieron un total de 6 aulas, 3 en el primer nivel y 3 en el segundo nivel, además de estos ambientes, un balcón típico en el segundo nivel. En las figuras 15, 16, 17, 18, 19 y 20 se muestran los planos de arquitectura, en la figura 21, el plano de estructuración.

Figura 15

Plano de planta de distribución en el primer nivel del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez

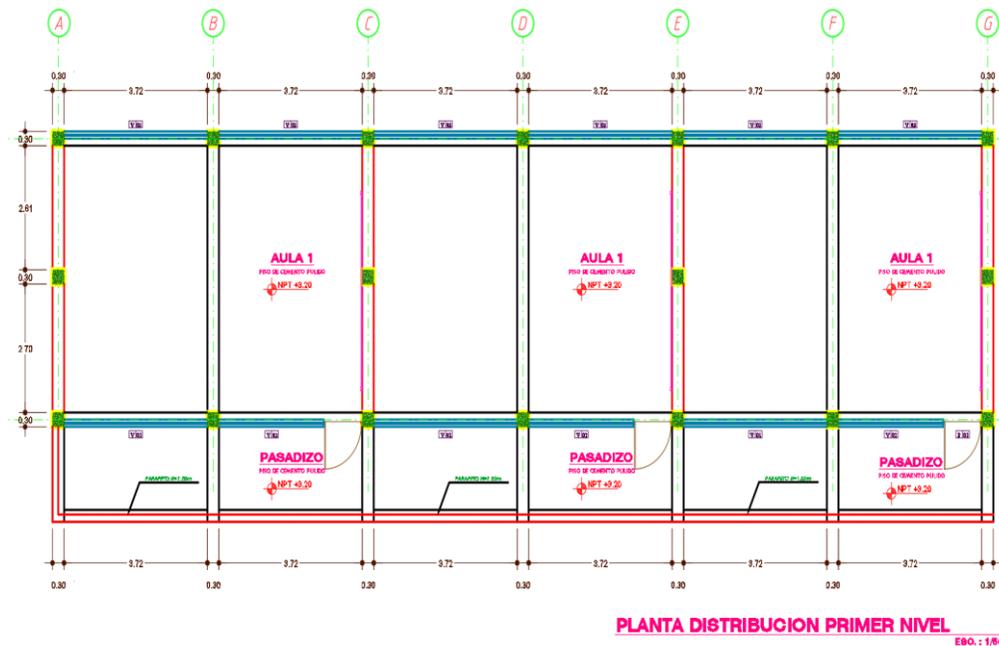


Figura 16

Planos de planta de distribución en el segundo nivel del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez

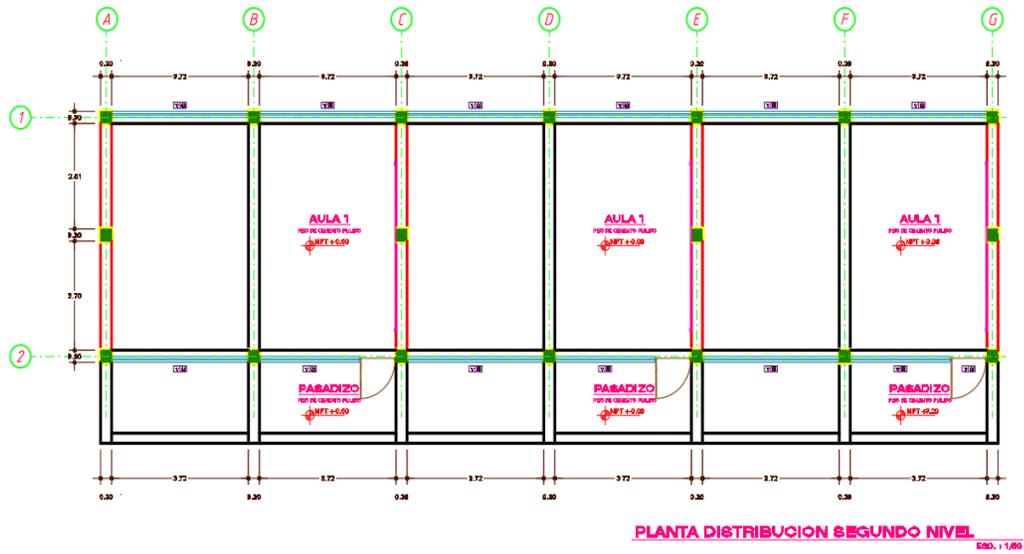


Figura 17

Planos de planta de distribución en el techo del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez

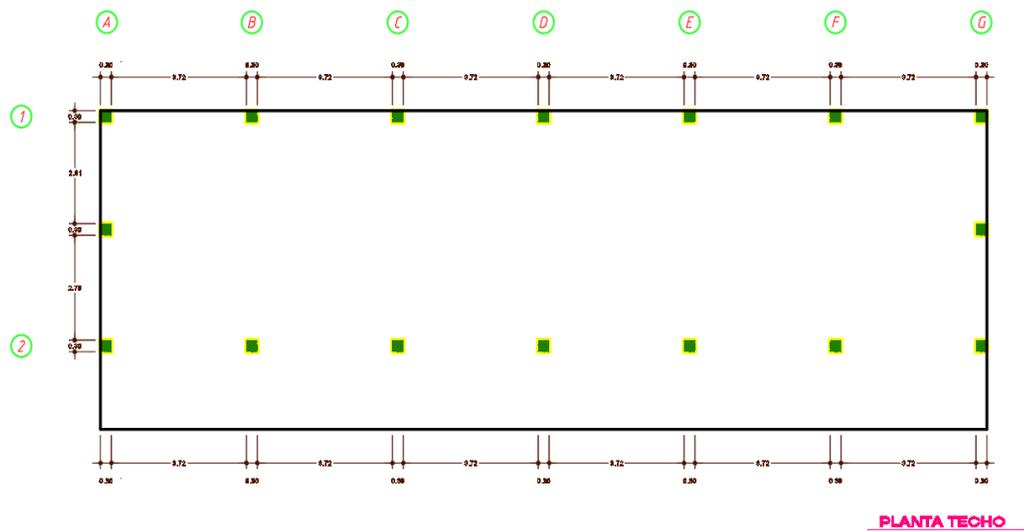
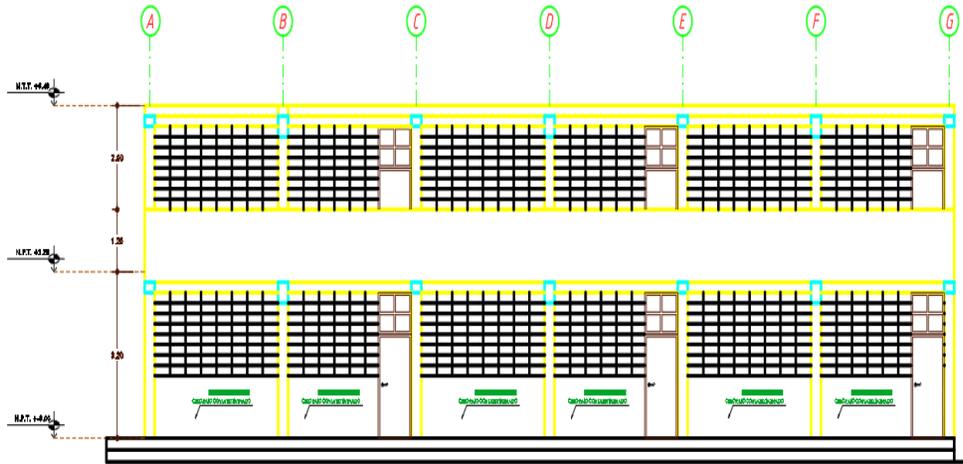


Figura 18

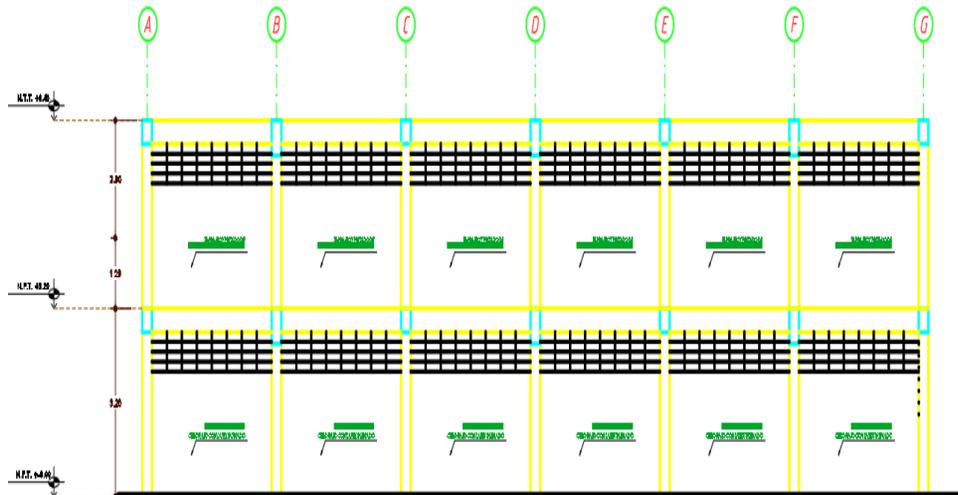
Plano de elevación frontal anterior del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez



ELEVACION FRONTAL
EBO. 1/100

Figura 19

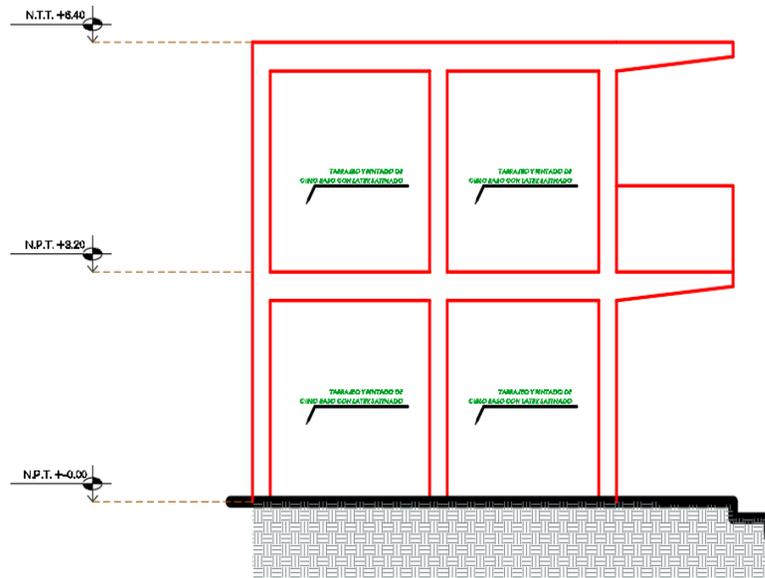
Plano de elevación frontal posterior del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez



ELEVACION FRONTAL
EBO. 1/100

Figura 20

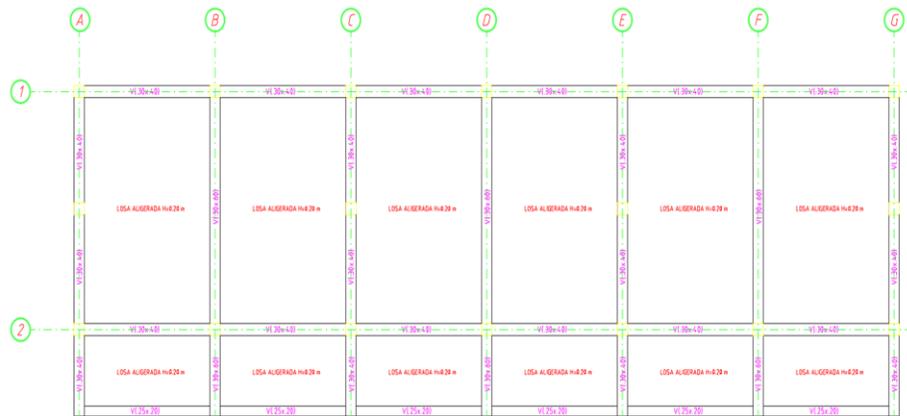
*Plano de elevación lateral del pabellón "B" de la I.E. 44241
Hermógenes Arenas Yáñez*



ELEVACION LATERAL
ESC. : 1/60

Figura 21

*Plano de estructuración del pabellón "B" de la I.E. 44241
Hermógenes Arenas Yáñez*



PLANTA ESTRUCTURACION SEGUNDO NIVEL
ESC. : 1/60

4.3. Control de Patologías Estructurales

Se hizo una inspección visual para determinar las patologías estructurales de los elementos estructurales de concreto armado del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez, con el fin de comprobar los daños producidos por eventos sísmicos a lo largo del tiempo de vida de la edificación o por una posible incorrecta formulación del proyecto de este colegio, esto podría explicar la mala configuración estructural presente como por ejemplo la falta de juntas entre las columnas y tabiques del pabellón. En la figura 22, se muestra la edificación después de una refacción, a pesar de ello, más adelante se verá que no pueden ocultar las fallas estructurales.

