

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



**TESIS**

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SÍSMICO DE LAS  
INSTALACIONES DE LA GERENCIA DE INGENIERÍA DE LA  
ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIO DE SANEAMIENTO,  
TACNA 2022”**

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

**PRESENTADO POR:**

**Bach. DAMPHIER FELIX VILCA YUCRA  
Bach. CRISTHIAN KALEP OBREGON PARI**

**TACNA – PERÚ  
2023**

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

**TESIS**

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SÍSMICO DE LAS  
INSTALACIONES DE LA GERENCIA DE INGENIERÍA DE LA  
ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIO DE SANEAMIENTO,  
TACNA 2022”**

Tesis sustentada y aprobada el 04 de Marzo de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

<b>PRESIDENTA</b>	<b>:</b>	<b>Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>:</b>	<b>Mag. JORGE ENRIQUE ALVAREZ RUFFRÁN</b>
<b>VOCAL</b>	<b>:</b>	<b>Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRÍAS</b>
<b>ASESOR</b>	<b>:</b>	<b>Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE</b>

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Damphier Felix Vilca Yucra y Cristhian Kalep Obregon Pari, en calidad de bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 75220574 y 71227294 respectivamente, declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada: “Evaluación estructural sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022” la misma que presentamos para optar el Título Profesional de Ingeniero 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 contra derechos de terceros.
4. La tesis no 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, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, nos hacemos responsables frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la obra haya sido publicada anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones de nuestra acción se derive, sometiéndonos a la normativa vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna 30 de Diciembre del 2022.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Damphier Felix Vilca Yucra'. The signature is written in a cursive style with a prominent horizontal line across the middle.

---

Bach. Damphier Felix Vilca Yucra  
DNI: 75220574

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cristhian Kalep Obregon Pari'. The signature is written in a cursive style with a prominent horizontal line across the middle.

---

Bach. Cristhian Kalep Obregon Pari  
DNI: 71227294

## DEDICATORIA

A mis abuelos Juana Gonzales Castro y Hilario Vilca Alberto, por todos sus consejos, valores, por el amor que me han dado y por el apoyo incondicional en mi vida.

A mis padres Jerli Vilca Gonzales y Lourdes Yucra Gomez por todo el esfuerzo y sacrificio que han hecho para hacer de mi cada día una mejor persona.

A mis tíos Mary Vilca Gonzales, Elizabeth Vilca Gonzales y Valentin Ramos Aliaga quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional y estuvieron en buenos y malos momentos de mi vida alentándome a seguir adelante.

A mi hermana Dariana Vilca Yucra y mi primo Alexis Ramos Vilca por preocuparse por mi y por alentarme para seguir esforzándome en cumplir mis metas y sé que ellos también cumplirán sus propios objetivos en la vida.

**Bach. Damphier Felix Vilca Yucra**

## DEDICATORIA

Dedicado a Dios por haberme dado fuerzas y bendiciones para poder llegar hasta esta etapa de mi carrera universitaria y profesional.

A mi familia, conformada por mi mami Leandra Mendoza Morales, mi tía Magaly Yanet Pari Mendoza y mi hermana Evelyn Arely Salas Pari por ser el principal apoyo constante en toda mi carrera profesional, quienes me dieron su respaldo en todo momento sentando como base profesional la responsabilidad y el deseo de superación; y en especial a mi madre Maria del Carmen Pari Mendoza por brindarme su amor y paciencia a lo largo de mi vida, aconsejándome y acompañándome con mucha confianza de que soy capaz de lograr este objetivo.

**Bach. Cristhian Kalep Obregon Pari**

## AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por darnos salud y guiarnos en nuestros pasos mientras desarrollábamos la tesis.

A la Universidad Privada de Tacna por haberme acogido y permitido ser parte de ella brindándonos apoyo y conocimiento para seguir adelante en la carrera profesional con apoyo de buenos profesionales que nos fueron enseñando durante el periodo académico.

A nuestro asesor de tesis Mtro. Ing. Edgar Hipólito Chaparro Quispe, por su apoyo, guía y conocimiento para poder cumplir con este paso tan importante en nuestra carrera académica.

Al Ing. Jesús Chipana Baldeón, gerente de ingeniería de la entidad, quien nos brindó las facilidades y apoyo para poder realizar las visitas y ensayos en las instalaciones de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.

A nuestras familias por su confianza, apoyo y por ser la principal razón e impulso para lograr este sueño.

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Descripción del Problema .....	3
1.2. Formulación del Problema .....	4
1.2.1. Problema General.....	4
1.2.2. Problemas Específicos.....	4
1.3. Justificación e Importancia .....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo General .....	5
1.4.2. Objetivos Específicos .....	5
1.5. Hipótesis .....	6
1.5.1. Hipótesis General.....	6
1.5.2. Hipótesis Específicas .....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes .....	7
2.1.1. Segmento Local .....	7
2.1.2. Segmento Nacional.....	8
2.1.3. Segmento Internacional .....	11
2.2. Bases teóricas .....	12
2.2.1. Sistema Dual.....	12
2.2.2. Albañilería.....	14
2.2.3. Propiedades Mecánicas del Concreto .....	18
2.2.4. Propiedades Mecánicas de Albañilería .....	20

2.2.5.	Periodo Fundamental.....	22
2.2.6.	Fuerza Cortante en la Base.....	23
2.2.7.	Desplazamiento de Entrepisos y Derivas .....	23
2.2.8.	Modos de Vibración .....	24
2.2.9.	Aceleración Espectral.....	24
2.3.	Definición de Términos.....	25
2.3.1.	Esclerómetro.....	25
2.3.2.	Irregularidades Estructurales.....	25
2.3.3.	Albañilería Confinada .....	25
2.3.4.	Propiedades Mecánicas .....	25
2.3.5.	Sismo.....	26
2.3.6.	Resistencia .....	26
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....		27
3.1.	Diseño de la Investigación .....	27
3.2.	Acciones y Actividades.....	27
3.2.1.	Ubicación .....	27
3.2.2.	Obtención de Datos Físicos y Mecánicos en Campo .....	29
3.2.3.	Digitalización de Planos en Gabinete .....	33
3.2.4.	Modelamiento de la Estructura.....	35
3.3.	Materiales y/o Instrumentos .....	35
3.3.1.	Planos.....	35
3.3.2.	Fotografías.....	36
3.3.3.	Softwares de Diseño .....	38
3.3.4.	Equipo de Recolección de Datos .....	39
3.4.	Población y/o muestra de estudio .....	40
3.5.	Operacionalización de variable .....	40
3.6.	Procesamiento y análisis de datos .....	41
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		44
4.1.	Propiedades Mecánicas de los Elementos Estructurales .....	44
4.1.1.	Inspección de Patologías y Fallas en Elementos Estructurales .....	44
4.1.2.	Ensayos de Resistencia del Concreto .....	45
4.1.3.	Resistencia a Compresión del Concreto.....	46
4.1.4.	Resistencia a Compresión Axial de la Albañilería.....	46
4.2.	Evaluación Detallada de la Instalación de la EPS .....	46

4.2.1.	Características de Elementos Estructurales .....	46
4.2.2.	Datos de los Materiales de los Elementos Estructurales. ....	47
4.3.	Modelamiento y Estructuración .....	51
4.4.	Sistema Estructural .....	53
4.5.	Cargas Aplicadas .....	53
4.6.	Parámetros Sísmicos .....	54
4.7.	Condiciones Locales. ....	55
4.8.	Verificación de Irregularidades Estructurales en Altura .....	56
4.8.1.	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando .....	56
4.8.2.	Irregularidad de Resistencia – Piso Débil .....	57
4.8.3.	Irregularidad Extrema de Rigidez .....	58
4.8.4.	Irregularidad Extrema de Resistencia.....	58
4.8.5.	Irregularidad de Masa o Peso .....	58
4.8.6.	Irregularidades Geometría Vertical.....	59
4.9.	Verificación de Irregularidades Estructurales en Planta.....	60
4.9.1.	Irregularidad Torsional .....	60
4.9.2.	Irregularidad Torsional Extrema .....	61
4.9.3.	Irregularidad de Esquinas Entrantes .....	62
4.9.4.	Irregularidad del Diafragma .....	62
4.9.5.	Irregularidad por Sistemas No Paralelos .....	62
4.10.	Resumen de Irregularidades .....	62
4.11.	Análisis Dinámico Modal Espectral.....	64
4.12.	Fuerza Cortante en la Base.....	66
4.12.1.	Periodo Fundamental de Vibración .....	67
4.12.2.	Factor de Amplificación Sísmica .....	68
4.12.3.	Fuerza Cortante en la Base.....	68
4.13.	Aceleración espectral.....	68
4.14.	Desplazamiento de Entrepiso.....	71
CAPÍTULO V: DISCUSIONES .....		73
CONCLUSIONES .....		75
RECOMENDACIONES.....		76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		77
ANEXOS.....		80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites de la distorsión en entrepisos según norma E.030.....	23
Tabla 2 Matriz de operacionalización de variables.....	41
Tabla 3 Resumen de inspección de patologías en el primer nivel.....	44
Tabla 4 Resultado del ensayo del esclerómetro.....	45
Tabla 5 Dimensión de las columnas de la estructura.....	46
Tabla 6 Dimensiones de las Vigas de la estructura.....	47
Tabla 7 Propiedades de albañilería maciza.....	50
Tabla 8 Características de albañilería hueca.....	50
Tabla 9 Sobrecarga en oficinas y corredores según la norma E060.....	53
Tabla 10 Sumatoria de cargas muertas según peso de los materiales.....	53
Tabla 11 Zonificación Sísmica.....	54
Tabla 12 Condiciones locales de la estructura.....	55
Tabla 13 Categoría de la estructura.....	56
Tabla 14 Comprobación de irregularidad de rigidez-piso blando en dirección “X”.....	56
Tabla 15 Comprobación de irregularidad de rigidez-piso blando en dirección “Y”.....	57
Tabla 16 Comprobación de irregularidad de resistencia – piso débil en dirección “X”..	57
Tabla 17 Comprobación de irregularidad de resistencia – piso débil en dirección “Y”..	58
Tabla 18 Comprobación de irregularidad de masa.....	58
Tabla 19 Verificación de irregularidad de geometría vertical en dirección “X”.....	59
Tabla 20 Verificación de irregularidad de geometría vertical en dirección “Y”.....	59
Tabla 21 Comprobación de irregularidad torsional en sentido “X”.....	60
Tabla 22 Verificación de irregularidad torsional en sentido “Y”.....	60
Tabla 23 Comprobación de irregularidad torsional extrema en dirección “X”.....	61
Tabla 24 Verificación de irregularidad torsional extrema en dirección “Y”.....	61
Tabla 25 Verificación de irregularidad de esquinas entrantes en dirección “X” y “Y”....	62
Tabla 26 Recopilación de irregularidades estructurales en planta y altura.....	63
Tabla 27 Categoría y regularidad de las edificaciones.....	63
Tabla 28 Periodos y porcentaje de participación de masa modal.....	66
Tabla 29 Características de la edificación de la EPS.....	67
Tabla 30 Resumen de parámetros sísmicos según norma E030.....	69
Tabla 31 Espectro de diseño según norma E030 - 2018.....	70
Tabla 32 Control de derivas en dirección X según norma E 0.30.....	72

Tabla 33 Control de derivas en dirección Y según norma E 0,30 ..... 72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Albañilería Simple.....	15
Figura 2 Albañilería Armada .....	15
Figura 3 Albañilería Reforzada .....	16
Figura 4 Muro Portante .....	17
Figura 5 Muro no Portante .....	17
Figura 6 Ensayo de Cono de Abrams. ....	18
Figura 7 Ensayo de resistencia a la compresión antes y después de la rotura .....	19
Figura 8 Curva normalizada para los diferentes tipos de materiales de las unidades de albañilería .....	21
Figura 9 Modo de vibración de una estructura .....	24
Figura 10 Ubicación de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A. ....	28
Figura 11 Exteriores de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A. ....	28
Figura 12 Ficha de inspección de patologías estructurales .....	29
Figura 13 Medición de columnas de la estructura .....	30
Figura 14 Medición de largo de vigas o distancia entre columnas .....	30
Figura 15 Medición de las ventanas con medidor láser.....	31
Figura 16 Anotaciones de las medidas tomadas en campo .....	31
Figura 17 Ensayo No destructivo de Esclerometría.....	32
Figura 18 Ábaco para obtener la resistencia con el esclerómetro .....	33
Figura 19 Plano en planta de 1er Piso .....	34
Figura 20 Plano en planta de 2do Piso .....	34
Figura 21 Modelamiento con el programa ETABS 18 .....	35
Figura 22 Planos realizados en Digital.....	36
Figura 23 Fotografías guías.....	37
Figura 24 Fotografía de resultado de esclerómetro.....	37
Figura 25 Software para digitalización de planos .....	38
Figura 26 Software para el modelamiento y análisis de la estructura .....	39
Figura 27 Esclerómetro.....	40
Figura 28 Ficha para la inspección de patologías estructurales del primer nivel .....	42
Figura 29 Características del concreto ingresadas en el programa ETABS .....	48
Figura 30 Características de albañilería ingresadas en el programa ETABS .....	49

Figura 31 Modelo del primer piso de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.	51
Figura 32 Modelo del segundo piso de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A. .....	52
Figura 33 Modelo 3D de la estructura de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.....	52
Figura 34 Primer periodo de vibración en dirección "Y" .....	64
Figura 35 Segundo periodo de vibración en sentido "X" .....	65
Figura 36 Tercer periodo de vibración en sentido "X" .....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	80
Anexo 2: Planos de Planimetría General .....	81
Anexo 3 Planos de Cortes y Elevaciones.....	83
Anexo 4 Carta N°001 y N°002 de solicitud de permiso de uso y e información de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A. ....	86
Anexo 5 Carta de Autorización de la Gerencia General de la EPS Tacna S.A. ....	88

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación que lleva de título “Evaluación estructural sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022” en el cual se lleva a cabo la inspección visual de la estructura, obtención y registro de datos en campo y posterior modelamiento y análisis para realizar el determinar el comportamiento de la estructura ante un sismo de diseño basándonos en la norma técnica peruanas. La investigación se inició realizando un análisis cualitativo, mediante fichas de inspección visual, con las cuales se tomaron las anotaciones de las patologías encontradas en la estructura; la humedad presente en los elementos dio como resultado la eflorescencia, lo cual conllevó al desprendimiento del recubrimiento en elementos tales como vigas, columnas y muros encontradas en el exterior de la estructura. Posteriormente, se realizaron toma de medidas de los diferentes elementos estructurales para poder luego digitalizarlos y realizar el ensayo no destructivo de esclerometría el cual dio como resultado una resistencia a la compresión de  $f'c = 174.59 \text{ Kg/cm}^2$ . Finalmente, se procedió a realizar el modelado y análisis en el programa ETABS V18, obteniéndose que la estructura tiene una deriva máxima de 0,002 en sentido X y una deriva máxima de 0,0017 en sentido Y, el cual no sobrepasa el límite permisible que demanda la norma, por lo cual se determinó que la estructura tiene un comportamiento sísmico eficiente, pero con pérdida de resistencia en el concreto de acuerdo a la norma actual E.030.

Palabras clave: Albañilería, patología, Irregularidad, estructura.

## ABSTRACT

The present research work entitled " Seismic structural evaluation of the facilities of the engineering management of the sanitation service provider, Tacna 2022" in which the visual inspection of the structure is carried out, obtaining and recording data in the field and subsequent modeling and analysis to determine the behavior of the structure in a design earthquake based on the Peruvian technical standard. The investigation began with a qualitative analysis, using visual inspection cards, which were used to take notes of the pathologies found in the structure; the humidity present in the elements resulted in efflorescence, which led to the detachment of the coating on elements such as beams, columns and walls found on the exterior of the structure. Subsequently, measurements of the different structural elements were taken in order to digitize them and perform the nondestructive sclerometry test, which resulted in a compressive strength of  $f'c = 174,59 \text{ Kg/cm}^2$ . Finally, we proceeded to perform the modeling and analysis in the ETABS V18 program, obtaining that the structure has a maximum drift of 0,002 in X direction and a maximum drift of 0,0017 in Y direction, which does not exceed the permissible limit required by the standard, so it was determined that the structure has an efficient seismic behavior, but with a loss of strength in the concrete according to the current E.030 standard.

Key words. Masonry, pathology, irregularity, structure.

## INTRODUCCIÓN

El peligro sísmico de una región se mide por la probabilidad de ocurrencia de un sismo, los cuales son ocasionados por el movimiento brusco de las placas tectónicas a causa de la forma que tiene la Tierra de liberar energía.

Teniendo en cuenta la historia sísmica de Perú con el cual nos damos cuenta que el Perú ha ido afrontados eventos sísmicos de resultados catastróficos, tomando como ejemplo el movimiento sísmico ocurrido el 23 de Junio del 2001 el cual afectó al Sur del país. Y la ubicación geográfica del Perú, que está ubicada en la zona denominada Cinturón de Fuego, exactamente afectada por la Placa de Nazca y Placa Sudamericana las cuales se encuentran muy cerca de la Costa del Perú. Podemos concluir que el Perú está considerado entre los países de mayor potencial sísmico.

A con secuencia de la proximidad de las Placas tectónicas a la Costa del Perú, Tacna se encuentra en la zona 4 según el mapa de Zonificación sísmica en la NTP E0.030. considerado como la de mayor sismicidad.

La presenta investigación tiene como finalidad realizar la evaluación estructural de las instalaciones de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A. el cual cuenta con dos niveles, teniendo en cuenta las propiedades mecánicas actuales de los elementos estructurales de la edificación, ya que esta edificación data de los años 80 y haciendo uso del Reglamento Nacional de Edificaciones y sus normas para una verificación correcta. Esta evaluación nos permite prevenir el comportamiento sísmico de la estructura con la finalidad de salvaguardar y evitar pérdidas materiales y humanas.

La tesis presentada se encuentra desarrollada por cinco capítulos que son descritos de la siguiente manera:

El capítulo I, describe el planteamiento del problema, donde desarrolla la descripción del problema, las preguntas de la formulación del problema, se da a conocer la justificación e importancia de la investigación, se indica los objetivos de la investigación de los cuales se plantearon el general y los específicos para el desarrollo de la tesis y finalizando por las hipótesis de la investigación. En el capítulo II se presenta el marco teórico, iniciando con los antecedentes encontradas referentes de esta investigación, la cual describe investigaciones anteriores tomadas como referencia, las bases teóricas de los temas usados en la investigación y definición de términos que ayudaran a entender la investigación. El capítulo III, nos muestra el Marco Metodológico, indicando el Diseño de la investigación al que pertenece, Acciones y actividades

realizadas para el desarrollo de la Tesis, Materiales y/o instrumentos utilizados, Población y/o muestra de estudio el cual fue seleccionado para hacer la investigación, Operacionalización de variables y Procesamiento y análisis de los datos obtenidos para generar los resultados de la investigación. El capítulo IV, da a conocer los resultados obtenidos de la investigación, detallando paso a paso el análisis que se realizó y explicando los resultados obtenidos. El capítulo V, donde se realiza la discusión de la investigación.