Figura 22

Vista del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez



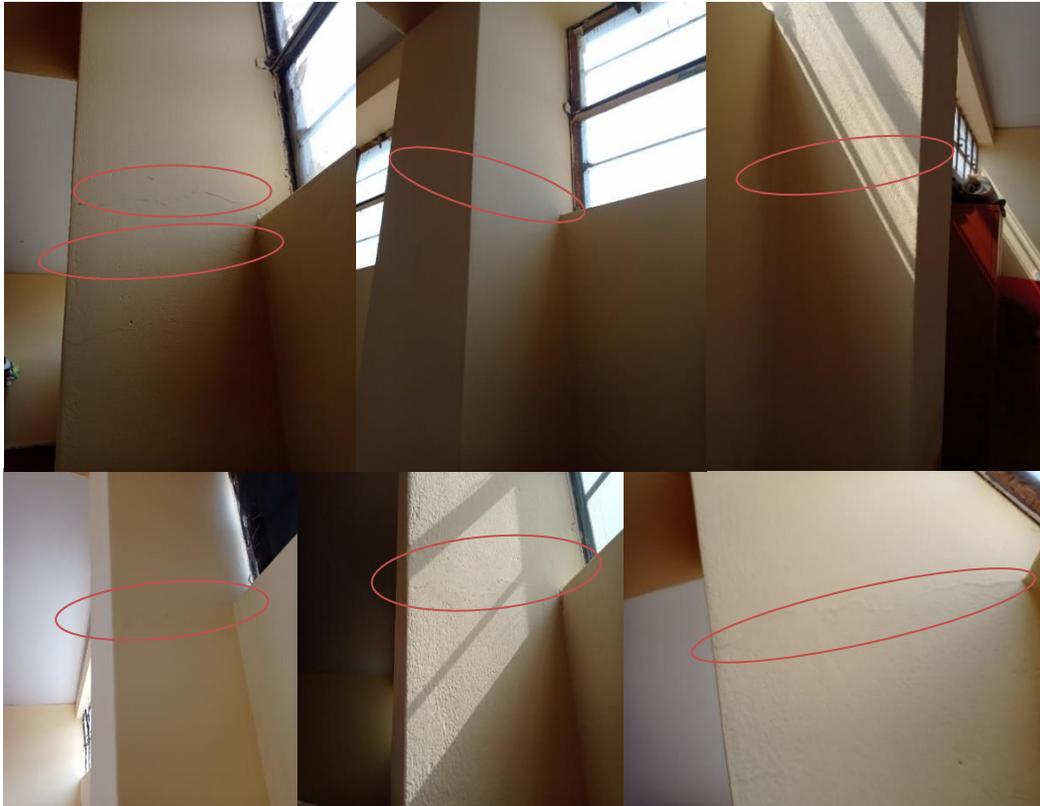
Nota. A pesar de las recientes refacciones hechas, las obras exteriores del colegio no ocultan la antigüedad de su construcción.

La patología estructural que predomina son las fisuraciones en las columnas tal como se observa en la figura 23, producto de la clásica falla por columna corta, esto ocurre cuando en un evento sísmico, el desplazamiento lateral de la columna se ve restringida por alfeizares altos, generando distorsión en la zona sin restringir de la

columna (parte alta) y así fisurando la diagonalmente las columnas causando un potencial peligro ante un evento sísmico de gran magnitud que comprometa la funcionalidad de la edificación o que pueda hacer colapsar la misma.

Figura 23

Fisuración en las columnas cubierta por acabados



Nota. Se puede apreciar en todas las columnas presentan la misma falla, cabe mencionar que las refacciones hechas no logran ocultar las fallas estructurales más importantes en la edificación.

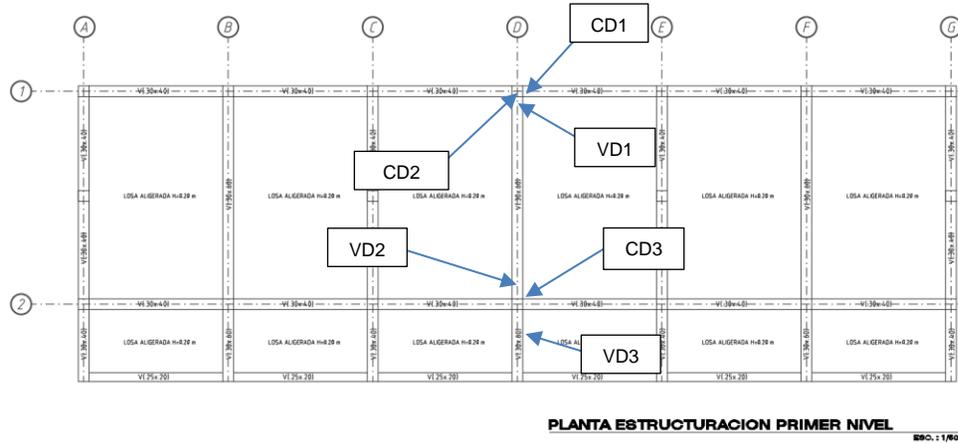
4.4. Ensayo de Esclerometría

Para poder estimar la resistencia a la compresión del concreto de la edificación a evaluar, se hizo el ensayo in situ de esclerometría, cabe resaltar que este dato es uno de los fundamentales para realizar el análisis sísmico ya que uno de los primeros pasos para poder hacer este análisis, es la definición de las propiedades de los materiales.

Los puntos tomados fueron las vigas y columnas de los pórticos del eje “D” y eje “F” según el plano estructural tal como indica la figura 24 y la figura 27.

Figura 24

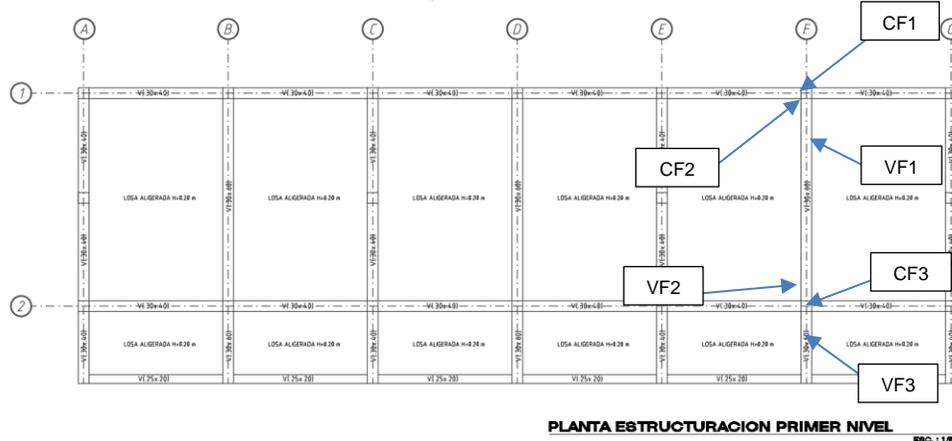
Ubicación de los puntos del ensayo de esclerometría en el pórtico "D"



Nota. Se representa CD1, CD2, CD3, VD1, VD2 y VD3 como puntos de ensayo en columnas y vigas respectivamente, para ser más específicos, en las zonas donde se encuentra la falla por columna corta y las zonas donde tiende a fisurarse por tracción en vigas.

Figura 25

Ubicación de los puntos del ensayo de esclerometría en el pórtico "F"



Nota. Se representa CF1, CF2, CF3, VF1, VF2 y VF3.

Se realizaron los ensayos respectivos en los puntos indicados teniendo en utilizando las fichas de registro de los números arrojados por el esclerómetro de las cuales los resultados se muestran en la tabla 4 y la tabla 5.

Tabla 4*Registro de los datos del martillo esclerómetro en el pórtico "D"*

Nro.	Elemento Estructural	Descripción	Lecturas Tomadas												Promedio (U)	u	U-u
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12			
1	Columna	CD1	29	32	30	30	32	30	32	30	32	33	31	29	30,83	2,63	28,21
2	Columna	CD1	22	25	24	25	25	24	25	24	25	23	25	25	24,33	0,98	23,35
3	Columna	CD1	32	32	30	32	32	29	32	30	29	31	33	30	31,00	2,64	28,36
4	Viga	CD1	35	34	34	35	30	32	32	30	30	34	33	31	32,5	3,45	29,05
5	Viga	CD1	39	37	35	34	36	34	38	35	35	37	29	35,33	4,54	30,80	
6	Viga	CD1	35	28	32	30	30	29	32	30	33	34	31	31,25	2,10	29,15	
Promedio Total																	28,15

Tabla 5*Registro de los datos del martillo esclerómetro en el pórtico "F"*

Nro.	Elemento Estructural	Descripción	Lecturas Tomadas												Promedio (U)	u	U-u
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12			
1	Columna	CF1	24	25	28	24	22	24	24	23	28	22	24	25	24,42	1,93	22,49
2	Columna	CF1	22	23	25	24	21	23	24	24	25	23	22	22	23,17	1,29	21,88
3	Columna	CF1	29	32	30	32	32	29	32	30	29	31	33	30	30,75	2,67	28,08
4	Viga	CF1	30	32	34	31	30	29	32	30	30	32	31	31	31,00	2,64	28,36
5	Viga	CF1	31	33	33	33	32	31	32	31	31	33	32	29	31,75	2,83	28,92
6	Viga	CF1	33	28	31	30	30	29	31	30	32	34	31	30	30,75	1,80	28,95
Promedio Total																	26,45

Al obtener el promedio de los dos registros (27,3) con el ábaco del esclerómetro obtenemos un resultado de 169,5 kg/cm² de resistencia a la compresión del concreto, dato que será utilizado para las propiedades del concreto armado en el modelamiento matemático para el análisis sísmico del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.

La resistencia a la compresión de 169,5 kg/ será determinante para saber si la estructuración de la edificación, a pesar que podría no cumplir con la normativa establecida, pueda concebir funcionalidad como edificación importante, que es una de las interrogantes que se plantean en la presente investigación.

4.5. Análisis Sísmico

4.5.1. Propiedades de los Materiales

Según el ensayo de esclerometría detallado anteriormente, se está determinando la resistencia a la compresión del concreto armado, los módulos de elasticidad, Poisson, y pesos específicos, se determinan según las normativas actuales de concreto armado y cargas respectivamente. Estas son las propiedades que se usaran en el desarrollo del análisis sísmico:

- Resistencia a la compresión del concreto ($F'c$): 169,50 kg/cm².
- Módulo de elasticidad del concreto (E_c): 195288,24 kg/cm².
- Módulo de Poisson (ν): 0,20.
- Peso específico del concreto armado (γ_c): 2400 kg/m³.
- Resistencia a la fluencia del acero ($F'y$): 4200 kg/cm² (grado 60).
- Módulo de elasticidad del acero (E_a): 2100000 kg/cm².
- Resistencia a la compresión de la albañilería ($F'm$): 35 kg/cm².
- Peso específico unidad de albañilería solida (γ_{as}): 1800 kg/m³.
- Peso específico unidad de albañilería hueca (γ_{ah}): 1350 kg/m³.
- Módulo de elasticidad de la albañilería (E_m): 17500 kg/cm².

4.5.2. Estructuración y Modelamiento

Según los planos de arquitectura en referencia al levantamiento realizado, para el bloque "B" se tiene una altura de entrepiso de 3,20 metros. El sistema estructural es mixto, muros de albañilería confinada y pórticos de concreto armado.

En los pórticos de concreto armado del eje "X" se tienen secciones de columna rectangular de 0,30 x 0,30 metros y vigas peraltadas de 0,30 x 0,40 metros, en el voladizo tenemos vigas de 0,25 x 0,20 metros. En la figura 26 se muestra la edificación

En los pórticos de concreto armado del eje "Y" se tienen columnas de 0,30x0,30 metros, así como vigas peraltadas de 0,30 x 0,40 metros y 0,30 x 0,60 metros, también vigas de sección variable que terminan en 0,30 x 0,20 metros en la parte del voladizo.

Se tienen muros de albañilería de unidades solidas de 25 cm de espesor y una losa aligerada de 20 cm de espesor en ambos techos de la edificación. En la figura 26 se muestra que la edificación tiene los sistemas estructurales mencionados y en la figura 27, 28 y 29, las plantas estructurales y el modelamiento final de la estructura en el software.

Figura 26

El pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez posee un sistema estructural de muros estructurales y pórticos



Figura 27

Planta primer nivel de la estructura del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez modelada en el software Etabs v.18.1.1

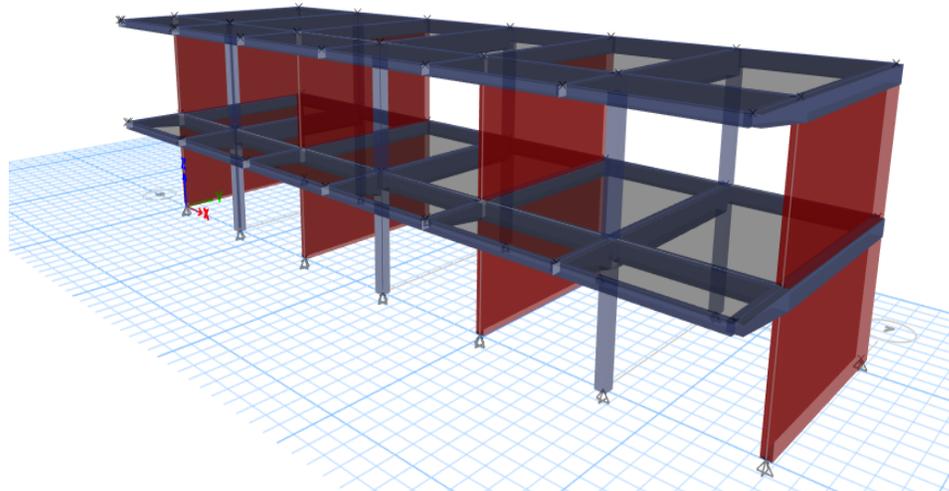


Figura 28

Planta segundo nivel de la estructura del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez modelada en el software Etabs v.18.1.1

**Figura 29**

Modelamiento 3D del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez



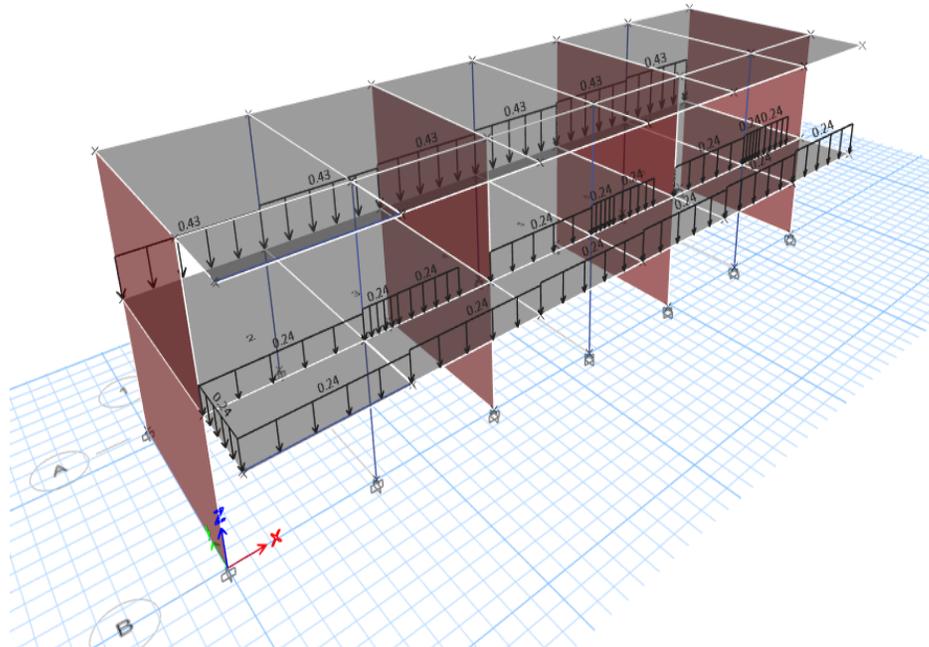
4.5.3. Cargas Aplicadas

De acuerdo a la norma de cargas N.T.P. E.020, y el los pesos específicos en relación a las alturas de alfeizar, las cargas se ven representadas en la figura 30, entre estas tenemos:

- Losa aligerada de 20 cm de espesor: 300 kg/m².
- Piso terminado: 100 kg/m².
- Carga distribuida en parapetos y tabiquería de 1,20 m: 243 kg/m.
- Carga distribuida en tabiquería de 2,13 m: 431 kg/m.
- Aulas: 250 kg/m².
- Azotea: 100 kg/m².
- Pasadizo: 400 kg/m².

Figura 30

Distribución de cargas de la tabiquería en el primer y segundo nivel



Nota. Esta distribución de cargas es parte del modelamiento matemático del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez para obtener resultados más precisos.

4.5.4. Normas Empleadas

Cabe resaltar que las normas empleadas son las más recientes y actualizadas correspondientes para el análisis sísmico con el fin de obtener los resultados más precisos siguiendo los lineamientos de estas normas.

- NTP E.020 Cargas.
- NTP E.060 Concreto armado.
- NTP E.030 Diseño sismorresistente.

4.5.5. Parámetros Sísmicos

Para el análisis sísmico del pabellón "B" de la I.E 44241 Hermógenes Arenas Yáñez, se consideran los parámetros sísmicos según la norma de diseño sismorresistente NTP E.030, estando en concordancia con la ubicación, tipo de suelo, uso de la edificación, etc.

4.5.5.1. Factor de Zonificación Sísmica

Según Tavera et al. (2014), el Perú es uno de los países más sísmicos de América del Sur e históricamente, ha sido testigo de la ocurrencia de grandes terremotos que han producido pérdidas tanto humanas como materiales. En ingeniería, el peligro sísmico es una de las herramientas más utilizadas para la prevención y reducción de dichas pérdidas. La República del Perú se encuentra ubicada en el borde occidental de América del Sur, región de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto, es necesario conocer el comportamiento probable de este peligro en un área determinada a fin de planificar y mitigar los efectos que podrían producirse en el futuro. La manera de conocer este comportamiento, es a través de la evaluación del peligro sísmico.

El Perú esta dividido en 4 zonas sísmicas según la actual norma de diseño sismorresistente tal como se muestra en la figura 31.

La tabla 6. los valores correspondientes a la zonificación sísmica de la figura 31.

Figura 31*Zonificación sísmica del Perú**Nota.* Tomado de Norma NTP E.030.**Tabla 6***Factores de zona sísmica "Z"*

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

Nota. Tomado de Norma NTP E.030.

Para la presente investigación, se tomó la zona 4 por estar ubicada en la ciudad de Tacna.

4.5.5.2. Factor de Uso

Se tiene la tabla 7, que clasifica en categorías las edificaciones de acuerdo a su importancia; haciendo referencia a los refugios que se pueden utilizar en caso de desastres, cantidad de personas que albergan la edificación, riesgo potencial del colapso de algunas edificaciones, etc.

Tabla 7**Categoría de las edificaciones y factores “U” de uso**

Categoría	Descripción	Factor U
A Edificaciones Esenciales	<p>A1: Edificaciones del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.</p> <p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: Establecimientos de salud no comprendidos en A1. Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transportes, locales municipales, locales o de transportes. Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Instituciones educativas, institutos superiores, tecnológicos y universidades. Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1,3
C Edificaciones Comunes	<p>Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales como incendios o fugas de contaminantes.</p>	1,0
D Edificaciones Temporales	<p>Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.</p>	Criterio del proyectista

Nota. Tomado de Norma NTP E.030.

4.5.5.3. Sistema Estructural y Coeficientes de Reducción

De acuerdo a la estructuración que damos a conocer en la presente investigación, presenta dos tipos de sistemas estructurales, pórticos en el eje X y albañilería confinada en el eje Y.

Para determinar los coeficientes de reducción de fuerzas sísmicas, nos basamos en la tabla 8 tomada de la norma de diseño sismorresistente actual E.030 y la norma de albañilería E.070.

Tabla 8*Coefficientes básicos de reducción "Ro"*

Sistema Estructural	R_o
Acero	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7

Nota. Tomado de Norma NTP E.030.

Según la norma de albañilería, E.070 para el control de fisuración se requiere evitar que los muros se fisuren ante un sismo moderado por tener más frecuencia que los severos, ante esto, el coeficiente de reducción vendría a ser 6.

4.5.5.4. Factor de Suelo

La norma establece perfiles de suelo que corresponden a la zona sísmica de la edificación de acuerdo a la tabla 9.

Tabla 9*Factores de suelo*

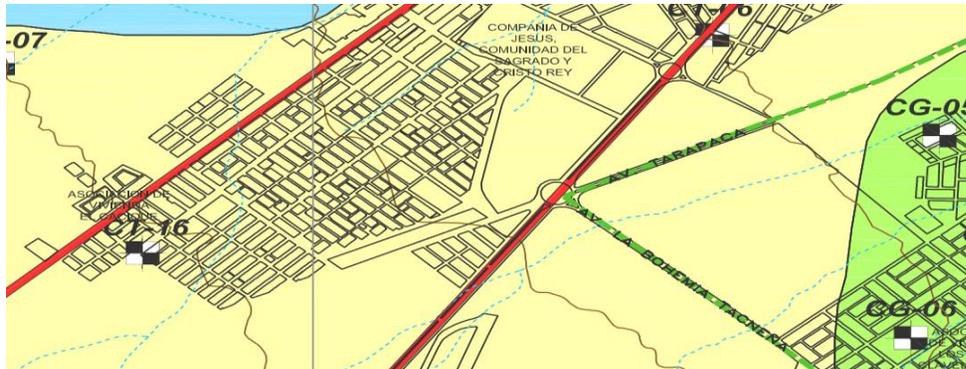
Zona	Suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Nota. Tomado de Norma NTP E.030.

Según la zonificación sísmica de la edificación y según el mapa de peligros de la ciudad de Tacna tal como se muestra en la figura 32, se consideró un tipo de suelo S2 (suelo intermedio) basándonos en el mapa de peligros de la ciudad de Tacna y la norma.

Figura 32

Zonificación de suelos del mapa de peligros de la ciudad de Tacna



Nota. Se enfocó en la zona donde se ubica la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez. La zona de color amarillo representa gravas bien graduadas correspondiente a un suelo intermedio. Tomado de NTP E.030.

4.5.6. Cortante Estático en la Base

4.5.6.1. Peso Sísmico

Se le añade un porcentaje de la carga viva al peso total permanente de la edificación, según la tabla 10.