Y para finalizar, con la manifestación de conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del Problema

Los sismos son resultado del desplazamiento de las Placas Tectónicas de la Tierra, que causan una liberación de energía acumulada de una manera que crea un movimiento brusco en el suelo donde estamos. Habitualmente estos movimientos son lentos e imperceptibles, pero en algunos el desplazamiento libera una gran cantidad de energía, cuando existe un movimiento brusco de una placa contra otra, rompiéndola y originando el Terremoto. Sismos, temblores y terremotos son términos usuales para referirse a los movimientos de la corteza terrestre, sin embargo, técnicamente hablando, el nombre de sismo es más utilizado (terremoto se refiere a sismos de grandes dimensiones).

Existen muchas edificaciones vulnerables a los sismos en el Perú, esto se debe a que han sido construidas con materiales no seleccionados, edificaciones informales que no han llevado un control profesional, edificaciones que se han construido en laderas, una inadecuada configuración estructural, o edificaciones antiguas.

De acuerdo al mapa de Zonificación Sísmica, la ubicación de Tacna es en la Zona 4 y las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la EPS son edificaciones comunes, categoría C (Norma E030 "Diseño sismorresistente"). Las instalaciones de la Gerencia de Ingeniería datan de los años 80 y en la actualidad se encuentran ya en condiciones inadecuadas para el normal funcionamiento de las labores que ahí se realizan, el material de construcción que se empleó es a base de bloquetas en muros y el techo es de asbesto cemento (amianto), los cuales no garantizan la seguridad del personal que labora en dichas instalaciones, asimismo, el equipamiento con el que cuenta es insuficiente y obsoleto, limitando el desarrollo de las actividades del personal, estas condiciones restringen el normal funcionamiento y cumplimiento de las funciones del personal de la gerencia de ingeniería, por lo que es necesario la intervención a fin de dar solución a la situación actual

En el presente proyecto de tesis se realizará una evaluación estructural sísmica en las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento en Tacna con el fin de proporcionar información sobre el estado que se encuentra las instalaciones de la EPS para conocer el riesgo de colapso frente a un movimiento sísmico de gran magnitud.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo realizar la evaluación estructural sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cuáles son las características estructurales de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento?
- b) ¿Cuál es la fuerza cortante en la base de la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento?
- c) ¿Cuáles son los periodos de vibración de la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento de acuerdo a la norma E030 y mediante el software ETABS?
- d) ¿Cuáles los desplazamientos de entre piso, utilizando el software ETABS, de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento de acuerdo a la norma peruana E030?

## **1.3. Justificación e Importancia**

Desde el punto de vista científico, la presente investigación proporcionará información sobre el estado en el que se encuentra las antiguas instalaciones de ingeniería de la EPS Tacna, la cual es necesaria para conocer el riesgo de colapso frente a un sismo, teniendo en cuenta que la NTP E030 “Diseño Sismorresistente” nos indica, según la división territorial nacional, que Tacna se encuentra en la Zona 4 la cual es de mayor sismicidad.

Desde el punto de vista social, las instalaciones de la Gerencia de Ingeniería de la EPS son muy importantes, ya que el personal que labora en dichas instalaciones desarrolla proyectos para la población las cuales son mejorar el servicio de agua potable en la ciudad de Tacna es por eso que se ha realizado la evaluación estructural de la edificación para resguardar el bienestar del personal y por ende tener proyectos innovadores en un futuro que van a favorecer a la sociedad.

Desde el punto de vista económico, la Gerencia de Ingeniería es una unidad orgánica de apoyo, con nivel Gerencial, responsable por los estudios, proyectos, obras y supervisión referente a renovación, ampliación y tratamiento de Agua Potable y Alcantarillado que permanentemente realiza trabajos y proyectos, las cuales son justamente para abaratar costos en servicio de la población y así, de una y otra forma ayudar en la economía de la población.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Realizar una evaluación estructural sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería y obra de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a. Determinar las características estructurales de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento.
- b. Determinar la fuerza cortante en la base de la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento.
- c. Determinar los periodos de vibración de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento de acuerdo a la norma E030 y mediante el software ETABS.
- d. Determinar los desplazamientos de entre piso, utilizando el software ETABS, de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento de acuerdo a la norma peruana E030.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis General**

La evaluación estructural dará como resultado el deficiente comportamiento frente a un sismo de las instalaciones de la gerencia de ingeniería y obra de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022.

### **1.5.2. Hipótesis Específicas**

- a. Las características estructurales de las instalaciones de la gerencia de la entidad prestadora presentan disminución de las propiedades mecánicas.
- b. La fuerza cortante de la base de la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento cumple con las especificaciones de la norma E030.
- c. Al calcular los periodos de vibración de la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento cumplen con las especificaciones de la norma E030.
- d. El modelado en el software ETABS, de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio, presentará que los desplazamientos de entrepiso cumplen con las especificaciones de la norma E030.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Segmento Local

a. Maquera, Lupaca (2021), en su tesis "*Evaluación Estructural sísmico del bloque 'a' del local institucional 'casa blanca' de la municipalidad distrital de ciudad nueva, Tacna 2022*", comenzó con el análisis cualitativo, utilizando fichas para la inspección visual, recopilando información sobre las enfermedades encontradas en el edificio; la presencia de humedad en los elementos provocó la meteorización, provocando que el revestimiento se despegara de elementos como vigas, muros y columnas. Encontraron una grieta con un tamaño de 2 mm ubicado en la costura sísmica donde se separa los bloques. Luego realizaron las pruebas correspondientes en elementos estructurales establecidos, es decir, mediciones de dureza y muestreo de perforación de diamante, lo que arrojó, como promedio, una resistencia de  $f'c = 170,87 \text{ Kg/cm}^2$  para pruebas destructivas. Finalmente, modelaron la estructura del software ETABS V19 y concluyeron que desde el bloque "A" en el sitio institucional "Casablanca" lograron un máximo rendimiento más allá de los límites permitidos por el estándar E.030 vigente.

b. Pérez Sandra (2022), en su tesis "*Evaluación Estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón "1" de la institución educativa San José Fe y Alegría n°40, Tacna 2022*", realizaron un análisis visual con una hoja de inspección y encontraron que el daño principal era el desgaste estructural con grietas en las paredes y la caída del concreto de las vigas y columnas. Luego siguió con levantar el Pabellón "1" y con base en los datos obtenidos en el sitio, elaboró plantas, escalones y alzados. Luego realizaron una prueba no destructiva utilizando un durómetro. Examinaron distintas áreas de elementos estructurales, considerando vigas y columnas. Teniendo en cuenta que la edificación es aporricada, utilizaron un nuevo factor de confiabilidad de 1 a 1,1. Nivel de resistencia promedio  $f'c = 210.00 \text{ Kg/cm}^2$ . Luego concluye con la evaluación y posterior análisis. Modelaron en el software ETABS V18, con el cual obtuvieron el análisis sísmico en el edificio "1" de la Institución Educativa Fe y Alegría de

San José y obtuvieron una deriva máxima X de 0,015614 en planta baja y 0,021945 Y. La deriva máxima, de los dos valores mayores del límite de 0,007 RC. Concluyeron que el salón “1” de la institución educativa San José Fe y Alegría, no procede a cumplir con que las deformaciones permisibles de la Norma de Diseño Sísmico E-030.

c. Mendoza , Condori (2022) , en su investigación “*Evaluación Estructural para determinar el comportamiento sísmico del pabellón 1 de la institución educativa 42251 Simón Bolívar, Tacna 2022*” Realizaron la evaluación de los 3 bloques los cuales conforman el pabellón de acuerdo al Código Nacional de Edificación, luego desarrollaron un plan de preparación de medidas perimetrales, realizaron ensayos de endurecimiento en elementos estructurales con un factor de confiabilidad de 1,35, calcularon la resistencia del concreto en  $f'c= 207,27 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $f'c= 234,17 \text{ Kg/cm}^2$  y  $f'c= 220,11 \text{ Kg/cm}^2$  en el bloque 01, 02 y 03 respectivamente. Luego desarrollaron un modelo en ETABS v20 teniendo en cuenta E. 030 De acuerdo a las normas de diseño sísmico, fue determinado que en el pabellón “1” el comportamiento sísmico efectivo es en el sentido “X”, donde sobresale el sistema estructural de marcos de hormigón armado, y en el sentido Y, domina la mampostería estructural; porque el piso del bloque 01 tiene el mayor desplazamiento relativo es 0,001506 y 0,000894; la dirección Y es 0,001296 y 0,000942; y el bloque 02 es 0,002298 y 0,002052 en la dirección X por lo que concluyeron que no superan los límites de distorsión especificados en la norma E.030.

### **2.1.2. Segmento Nacional**

a. Flores Rogelio (2019), en su tesis “*Evaluación de riesgo sísmico de la infraestructura del primer pabellón del colegio emblemático José Carlos Mariátegui – llave – Puno*”, investigó el nivel de riesgo de la institución educativa secundario del Colegio Emblemático José Carlos Mariátegui Olave –Puno, que ha cumplido la etapa de vida útil en la localidad de llave, la institución educativa se ubica en una zona de alta sismicidad, suelo rígido y topografía plana. Dicha institución ha cumplido con la vida útil y la misma presenta fisuras y dispersión en la resistencia de materiales, su forma estructural en planta es regular. Por lo que determinaron el comportamiento estructural de la edificación ante la existencia de un sismo severo, con el propósito erradicar accidentes mortales. de los estudiantes y los docentes que laboran en el mismo pabellón. Para definir el nivel riesgo sísmico, peligro sísmico se procedieron a realizar los estudios

topográficos de campo, replantearon su plano de arquitecturas del pabellón, y realizaron el estudio de suelo para definir la capacidad portante, además determinaron el  $f_c$  de concreto a través de los ensayos de esclerometría a cada uno de los elementos estructurales. Luego procedieron a realizar los trabajos de gabinete, en el cual elaboraron un análisis sísmico estático y dinámico, evaluación de elementos no estructurales. Los resultados que obtuvieron demostraron que el primer pabellón de la institución educativa nivel secundario ha cumplido el periodo de vida útil que tiene un nivel de riesgo sísmico alto.

b. Lope Jose (2018) en su trabajo de investigación que lleva por título *“Evaluación del Comportamiento Sísmico de un Edificio Existente de Concreto Armado Ubicado en la Ciudad de Juliaca Utilizando el Método Basado en el Desempeño”*, realizó el presente trabajo al observar que en los últimos años en la ciudad de Juliaca se ha visto la construcción de importantes edificios con alturas considerables y ubicadas en el centro de la ciudad (multifamiliares, comerciales, oficinas, clínicas, centros de estudio, etc.), los cuales albergan un gran número de personas, bienes y propiedades de un gran valor adquisitivo que supera muchas veces los costos de la edificación, por lo que las edificaciones no deberían verse afectadas y deberían continuar operativas después de una actividad sísmica de gran magnitud, como es el caso de la edificación existente que evaluaron en la presente tesis de investigación para conocer el comportamiento ante posibles solicitaciones sísmicas que se puedan darse en nuestra ciudad de Juliaca.

En primera instancia el presente trabajo lo enfocaron primordialmente en analizar dos aspectos, el primero si la estructura cumple con los parámetros y consideraciones que estipula nuestro reglamento Sismorresistente E-030 2016, el segundo en aplicar el método basado en el desempeño para poder conocer la capacidad estructural de la edificación ya mencionada.

Como principales herramientas para realizar la evaluación sísmica, usaron la NTP E.030 Diseño Sismorresistente. Así mismo para el método Basado en el Desempeño se tuvo como guía la Norma (Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures) “FEMA 440” que viene hacer una de las alternativas para encontrar el punto de desempeño de la estructura.

De los resultados obtuvieron algunas de las siguientes conclusiones y recomendaciones: La estructura difiere con los parámetros de diseño sismorresistente establecidos en la NTP E-030, ya que los rangos de derivas permitida están por encima de los valores permitido en nuestra Norma.

c. Astorga, Aguilar (2006) en su trabajo de investigación que lleva por título "*Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas*", realizaron análisis para calcular la resistencia sismorresistente y para determinar pérdidas en edificios educativos peruanos. Identificaron cinco tipos estructurales como los más representativos. Un tipo corresponde a los edificios de adobe, tres tipos a estructuras de concreto y albañilerías hechas en 1997 y un tipo a los edificios de concreto y albañilería muy robustos que se empezaron a construir después de 1997 y que representan el 2% del total de edificaciones. Desarrollaron estimaciones de pérdidas con la ayuda de funciones de distribución de daño en varios actos sísmicos, de las cuales tuvieron como resultado curvas de fragilidad y matrices de probabilidad de daño.

En el país no existe información estadística sobre los daños de edificios escolares afectados por terremotos ni sus características estructurales. Por ello, recurrieron a la asesoría de estructuralista para previsualizar el comportamiento esperado. Aplicando el método Delphi en la investigación para la recolección de información.

Los resultados indicaron que los edificios de adobe quedarían irreparables (daño mayor a 60%) para sismos con intensidades de VII MM o mayores. Para los edificios de concreta albañilería construidos con mayor antigüedad a 1997 y para los de reciente construcción se encontró que el daño irreparable se alcanzaría desde intensidades de IX MM y X MM respectivamente.

Estudiaron el desempeño de los edificios en zonas altamente sísmicas con sismos frecuentes (50 años de periodo de retorno y 0,2g de aceleración) y de mayores magnitudes (500 años de periodo de retorno y 0,4g de aceleración). Dieron como resultado que los edificios de concreto – albañilería sufrirían 5% de daños menos si fueron construidos después de 1997, para los de adobe en los sismos frecuentes serían de daños importantes y en actividades sísmicas severas ambos sufrirían daños irreparables.

Para completar el desarrollo de un plan nacional de protección de la infraestructura educativa concluyeron que es necesario que el estado compile y organice la información necesaria para lograr una representación cuantitativa de la distribución geográfica y de las condiciones locales de la infraestructura educativa. En paralelo al desarrollo de este plan fue necesario organizar programas de reducción de vulnerabilidad de bajo costo para las edificaciones en mayor riesgo.

### **2.1.3. Segmento Internacional**

a. Alzate Alejandro (2017) , en su investigación “*Evaluación de la Vulnerabilidad estructural de edificaciones indispensables de los grupos iii y iv del municipio de Apia, Risaralda*” implementaron fichas técnicas, levantamiento de planos estructurales y arquitectónicos, modelación a través del software ETABS, con el fin de determinar la vulnerabilidad física y estructural de las edificaciones indispensables, hicieron un énfasis en los aspectos de funcionalidad y eficiencia para la prestación del servicio en el marco de la NSR-10. Para las edificaciones evaluadas en el municipio de Apia, evidenciaron que, debido a la época de las construcciones, estas se realizaron sin ningún tipo de especificaciones técnicas. Una vez que concluyeron la investigación, encontraron que el 100% de las edificaciones evaluadas no cumple con el marco de la NSR-10, debido a que los materiales implementados en la construcción de la alcaldía y el colegio sagrada familia sede 2, no son aceptados por la norma para dichas edificaciones. En el hospital y bomberos determinaron que difieren con los requerimientos exigidos por la norma, como el índice de sobreesfuerzo y deriva, para esto se deben implementar medidas correctivas necesarias; para las edificaciones de la defensa civil y el colegio sagrada familia sede 1, no cumple con las especificaciones del título E de la norma, debido a que su longitud mínima de muros existentes es menor a la requerida por la norma.

b. Lizarazo, Pedraza (2021), en su tesis “*Análisis de vulnerabilidad sísmica del edificio Gregorio XIII y planteamiento de alternativa reforzamiento estructural*” partieron de una primera fase la cual estaba basada en recopilación de información existente, estudios realizados, el levantamiento estructural y la evaluación de amenaza sísmica. Como segunda fase realizaron el análisis de vulnerabilidad el cual se llevó a cabo por medio del software ETABS calculando las solicitaciones, los índices de flexibilidad y sobreesfuerzo identificando las zonas o elementos más vulnerables y propensos a daño en caso de un sismo. En esta fase se evaluaron la rigidez y las derivas de los elementos. Como tercera fase y final, generaron una propuesta de reforzamiento estructural cumpliendo cada uno de los problemas identificados en la fase anterior, en esta fase generaron varios modelos y dos tipos de refuerzos con el fin de obtener los resultados deseados para cumplir los requerimientos, el primer modelo es el original sin refuerzo, el segundo es rehabilitado con diagonales concéntricas de acero y el tercero

consiste en un incremento de las secciones en los elementos estructurales más afectados.

c. Cifuentes, Fuentes (2018), en su trabajo de investigación “*Evaluación de vulnerabilidad sísmica actual de albergues temporales en Bucaramanga aplicando algoritmos de clasificación supervisada*” emplearon dos algoritmos de aprendizaje supervisado: Máquinas de soporte vectorial y Árbol de decisión. Estos modelos permitieron predecir el nivel de vulnerabilidad para 14 albergues de prueba. Concluyeron que, el modelo que mejor clasificó los datos con un rendimiento del 64,29%, fue el de máquinas de soporte vectorial con función de kernel lineal, medido a partir del porcentaje de buena clasificación de un conjunto de prueba. Esta investigación permite a las entidades gubernamentales y/o interesados obtener una aproximación a la vulnerabilidad sísmica de albergues en Bucaramanga y asimismo se tomen las decisiones necesarias para reforzar aquellas estructuras que se asocian con un nivel de vulnerabilidad alto. De esta forma se minimizarán los impactos en la vida y se brindará mayor seguridad.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Sistema Dual**

Según Silva (2022) lo define como un sistema estructural conformado por pórtico espacial el cual es resistente a momentos y no está conformado con diagonales, en conjunto con muros portantes o pórticos con. Llegando a plantear en su blog que debe tener ciertos requisitos para ser considerado sistema dual como:

- Los pórticos deben resistir momentos sin conformarse por diagonales y deben soportar cargas verticales.
- Los muros portantes deben resistir fuerzas horizontales al estar combinadas con pórticos resistentes a momentos, el cual puede ser considerado por tener la capacidad espacial de disipación de energía (DES), para concreto reforzado debe poseer capacidad moderada de disipación de energía (DMO) o con capacidad mínima de disipación de energía (DMI). El diseño debe realizarse para que el pórtico que resiste momentos logre independientemente resistir como mínimo el 25% de fuerza cortante ubicada en la base.

- El sistema dual será diseñado para resistir la cortante sísmica en la base, en equidad a sus rigideces relativas. Considerando el trabajo netamente del sistema dual en todos los niveles teniendo en cuenta que la responsabilidad de los muros portantes o pórticos diagonales puede ser menos al 75% de la cortante en la base.