Tabla 10

Porcentaje de carga viva añadido al peso total permanente de las edificaciones

Categoría o Tipo de Edificación	Porcentaje de la Carga Viva (%)
A y B	50
C	25
Depósitos	80
Azotes y techos	25
Tanques, silos y estructuras similares	100

Nota. Tomado de Norma NTP E.030.

Para obtener el peso sísmico de la edificación, recurrimos al software Etabs V.18.1.1 que contiene los algoritmos correspondientes para ello. La tabla 11 es obtenida directamente de los resultados arrojados por el software

Tabla 11

Masas por piso.

Piso	Diafragma	Masa en "X" (tn·s ² /m)	Masa en "Y" (tn·s ² /m)
Piso 1	D1	18,36	18,36
Piso 2	D2	10,61	10,61

Nota. Sumatorias de las masas por piso de acuerdo a la dirección "X" y "Y" según el software mencionado, cabe mencionar que los resultados son arrojados en unidades de toneladas fuerza multiplicado por segundo al cuadrado sobre metro.

Se tiene que la masa según la tabla 11 es 18.36 tn s²/m, al multiplicar por la aceleración de la gravedad podemos obtener el peso sísmico en toneladas de acuerdo a la tabla 11.

Tabla 12

Peso sísmico de la edificación

Masa del edificio (tn·s ² /m)	Gravedad (m/s ²)	Peso sísmico (tn)
18,36	9,81	180,15

Según la tabla 7, para el uso de la edificación, que es una institución educativa, corresponde a la categoría "A" de edificaciones esenciales, donde estas puedan utilizarse como refugio después de un desastre ("A2" para ser más específicos).

Entonces los porcentajes de carga viva que se le añadirán al peso total de la edificación para determinar el peso sísmico según la tabla 10 serán de 50 % de la carga total y 25 % de la carga de techo.

4.5.6.2. Periodo Fundamental de Vibración y Factores de Amplificación

Según el modelado matemático, tenemos los siguientes modos y periodos de vibración obtenidos directamente del software Etabs V 18.1.1 en la tabla 13.

Tabla 13

Periodos de vibración según los modos de vibración y la masa comprometida

Caso	Modo	Periodo (s)	Ux	Uy	Uz	Ux	Uy	Uz
Modal	1	0,604	0,9471	0	0	0,9471	0	0
Modal	2	0,237	0,0529	0	0	1,00	0	0
Modal	3	0,158	0	0,8455	0	1,00	0,8455	0
Modal	4	0,148	$1,76 \cdot 10^{-5}$	0,0067	0	1,00	0,8522	0
Modal	5	0,053	0	0,1478	0	1,00	1,00	0
Modal	6	0,049	$1,34 \cdot 10^{-6}$	$2,36 \cdot 10^{-5}$	0	1,00	1,00	0

Nota. Los periodos de vibración se escogen de acuerdo a la mayor concentración de masa en cada dirección (“Ux”, “Uy” y “Uz”), Las sumatorias de estas concentraciones de masa, nos indican en qué modo alcanza la influencia total (1,00).

Para los modos de vibración que conllevan la mayor masa, los periodos serían 0,604 y 0,158 en sus respectivas direcciones.

Los factores de amplificación sísmica dependen de las condiciones locales del terreno en donde se está haciendo el análisis sísmico, la norma presenta parámetros de sitio “Tp” y “TI” según el perfil del suelo correspondiente. En la tabla 14 tenemos:

Tabla 14

Parámetros de sitio

Tp y TI	Perfil de Suelo			
	S0 (s)	S1 (s)	S2 (s)	S3 (s)
Tp	0,3	0,4	0,6	1,0
TI	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota. “Tp” es el periodo que define la plataforma del factor de amplificación sísmica “C”, “TI” es el periodo que define el inicio de la zona del factor de amplificación sísmica “C” con desplazamiento constante. Tomado de Norma NTP E.030.

Para nuestro caso, tendríamos un T_p y un T_I de 0,6 y 2,0 respectivamente.

Para cada periodo de cada dirección (X y Y) si este es superado por el " T_p ", automáticamente el coeficiente de amplificación sísmica " C " es 2,5.

Finalmente, al obtener los valores de " Z ", " U ", " C ", " S ", multiplicarlos y dividirlos entre el valor de " R " de acuerdo a la dirección " X " y " Y ", obtenemos el valor de 0,221 y 0,295 para el eje " X " y eje " Y ", estos valores los necesitamos para obtener el cortante estático en la base.

4.5.6.3. Cálculo del Cortante Estático en la Base

Para el cálculo del cortante estático en la base, se multiplica el peso sísmico en toneladas por los resultados de " Z ", " U ", " C ", " S ", multiplicarlos y dividirlos entre el valor de " R " de acuerdo a la dirección " X " y " Y ", entonces tenemos las ecuaciones 2 y 3:

$$V_x = 180,15 \text{ t} * 0,221 \quad (2)$$

$$V_x = 39,78 \text{ tn}$$

$$V_y = 180,15 \text{ ton} * 0,295 \quad (3)$$

$$V_y = 53,10 \text{ tn}$$

Donde:

V_x = Fuerza cortante estático en la base en la dirección " X " (tn)

V_y = Fuerza cortante estático en la base en la dirección " Y " (tn)

4.5.7. Fuerza Cortante Dinámico en la Base

Mediante la incorporación de un espectro de la norma técnica peruana E.030, se obtendrá los valores del cortante dinámico, este espectro obedece a los parámetros sísmicos incluidos anteriormente en la presente investigación. Los resultados se observan en la tabla 15.

Tabla 15*Fuerza cortante dinámico en la base*

Piso	Caso de carga	Tipo de carga	Localización	Vx (tn)	Vy (tn)
Piso 1	SDX	Máxima	Base	59,36	0,02
Piso 1	SDY	Máxima	Base	0,02	72,53

Nota. Valores en toneladas (tn) de los cortantes dinámicos en dirección “X” y dirección “Y” para la base del primer piso.

4.5.8. Fuerza Cortante Mínima

La norma establece un límite para la fuerza cortante dinámico basal, esta no debe ser menor al 80 % del cortante estático en la base, de no ser así, se debe hacer un escalamiento.

Para nuestro caso, este límite se cumple en la tabla 16.

Tabla 16*Comprobación de fuerza cortante mínima*

Piso	V estático (tn)	80 % del V estático (tn)	V dinámico (tn)	¿Cumple?
Piso 1 en dirección X	39,80	31,84	59,36	Sí
Piso 1 en dirección Y	53,13	42,50	72,53	Sí

Nota. Se muestra el cortante “V” dinámico y estático de acuerdo a la dirección “X” y “Y” en el primer piso.

4.5.9. Desplazamientos y Derivas de Entrepiso

La norma indica que, para calcular los desplazamientos laterales, se debe multiplicar 0,75 y el factor de reducción a los resultados obtenidos del análisis. Además, impone los límites de distorsión de entrepiso según el material predominante. A continuación, la tabla 17 establece los límites de distorsión máxima.

Tabla 17*Límites de distorsión de entrepiso*

Material predominante	Distorsión máxima
Concreto armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota. Tomado de Norma NTP E.030.

Según los resultados obtenidos por el software, las distorsiones están representadas en la tabla 18.

Tabla 18*Distorsiones en ambas direcciones*

Piso	Dirección de la distorsión	Tipo de distorsión	Distorsión	Límite máximo de distorsión	¿Cumple?
Piso 2	X	Máxima	0,017741	0,008	No
Piso 2	Y	Máxima	0,002354	0,005	Sí
Piso 1	X	Máxima	0,029212	0,008	No
Piso 1	Y	Máxima	0,001834	0,005	Sí

Podemos notar que las distorsiones en ambos niveles del eje X no cumplen con los límites máximos permisibles en la norma, lo que significa que puede producirse el colapso de la edificación. Teniendo en cuenta la sismicidad en el sur del Perú, es inaceptable que una edificación importante como la que estamos evaluando, no tenga un adecuado control de derivas.

DISCUSIÓN

La primera hipótesis específica indica que: *“Las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez influyen negativamente en el comportamiento sísmico de la estructura”*. Entonces se puede decir que según la norma NTP E.060, para concretos de elementos resistentes a fuerzas inducidas por sismo, la resistencia a la compresión del concreto no debe ser menor que 21 Mpa (210 kg/cm²), en cambio los resultados del ensayo de esclerometría no están en concordancia con lo establecido en la norma para un diseño sísmico.

Los resultados del ensayo de esclerometría, arrojan una resistencia desfavorable para una zona altamente sísmica por lo que los elementos estructurales deben constar con propiedades que puedan dar contra las fuerzas que un sismo de gran magnitud demande, tal como dice la norma los elementos estructurales deben tener una resistencia mayor a 210 kg/cm² y al ser menor, la propiedad mecánica de resistencia a la compresión de concreto promedio de la estructura es totalmente desfavorable.

Al tener resistencias desfavorables en los elementos estructurales, se puede decir que influyen negativamente en el comportamiento sísmico del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.

La segunda hipótesis específica afirma que: *“Los resultados del análisis sísmico del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez, no siguen los parámetros de la norma E. 030”*. Entonces podemos afirmar que realizado el análisis sísmico correspondiente a la norma NTP. E.030 “Diseño sismorresistente”, siguiendo los lineamientos que esta norma exige, se determinaron los resultados del modelo matemático del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez y se comprobó que, en efecto, estos resultados no obedecen a los límites establecidos por la norma.

De lo anterior mencionado, las distorsiones del eje “X” de la edificación, no cumplen los límites establecidos (0,007 como máximo) y los resultados son 0,017741 y 0,0292112 para el primer y segundo nivel, entonces se comprueba la hipótesis planteada inicialmente. El incorrecto dimensionamiento y configuración estructural, carentes de rigidez en el sentido “X” ante fuerzas sísmicas laterales, sumado a las fuerzas por gravedad podrían hacer que las columnas fallaran por cortante y flexo compresión; por lo tanto, en un sismo de gran magnitud, las secciones actuales de columnas no serán capaces de resistir tal evento.

Finalmente, la tercera hipótesis indica: *“La respuesta de los elementos estructurales del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez no cumplen las condiciones de servicio de la norma E.060 de concreto armado”*. Referente a esta hipótesis, se puede decir que al ser un sistema aporticado en una zona altamente sísmica, no se contemplan las condiciones de servicio que imponen la norma ya que las solicitaciones sísmicas en esta zona son más exigentes para el diseño estructural y se puede demostrar mediante los resultados que la edificación no tiene la funcionabilidad adecuada por lo tanto la respuesta de los elementos estructurales en condiciones de servicio no serán las adecuadas.

Se sabe que cualquier restricción total o parcial de una columna, tal como se puede ver en la edificación analizada, altera las propiedades mecánicas, las columnas que no poseen esta restricción colapsarían antes que las demás.

CONCLUSIONES

Se ha realizado la evaluación estructural del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez y se concluye que presenta un comportamiento inadecuado para la función que se le atribuye como edificación.

Se ha realizado el ensayo de esclerometría y se concluye que la resistencia promedio obtenida por dicho ensayo es inadecuada debido a que es menor que la que se indica en la norma de concreto armado NTP E.060, esto quiere decir que no hubo una correcta gestión de la calidad del concreto tanto en diseño de mezcla como en la ejecución del proyecto.

Se ha realizado el análisis sísmico pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez aplicando la norma de diseño sismorresistente E.030 y se concluye que los resultados del análisis no siguen los parámetros establecidos en dicha norma.

Se han determinado la respuesta de los elementos estructurales del del pabellón “B” de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez y se concluye que no cumplen las condiciones de servicio que exige la norma E.060.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los profesionales de la ingeniería civil realizar evaluaciones estructurales a edificaciones importantes que tengan antigüedad y estén en plena operatividad actualmente, así como a las autoridades de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez, considerar un reforzamiento estructural a la edificación.

Se recomienda a los profesionales y constructores, gestionar bien la calidad del concreto armado en la etapa de ejecución de los proyectos de edificación.

Se recomienda a los ingenieros civiles seguir correctamente las exigencias de las normas peruanas a fin de cumplir con la filosofía de estas sobre todo en una zona con un peligro sísmico rotundo como la costa peruana.

Se recomienda los profesionales proyectistas de las entidades públicas, hacer un correcto dimensionamiento, estructuración y distribución de los elementos estructurales sus futuros proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre J., Blandon S. y Gomez D. (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo III y IV en el municipio de Balboa, Risaralda*. [Tesis de título pregrado, Universidad Libre Seccional Pereira]. Archivo Digital.
- Blanco Blasco A. (1994). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*
- Carrasco C. (2011). *Metodología para el Análisis Estático y Dinámico de Estructuras Metálicas Aplicando el Método de los Elementos Finitos*. [Tesis de título pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Archivo Digital.
- Chura A. (2012). *Evaluación y Propuesta de un Plan de Gestión de Riesgo de Origen Sísmico en el Distrito de Ciudad Nueva – Tacna*. [Tesis de título pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Archivo Digital.
- Cortes B. y Perilla K. (2017). *Identificación de Patologías Estructurales en Edificaciones Indispensables del Municipio de Santa Rosa de Cabal (Sector Educativo)*. [Tesis de título pregrado, Universidad de Libre Seccional Pereira]. Archivo Digital.
- Diego A. y Aguirre J. (2015) *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Escuelas Públicas en la Ciudad de Lircay Utilizando un Método de Interacción Sísmica Suelo - Estructura*. [Tesis de título pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Archivo Digital.
- Fernández M. (1994). *Patología y Terapéutica del Hormigón Armado* (3rd ed.). Universidad Politécnica de Madrid.
- Flores Y. y Puma Y. (2021) *Evaluación Estructural Sísmica del Pabellón “A” de la Institución Educativa Parroquial San Martín de Porres, Tacna 2021*. [Tesis de título pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Archivo Digital.
- Gorisse F. y Herrero E. (1981). *Ensayos y control de hormigones*

Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala (2018). Boletín Técnico ICCG Ensayos no destructivos para la evaluación de la resistencia del concreto endurecido.

López R. y Torres A. (2007). *Comparación Técnico Económica de Dos Edificios de Cuatro Pisos, Uno en Estructura Metálica y Otro en Concreto Armado*. [Tesis de título pregrado, Universidad de La Salle]. Archivo Digital.

Ministerio de Salud (2005). El Terremoto y Maremoto del Sur del Perú, 2001.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2006). Norma Técnica E.070 Albañilería.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2009). Norma Técnica E.060 Concreto Armado.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018). Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

Miño J. (2021). *Control de Calidad del Concreto*. [Seminario web]. Tecnología y Educación Innovadora.

Mojica J. (2019). *Estudio Patológico y Propuesta de Intervención al Puente San Joaquín en la Ruta Puerto Rico – San Vicente del Caguán*. [Especialización patología de la construcción, Universidad Santo Tomás]. Archivo Digital.

Pacori A. (2012). *Vulnerabilidad sísmica en edificaciones educativas públicas de concreto armado en la ciudad de Ayaviri. Puno - 2018*. [Tesis de título pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Archivo Digital.

Paico V. (2019). *Aplicación del método índice de vulnerabilidad para determinar la evaluación estructural en la I.E. Nº 10828 Ex-Cosome Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque*. [Tesis de título pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo Digital.

Quispe H. (2019). *Aplicación del método índice de vulnerabilidad para determinar la evaluación estructural en la I.E. Nº 10828 Ex-Cosome Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque*.

- [Tesis de título pregrado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. Archivo Digital.
- Rojas D. (2017). *Evaluación Estructural de los C.E.S. Estatales entre el Tiempo de Servicio Versus el Riesgo, de su infraestructura Actual en la Ciudad de Juliaca*. [Tesis de título pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Archivo Digital.
- Sepúlveda R. (2017). *Patologías de Edificación: En obras de Hormigón Armado*.
- Tavera H., Bernal I., Condori C., Ordaz M., Zeballos A., Ishizawa O. (2014). *Re-evaluación del Peligro Sísmico*.
- Tarbutck E. y Lutgens F. (2005). *Ciencias de la Tierra: Una Introducción a la Geología Física* (8va ed.). Prentice Hall.
- Torres H. (2009). *Evaluación Estructural de la Torre de la Basílica de la Merced -Lima - Perú*. [Tesis de título pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Archivo Digital.
- Yalico U. (2020). *Análisis estructural para determinar el estado de habitabilidad del proyecto mejoramiento de los servicios de la Escuela de Post Grado de la UNDAC*. [Tesis de título pregrado, Universidad Daniel Alcides Carrión]. Archivo Digital.

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Interrogante del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Independiente	<ul style="list-style-type: none"> - Elementos estructurales - Estructuración - Propiedades mecánicas de los elementos estructurales - Sistema estructural 	<p>Tipo de Investigación</p> <p>La investigación será de tipo explicativa</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>El nivel de investigación será de nivel Integrativo</p> <p>Población</p> <p>Instituciones educativas de la ciudad de Tacna</p> <p>Muestra</p> <p>El pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez</p> <p>Técnica de recopilación de datos</p> <p>La información será procesada y se elaborará planos de planta de la estructura mediante un levantamiento.</p> <p>Ensayos de laboratorio.</p> <p>Ensayos in situ.</p> <p>Modelamiento matemático estructural</p>
¿Cuál es la evaluación estructural del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez?	Evaluar estructuralmente el pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.	El pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez tiene un comportamiento inadecuado.	Estructura del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Dependiente	<ul style="list-style-type: none"> - Zonificación - Solicitaciones sísmicas. - Esfuerzos de los elementos que componen la estructura - Periodo de vibración - Derivas - Desplazamientos de entrepiso 	
¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez?	Determinar las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.	Las propiedades mecánicas de los elementos que componen la estructura del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez influyen negativamente en el comportamiento sísmico de la estructura.	Evaluación estructural del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez.		
¿Cuál es el comportamiento sísmico del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez?	Realizar el análisis sísmico del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez, según la norma de diseño	Los resultados del análisis sísmico del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez, no siguen los parámetros de la norma E. 030.			

	sismorresistente.				Análisis sísmico
¿Cuál la respuesta en condiciones de servicio del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez?	Determinar la respuesta en condiciones de servicio de los elementos estructurales en el Pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez	La respuesta de los elementos estructurales del pabellón "B" de la I.E. 44241 Hermógenes Arenas Yáñez no cumplen las condiciones de servicio de la norma E.060 de concreto armado.			Observación de la estructura.

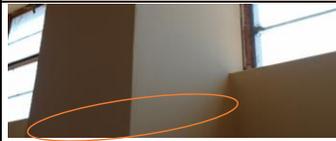
Anexo 2. Ficha Nro. 1 de Control de Patologías Estructurales

FICHA DE CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES				Nro 1	
DATOS DE LA EDIFICACION					
EDIFICACION			I.E. 42241 HERMOGENES ARENAS YAÑEZ		
DEPARTAMENTO			TACNA		
PROVINCIA			TACNA		
DISTRITO			TACNA		
DIRECCION			AV. 200 MILLAS S/N		
USO DE EDIFICIO			COLEGIO PRIMARIA		
TIEMPO			20 AÑOS APROX.		
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE X			PORTICOS		
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE Y			ALBAÑILERIA CONFINADA		
DATOS DEL EVALUADOR (ES)					
NOMBRES Y APELLIDOS			MENDOZA BERRIOS JOHAO ADEMIR / MARINO RAMOS WILDER DAVIT		
GRADO DE INSTRUCCIÓN/ESPECIALIDAD			BACHILLER ING CIVIL		
INSTITUCION/UNIVERSIDAD			UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		
DATOS DEL CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES					
FECHA DE INSPECCION			13/08/2021		
HORA DE INSPECCION			9:28 a. m.		
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFIA
	b (cm)	h (cm)	L (m)		
COLUMNA	30	30	2.8	PRIMER NIVEL EJE D CON EJE 1	
VIGA					
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL					
FISURACION FALLA POR COLUMNA CORTA					
POSIBLE CAUSA					
TERREMOTO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001, TEMBLORES A LO LARGO DE LA VIDA UTIL DE LA EDIFICACION, AUSENCIA DE JUNTAS ENTRE LA COLUMNA Y EL TABIQUE					

Anexo 3. Ficha Nro. 2 de Control de Patologías Estructurales

FICHA DE CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES				Nro 2	
DATOS DE LA EDIFICACION					
EDIFICACION		I.E. 42241 HERMOGENES ARENAS YAÑEZ			
DEPARTAMENTO		TACNA			
PROVINCIA		TACNA			
DISTRITO		TACNA			
DIRECCION		AV. 200 MILLAS S/N			
USO DE EDIFICIO		COLEGIO PRIMARIA			
TIEMPO		20 AÑOS APROX			
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE X		PORTICOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE Y		ALBAÑILERIA CONFINADA			
DATOS DEL EVALUADOR (ES)					
NOMBRES Y APELLIDOS		MENDOZA BERRIOS JOHAO ADEMIR / MARINO RAMOS WILDER DAMT			
GRADO DE INSTRUCCIÓN/ESPECIALIDAD		BACHILLER ING CIVIL			
INSTITUCION/UNIVERSIDAD		UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA			
DATOS DEL CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES					
FECHA DE INSPECCION		13/08/2021			
HORA DE INSPECCION		9:36 a. m.			
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFIA
	b (cm)	h (cm)	L (m)		
COLUMNA	30	30	2.8	PRIMER NIVEL EJE C CON EJE 1	
VIGA					
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL					
FISURACION FALLA POR COLUMNA CORTA					
POSIBLE CAUSA					
TERREMOTO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001, TEMBLORES A LO LARGO DE LA VIDA UTIL DE LA EDIFICACION, AUSENCIA DE JUNTAS ENTRE LA COLUMNA Y EL TABIQUE					

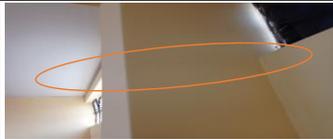
Anexo 4. Ficha Nro. 3 de Control de Patologías Estructurales

FICHA DE CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES				Nro 3	
DATOS DE LA EDIFICACION					
EDIFICACION	I.E. 42241 HERMOGENES ARENAS YAÑEZ				
DEPARTAMENTO	TACNA				
PROVINCIA	TACNA				
DISTRITO	TACNA				
DIRECCION	AV. 200 MILLAS S/N				
USO DE EDIFICIO	COLEGIO PRIMARIA				
TIEMPO	20 AÑOS APROX				
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE X	PORTICOS				
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE Y	ALBAÑILERIA CONFINADA				
DATOS DEL EVALUADOR (ES)					
NOMBRES Y APELLIDOS	MENDOZA BERRIOS JOHAO ADEMIR / MARINO RAMOS WILDER DAVIT				
GRADO DE INSTRUCCIÓN/ESPECIALIDAD	BACHILLER ING CIVIL				
INSTITUCION/UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA				
DATOS DEL CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES					
FECHA DE INSPECCION	13/08/2021				
HORA DE INSPECCION	10:56 a. m.				
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFIA
	b (cm)	h (cm)	L (m)		
COLUMNA	30	30	2.8	PRIMER NIVEL EJE B CON EJE 1	
VIGA					
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL					
FISURACION FALLA POR COLUMNA CORTA					
POSIBLE CAUSA					
TERREMOTO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001, TEMBLORES A LO LARGO DE LA VIDA UTIL DE LA EDIFICACION, AUSENCIA DE JUNTAS ENTRE LA COLUMNA Y EL TABIQUE					