También da mención que, a pesar de las diferencias en el funcionamiento estructural entre estos dos últimos sistemas, ellos combinan la capacidad resistente entre los pórticos y las pantallas. Nos da a entender que las pantallas normalmente se localizan en los ductos de los ascensores, escaleras o en lugares donde no afecten la arquitectura, y nos recomienda que para mayor eficiencia deben localizarse dentro de los pórticos desde el cimiento hasta donde haya requerimientos de rigidez, con lo cual pueda transformarse en columnas en los pisos superiores.

Silva explica que este sistema se usa cuando se considera distintos tipos de fuerzas: por compresión, flexión o tracción, y para proyectos de características especiales.

### **Consideraciones técnicas**

El sistema es mayormente utilizado en edificios que tendrán diferentes tipos de fuerzas: por compresión, flexión o tracción, que son vistos en su concurrencia en estructuras con características especiales, como pronunciados volados. Y también en regiones sísmicas.

National University of Cajamarca (2017) en su documento no da a conocerlas siguientes ventajas y desventajas de los sistemas duales:

### **Ventajas:**

- La estructura está formada con una resistencia y una rigidez lateral significativamente más altas que el sistema de pórticos, lo que la hace muy eficaz contra las fuerzas sísmicas. Y siempre que los elementos rígidos estén bien repartidos.
- Se puede obtener las ventajas del sistema a porticado, en cuando a su ductilidad y distribución de espacios internos.
- Es muy común, sobre todo en la vieja práctica, que cuando se diseñan estructuras duales se supone que los muros resisten todas las fuerzas laterales y el sistema porticado todas las gravitacionales.

**Desventajas:**

- El problema de este sistema estructural es que hay que tener mucho cuidado al unir los elementos rígidos porque su rigidez es muy diferente a la de los pórticos y esto puede dar lugar a concentraciones de tensiones excesivas en algunas partes del edificio y una mala distribución de la estructura de las cargas sobre cimentaciones.
- Se debe tener mucho cuidado al diseñar el sistema porque la interacción entre los pórticos y el sistema de pared es compleja. El comportamiento de un muro delgado es similar al de una viga alta en voladizo, y el problema de la interacción surge porque el comportamiento del pórtico sería muy diferente al de un muro de concreto.

**2.2.2. Albañilería**

Se define a la estructura construida con ladrillos de cerámica, cemento, piedra o algún otro elemento de forma semi irregular que sea unido con algún tipo de material como el mortero. La cual es confinado por elementos de concreto armado para mejorar su resistencia frente a los eventos sísmicos.

De la norma E070 "Albañilería" (2006) obtenemos las siguientes definiciones:

**Tipo de edificaciones de albañilería**

- **Albañilería Simple:** Material estructural que consiste en "elementos de mampostería" colocados con mortero o "elementos de mampostería" apilados cuando se incrustan en hormigón fluido. En la figura 1 se muestra la albañilería simple formada exclusivamente por ladrillos unidos con mortero de cemento.

## Figura 1

### *Albañilería Simple*



*Nota.* Diseñada para resistir fundamentalmente esfuerzos de compresión de peso propio y cargas verticales menores. Es un muro auto soportante de relleno. Tomado de Construcción I, Por Francisco Vazallo, 2016 (<http://es.slideshare.net/FranciscoVazallo/ladrillo-y-albañileria>)

- **Albañilería Armada:** Reforzada interiormente con barras de acero divididas vertical y horizontalmente e integradas con hormigón fluido de manera que los diversos componentes trabajen juntos para resistir los esfuerzos. Como se observa en la Figura 2 los muros de mampostería reforzada también se denominan muros reforzados.

## Figura 2

### *Albañilería Armada*



*Nota.* Es un muro auto soportante de relleno es aquella formada por ladrillos cerámicos unidos por mortero y que incluye barras de acero de refuerzo. Tomado de Construcción I, Por Francisco Vazallo, 2016 (<https://es.slideshare.net/FranciscoVazallo/ladrillo-y-albaileria>)

- **Albañilería Reforzada:** Albañilería en conjunto de componentes de hormigón planteado en la piometría, vaciados tras la creación de la mampostería. Como se observa en la imagen 3 la cimentación con hormigón es considerada en los muros el límite horizontal en el primer nivel.

### Figura 3

#### *Albañilería Reforzada*



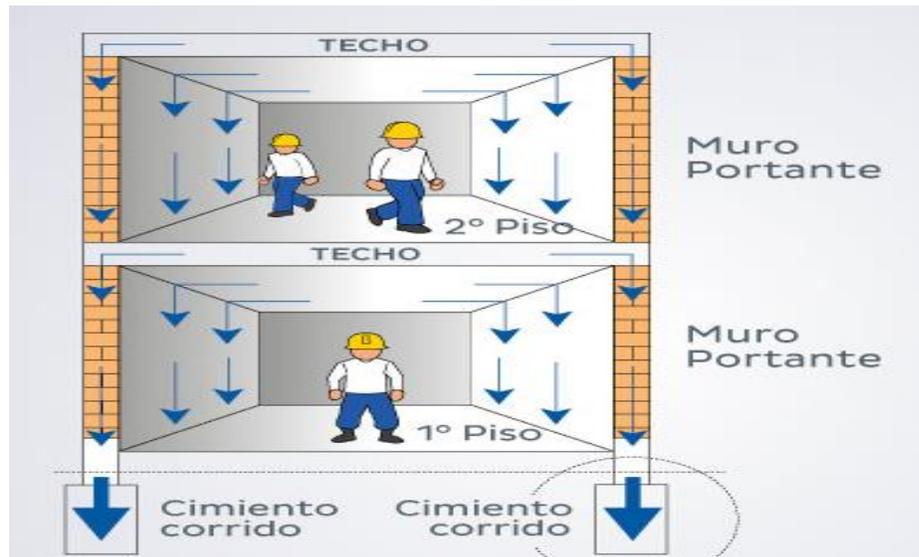
*Nota.* Es aquella conformada por paños de albañilería simple, amarrados elementos de hormigón armado, tales como cadenas y pilares. Tomado de Construcción I, Por Francisco Vazallo, 2016 (<https://es.slideshare.net/FranciscoVazallo/ladrillo-y-albaileria>)

#### **Tipos de muros de albañilería**

- **Muros no portantes:** No reciben carga vertical. En la Figura 6 se observa que los muros no portantes se usaron más para divisiones de ambientes.
- **Muros portantes:** Se utilizan como elementos estructurales, están sometidos a cualquier tipo de esfuerzo: vertical, lateral, plano, perpendicular a su nivel, esfuerzo constante o potencial. En la Figura 4 se observa que el muro portante soporta y distribuye la carga hacia la cimentación de la estructura.

## Figura 4

### Muro Portante



*Nota.* El papel de un muro portante es el de soportar y transferir la carga de cada piso de la vivienda hacia la cimentación. Tomado de Estructuras III, Modulo I, Por Nulpi Vilchez, 2021 (<https://es.slideshare.net/NulpiVilchez/hormign-mampostera-muros-encadenados-muros-portantes-no-portantes-mampuestos>).

## Figura 5

### Muro no Portante



*Nota.* No soporta cargas verticales, solo su propio peso y cargas horizontales. Tomado de Estructuras III, Modulo I, Por Nulpi Vilchez, 2021 (<https://es.slideshare.net/NulpiVilchez/hormign-mampostera-muros-encadenados-muros-portantes-no-portantes-mampuestos>)

### 2.2.3. Propiedades Mecánicas del Concreto

El concreto tiene 3 fases: La primera fase del concreto es blando y maniobrable, después pasa a una segunda fase, el fraguado, cuando el concreto logra tener rigidez, y de tercera y final fase en el cual endurece obtiene las propiedades mecánicas donde encontramos la resistencia de compresión. Utilizaremos el ensayo de Cono de Abrams como se muestra en la figura 6.

#### a. Concreto fresco

- **Trabajabilidad:** Se define como la manejabilidad del concreto, el ensayo que nos permite medir la trabajabilidad del concreto es el hecho por medio del cono de Abrams.
- **Segregación:** Es la desunión no homogénea de los componentes del concreto fresco.
- **Exudación:** Es producido por la segregación de los agregados, el agua fluye a la superficie.
- **Peso unitario:** se refiere a la densidad total considerando la masa de los agregados en estado seco y el volumen que ocupa incluyendo los vacíos de aire.

#### Figura 6

*Ensayo de Cono de Abrams.*



*Nota.* Ensayo utilizado para calcular la trabajabilidad del concreto. Tomado de civilgeeks.com [Fotografía] (<https://civilgeeks.com/2014/06/12/la-trabajabilidad-del-concreto-fresco/>)

## b. Concreto endurecido

- **Resistencia a compresión:** Es la facilidad para soportar la carga por una unidad de área. La mayoría de concretos diseñados son para que alcancen su mayor resistencia a los 28 días. Y para su medición en laboratorio se hacen uso de las briquetas fabricadas del concreto vaciado en campo como se muestra en la Figura 7.

### Figura 7

*Ensayo de resistencia a la compresión antes y después de la rotura*



*Nota.* Ensayo de rotura de briquetas de concreto. ResearchGate subido por Humberto Pehovaz-Alvarez [Fotografía] ([https://www.researchgate.net/figure/Ensayo-de-resistencia-a-la-compresion-antes-y-despues-de-la-rotura\\_fig3\\_354459547](https://www.researchgate.net/figure/Ensayo-de-resistencia-a-la-compresion-antes-y-despues-de-la-rotura_fig3_354459547))

- **Resistencia a tensión:** Moreno et al. (2016) lo define como una propiedad principal del diseño de las estructuras; en elementos de hormigón reforzado se puede producir el agrietamiento bajo diversas condiciones de carga o por medio de otros efectos, como son las condiciones ambientales críticas. Depende de las resistencias a tensión propias de la combinación de cemento y agregados, y de la adherencia que se genera entre ambos, la influencia relativa de estos factores puede variar en función de los procedimientos que se utilizan para determinar la resistencia del concreto a tensión.

- **Módulo de elasticidad:** Según Servosis (2020) el módulo de Young es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Es uno de los métodos más extendidos para conocer la elasticidad de un material.

La forma de calcular el módulo de Young es:

$$E = \sigma / \epsilon \quad (1)$$

Siendo:

E = módulo de Young, en pascal.

$\sigma$  = tensión uniaxial o fuerza uniaxial por superficie de la unidad, en pascal.

$\epsilon$  = deformación o deformación proporcional (esto quiere decir el cambio de longitud dividido por la longitud original).

#### **2.2.4. Propiedades Mecánicas de Albañilería**

Según Ceballos (2019) la resistencia de la mampostería a las demandas (presión, tensión y cortante) determina el comportamiento de la estructura del edificio. Para determinar estos obstáculos, gran cantidad de investigadores diseñaron una serie de experimentos que podrían evaluar estructuralmente los materiales de sus componentes.

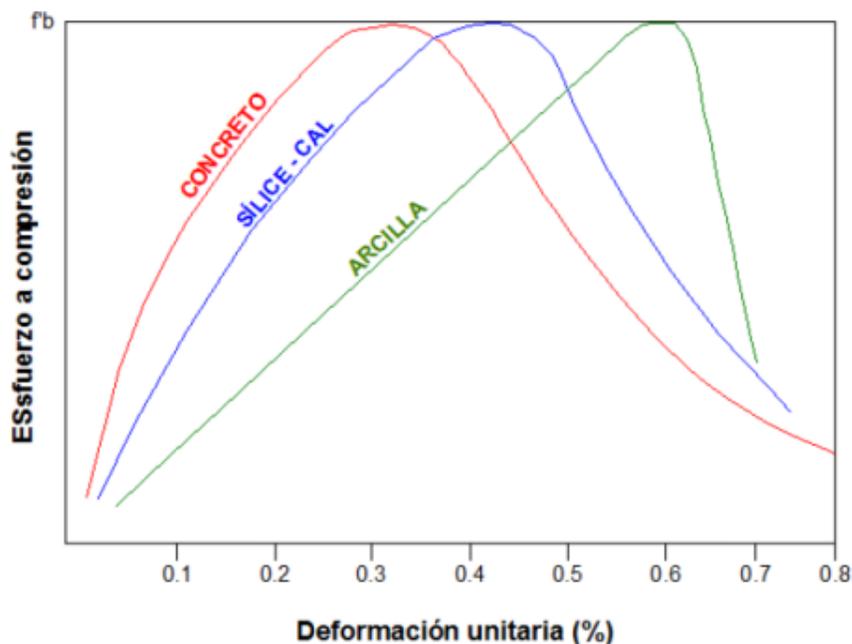
#### **Esfuerzo a la compresión**

Es una de las características que aparte de conocer la resistencia de compresión del elemento estructural nos facilita saber de diferentes propiedades sobre los ladrillos como se muestra en la Figura 8. En lo cual finalmente lo vemos en la resistencia del muro de albañilería cuya propiedad está dada por:

- La calidad de mano de obra.
- Resistencia a los esfuerzos de compresión de los elementos de albañilería.
- Dimensiones de las unidades de albañilería.
- Calidad del mortero.

**Figura 8**

Curva normalizada para los diferentes tipos de materiales de las unidades de albañilería



*Nota:* Adaptado de Evaluación de la calidad en ladrillos panderetas acanaladas mediante la norma técnica E. 070 (p. 8), por V. Díaz & A. Robles, 2022.

### **Esfuerzo a la tracción**

Según Saldarriaga (2009) la resistencia a la tracción se evalúa en función de la flexión, ya que esta propiedad mide indirectamente la resistencia a la tracción a través de la compresión por flexión mediante una prueba de resistencia a la flexión.

Al igual que la resistencia a la tensión de compresión, estas propiedades son fundamentalmente medidas de la calidad del producto final obtenido. Esta propiedad solo debe evaluarse si se usa o no una unidad Tipo IV o V y hay un alto grado de deformación que puede afectar al ladrillo por flexión, pero con una pérdida de tracción. Saldarriaga (2009, como citó en Huamani,2020)

### 2.2.5. Periodo Fundamental

(NTP E.030 Diseño sismorresistente, 2014) el período fundamental de vibración en cada sentido se llega a la ecuación (1).

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad (2)$$

Donde:

- $C_T = 35$  para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:
  - Pórticos de concreto armado sin elementos de muros de corte.
  - Pórticos dúctiles conformado por acero con conexiones resistentes en momentos, sin arriostramiento.
- $C_T = 45$  para edificios conformado por elementos resistentes en la dirección considerada sean.
  - Pórticos con muros en ascensores y escaleras.
  - Pórticos de acero.
- $C_T = 60$  para estructuras en albañilería y conjuntos de concreto armado duales, de muros estructurales y elementos de ductilidad limitada.

También requiere hacer uso de expresión:

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i x d_i^2)}{(g \times \sum_{i=1}^n f_i x d_i)}} \quad (3)$$

Donde:

- $F_i$  se describe como la fuerza lateral en la fase  $i$  el cual corresponde a una selección en altura igual a la del inicio del modo en el sentido de análisis.
- $D_i$  se describe como el desplazamiento lateral en el centro de masa en el plano  $i$  en traslación pura (una restricción a la rotación en el plano) inducida por la fuerza  $f_i$ . El desplazamiento se determina suponiendo un comportamiento elástico lineal de la estructura y, para estructuras de hormigón armado y mampostería, tiene en cuenta las áreas libres de grietas.
- Si el análisis no cuenta con la rigidez de los componentes no estructurales, se supone que el período fundamental  $T$  es 0,85, el valor dado por la fórmula anterior.

### 2.2.6. Fuerza Cortante en la Base

(NTP E.030 Diseño sismorresistente, 2014) El total del esfuerzo cortante ubicada en la base de la estructura que corresponde al sentido tomado viene dado por la fórmula:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \times P \quad (4)$$

El C/R no se deberá tomar en cuenta un valor menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125 \quad (5)$$

### 2.2.7. Desplazamiento de Entrepisos y Derivas

(Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente, 2014) Indica que el desplazamiento se multiplica por 0,75R. Los datos en el análisis lineal y elástico que dependen al factor de reducción sísmica, tanto en X como en Y dependiendo del material dominante del sentido. Los límites de distorsión para diferentes materiales son los que se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Límites de la distorsión en entrepisos según norma E.030*

Material Predominante	$\Delta i / h e_i$
Concreto Armado	0,0070
Acero	0,0100
Albañilería	0,00500
Madera	0,0100
Edificios de hormigón armado con muros de ductilidad limitada	0,0050

*Nota.* Observamos los valores permisibles máximos de distorsión de entre piso.

### 2.2.8. Modos de Vibración

(NTP E.030 Diseño sismorresistente, 2014) Los modos de vibración pueden ser determinados con métodos analíticos que toman en cuenta adecuadamente las propiedades de rigidez y la distribución de masa. En cada dirección se consideran modos de vibración cuya masa efectiva total es al menos 90 veces el total de masa como se observa en la figura 9, donde se considera al menos los tres modos iniciales sobresalientes en los sentidos de análisis.

**Figura 9**

*Modo de vibración de una estructura*



*Nota.* Se muestra los diferentes estilos de vibración que tiene el edificio y estas formas son llamadas modos de vibración. Adaptado de “Modos de vibración de una estructura” por Laboratorio de Ingeniería sísmica de la Universidad de Costa Rica, 2012.

### 2.2.9. Aceleración Espectral

(NTP E.030 Diseño sismorresistente, 2014) En cada una de los sentidos horizontales procesadas se hace uso de un espectro inelástico de pseudoaceleraciones con la siguiente fórmula:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} \times g \quad (6)$$

Para el análisis en el sentido vertical se usará si es necesario un espectro de valores como a los 2/3 del espectro usado para los sentidos horizontales.

**Derivas:**

Se entiende por deriva el desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación (Ceballos, 2019)

**2.3. Definición de Términos****2.3.1. Esclerómetro.**

El esclerómetro es un ensayo no destructivo que mide la dureza de una superficie que proporciona un rápido y sencillo medio para verificar la uniformidad del concreto a través de la lectura del número del rebote, como también estima la resistencia del concreto (Hernandez, 2017).

**2.3.2. Irregularidades Estructurales**

Las irregularidades estructurales conducen a la deformación y concentración de fuerzas internas, concentrando así el daño y el agotamiento del comportamiento inelástico. El colapso parcial o total generalmente ocurre cuando los elementos involucrados con la estabilidad del edificio están severamente dañados (Padilla,2010).

**2.3.3. Albañilería Confinada**

Se usa normalmente en edificaciones de viviendas. Normalmente se usa muros de ladrillo y columnas de amarre, siendo primeramente construido los muros de ladrillo y luego procediendo a vaciar las columnas (Huamani,2020).

**2.3.4. Propiedades Mecánicas**

Son propiedades de los materiales relacionadas con su capacidad para absorber y transmitir fuerzas o deformaciones (Lope,2018).

### **2.3.5. Sismo**

Es el movimiento brusco de la Tierra causado por la liberación de energía concentrada durante gran cantidad de tiempo (Alzate,2017).

### **2.3.6. Resistencia**

La resistencia de un elemento se define como su capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo (Perez,2022).

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Diseño de la Investigación

El presente trabajo de investigación se define como no experimental ya que los datos de las variables que han sido obtenidos en campo no han sido manipuladas o variadas intencionalmente en la presente investigación.

### 3.2. Acciones y Actividades

La presente inició con el reconocimiento de la ubicación e inspección visual con el fin de saber el lugar en donde se encontraba, que clase de estructura es y las características con las que fue hecha.

#### 3.2.1. Ubicación

La Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A. está localizada en calle Alto Lina N° 2230, Provincia y Departamento de Tacna como se aprecia en la figura 10 y 11. Y que geográficamente se encuentra en las coordenadas de  $-18^{\circ} 0' 6.279978''$  N y  $70^{\circ} 14' 0.08025394''$  E. El área en la cual se realiza la investigación está ubicada en:

Región : Tacna  
Provincia : Tacna  
Distrito : Tacna  
Dirección : Calle Alto Lina N° 2230

**Figura 10**

*Ubicación de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.*



*Nota:* Se aprecia la ubicación, con calles colindantes de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.

**Figura 11**

*Exteriores de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.*



*Nota.* Se observa el frontis del 1er y 2do piso de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.

### 3.2.2. Obtención de Datos Físicos y Mecánicos en Campo

Para el reconocimiento de patologías y fallas en la estructura se realizaron fichas de inspección realizado por elaboración propia como se muestra en la figura 12 considerando factores necesarios para el registro de la información.

**Figura 12**

*Ficha de inspección de patologías estructurales*

Ficha de Inspección de Patologías Estructurales					
TESIS	"Evaluación estructural del comportamiento sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022"				
LEYENDA	PRE-DIAGNOSTICO		FECHA		HORA
	EFEECTO	POSIBLES CAUSAS	DETALLE DE PLANO		
	SE OBSERVA:	COMENTARIO			
FOTOGRAFÍAS					

*Nota.* Ficha que será utilizada para la recolección de datos sobre las patologías encontradas en la estructura.

La obtención de datos de la estructura se realizó el día 12 de noviembre de 2022. Como se muestra en la figura 13,14 y 15 se realizó el levantamiento perimétrico y dimensional en la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A. Haciendo uso de la wincha tomamos las medidas de ventanas, columnas y alturas de peralte de vigas. Y con el medidor laser se tomaron las distancias entre columnas, longitud vigas, alturas entre pisos y longitudes en ambientes grandes. En el anexo 4 se puede observar la carta 1 y 2 de solicitud de permiso de uso y e información de la gerencia y el anexo 5 nos muestra la carta de autorización de la Gerencia de Ingeniería de la EPS.

**Figura 13**

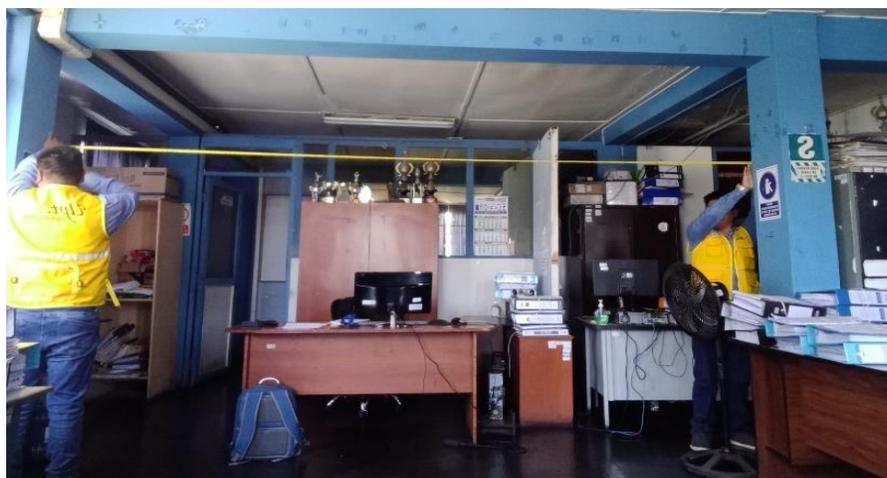
*Medición de columnas de la estructura*



*Nota.* Se midió las columnas de la estructura con wincha metálica de 10 m

**Figura 14**

*Medición de largo de vigas o distancia entre columnas*



*Nota.* Se midió las distancias entre columnas la estructura con wincha metálica

**Figura 15**

*Medición de las ventanas con medidor láser*



*Nota.* Se realizó la medición de las ventanas encontradas en la estructura con el medidor láser.

Con las dimensiones obtenidas en campo, se realizó anotaciones en planos dibujadas a mano como se muestra en la figura 16 cuyos datos fueron necesarios para realizar la digitalización de planos.

**Figura 16**

*Anotaciones de las medidas tomadas en campo*



*Nota.* Las anotaciones de las medidas tomadas en campo se plasmaron en un plano dibujado a mano.

Para la obtención de la resistencia de los materiales se realizó un ensayo por método no destructivo el día 6 de Diciembre de 2022, haciendo uso del esclerómetro como se muestra en la figura 17, con el cual obtuvimos la los índices de impacto, de ellos utilizamos el promedio de los 12 resultados por cada elemento de obtención de datos para poder obtener el valor  $f'c$  de los elementos evaluados.

### Figura 17

*Ensayo No destructivo de Esclerometría*

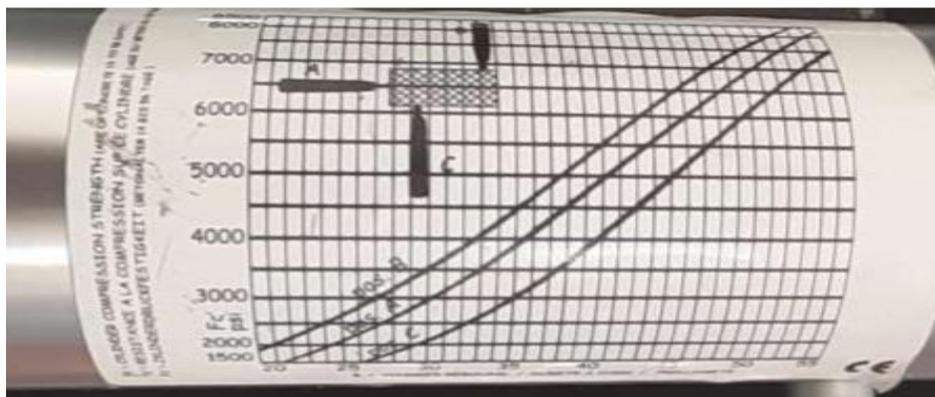


*Nota.* Se hizo uso del esclerómetro con lo cual se obtuvo la resistencia de compresión de los elementos estructurales.

Se realizó las anotaciones de los resultados de golpe y con la ayuda del Ábaco que se encuentra en el esclerómetro como se muestra en la figura 18 obtuvimos un indicador sobre la resistencia del concreto en la actualidad.

**Figura 18**

*Ábaco para obtener la resistencia con el esclerómetro*



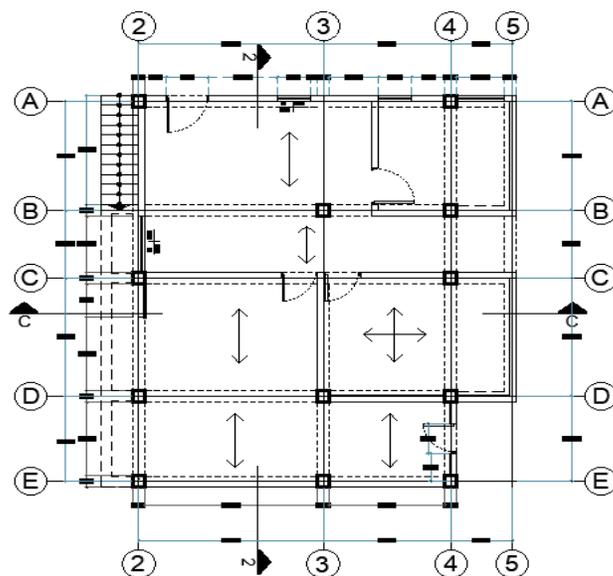
Nota. Ábaco para cuantificar la resistencia de compresión encontrado en el esclerómetro usado.

### **3.2.3. Digitalización de Planos en Gabinete**

Luego de obtener los datos físicos en (m) procedimos a digitalizar los planos utilizando el programa AutoCAD 2021 como se muestra en la figura 19 y 20, en donde se realizó planos de planimetría elevaciones y cortes. La Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A. cuenta con dos pisos de los que se realizó los planos de planimetría, cuatro caras laterales de los que se realizaron dibujos de elevaciones y se proyectó dos cortes para realizar caras laterales como se muestra en el Anexo 2 Planos de Planimetría General y el Anexo 3 Planos de Corte y Elevación.

**Figura 19**

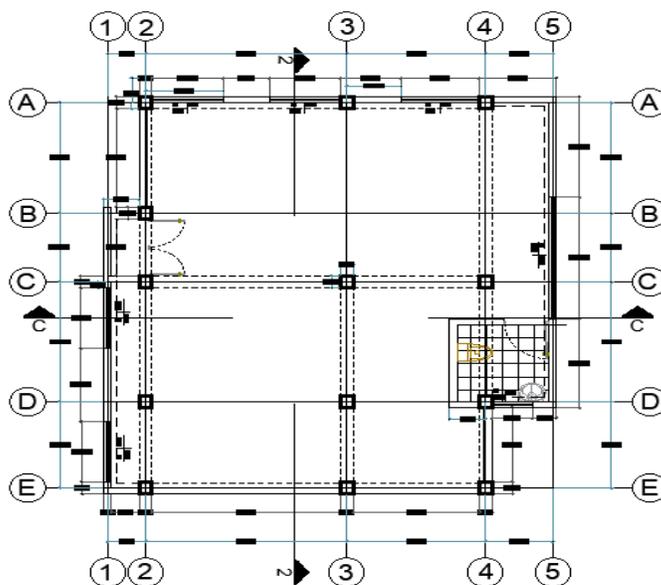
*Plano en planta de 1er Piso*



Nota. Se muestra la planimetría del Primer piso de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.

**Figura 20**

*Plano en planta de 2do Piso*



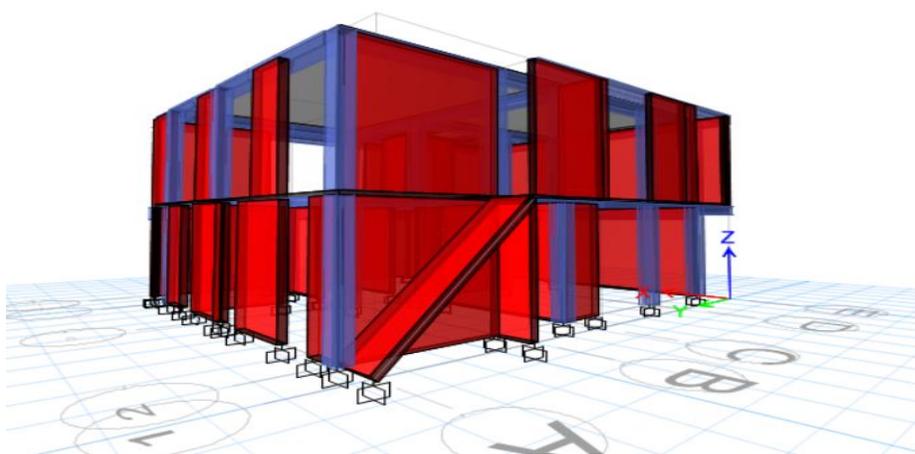
Nota. Se observa la planimetría del Segundo piso de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.

### 3.2.4. Modelamiento de la Estructura

Se realizará el modelamiento de las instalaciones de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna, utilizando el programa ETABS 18 como se muestra en la figura 21, con el cual se procesará los datos obtenidos en campo como dimensiones y resistencias de los materiales para poder hacer la evaluación sísmica correspondiente.

#### Figura 21

*Modelamiento con el programa ETABS 18*



*Nota.* El modelamiento y análisis del edificio fue realizada con el programa ETABS.

## 3.3. Materiales y/o Instrumentos

### 3.3.1. Planos

Con las visitas a campo para la medición de la estructura se realizó anotaciones en planos realizados a mano con los que pudimos recolectar y organizar la información y medidas de elementos de la estructura y dimensiones de ambientes.

Dichos planos realizados a mano nos ayudaron posteriormente como guía para poder digitalizarlos en el programa AutoCAD 2021, con el cual pudimos realizar los planos en planta, corte y elevación y tener dimensiones digitalizadas que nos permitían una mejor organización de las dimensiones y ayudaron a obtener una visión más precisa de la estructura como se muestra en la figura 22.

**Figura 22**

*Planos realizados en Digital*



*Nota.* Los planos fueron realizados con las anotaciones tomadas en campo, digitalizados en el programa AutoCAD2021

### **3.3.2. Fotografías**

Las fotografías tomadas en campo también fueron usadas para las anotaciones de medidas y para nos ayudó en el reconocimiento de ventanas puertas vigas y columnas existentes en la estructura. Como se observa en la Figura 23 hay anotaciones de la ventana y muro.

### Figura 23

*Fotografías guías*



Nota. Fotografías tomadas en campo con anotaciones de dimensiones de ventana y distancias de muros.

Así como también para las anotaciones de resultados con la prueba del esclerómetro como se muestra en la figura 24 y son usadas como sustento de la visita a campo en la actual investigación.

### Figura 24

*Fotografía de resultado de esclerómetro*



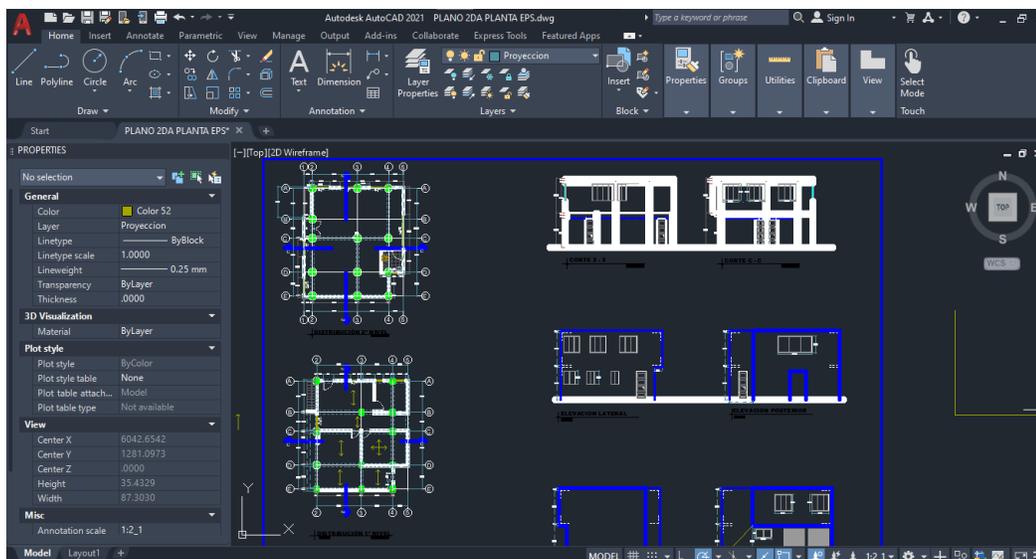
Nota. Se tomaron fotografías de los resultados obtenidos, apreciados en el esclerómetro con el cual se hizo el ensayo.

### 3.3.3. Softwares de Diseño

Los softwares de diseño utilizados en la investigación son el AutoCAD 2021-English utilizado para la digitalización como se aprecia en la figura 25.

**Figura 25**

*Software para digitalización de planos*

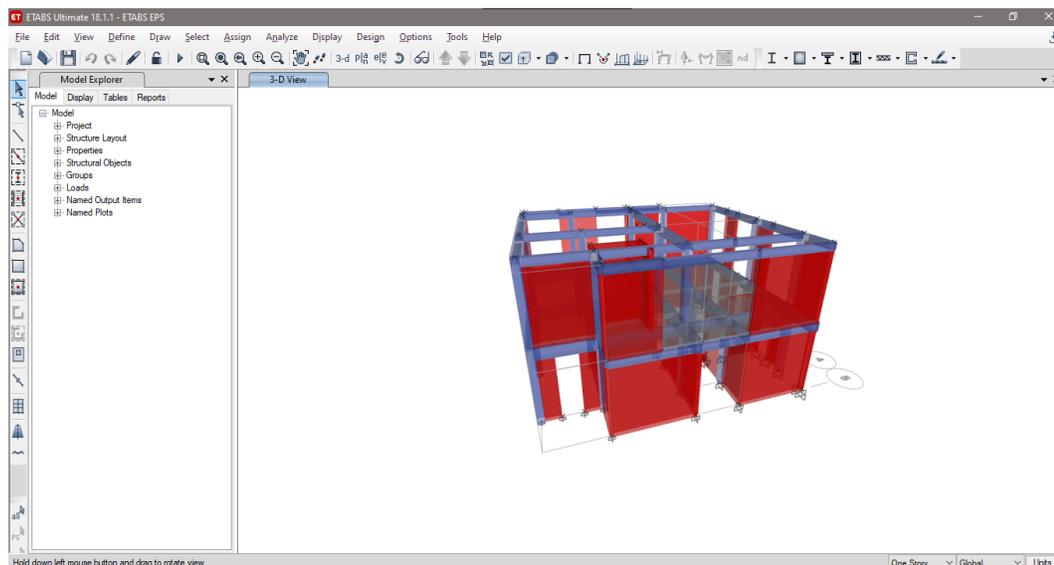


Nota. Se realizó la digitalización de la planta del piso 1 y 2 en el software AutoCAD 2021

Y el programa ETABS 18 en donde se realizó el modelamiento de la edificación y determinamos el comportamiento sísmico en la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A como se muestra en la figura 26.

**Figura 26**

*Software para el modelamiento y análisis de la estructura*



*Nota.* Se ejecutó el modelamiento y análisis de la estructura con el software ETABS 18

### **3.3.4. Equipo de Recolección de Datos**

Como equipos usados en la adquisición de datos se usó el medidor laser el cual nos permitió obtener las dimensiones de medidas más grandes con mayor facilidad y rapidez, como longitud de ambientes o largo de vigas.

También hizo el requerimiento dirigido a la Universidad Privada de Tacna con una solicitud de uso del esclerómetro de la universidad para realizar las mediciones y determinar la resistencia  $f'_c$  del concreto. En la Figura 27 se observa que adquirimos el esclerómetro de la universidad.