Anexo 5. Ficha Nro. 4 de Control de Patologías Estructurales

FICHA DE CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES				Nro 4	
DATOS DE LA EDIFICACION					
EDIFICACION			I.E. 42241 HERMOGENES ARENAS YAÑEZ		
DEPARTAMENTO			TACNA		
PROVINCIA			TACNA		
DISTRITO			TACNA		
DIRECCION			AV. 200 MILLAS S/N		
USO DE EDIFICIO			COLEGIO PRIMARIA		
TIEMPO			20 AÑOS APROX.		
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE X			PORTICOS		
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE Y			ALBAÑILERIA CONFINADA		
DATOS DEL EVALUADOR (ES)					
NOMBRES Y APELLIDOS			MENDOZA BERRIOS JOHAO ADEMIR / MARINO RAMOS WILDER DAVIT		
GRADO DE INSTRUCCIÓN/ESPECIALIDAD			BACHILLER ING CIVIL		
INSTITUCION/UNIVERSIDAD			UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		
DATOS DEL CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES					
FECHA DE INSPECCION			13/08/2021		
HORA DE INSPECCION			10:59 a. m.		
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFIA
	b (cm)	h (cm)	L (m)		
COLUMNA	30	30	2.8	PRIMER NIVEL EJE B CON EJE 2	
VIGA					
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL					
FISURACION FALLA POR COLUMNA CORTA					
POSIBLE CAUSA					
TERREMOTO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001, TEMBLORES A LO LARGO DE LA VIDA UTIL DE LA EDIFICACION, AUSENCIA DE JUNTAS ENTRE LA COLUMNA Y EL TABIQUE					

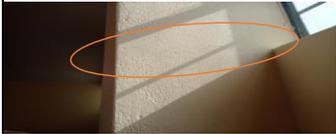
Anexo 6. Ficha Nro. 5 de Control de Patologías Estructurales

FICHA DE CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES				Nro 5	
DATOS DE LA EDIFICACION					
EDIFICACION		I.E. 42241 HERMOGENES ARENAS YAÑEZ			
DEPARTAMENTO		TACNA			
PROVINCIA		TACNA			
DISTRITO		TACNA			
DIRECCION		AV. 200 MILLAS S/N			
USO DE EDIFICIO		COLEGIO PRIMARIA			
TIEMPO		20 AÑOS APROX			
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE X		PORTICOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE Y		ALBAÑILERIA CONFINADA			
DATOS DEL EVALUADOR (ES)					
NOMBRES Y APELLIDOS		MENDOZA BERRIOS JOHAO ADEMIR / MARINO RAMOS WILDER DAVIT			
GRADO DE INSTRUCCIÓN/ESPECIALIDAD		BACHILLER ING CIVIL			
INSTITUCION/UNIVERSIDAD		UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA			
DATOS DEL CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES					
FECHA DE INSPECCION		13/08/2021			
HORA DE INSPECCION		9:00 a. m.			
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFIA
	b (cm)	h (cm)	L (m)		
COLUMNA	30	30	2.8	PRIMER NIVEL EJE E CON EJE 2	
VIGA					
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL					
FISURACION FALLA POR COLUMNA CORTA					
POSIBLE CAUSA					
TERREMOTO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001, TEMBLORES A LO LARGO DE LA VIDA UTIL DE LA EDIFICACION, AUSENCIA DE JUNTAS ENTRE LA COLUMNA Y EL TABIQUE					

Anexo 7. Ficha Nro. 6 de Control de Patologías Estructurales

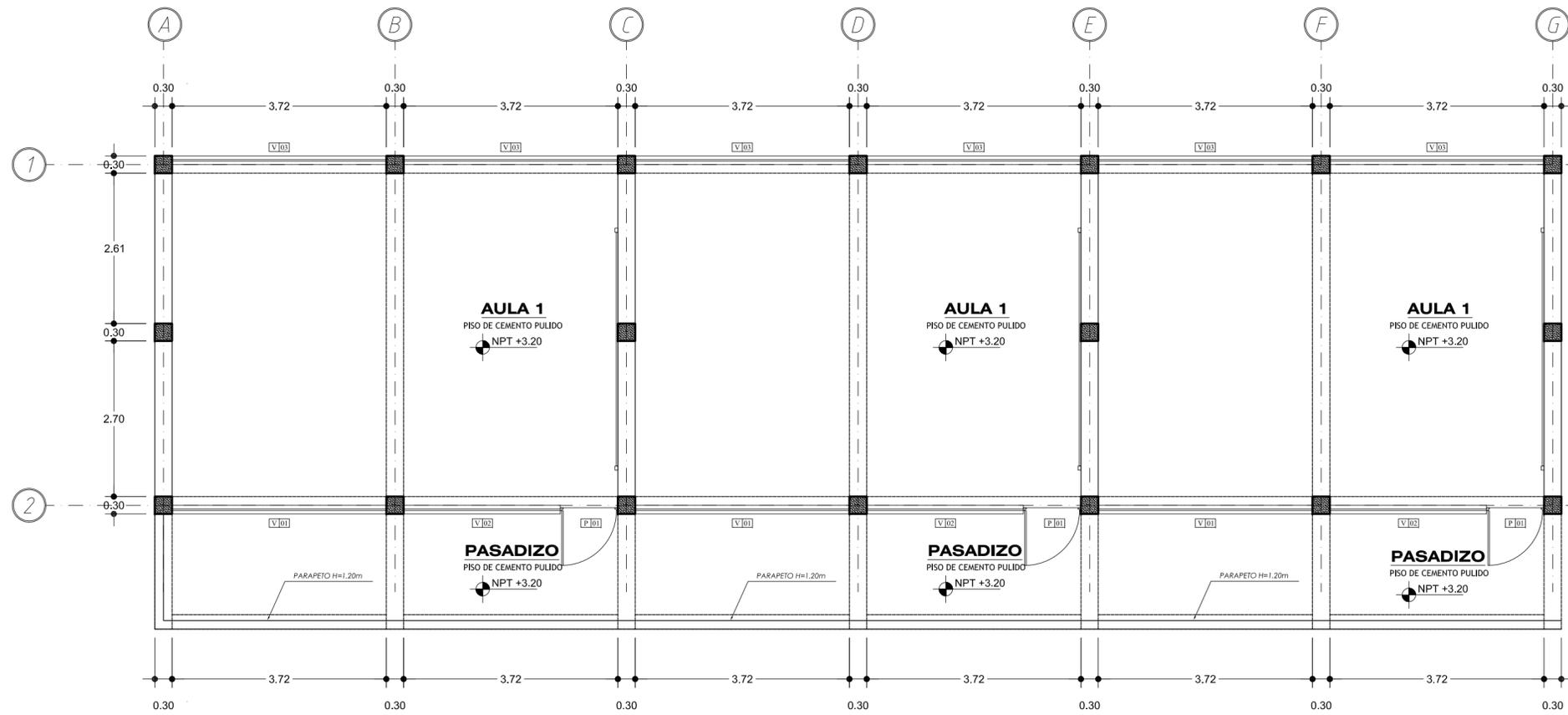
FICHA DE CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES				Nro 6	
DATOS DE LA EDIFICACION					
EDIFICACION			I.E 42241 HERMOGENES ARENAS YAÑEZ		
DEPARTAMENTO			TACNA		
PROVINCIA			TACNA		
DISTRITO			TACNA		
DIRECCION			AV. 200 MILLAS S/N		
USO DE EDIFICIO			COLEGIO PRIMARIA		
TIEMPO			20 AÑOS APROX		
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE X			PORTICOS		
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE Y			ALBAÑILERIA CONFINADA		
DATOS DEL EVALUADOR (ES)					
NOMBRES Y APELLIDOS			MENDOZA BERRIOS JOHAO ADEMIR / MARINO RAMOS WILDER DAIVT		
GRADO DE INSTRUCCIÓN/ESPECIALIDAD			BACHILLER ING CIVIL		
INSTITUCION/UNIVERSIDAD			UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		
DATOS DEL CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES					
FECHA DE INSPECCION			13/08/2021		
HORA DE INSPECCION			9:00 a. m.		
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFIA
	b (cm)	h (cm)	L (m)		
COLUMNA	30	30	2.8	PRIMER NIVEL EJE D CON EJE 2	
VIGA					
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL					
FISURACION FALLA POR COLUMNA CORTA					
POSIBLE CAUSA					
TERREMOTO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001, TEMBLORES A LO LARGO DE LA VIDA UTIL DE LA EDIFICACION, AUSENCIA DE JUNTAS ENTRE LA COLUMNA Y EL TABIQUE					

Anexo 8. Ficha Nro. 7 de Control de Patologías Estructurales

FICHA DE CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES				Nro 7	
DATOS DE LA EDIFICACION					
EDIFICACION		I.E 42241 HERMOGENES ARENAS YAÑEZ			
DEPARTAMENTO		TACNA			
PROVINCIA		TACNA			
DISTRITO		TACNA			
DIRECCION		AV. 200 MILLAS S/N			
USO DE EDIFICIO		COLEGIO PRIMARIA			
TIEMPO		20 AÑOS APROX.			
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE X		PORTICOS			
SISTEMA ESTRUCTURAL EJE Y		ALBAÑILERIA CONFINADA			
DATOS DEL EVALUADOR (ES)					
NOMBRES Y APELLIDOS		MENDOZA BERRIOS JOHAO ADEMIR / MARINO RAMOS WILDER DAVIT			
GRADO DE INSTRUCCIÓN/ESPECIALIDAD		BACHILLER ING CIVIL			
INSTITUCION/UNIVERSIDAD		UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA			
DATOS DEL CONTROL DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES					
FECHA DE INSPECCION		13/08/2021			
HORA DE INSPECCION		9:00 a. m			
ELEMENTO	DIMENSIONES			UBICACIÓN	FOTOGRAFIA
	b (cm)	h (cm)	L (m)		
COLUMNA	30	30	2.8	PRIMER NIVEL EJE F CON EJE 2	
VIGA					
VIGUETAS					
LOSA					
MURO					
TIPO DE FALLA ESTRUCTURAL					
FISURACION FALLA POR COLUMNA CORTA					
POSIBLE CAUSA					
TERREMOTO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001, TEMBLORES A LO LARGO DE LA VIDA UTIL DE LA EDIFICACION, AUSENCIA DE JUNTAS ENTRE LA COLUMNA Y EL TABIQUE					

Anexo 9. Planos de Estructuración, Distribución, y Elevaciones.

A continuación, se muestran los planos correspondientes.



PLANTA DISTRIBUCION PRIMER NIVEL

ESC. : 1/50

CAUDRO DE VANOS-PUERTAS					
VANOS	ANCHO	ALTURA	ALFEZAR	CANT.	OBSERVACION
P-01	1,00	2,80	-	03	PUERTA TIPO TABLERO CON SOBRE LUZ DE ALUMINIO Y VIDRIO INCLUI MANILLO Y CERRAJERIA.