**Figura 27***Esclerómetro*

Nota. Esclerómetro adquirido por la Universidad Privada de Tacna utilizado en el ensayo en campo.

### **3.4. Población y/o muestra de estudio**

No se halla población al determinar la muestra como del tipo no probabilística. La muestra está conformada por las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento.

### **3.5. Operacionalización de variable**

La operacionalización de variables se realizó mediante una matriz la cual muestra la Tabla 2 en la cual se muestran las variables sus dimensiones e indicadores respectivos.

Se puede observar en el anexo 1 la matriz de consistencia, donde se detalla mejor la operacionalización de variable.

**Tabla 2***Matriz de operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
V. Independiente	Tipología de edificación	Sistema dual de 2 pisos
		Albañilería de 2 pisos
Evaluación estructural	Características mecánicas de la edificación	Propiedades mecánicas del concreto (Kg/cm <sup>2</sup> ).
		Propiedades mecánicas de albañilería (Kg/cm <sup>2</sup> ).
V. Dependiente	Análisis Estático	Periodo fundamental (S) Fuerza cortante en la base (kg F , Tn F)
		Desplazamiento de entresijos y derivas (cm) Fuerzas laterales (Tn. f)
Comportamiento sísmico de las Instalaciones de la gerencia de ingeniería de la EPS, Tacna 2022.	Análisis Dinámico	Modos de vibración (HZ, HRTZ.) Aceleración Espectral (m/s <sup>2</sup> )
		Desplazamientos relativos y absolutos. Derivas (Distorsiones) (%)

*Nota.* Matriz que será utilizada para la operacionalización de las variables para la mejor detección de sus dimensiones e indicadores.

### **3.6. Procesamiento y análisis de datos**

Como lugar de investigación de la tesis se optó por la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A. por ser una estructura que data desde los años 80. Para el procesamiento de datos y su análisis se realizará la toma de datos de campo en las visitas a las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento.

Mediante la inspección visual se reconocieron patologías encontradas en los elementos estructurales y anotadas en las fichas de inspección de patologías estructurales como se muestra en la figura 28.

**Figura 28**

*Ficha para la inspección de patologías estructurales del primer nivel*

FICHA DE INSPECCIÓN DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES						
TESIS	"Evaluación estructural del comportamiento sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022"					
LEYENDA	PRE-DIAGNOSTICO		FECHA	12/11/2022	HORA	10 a.m.
● Patología	EFECTO	POSIBLES CAUSAS	DETALLE DE PLANO		PRIMER PISO	
	Patología por humedad	Emposamiento de agua en la escalera y vereda alrededor de la estructura debido al nivel que se encuentra.				
	SE OBSERVA:	COMENTARIO				
	Eflorescencia con presencia de sales Despredimiento de pintura	Se observa también eflorescencia hasta la altura del alfeizer de las ventanas de los muros exteriores de la estructura				
FOTOGRAFÍAS						

*Nota.* Ficha de inspección de patologías estructurales utilizada en las visitas en campo para anotar las patologías o fallas de la estructura.

La información obtenida será anotada en planos dibujadas a mano, en cuanto a dimensiones de los elementos estructurales y longitudes de ambientes, junto con el reconocimiento de los elementos estructurales que se usaron para realizar el ensayo con el esclerómetro. Para el ensayo realizado en la estructura se hizo uso del esclerómetro para obtener la resistencia de compresión de los elementos de concreto de la estructura previamente determinados, cuyos datos obtenidos fueron anotados en formatos de análisis.

El procesamiento de datos obtenidos de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento se realizó la digitalización de planos que nos dan una mayor visión a otras medidas no tomadas en campo y que nos dio una mayor visión y facilitó el modelamiento de la estructura.

Para modelar digitalmente la estructura usamos el software ETABS 18 en donde se procedió a con el procedimiento del análisis sísmico de la estructura según la Norma Técnica E.030 para el análisis sísmico y Norma E020 Para determinar las cargas que soporta la estructura. Con lo procedió a realizar el análisis modal, análisis estático y análisis dinámico con irregularidades.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Propiedades Mecánicas de los Elementos Estructurales

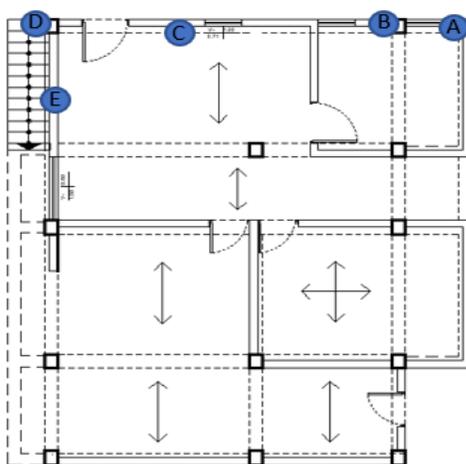
#### 4.1.1. Inspección de Patologías y Fallas en Elementos Estructurales

Luego de realizar la inspección visual de los elementos estructurales por los que está compuesto la Gerencia de Ingeniería, nos hemos percatado que la patología más significativa fue la de Eflorescencia en muros y columnas en el primer nivel de la estructura. Podemos ver el resumen de la inspección de la patología en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Resumen de inspección de patologías en el primer nivel*

N°	Nivel de piso	Elemento	Ubicación	Tipo	Descripción
1	1er	Muro de albañilería	A	Patología por Humedad	- Eflorescencia, con aparición de sales
2	1er	Columna	B		
3	1er	Muro de albañilería	C		
4	1er	Columna	D		
5	1er	Muro de albañilería	E		



Comentario:

- Lo casos más resaltantes a la vista son lo se encuentra en el exterior de la estructura en el primer piso, ya que existe un desnivel en cuanto a las áreas verdes y acumulación de agua en la escalera.
- La causa principal es el empozamiento de agua de lluvia y la cercanía de áreas verdes a la estructura a altura media del primer piso.

*Nota.* Tabla de resumen de las patologías encontradas en la estructura, mayormente encontradas en el primer nivel por la humedad.

A comparación del primer piso en el segundo piso no se detectó patologías en los elementos estructurales por el mantenimiento recién hecho a la Gerencia de Ingeniería.

#### 4.1.2. Ensayos de Resistencia del Concreto

Debido a los años que tienen estructura de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A que fue construida en los años 80, carece de planos.

Luego de realizar el ensayo con el esclerómetro en campo, se ingresaron los datos obtenidos por éste en una hoja de cálculo con el cual, usando el ábaco del instrumento se hizo una interpolación para hallar la resistencia del concreto en los diferentes puntos de los elementos estructurales donde se hizo el ensayo. Para hallar la resistencia del concreto se hizo un promedio con todas las muestras. Los datos y resultados obtenidos del ensayo del esclerómetro se reflejan en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Resultado del ensayo del esclerómetro*

N.	De la Estructura del Esclerómetro		Del ensayo en campo												Resultados		
	Elemento	Orientacion	Tabla de Resultados												Promedio	Dureza ELASTICA (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dureza (Kg/cm <sup>2</sup> )
Pto. 01	COLUMNA	Horizontal	25	25	27	26	28	28	29	29	27	28	27	28	27.25	168.75	
Pto. 02	COLUMNA	Horizontal	28	28	28	27	29	29	28	27	27	28	29	27	27.92	178.80	
Pto. 03	COLUMNA	Horizontal	27	27	28	29	28	28	25	30	30	28	29	28	28.08	180.80	
Pto. 04	VIGA	Horizontal	27	27	28	28	26	28	30	28	27	27	29	30	27.92	178.80	
Pto. 05	VIGA	Horizontal	27	26	25	28	27	28	29	30	26	25	27	27	27.08	166.20	174.59
Pto. 06	COLUMNA	Horizontal	26	28	27	29	28	28	28	27	27	29	29	28	27.83	177.45	
Pto. 07	COLUMNA	Horizontal	26	26	27	28	28	27	27	29	28	30	30	29	27.92	178.80	
Pto. 08	COLUMNA	Horizontal	27	26	28	28	28	30	29	27	27	28	27	28	27.75	176.25	
Pto. 09	VIGA	Horizontal	27	27	26	27	29	29	29	27	27	28	28	26	27.50	172.50	
Pto. 10	VIGA	Horizontal	25	25	28	27	28	27	27	29	28	30	25	27	27.17	167.55	

*Nota.* Con los datos obtenidos de las lecturas del esclerómetro junto con el ábaco del instrumento reflejaron las resistencias de los elementos de concreto como se muestra en la tabla y se hizo un promedio con las lecturas calculando la resistencia de  $f'c = 174.59 \text{ Kg/cm}^2$ ).

#### **4.1.3. Resistencia a Compresión del Concreto**

Para obtener la resistencia de compresión del concreto calculamos el promedio de los datos obtenidos por el ensayo con el esclerómetro obteniendo un valor de  $f'c = 174,59 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### **4.1.4. Resistencia a Compresión Axial de la Albañilería**

La resistencia a la compresión del Hércules I, unidad de albañilería maciza, es de  $63.03 \text{ kg-f/cm}^2$ , obtenida del ensayo en la tesis hecha por Arbildo y Rojas (2017).

La resistencia a la compresión del Blocker II, unidad de albañilería hueca, es de  $49,53 \text{ kg-f/cm}^2$ , obtenida del ensayo en la tesis "Elaboración de curvas de fragilidad y consecuencia de muros de albañilería confinada construidos con blocker II" de la UPT hecha por Nicasio y Oquendo (2017).

### **4.2. Evaluación Detallada de la Instalación de la EPS**

Se hicieron uso de características cruciales para realizar el siguiente análisis sísmico con ayuda del programa ETABS.

#### **4.2.1. Características de Elementos Estructurales**

##### **a. Columnas.**

Las dimensiones de las columnas de las instalaciones de la EPS se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5**

*Dimensión de las columnas de la estructura*

<b>Elemento estructural</b>	<b>Ítem</b>	<b>Dimensión (cm)</b>
Columna	C1	0,25 x 0,30

*Nota.* Todas las columnas de la Instalaciones de la EPS tendrán las mismas dimensiones.

### b. Vigas.

Las diferentes secciones utilizadas en las instalaciones de la EPS fueron las siguientes. Se observan en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Dimensiones de las Vigas de la estructura*

<b>Elemento Estructural</b>	<b>Ítem</b>	<b>Dimensión (cm)</b>
Viga Primaria 1 piso	VP	0,30 X 0,40
Viga Secundaria 1 piso	VS	0,25 X 0,40
Viga Primaria 2 piso	VP	0,30 X 0,25
Viga Secundaria 2 piso	VS	0,25 X 0,25
Viga Chata	VC	0,20 X 0,25

*Nota.* Las vigas primaria y secundaria tienen diferentes dimensiones que el segundo piso.

### c. Muros de Albañilería.

La estructura de la EPS se observó dos modelos de muros de albañilería, muros con elementos de albañilería sólida (Hércules I) hechas con asentamiento de cabeza de 15 cm de ancho y de muros de albañilería hueca (Blocker II) con hechas con asentado de soga de 12 cm de ancho.

### d. Aligerado.

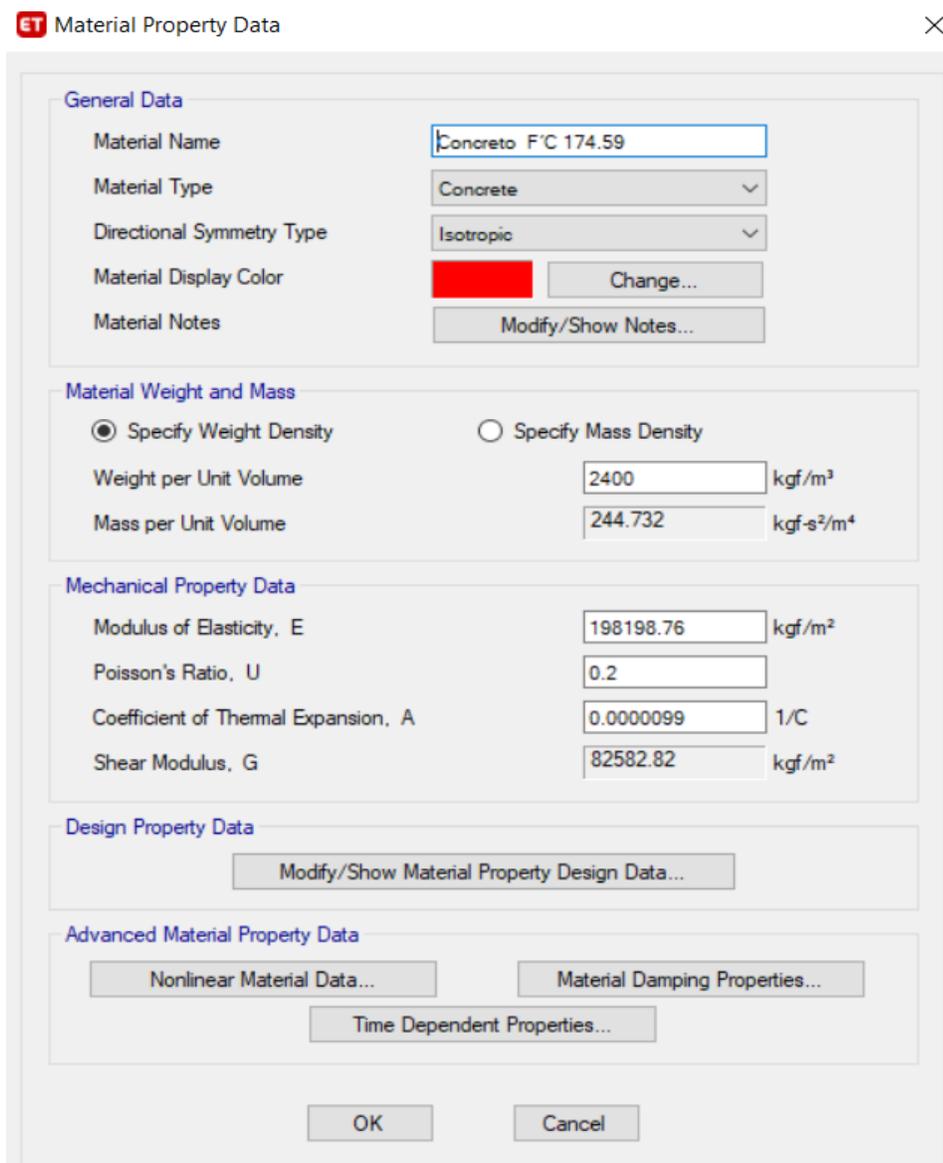
En las instalaciones de la EPS, se encontró losa aligerada de espesor de 20 cm, pero en el segundo piso no se encontró losa aligerada.

#### **4.2.2. Datos de los Materiales de los Elementos Estructurales.**

Establecieron los siguientes valores para las cualidades de los materiales usados se ve en las siguientes figuras 29, 30 y tabla 7, 8.

Figura 29

Características del concreto ingresadas en el programa ETABS



The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in ETABS. The dialog is titled 'Material Property Data' and has a close button (X) in the top right corner. It is divided into several sections:

- General Data:**
  - Material Name:
  - Material Type:
  - Directional Symmetry Type:
  - Material Display Color:
  - Material Notes:
- Material Weight and Mass:**
  - Specify Weight Density  Specify Mass Density
  - Weight per Unit Volume:  kgf/m<sup>3</sup>
  - Mass per Unit Volume:  kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>
- Mechanical Property Data:**
  - Modulus of Elasticity, E:  kgf/m<sup>2</sup>
  - Poisson's Ratio, U:
  - Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/C
  - Shear Modulus, G:  kgf/m<sup>2</sup>
- Design Property Data:**
  -
- Advanced Material Property Data:**
  - 
  - 
  -

At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Nota. Se ingresaron las siguientes propiedades del concreto para hacer el análisis sísmico de la estructura.

Figura 30

Características de albañilería ingresadas en el programa ETABS

The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in ETABS. The dialog is titled 'Material Property Data' and has a close button (X) in the top right corner. It is divided into several sections:

- General Data:**
  - Material Name: ALBAÑILERIA
  - Material Type: Masonry
  - Directional Symmetry Type: Isotropic
  - Material Display Color: A pink color swatch with a 'Change...' button.
  - Material Notes: A 'Modify/Show Notes...' button.
- Material Weight and Mass:**
  - Specify Weight Density (selected) or Specify Mass Density.
  - Weight per Unit Volume: 1800 kgf/m<sup>3</sup>
  - Mass per Unit Volume: 183.549 kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>
- Mechanical Property Data:**
  - Modulus of Elasticity, E: 315150000 kgf/m<sup>2</sup>
  - Poisson's Ratio, U: 0.25
  - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000081 1/C
  - Shear Modulus, G: 126060000 kgf/m<sup>2</sup>
- Design Property Data:**
  - A 'Modify/Show Material Property Design Data...' button.
- Advanced Material Property Data:**
  - Buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...'.

At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Nota. Se ingresaron las siguientes propiedades de los muros de albañilería para hacer el análisis sísmico de la estructura.

**Tabla 7***Propiedades de albañilería maciza*

Identificación	Carga Máxima (Tf)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
PILA IO-M01	19,7	55,85
PILA IO-M02	27,8	77,54
PILA IO-M03	26,2	74,39
PILA IO-M04	15,5	44,01
PILA IO-M05	22,8	68,84
	Promedio	63,03
	Desviación Estándar	13,72
Resistencia Característica a la Compresión Axial		49,3

Nota. La resistencia a la compresión de elementos de albañilería maciza (Hércules I): F'm es

63.03 kg/cm<sup>2</sup>, obtenida de la tesis de la UPT (Arbildo y Rojas, 2017)

**Tabla 8***Características de albañilería hueca*

Laboratorio	identificación	F'm (Kg/cm <sup>2</sup> )	Em (Kg/cm <sup>2</sup> )	identificación	V'm (Kg/cm <sup>2</sup> )	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
	BLQII-P01	51,84	39927	BLQII-M01	4,36	1000
	BLQII-P02	46,59	47222	BLQII-M02	5,64	13333
	BLQII-P03	45,13	43380	BLQII-M03	5,78	10437
	BLQII-P04	51,05	42299	BLQII-M04	5,39	10464
CISMI UNI (UPT,2016)	BLQII-P05	47,25	43073	BLQII-M05	3,92	8589
PUCP (Aliaga Vicente 2008)	P-1	72,72	33462,19	M-1	3,20	7956,94
	P-2	71,27	49416,7	M-2	3,28	10599,73
	P-3	82,60	57790,49	M-3	3,06	7449,30
	P-4	68,41	54158,13	M-4	2,28	8505,01
CISM'D UNI (TARQUI COPAJA 2007)	M-1	72,09	91298,98	-	-	-
	M-2	78,03	100192,55	-	-	-
	M-3	81,39	103770,85	-	-	-
	Promedio	64,03	58823,57	-	4,101	9,703,776
	Desv. Estand.	14,50	24848,90	-	1,266	1,802,469
	Corregido	49,53	33983,67	-	2,834	7,901,306

Nota. La resistencia axial de los elementos de albañilería hueca (Blocker II) , tomó como 49,53

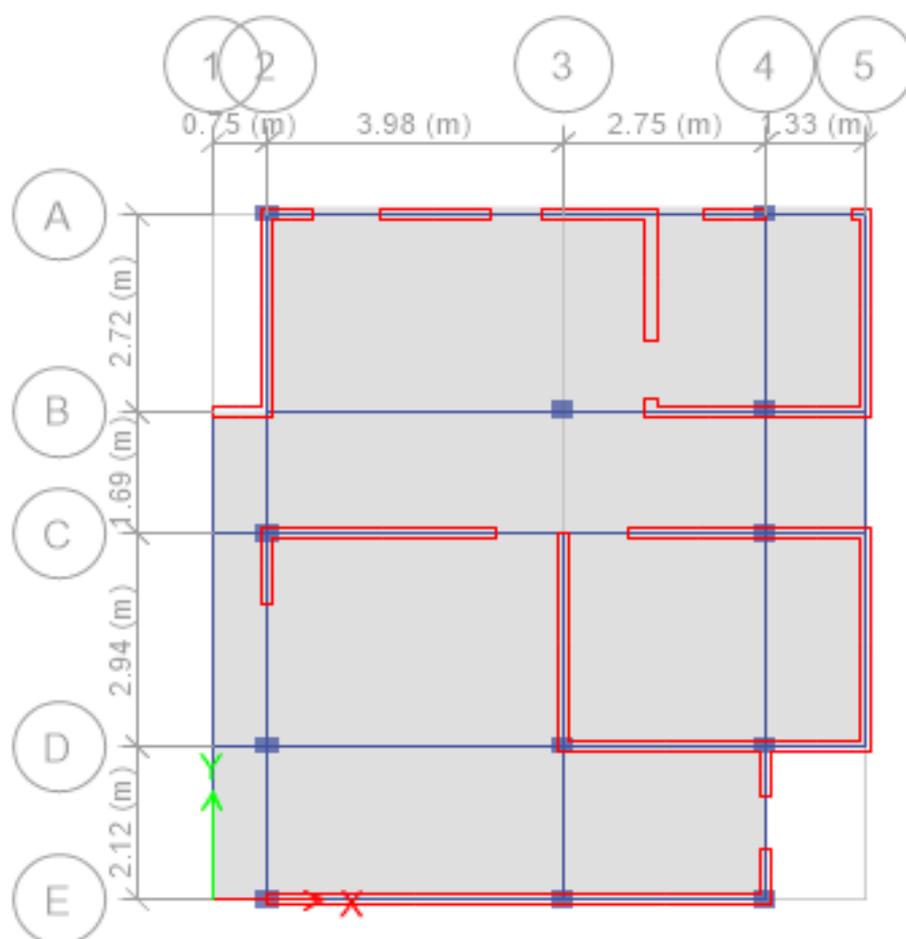
kg.f/cm<sup>2</sup>, obtenida de un ensayo de una tesis de la UPT Fuente Colque y Oquendo (2017)

### 4.3. Modelamiento y Estructuración

La edificación de la EPS los sistemas estructurales que visualizamos son pórticos de concreto armado en combinación de muros de albañilería confinada. Gracias a las mediciones en campo, tenemos una altura de entrepiso de 2,85 metros. En las figuras 31, 32 y 33 se muestran los modelamientos en planta estructurales y el modelamiento final de la edificación.

**Figura 31**

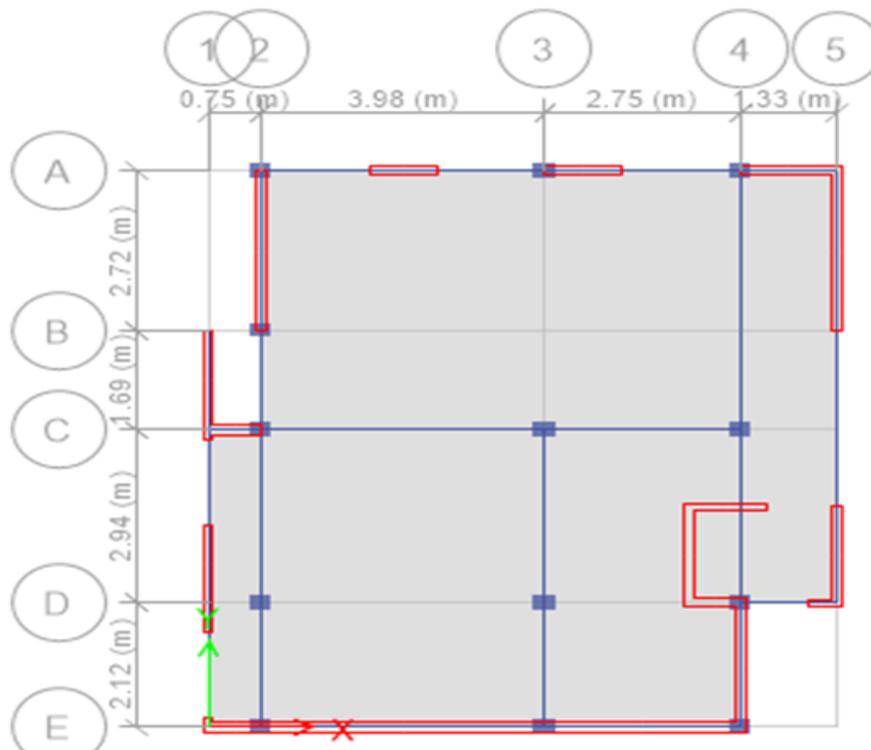
*Modelo del primer piso de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.*



*Nota.* Modelado en el programa ETABS del primer piso de las instalaciones de la EPS.

**Figura 32**

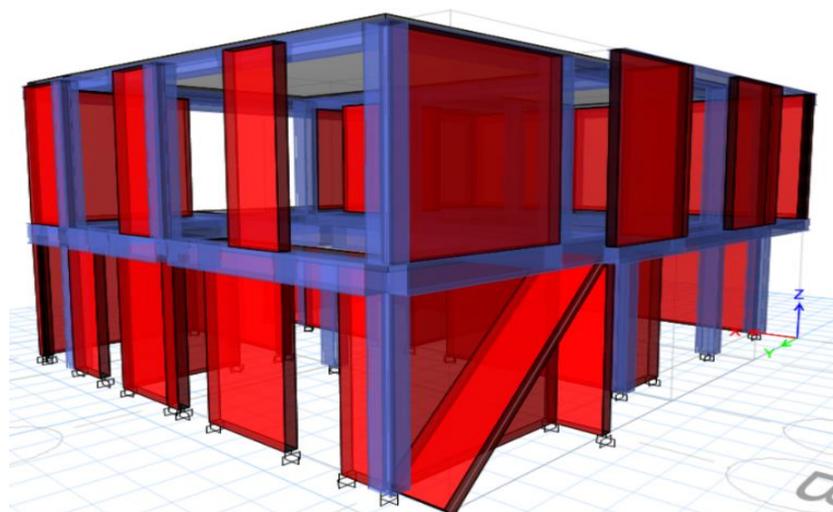
*Modelo del segundo piso de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.*



*Nota.* Modelado en el programa ETABS del segundo piso de las instalaciones de la EPS.

**Figura 33**

*Modelo 3D de la estructura de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.*



*Nota.* Modelado 3D en el programa ETABS de las instalaciones de la EPS.

#### 4.4. Sistema Estructural

En el eje “X” y “Y” se define de un sistema estructural combinado realizado de sistema estructural de Pórticos y sistema estructural de albañilería. Para criterios de análisis, la norma señala que, para hacer uso del sistema estructural, se usa el más crítico por ende es el de albañilería.

#### 4.5. Cargas Aplicadas

A la definición de cargas nos orientamos de la norma de cargas E-020 como se muestra en la tabla 9 y 10. Considerando el uso de los ambientes de la estructura en el cálculo de las masas se usó los lineamientos de la norma E-030.

**Tabla 9**

*Sobrecarga en oficinas y corredores según la norma E060*

Ocupación o Uso	Sobrecarga
Oficinas	= 0,25 tn/m <sup>2</sup>
Corredores	= 0,40 tn/m <sup>2</sup>

Nota. La tabla muestra la sobrecarga para oficina y corredores respectivamente según la norma E060.

**Tabla 10**

*Sumatoria de cargas muertas según peso de los materiales*

Cargas Muertas	
Peso Tarrajeo	= 0,050 tn/m <sup>2</sup>
Peso Ladrillo	= 0,075tn/m <sup>2</sup>
Peso Propio Aligerado	= 0,300 tn/m <sup>2</sup>
Peso Total de Carga Muerta	= 0,425 tn/m <sup>2</sup>

Nota. La tabla muestra la sumatoria de todas las cargas.

#### 4.6. Parámetros Sísmicos

En el análisis sísmico de la edificación de EPS, se consideraron los requisitos dados por la norma E-030, pero también el uso de la edificación, tipo de suelo, ubicación, etc. Como se muestra en la siguiente tabla 11.

**Tabla 11**

*Zonificación Sísmica*

<b>Zonificación sísmica NTP E0.030-2018</b>		
	Departamento	: Tacna
	Provincia	: Tacna
	Distrito	: Tacna
	Región Geográfica	: Costa
	Zonificación Sísmica	: Zona 4
	Factor de Zona	: Z= 0,45

Nota. La tabla muestra los parámetros sísmicos de la norma e.030. (NTP, 2018)

#### 4.7. Condiciones Locales.

En condiciones locales, el tipo de suelo de la edificación del bloque A se determinó según estudios de suelos de proyectos de la EPS Tacna S.A. realizados en zonas cercanas a la edificación la cual se encuentra en el distrito de Tacna como se encuentra en la tabla 12.

**Tabla 12**

*Condiciones locales de la estructura*

<b>Condiciones Locales</b>		
	Perfil de Suelo	S2
	Descripción del perfil de suelo	Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa
	Factor de suelo	S = 1,05
	Periodo TP	0,6
	Periodo TL	2,0
	Factor de Zona	Z = 0,45

Nota. Tabla adaptada según norma E 030 (NTP 2018)

Para la clasificación de la categoría de las Instalaciones de la Gerencia de Ingeniería se utilizó la Norma E030. Sismorresistente con el cual obtuvimos los siguientes resultados que nos muestra la tabla 13.

**Tabla 13***Categoría de la estructura*

<b>Categoría de la Edificación</b>	
Descripción	Edificaciones Comunes
Tipo de Edificación	Oficinas de Gerencia de Ingeniería EPS
Categoría	C
Factor de Uso	U = 1
Observaciones	Los ambientes son usados de oficinas

*Nota.* Figura adaptada de la categoría de la edificación según norma E0.30(NTP, 2018)

#### **4.8. Verificación de Irregularidades Estructurales en Altura**

A fin de verificar irregularidades tomamos en cuenta los resultados estructurales obtenidos mediante la norma técnica E-030.

##### **4.8.1. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando**

La rigidez lateral en cada piso no supera al 70 %, entonces en ambas direcciones no hay irregularidad de rigidez, esto lo observamos en las tablas 14 y 15.

**Tabla 14***Comprobación de irregularidad de rigidez-piso blando en dirección “X”*

Story	Norma e030		Vx	Rigidez lateral (formula)	Caso i	Verificación
	Desplazamiento. absoluto (m)	D. relativo (m)				Caso i
2	0,003705	0,002648	34848,83	13160434,29		
1	0,001057	0,001057	93111,22	88090085,15	6,69355457	No presenta

*Nota.* Según las restricciones de la norma E030, no presenta irregularidad de rigidez-piso blando en dirección “X”.

**Tabla 15**

*Comprobación de irregularidad de rigidez-piso blando en dirección “Y”*

Story	Norma e030		Vy	Rigidez lateral (formula)	Caso i	Verificación
	Desplazamiento. absoluto (m)	D. relativo (m)				caso i
2	0.003929	0,002361	34848,83	14760199,07		
1	0.001568	0,001568	93111,22	59382155,61	4,02312701	No presenta

Nota. Según las restricciones de la norma e030, no presenta irregularidad de rigidez-piso blando en dirección “Y”.

#### **4.8.2. Irregularidad de Resistencia – Piso Débil**

La rigidez lateral en cada piso no supera al 80 %, entonces en ambas direcciones no hay irregularidad de rigidez, esto lo observamos en las tablas 16 y 17.

**Tabla 16**

*Comprobación de irregularidad de resistencia – piso débil en dirección “X”*

Story	Carga	Ubicación	Vx	Caso i	Verificación
2	SE. X	BOTTOM	34848,83		
1	SE. X	BOTTOM	93111,22	2,67186072	NO PRESENTA

Nota. Según las restricciones de la norma E030, no presenta irregularidad de resistencia-piso débil en dirección “X”.

**Tabla 17**

*Comprobación de irregularidad de resistencia – piso débil en dirección “Y”*

<b>Story</b>	<b>Carga</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Vx</b>	<b>Caso i</b>	<b>Verificacion</b>
2	SE. Y	BOTTOM	34848,83		
1	SE. Y	BOTTOM	93111,22	2,67186072	NO PRESENTA

Nota. Según las restricciones de la norma E030, no presenta irregularidad de resistencia-piso débil en sentido “Y”

#### **4.8.3. Irregularidad Extrema de Rigidez**

El análisis de irregularidad extrema de rigidez no se realizó ya que no cumple con las irregularidades de rigidez.

#### **4.8.4. Irregularidad Extrema de Resistencia**

El análisis de irregularidad extrema de resistencia no se realiza porque no se satisface la irregularidad de resistencia.

#### **4.8.5. Irregularidad de Masa o Peso**

Presenta irregularidad en masa. La siguiente comprobación se realizó en la tabla 18.

**Tabla 18**

*Comprobación de irregularidad de masa*

<b>Story</b>	<b>Diaphragm</b>	<b>Mass X kgf-s<sup>2</sup>/m</b>	<b>Factor</b>	<b>Verificación</b>
Story1	D1	8911,62	1,67186081	PRESENTA
Story2	D2	5330,36		

Nota. Según las restricciones de la norma E030, presenta irregularidad de masa en la edificación de la EPS.

#### 4.8.6. Irregularidades Geometría Vertical

No se encontró irregularidad, no hay disminución de planta. La siguiente comprobación se realizó en la tabla 19 y 20.

**Tabla 19**

*Verificación de irregularidad de geometría vertical en dirección "X"*

Techo	Altura	Altura entrepiso	Dirección	Dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales (m)	Cociente	No mayor de	Irregularidad
STORY 2	2,85	3,05	X	8,81			
STORY 1	2,85	3,05	X	8,81	1	1,3	NO

*Nota.* Según las restricciones de la norma E030, no presenta irregularidad de geometría vertical en dirección "X" en la edificación de la EPS.

**Tabla 20**

*Verificación de irregularidad de geometría vertical en dirección "Y"*

Techo	Altura	Altura entrepiso	Dirección	Dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales (m)	Cociente	No mayor de	Irregularidad
STORY 2	2,85	3,05	Y	9,7			
STORY 1	2,85	3,05	Y	9,47	1	1,3	NO

*Nota.* Según las restricciones de la norma E030, no presenta irregularidad de geometría vertical en dirección "y" en la edificación de la EPS.

#### 4.9. Verificación de Irregularidades Estructurales en Planta

##### 4.9.1. Irregularidad Torsional

La siguiente comprobación se realizó en la tabla 21 y 22.

**Tabla 21**

*Comprobación de irregularidad torsional en sentido "X"*

Story	Load Case/Combo	Max Drift	Avg Drift	Ratio	$\frac{\text{Deriva castigada}}{\text{Deriva} \times 0.75 \times R}$	El "ratio" Tiene que superar el 1,3 y es irregular
Story2	SISMO DINA XX Max	0,001162	0,000698	1,665	0.0026145	Es irregular
Story1	SISMO DINA XX Max	0,000325	0,000223	1,455		Es irregular

Nota. Según las restricciones de la norma E030, presenta irregularidad torsional en sentido "X" en la edificación de la EPS.

**Tabla 22**

*Verificación de irregularidad torsional en sentido "Y"*

Story	Load Case/Combo	Max Drift	Avg Drift	Ratio	$\frac{\text{Deriva castigada}}{\text{Deriva} \times 0.75 \times R}$	El "ratio" Tiene que superar el 1,3 y es irregular
Story2	SISMO DINA YY Max	0,000959	0,000771	1,244	0,00215775	No es irregular
Story1	SISMO DINA YY Max	0,000415	0,000346	1,2		No es irregular

Nota. Según las restricciones de la norma E030, no muestra irregularidad torsional en sentido "Y" en la edificación de la EPS.

#### 4.9.2. Irregularidad Torsional Extrema

La siguiente comprobación se realizó en la tabla 23 y 24.

**Tabla 23**

*Comprobación de irregularidad torsional extrema en dirección "X"*

Story	Load Case/Combo	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Deriva castigada	El "ratio" Tiene que superar el 1,5
					Deriva x 0.75 x R	
Story2	SISMO DINA XX Max	0,001162	0,000698	1,665	0,0026145	Es irregular
Story1	SISMO DINA XX Max	0,000325	0,000223	1,455		

Nota. Según las restricciones de la norma E030, presenta irregularidad torsional extrema en dirección "X" en la edificación de la EPS.

**Tabla 24**

*Verificación de irregularidad torsional extrema en dirección "Y"*

Story	Load Case/Combo	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Deriva castigada	El "ratio" Tiene que superar el 1,5
					Deriva x 0.75 x R	
Story2	SISMO DINA YY Max	0,000959	0,000771	1,244	0,00215775	No es irregular
Story1	SISMO DINA YY Max	0,000415	0,000346	1,2		

Nota. Según las restricciones de la norma E030, no muestra irregularidad torsional extrema en sentido "Y" en la edificación de la EPS.

#### 4.9.3. Irregularidad de Esquinas Entrantes

La siguiente comprobación se realizó en la tabla 25.

**Tabla 25**

*Verificación de irregularidad de esquinas entrantes en dirección "X" y "Y"*

<b>a</b>	<b>A</b>	<b>20%*A</b>	<b>b</b>	<b>B</b>	<b>20%*B</b>
1,33	8,81	1,762	2,12	9,47	1,894
a > 20% A NO TIENE IRREGULARIDAD			b > 20% B TIENE IRREGULARIDAD		

Nota. Según las restricciones de la norma e030, presenta irregularidad de esquinas entrantes en dirección "Y" en la edificación de la EPS.

#### 4.9.4. Irregularidad del Diafragma

Tomando en cuenta el plano nos muestra que el área de la zona hueca de la edificación no se refleja como mayor al 50 del área total.