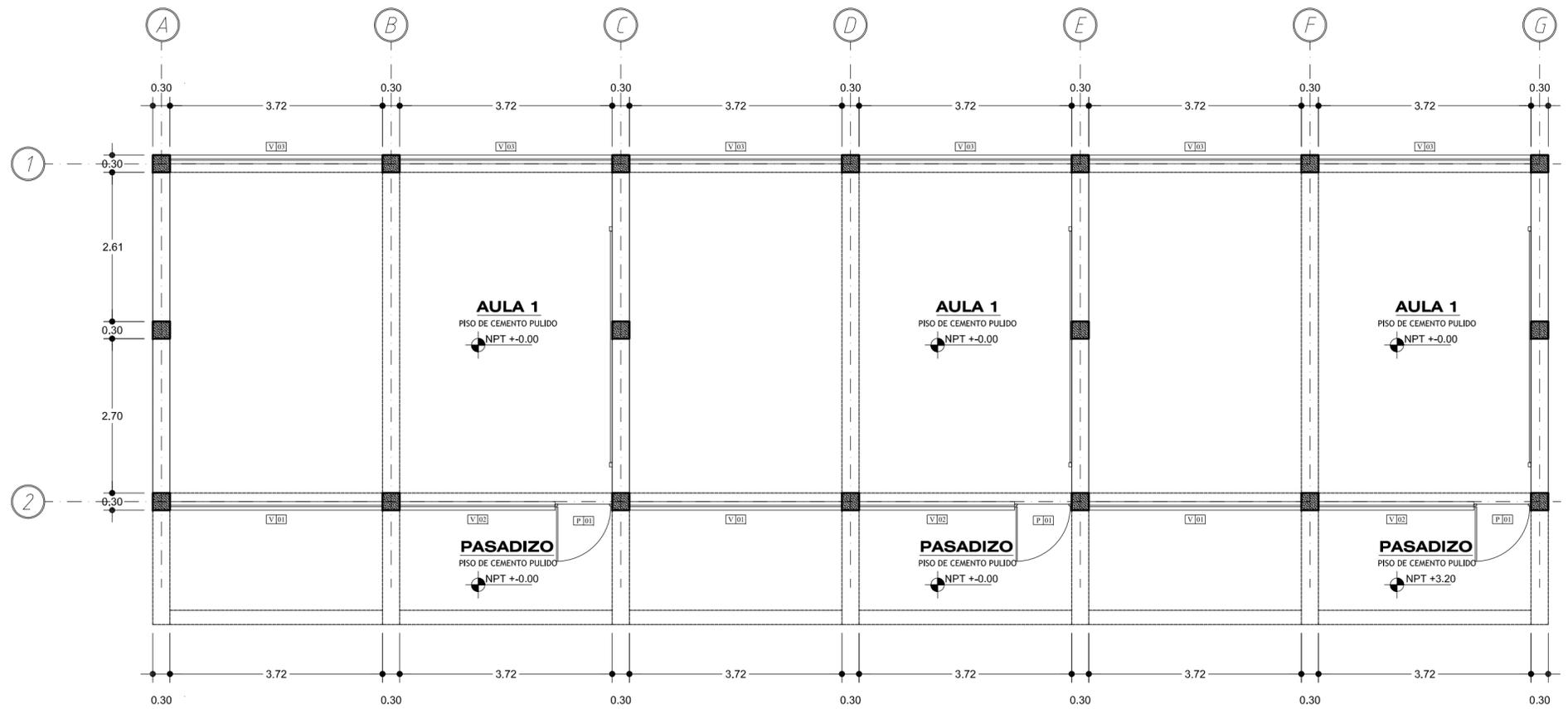
CAUDRO DE VANOS-VENTANAS					
VANOS	ANCHO	ALTURA	ALFEZAR	CANT.	OBSERVACION
V-1	3,72	1,60	1,20	03	VENTANA DE ALUMINIO CON VIDRIO CRUDO
V-2	2,72	1,60	1,20	03	VENTANA DE ALUMINIO CON VIDRIO CRUDO
V-3	3,72	0,67	2,13	06	VENTANA DE ALUMINIO CON VIDRIO CRUDO

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO: TACNA	INVESTIGACION:
PROVINCIA: TACNA	"EVALUACION ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO DEL PABELLON 'B' DE LA LE. 42241 HERMOGENES ARENAS YANEZ"
DESRRO: TACNA	PLANO:
LOCALIDAD: CC.PP. LEGUIA	PLANTA DISTRIBUCION BLOQUE B
CAD: BACH. ZONHO ADEM. INGENIERIA BARRIOS BACH. WILDER DAME MARINO BARRIOS	ESCALA: INDICADAS
ASESOR: MRO Ing. DINA MARIENE CONTRADO FLORES	FECHA: SEPTIEMBRE, 2021



LAFRINA: A-01



PLANTA DISTRIBUCION SEGUNDO NIVEL

ESC. : 1/50

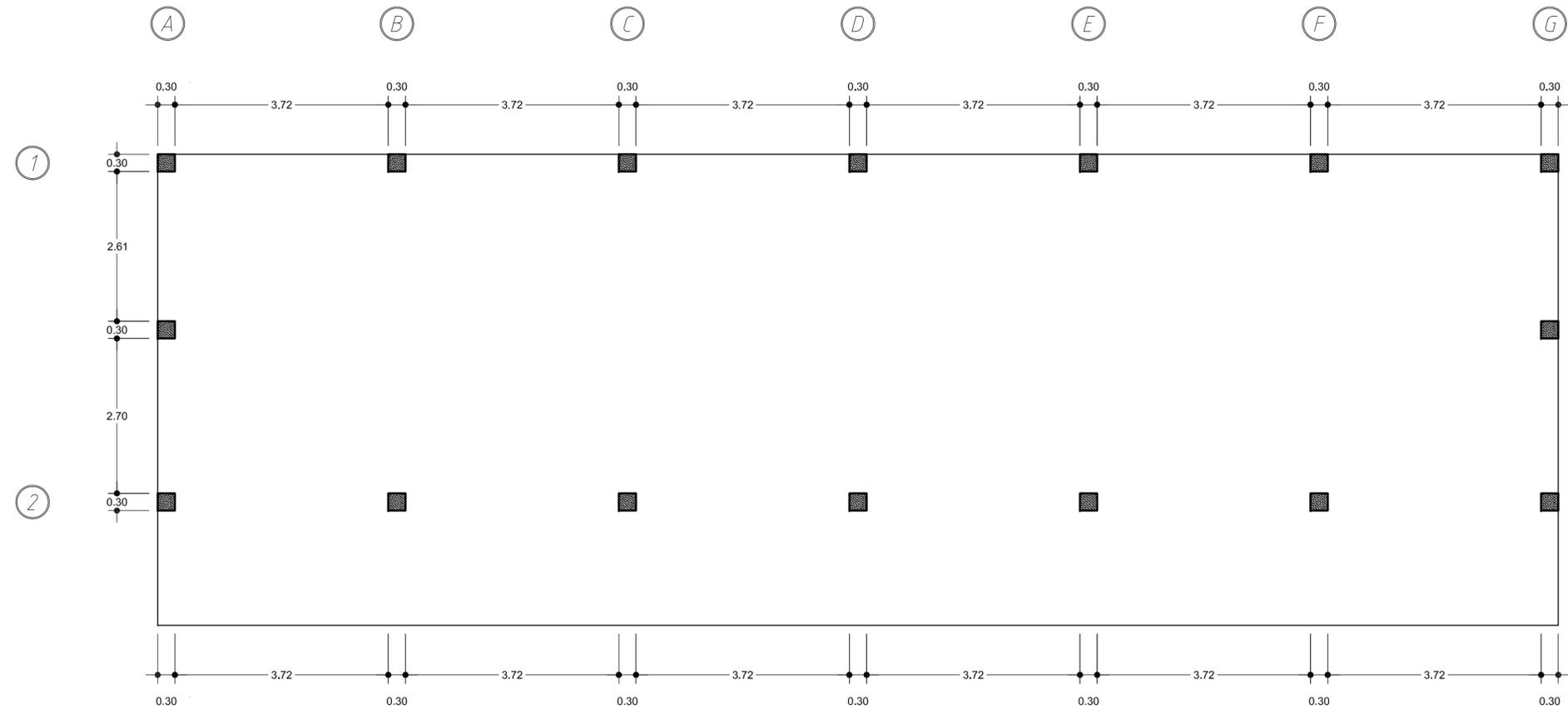
CAUDRO DE VANOS-PUERTAS					
VANOS	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANT.	OBSERVACION
P-01	1,00	2,80	-	03	PUERTA TIPO TABLERO CON SOBRE LUZ DE ALUMINIO Y VIDRIO INCLUI MANILLA Y CERRAJERIA.

CAUDRO DE VANOS-VENTANAS					
VANOS	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	CANT.	OBSERVACION
V-1	3,72	1,60	1,20	03	VENTANA DE ALUMINIO CON VIDRIO CRUDO
V-2	2,72	1,60	1,20	03	VENTANA DE ALUMINIO CON VIDRIO CRUDO
V-3	3,72	0,67	2,13	06	VENTANA DE ALUMINIO CON VIDRIO CRUDO

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA	
DEPARTAMENTO: TACNA	INVESTIGACION:
PROVINCIA: TACNA	"EVALUACION ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO DEL PABELLON "B" DE LA LE 42241 HERMOGENES ARENAS YANET"
CEBIRRO: TACNA	PLANO:
LOCALIDAD: CC.PP. LEGUIA	PLANTA DISTRIBUCION BLOQUE B
CAD: BACH. JORHON ADEIB MENDOZA BERRIO BACH. WILDER DAME MARINO RAMOS	ESCALA: INDICADAS
ASESOR: MRO Ing. DINA MARIENE CONTRADO FLORES	FECHA: SEPTIEMBRE, 2021

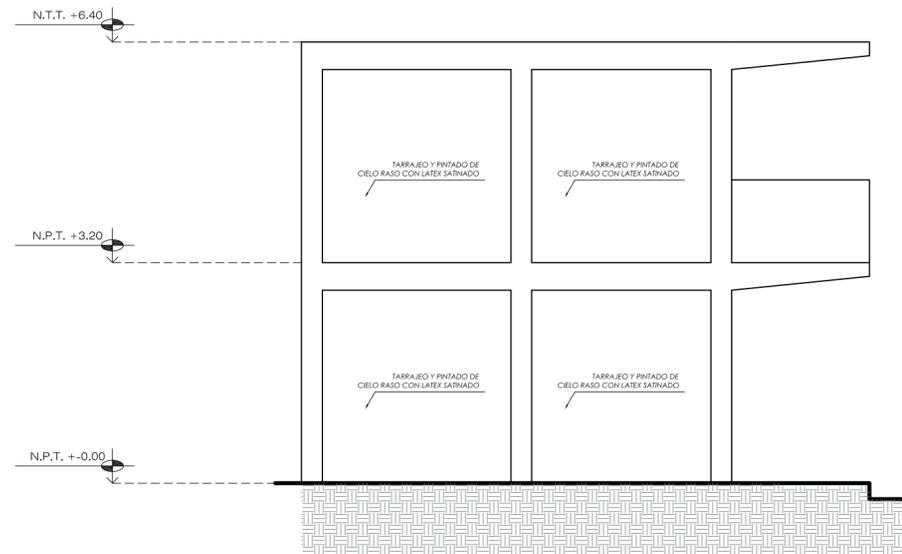


LAFUNA: **A-02**



PLANTA TECHO

ESC. : 1/50



ELEVACION LATERAL

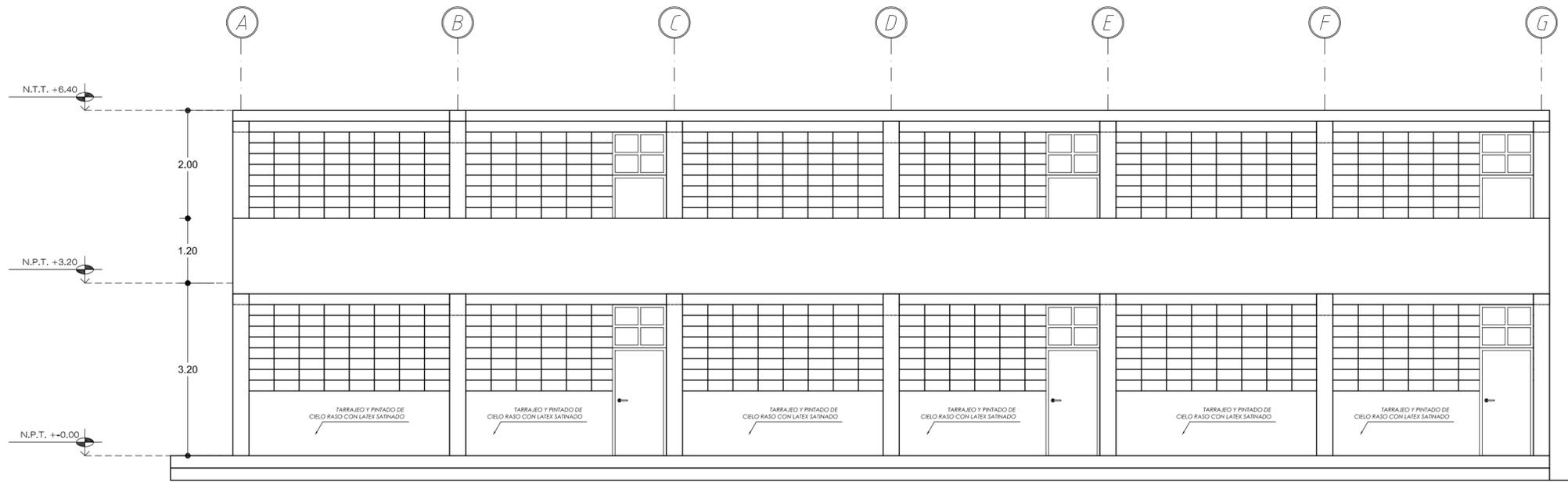
ESC. : 1/50

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO: TACNA	INVESTIGACION:
PROVINCIA: TACNA	"EVALUACION ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO DEL PABELLON 'B' DE LA LE 42241 HERMOGENES ARENAS YANET"
DISTRITO: TACNA	PLANO:
LOCALIDAD: CC.PP. LEGUIA	PLANTA DISTRIBUCION Y ELEV. BLOQUE B
CAD: BACH. JORJANO ADEIB. INENOCIA. BERRIO BACH. WILDER DAMIAN MARINO RAMOS	ESCALA: INDICADAS
ASESOR: MRO Ing. DINA MARIENE CONTRADO FLORES	FECHA: SEPTIEMBRE, 2021

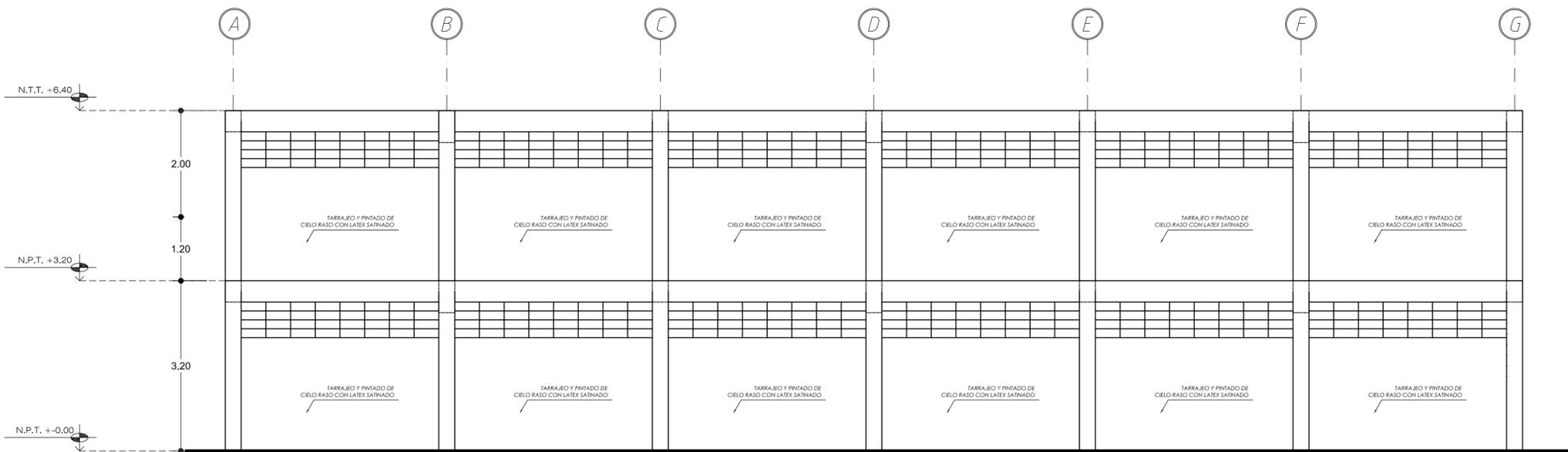


A-03



ELEVACION FRONTAL

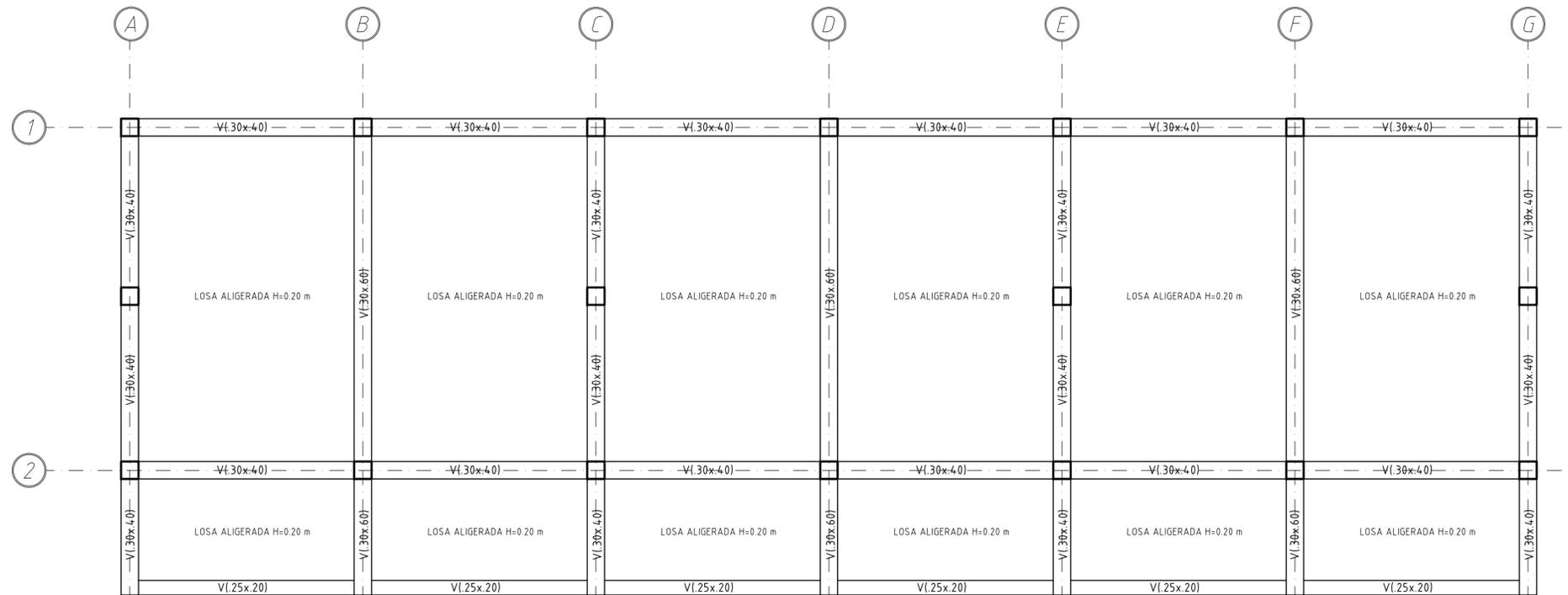
ESC. : 1/50



ELEVACION FRONTAL

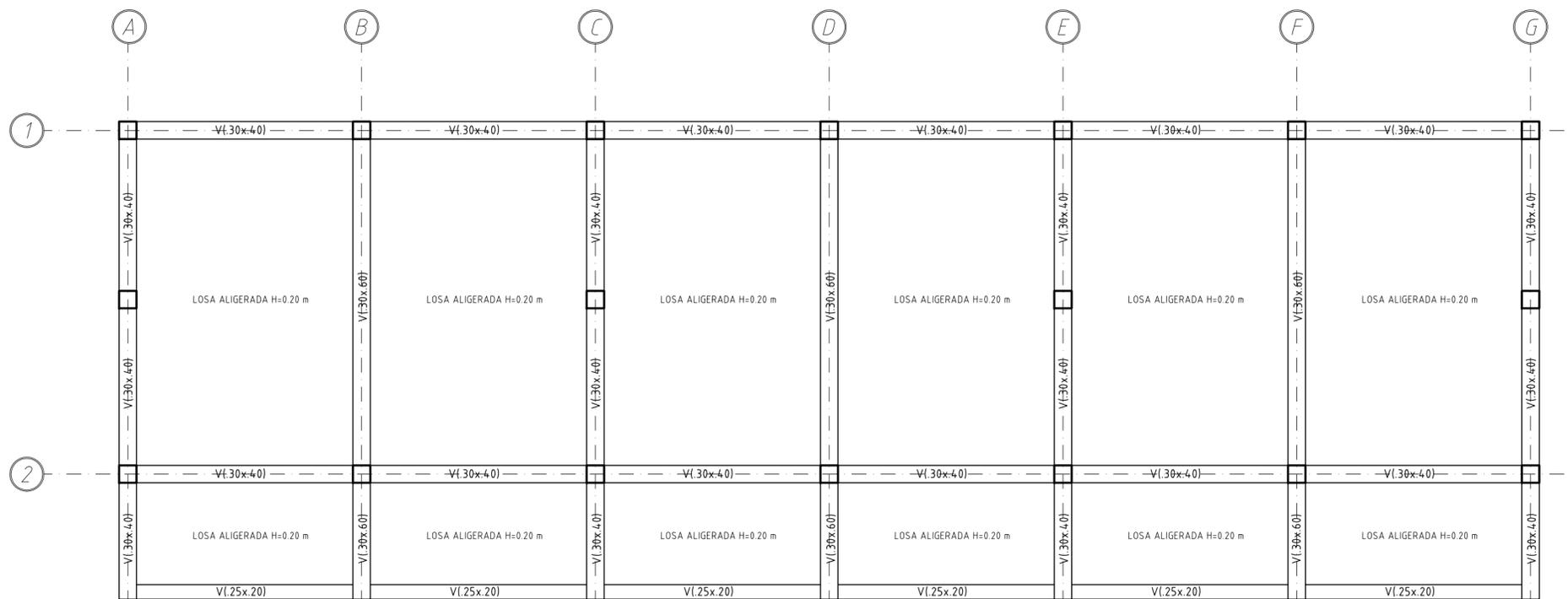
ESC. : 1/50

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA		
DEPARTAMENTO: TACNA	INVESTIGACION:	
PROVINCIA: TACNA	"EVALUACION ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO DEL PABELLON 'B' DE LA LE 42241 HERMOGENES ARENAS YANEZ"	LAFINA: A-04
CERRO: TACNA	PLANO:	
LOCALIDAD: CC.PP. LEGUIA	ELEVACIONES BLOQUE B	
CAD: BACH. JORJANO ADEMIR MENDOZA BERRIO; BACH. WILDER DAINE MARINO RANGOS	ESCALA: INDICADAS	FECHA: SEPTIEMBRE, 2021
ASESOR: MRO Ing. DINA MARIENE CONTRADO FLORES		



PLANTA ESTRUCTURACION SEGUNDO NIVEL

ESC. : 1/50



PLANTA ESTRUCTURACION PRIMER NIVEL

ESC. : 1/50

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA	
DEPARTAMENTO: TACNA	INVESTIGACION:
PROVINCIA: TACNA	"EVALUACION ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO DEL PABELLON 'B' DE LA I.E. 42241 HERMOGENES ARENAS YANEZ"
CERRO: TACNA	PLANO:
LOCALIDAD: CC.PP. LEGUIA	PLANTA ESTRUCTURACION BLOQUE B
CAD: BACH. INGENIERIA CIVIL	ESCALA:
BACH: WILDER DAME MARINO RAMOS	INDICADAS
ASESOR:	FECHA: SEPTIEMBRE, 2021
MRO Ing. DINA MARIENE CONTRADO FLORES	ES-01