#### 4.9.5. Irregularidad por Sistemas No Paralelos

La edificación no tiene ejes inclinados, por lo que no existen irregularidades debidas a sistemas no paralelos.

#### 4.10. Resumen de Irregularidades

Al analizar las tablas de irregularidades de la normar E 0.30, la edificación tiene irregularidad estructural en altura y en planta, por ende, el factor de "Ia" es 0,90 e "Ip" es 0,75 en sentido "X" y "Ia" es 0,75 e "Ip" es 1,00 en sentido "Y". Como se observa en la tabla 26.

**Tabla 26**

*Recopilación de irregularidades estructurales en planta y altura.*

<b>Irregularidades estructurales</b>	<b>La Dir. X</b>	<b>La Dir. Y</b>
Irregularidad en Altura	0,90	0,90
Irregularidad en Planta	0,75	1,00

Nota: Presenta irregularidades en planta y altura en sus respectivas direcciones “x” y “y”

Recordemos que la norma E030 nos indica que para la categoría C, Zona 4 hay una restricción que trata de que no se permiten irregularidades extremas. Ver la siguiente Tabla 27.

**Tabla 27**

*Categoría y regularidad de las edificaciones*

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

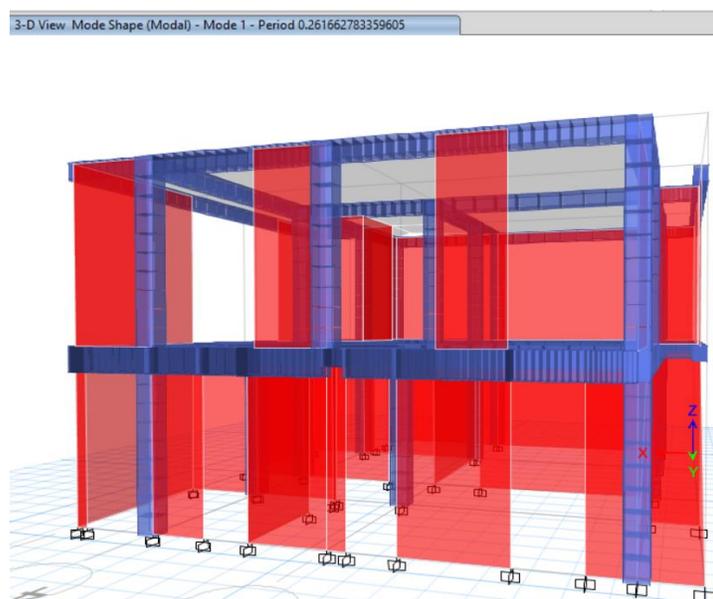
Nota. La norma indica que no se permiten irregularidades extremas para una categoría de edificación “C” y en la zona “4”

#### 4.11. Análisis Dinámico Modal Espectral

Para el análisis modal se consideran 12 modos, ya que de acuerdo con la norma sísmica E.030, se debe considerar el número de modos que excedan al menos el 90% de la masa involucrada, y se deben considerar los tres primeros modos dominantes en cada dirección. El análisis se muestra sombreado en la Tabla 28. Como se puede observar en la Figura 34, el primer modo de la estructura del modelo es en la dirección Y, ya que en esta dirección se obtiene menor rigidez. El primer periodo es de 0,262 segundos en la dirección "Y", el segundo período es de 0,216 s en dirección "X". Como se muestra en la Figura 35. El tercer período es de 0,171 s. en la dirección "X" como se muestra en la Figura 36.

#### Figura 34

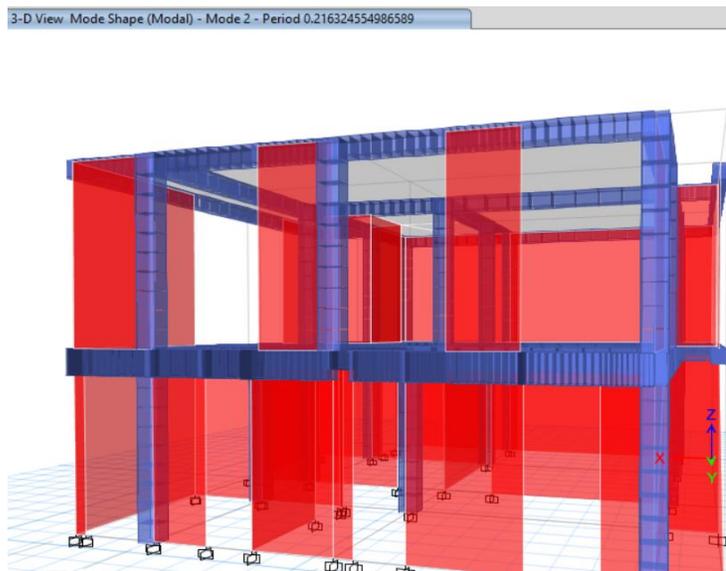
*Primer periodo de vibración en direccion "Y"*



Nota. el primer periodo de vibración en dirección "Y" es 0,262

**Figura 35**

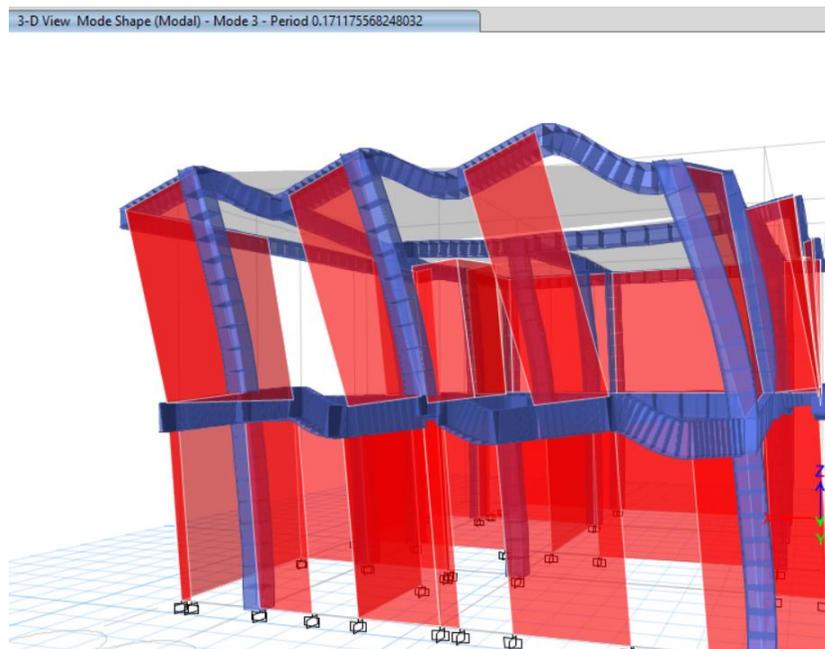
*Segundo periodo de vibración en sentido "X"*



Nota. El segundo periodo de vibración en sentido "X" es 0,216

**Figura 36**

*Tercer periodo de vibración en sentido "X"*



Nota. El tercer periodo de vibración en sentido "x" es 0,171.

**Tabla 28***Periodos y porcentaje de participación de masa modal*

Case	Mode	Period sec.	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.262	0.000005	0.0099	5.19E-06	0.0099	0.0168	3.54E-06	0.0009	0.0168	0.0000035	0.0009
Modal	2	0.216	0.0085	0.0001	0.0085	0.01	2.56E-05	0.0155	0.0062	0.0169	0.0155	0.0072
Modal	3	0.171	0.23	0.2157	0.2385	0.2256	0.1716	0.2666	0.226	0.1885	0.2822	0.2332
Modal	4	0.133	0.2002	0.4705	0.4387	0.6961	0.3239	0.189	0.0172	0.5124	0.4712	0.2504
Modal	5	0.112	0.0099	0.0359	0.4487	0.732	0.0095	0.0086	0.0011	0.5219	0.4798	0.2515
Modal	6	0.08	0.1703	0.0255	0.619	0.7575	0.0316	0.14	0.5222	0.5535	0.6198	0.7736
Modal	7	0.071	0.0002	5.52E-06	0.6191	0.7575	1.17E-05	4.05E-06	0.0001	0.5536	0.6198	0.7737
Modal	8	0.069	0.0369	0.0007	0.656	0.7582	0.0031	0.0093	0.0509	0.5566	0.6291	0.8246
Modal	9	0.063	0.0143	1.91E-05	0.6703	0.7582	0.0013	0.0011	0.0148	0.558	0.6301	0.8395
Modal	10	0.059	0.1301	0.1444	0.8003	0.9026	0.2264	0.0449	0.0374	0.7844	0.6751	0.8769
Modal	11	0.046	0.1268	0.0844	0.9271	0.987	0.1676	0.1399	0.036	0.9519	0.815	0.9129
Modal	12	0.043	0.0334	0.0073	0.9606	0.9943	0.0287	0.0327	0.0005	0.9806	0.8477	0.9134

Nota. Según la NTP 0.30 en el análisis de los sentidos X, Y y Z se consideran en porcentaje de masa participativa que excedan al 90%.

#### 4.12. Fuerza Cortante en la Base

Recordaremos que las características de la edificación las encontraremos en la posterior tabla 29.

Tabla 29

*Características de la edificación de la EPS*

<b>ZONA "Z"</b>	4	0,45
<b>Perfil tipo. Suelo intermedio</b>	S2	1,05
<b>Número de pisos y altura</b>	2	2.85 m.
<b>Periodos</b>	Tp (s)	0,60
	Tl (s)	2,00
<b>Factor "U"</b>	Edificaciones Comunes "C"	1,00
<b>Peso sísmico</b>	Peso 1er piso	87393,5839
	Peso 2do piso	52273,2414

Nota. Gracias a la norma E030, pudimos clasificar la zona, tipo de suelo, los periodos y el factor de uso para calcular la fuerza cortante en la base.

#### **4.12.1. Periodo Fundamental de Vibración**

Para hallar el periodo fundamental de Vibración debemos obtenerlo con la siguiente ecuación (2).

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad (2)$$

Donde:

- $h_n=5.7$
- $C_T = 60$  (Porque es de albañilería)

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

$$T = \frac{5.7}{60} = 0.095$$

#### 4.12.2. Factor de Amplificación Sísmica

Conforme al análisis de sitio, se obtuvo el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$\text{Primer caso} - T < T_p \quad C = 2.5 \quad (7)$$

$$\text{Segundo caso} - T < T_p \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right) \quad (8)$$

$$\text{Tercer caso} - T > T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right) \quad (9)$$

Todo concurda que estaríamos en el primer caso ósea la ecuación (7).

$$0.095 < 0.60, \text{ entonces } C = 2.5$$

#### 4.12.3. Fuerza Cortante en la Base

Hallamos la Fuerza Cortante en la Base con la siguiente ecuación (4).

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P \quad (4)$$

$$V_x = \frac{(0.45)(1)(2.50)(1.05)}{2.025} \cdot (2735.44865)$$

$$V_y = \frac{(0.45)(1)(2.50)(1.05)}{2.43} \cdot (2735.44865)$$

$$V_x = 1595.6784 \text{ Kg.F}$$

$$V_y = 1196.7588 \text{ Kg.F}$$

#### 4.13. Aceleración espectral

Para cada una de los sentidos horizontales en los cuales se realizó el análisis se aplicará un espectro inelástico de pseudoaceleraciones definido por la ecuación (6).

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} X g \quad (6)$$

Recordemos los parámetros sísmicos según la norma E030 que nos muestra la tabla 30.

**Tabla 30**

*Resumen de parámetros sísmicos según norma E030*

<b>Norma Técnica de Edificaciones E 0.30</b>				
Datos	Factores	Datos	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0,45	Ro	3,00	3,00
U	1,00	Ia	0,90	0,90
S	1,05	Ip	0,75	1,00
Tp	0,60	Rx-y	2,025	2,70
Tp	2,00	g	9,81 m/s <sup>2</sup>	

Nota. Gracias a la Norma Técnica E.030 nos da los siguientes parámetros sísmicos y sus respectivas restricciones que brinda la norma.

Conforme al análisis de sitio, se obtiene el factor de Amplificación Sísmica (C) por las siguientes ecuaciones (7), (8) y (9).

$$\text{Primer caso} - T < T_p \quad C = 2.5 \quad (7)$$

$$\text{Segundo caso} - T < T_p \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right) \quad (8)$$

$$\text{Tercer caso} - T > T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right) \quad (9)$$

Hacemos el cálculo respectivo y nos muestran los resultados en la siguiente tabla 31.

**Tabla 31***Espectro de diseño según norma E030 - 2018*

<b>T(S)</b>	<b>Cx</b>	<b>Sax/g</b>	<b>Cy</b>	<b>Say/g</b>
0.0000	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.0200	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.0400	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.0600	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.0800	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.1000	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.1200	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.1400	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.1600	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.1800	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.2000	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.2500	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.3000	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.3500	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.4000	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.4500	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.5000	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.5500	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.6000	2.50	0.6667	2.50	0.5556
0.6500	2.31	0.6154	2.31	0.5128
0.7000	2.14	0.5714	2.14	0.4762
0.7500	2.00	0.5333	2.00	0.4444
0.8000	1.88	0.5000	1.88	0.4167
0.8500	1.76	0.4706	1.76	0.3922
0.9000	1.67	0.4444	1.67	0.3704
0.9500	1.58	0.4211	1.58	0.3509
1.0000	1.50	0.4000	1.50	0.3333
1.1000	1.36	0.3636	1.36	0.3030
1.2000	1.25	0.3333	1.25	0.2778

T(S)	Cx	Sax/g	Cy	Say/g
1.3000	1.15	0.3077	1.15	0.2564
1.4000	1.07	0.2857	1.07	0.2381
1.5000	1.00	0.2667	1.00	0.2222
1.6000	0.94	0.2500	0.94	0.2083
1.7000	0.88	0.2353	0.88	0.1961
1.8000	0.83	0.2222	0.83	0.1852
1.9000	0.79	0.2105	0.79	0.1754
2.0000	0.75	0.2000	0.75	0.1667
2.2500	0.59	0.1580	0.59	0.1317
2.5000	0.48	0.1280	0.48	0.1067
2.7500	0.40	0.1058	0.40	0.0882
3.0000	0.33	0.0889	0.33	0.0741
4.0000	0.19	0.0500	0.19	0.0417
5.0000	0.12	0.0320	0.12	0.0267
6.0000	0.08	0.0222	0.08	0.0185
7.0000	0.06	0.0163	0.06	0.0136
8.0000	0.05	0.0125	0.05	0.0104
9.0000	0.04	0.0099	0.04	0.0082
10.0000	0.03	0.0080	0.03	0.0067

Nota. Se calculo el espectro de diseño para dirección en “X” y “Y” con las irregularidades que se encontró en cada dirección.

#### 4.14. Desplazamiento de Entrepiso

La edificación nos muestra un sistema estructural mixto de pórticos y muros de albañilería. Según indica la norma se usó para el criterio de análisis es por eso que se tomó el sistema estructural más crítico de albañilería. La deriva permisible por la norma E 0,30 para albañilería es 0,005. Mostrando el resultado en la tabla 32 de la deriva del segundo piso en sentido X es de 0,0020 y la deriva del segundo piso en sentido Y es de 0.0012 como se aprecia en la tabla 33. La estructura de las instalaciones de la EPS cumple con los parámetros de la norma E 0,30.

**Tabla 32***Control de derivas en dirección X según norma E 0.30*

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m	Drift * 0.85 *R m	CUMPLIR CON 0.005
Story2	DIN XX	LinRespSpec	Max	X	0,001162	41	5,805	9,47	5,7	0,0020	<b>OK</b>
Story1	DIN XX	LinRespSpec	Max	X	0,000325	38	8,63	9,47	2,85	0,0006	<b>OK</b>

Nota: La deriva permisible según la norma E 0,30 para albañilería es de 0,005.

**Tabla 33***Control de derivas en dirección Y según norma E 0,30*

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m	Drift * 0.85 *R m	CUMPLIR CON 0.005
Story2	DIN YY	LinRespSpec	Max	Y	0,000719	54	0	2,12	5,7	0,0017	<b>OK</b>
Story1	DIN YY	LinRespSpec	Max	Y	0,000311	36	0	6,75	2,85	0,0007	<b>OK</b>

Nota. Según la Norma de diseño Sismorresistente E030 para la comprobación de Irregularidades el factor en una estructura regular es 0,75 y en una estructura Irregular es 0,85.

## CAPÍTULO V: DISCUSIONES

La primera hipótesis específica muestra que: “Las características estructurales de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora presentan disminución de las propiedades mecánicas”. A esto decimos en cuanto a la resistencia de compresión calculada del concreto difiere con lo indicado en la norma E060, donde nos da a conocer que la resistencia de compresión del concreto no puede disminuir en 21Mpa (210 kgf/cm<sup>2</sup>), teniendo como resultado obtenido por el ensayo del esclerómetro un promedio de  $f'c = 174,59 \text{ kg/cm}^2$ . Cabe mencionar que no se realizó el ensayo de diamantina ya que no se obtuvo los permisos necesarios para poder extraer las muestras, por otro lado, es necesario mencionar que muchos especialistas solo toman el ensayo con esclerómetro para medir la uniformidad del concreto.

La segunda hipótesis específica indica que: “La fuerza cortante de la base de la estructura de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento cumple con las especificaciones de la norma E030”. A esto decimos que después de haber modelado en el programa ETABS, obtuvimos los parámetros sísmicos y las irregularidades de la estructura gracias a las restricciones que da la norma E030, por ejemplo Factor de Zona ( $Z=0,45$ ), Perfil de Suelo ( $S_2=1,05$ ), Periodos  $T_p=0,60s$  y  $T_l=2s$ , Factor de Uso ( $U=1$ ), Peso Sísmico ( $P_t=139666,825 \text{ kg}$ ) y la irregularidad en altura y en planta ( $I_{ax}=I_{ay}=0,90$ ) ( $I_{px}=0,75$ ,  $I_{py}=1,00$ ), coeficiente básico de reducción ( $R_0 = 3$ ), siendo así con todos estos resultados se obtuvo la fuerza cortante.

La tercera hipótesis específica indica que:” Al calcular los periodos de vibración de la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento cumplen con las especificaciones de la norma E030”. A esto decimos que después de haber modelado la estructura en el programa ETABS y haber realizado el análisis modal, obtuvimos mediante la Tabla 28 Periodos y porcentaje de participación de masa modal, los periodos de vibración. Cabe recalcar que la Tabla 28 cumple con las especificaciones de la norma E030, esta indica que en cada dirección se considera los modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total.

La cuarta hipótesis específica indica que:” El modelamiento en el software ETABS, de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio, presentará que los desplazamientos de entrepiso cumplen con las especificaciones de la norma E030”. Podemos decir que hecho el análisis sísmico estructural y cumpliendo con las restricciones indicadas en la norma E030, se consiguieron los desplazamientos de las instalaciones de la entidad prestadora de servicio. Los desplazamientos de entrepiso de los sentidos “X” y “Y” si cumplen con los límites dados por la norma (0,005 como máximo). Por ello, las secciones actuales de los elementos estructurales serán capaces de soportar un evento sísmico.

## CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones obtenidas de este trabajo de investigación, en concordancia a los objetivos específicos de la presente investigación:

Al hacerse el ensayo no destructivo de esclerometría en los elementos que componen la estructura de la edificación y poder determinar las propiedades mecánicas se tuvo como resultado la resistencia de compresión en promedio de  $f'c = 174,59 \text{ kg/cm}^2$ , este valor es menor a lo indicado en la norma E060. La cual señala que la fuerza de compresión que debe resistir los elementos compuestos por la estructura, que sean impuestos a esfuerzos de sismo, no tienen que ser menores a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Se calculo la fuerza cortante en la base que es aplicada en la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento en dirección de "X" y "Y" respectivamente. Gracias a la norma E030 se obtuvo los parámetros sísmicos y las irregularidades que tiene la edificación. Es así que la fuerza cortante en "X" = 1595,6784 kg. F y "Y" es 1196,7588 Kg.F.

Se realizo el análisis modal en la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento donde nos da como resultado que el primer periodo es 0,262 sg. en sentido "Y", el segundo periodo es 0,216 sg, en sentido "X" y el tercer periodo es 0,171 sg. en sentido "X".

Se realizo el análisis sísmico en la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, donde se consiguió en los sentidos "X" y "Y" un comportamiento eficiente. La deriva máxima en sentido "X" es 0,0020 y en sentido "Y" es 0,0017, es por ende que se obtuvo un comportamiento adecuado porque recordemos que la norma E.030 da como límite una deriva máxima de 0,005 en sistemas estructurales de albañilería. Se estableció a la estructura como muy rígida en sentido "X" y "Y".

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Entidad Prestadora De Servicio De Saneamiento Tacna S.A., realizar un análisis y solucionar la eflorescencia, patología notoria encontrada en el primer piso de la estructura, que puede afectar en un futuro a los elementos estructurales por la acumulación de salitre.

Se sugiere como recomendación a las entidades profesionales, públicas y privadas que abarquen la rama y temas de estructuras, usar de guía adecuadamente los parámetros y el análisis de irregularidades de la normativa peruana, teniendo en cuenta que la ciudad de Tacna está ubicada en una zona con gran actividad sísmica.

Se recomienda a la universidades públicas y privadas, brindar cursos y herramientas actualizados en la rama de estructuras que ayude y facilite al estudiante a realizar un buen modelamiento y análisis sísmico de estructuras de concreto y albañilería en futuras investigaciones.

Se sugiere como recomendación a la misma Entidad o futuras investigaciones, realizar el ensayo destructivo de diamantina, este ensayo consiste en extraer como mínimo 3 muestras de concreto y someterlas a compresión, en fin, de disponer la resistencia del concreto para poder realizar el modelamiento y análisis con lo cual se obtendrán los desplazamientos de entre pisos con mayor exactitud y fiabilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzate Buitrago, A. (2017). EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES INDISPENSABLES DE LOS GRUPOS III Y IV DEL MUNICIPIO DE APIA, RISARALDA [Tesis de Licenciatura, Universidad Libre Seccional Pereira].  
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17003/EVALUACION%20DE%20LA%20VULNERABILIDAD%20ESTRUCTURAL%20APIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Astorga Mendizabal, M., & Aguilar Velez, R. (2006). Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú].  
[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1332/ASTORGA\\_MARIA\\_Y\\_AGUILAR\\_RAFAEL\\_RIESGO\\_SISMICO\\_EDIFICACIONES\\_EDUCATIVAS.pdf?sequence=1](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1332/ASTORGA_MARIA_Y_AGUILAR_RAFAEL_RIESGO_SISMICO_EDIFICACIONES_EDUCATIVAS.pdf?sequence=1)
- Cifuentes Urrego, A., & Fuentes Jerez, J. (2018). Evaluación de vulnerabilidad sísmica actual de albergues temporales en Bucaramanga aplicando algoritmos de clasificación supervisada. [Tesis de Licenciatura, Universidad Industrial de Santander]. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/172286.pdf>
- ¡Derivas! ¿Porque las Chequeamos? (16 de Junio de 2019) El primer chequeo que debemos realizar antes de diseñar una edificación es el chequeo de derivas.  
<https://andresceballos2019.wixsite.com/inicio/post/derivadas#:~:text=%C2%BFQue%20es%20la%20deriva%3F,niveles%20consecutivos%20de%20la%20edificaci%C3%B3n.%22>
- Flores Escobar, R. (2019). EVALUACIÓN DE RIESGO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL PRIMER PABELLÓN DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI – ILAVE - PUNO [Tesis de Licenciatura, Universidad Jose Carlos Mariátegui].  
[http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/741/Rogelio\\_tesis\\_titulo\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/741/Rogelio_tesis_titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernandez, Orozco Almanza, Montoya. (2017) Relación entre resistencia a compresión en cilindros de concreto y los rebotes con esclerómetro digital [Archivo PDF].  
<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/1342>

- Huamani, Solis (2020) Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de arcilla maciza adicionadas con diatomita del yacimiento de San Juan de Tarucani, Arequipa 2020 [Tesis de Licenciatura, Universidad Continental de Arequipa].  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8087/3/IV\\_FIN\\_10\\_5\\_TI\\_Huamani\\_Solis\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8087/3/IV_FIN_10_5_TI_Huamani_Solis_2020.pdf)
- Jaime Guzmán, K., & Jayo Guzmán, E. (2021). Evaluación de la Configuración Estructural y Comportamiento Sísmico de una Edificación de dos Niveles con Fines de Ampliación, Ica, 2021 [Tesis de Licenciatura, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79063>
- Lizarazo Gonzalez, S., Pedraza Perez, D. (2021). Análisis de vulnerabilidad sísmica del edificio Gregorio XIII y planteamiento de alternativa reforzamiento estructural [Tesis de Licenciatura, Universidad Santo Tomas].  
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33260>
- Lope Huanca, J. (2018). EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UN EDIFICIO EXISTENTE DE CONCRETO ARMADO UBICADO EN LA CIUDAD DE JULIACA UTILIZANDO EL MÉTODO BASADO EN EL DESEMPEÑO [Tesis de Licenciatura, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez].  
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1681>
- Maquera Nina, R., & Lucapa Tarqui, E. (2021). [EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SÍSMICO DEL BLOQUE 'A' DEL LOCAL INSTITUCIONAL 'CASABLANCA' DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2022](#) [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada de Tacna].  
<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2441/Maquera-Nina-Lupaca-Tarqui.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mendoza Cachicatari, A., & Condori Tuco, Y. (2022) EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL PABELLÓN '1' DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 42251 SIMÓN BOLÍVAR, TACNA 2022 [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada de Tacna].  
<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2491/Mendoza-Cachicatari-Condori-Tuco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Padilla Gonzalo (2010) PROPUESTA PARA CONSIDERAR LA IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL EN LA RESISTENCIA LATERAL DE LAS ESTRUCTURAS EN EL PERÚ [Tesis de Licenciatura, Universidad Católica del Perú].  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/505/PADILL>

[A\\_QUINCOT\\_GONZALO\\_IRREGULARIDAD\\_ESTRUCTURAL\\_RESISTENCIA\\_LATERAL.pdf?sequence=1](#)

Perez Ayca, S. (2022). EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL PABELLÓN “1” DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN JOSÉ FE Y ALEGRÍA N°40, TACNA 2022 [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada de Tacna].

<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2431/Perez-Ayca-Sandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

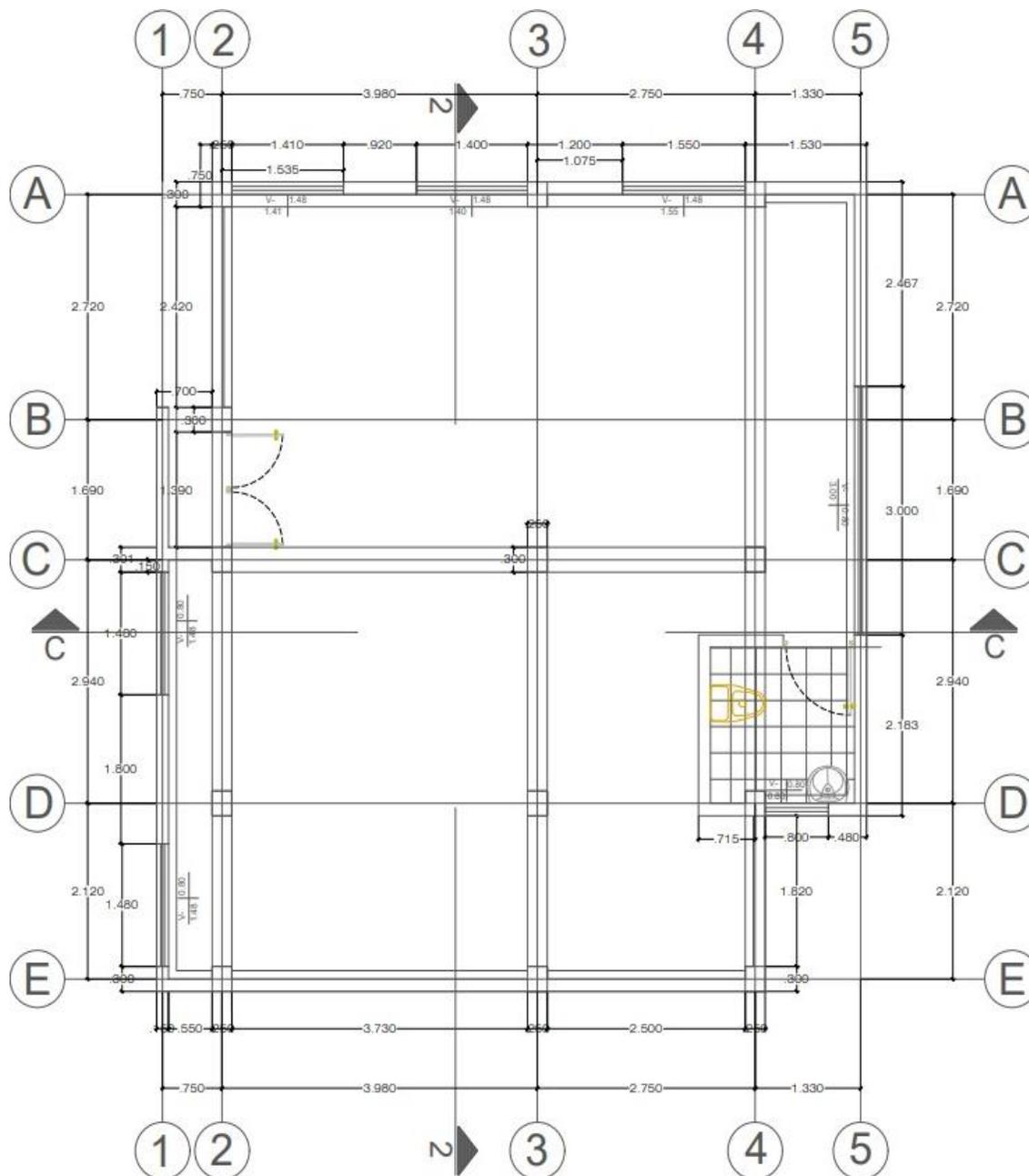
ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Evaluación estructural sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Método
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>				
¿Cuáles son las características estructurales sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento?	Realizar una evaluación de las características estructurales sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería y obra de la entidad prestadora de servicio de saneamiento.	La evaluación estructural dará como resultado un comportamiento deficiente frente a un sismo de las instalaciones de la gerencia de ingeniería y obra de la entidad prestadora de servicio de saneamiento.	V. Independiente  Características de la evaluación estructural	Tipología de edificación  Características mecánicas de la edificación	Sistema dual de 2 pisos Albañilería de 2 pisos Propiedades mecánicas del concreto (Kg/cm <sup>2</sup> ). Propiedades mecánicas de albañilería (Kg/cm <sup>2</sup> ).	Tipo de Investigación. - Aplicada
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>				
1. ¿Cuáles son las características estructurales de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento?	1. Determinar las características estructurales de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento	1. Las características estructurales de las instalaciones de la gerencia de la entidad prestadora presentan disminución de las propiedades mecánicas.				Nivel de Investigación: - Correlacional
2. ¿Cuál es la fuerza cortante en la base de la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento?	2. Determinar la fuerza cortante en la base de la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento.	2. La fuerza cortante de la base de la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento cumple con las especificaciones de la norma E030.			Periodo fundamental (S) Fuerza cortante en la base (kg F, Tn F)	Diseño de Investigación: - No Experimental
3. ¿Cuáles son los periodos de vibración de la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento de acuerdo a la norma E030 y mediante el software ETABS?	3. Determinar los periodos de vibración de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento de acuerdo a la norma E030 y mediante el software ETABS.	3. Al calcular los periodos de vibración de la edificación de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento cumplen con las especificaciones de la norma E030.	V. Dependiente  Comportamiento sísmico de las Instalaciones de la gerencia de ingeniería de la EPS, Tacna 2022.	Análisis Estático	Modos de vibración (HZ, HRTZ.) Aceleración Espectral (m/s <sup>2</sup> )	Muestra: Edificaciones de las instalaciones de la gerencia de ingeniería y obra de la entidad prestadora de servicio de saneamiento
4. ¿Cuáles los desplazamientos de entre piso, utilizando el software ETABS, de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento de acuerdo a la norma peruana E030?	4. Determinar los desplazamientos de entre piso, utilizando el software ETABS, de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento de acuerdo a la norma peruana E030.	4. El modelado en el software ETABS, de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio, presentará que los desplazamientos de entrepiso cumplen con las especificaciones de la norma E030			Desplazamiento de entrepisos y derivas (cm) Fuerzas laterales (Tn. f)	Técnicas de procesamiento y análisis de datos: Medición de la estructura, ensayos de campo, modelamiento mediante software Etabs 2018.
					Desplazamientos relativos y absolutos. Derivas (Distorsiones) (%)	Instrumentos: - Planos - Fotografías - Software de diseño - Equipo de recolección de datos



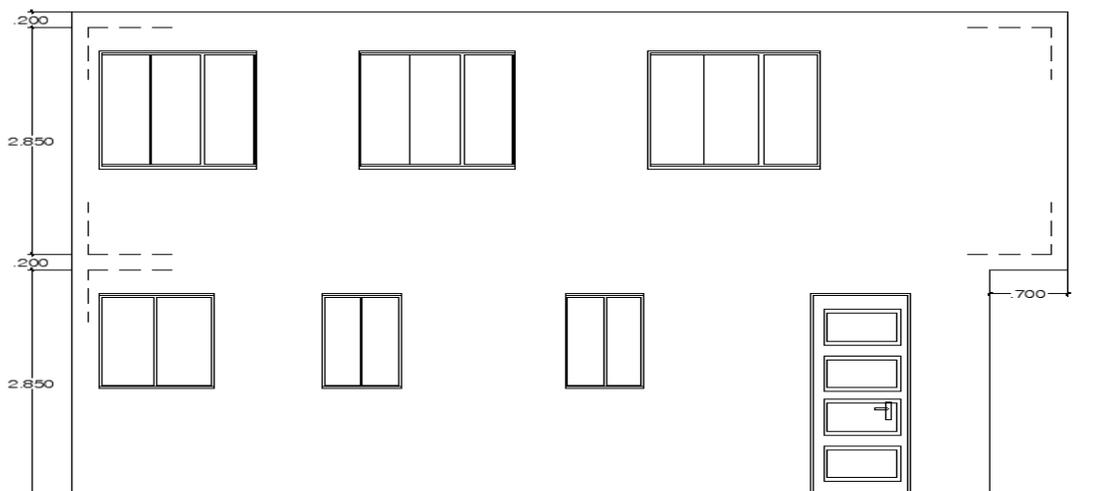


## DISTRIBUCIÓN 2º NIVEL

ARQUITECTURA

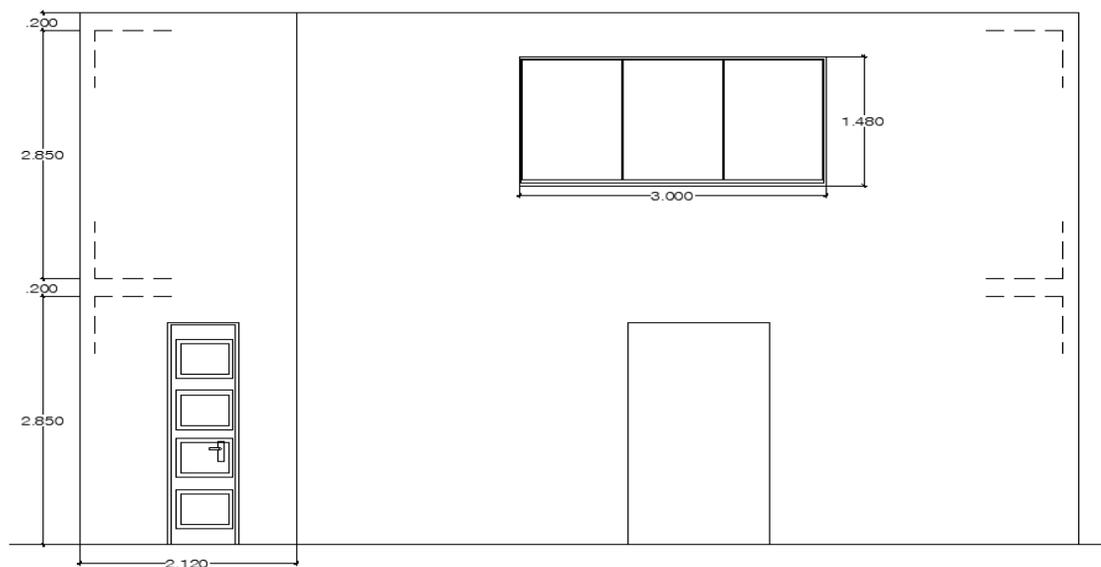
APROBADO:	 <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>  <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>		
ELABORADO:  <b>DAMPHIER FELIX VILCA YUCRA</b> <b>CRISTHIAN KALEP OBREGON PARI</b>		PROYECTO: "Evaluación estructural del comportamiento sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022"	
DEPART.: PROV.: DISTR.: <b>TACNA TACNA TACNA</b>	PLANO: <p style="text-align: center;"><b>PLANIMETRIA GENERAL</b></p>		
	ESCALA: <b>INDICADA</b>	FECHA : <b>DICIEMBRE 2022</b>	LAMINA: <b>A-01</b>

### Anexo 3 Planos de Cortes y Elevaciones



## ELEVACION LATERAL

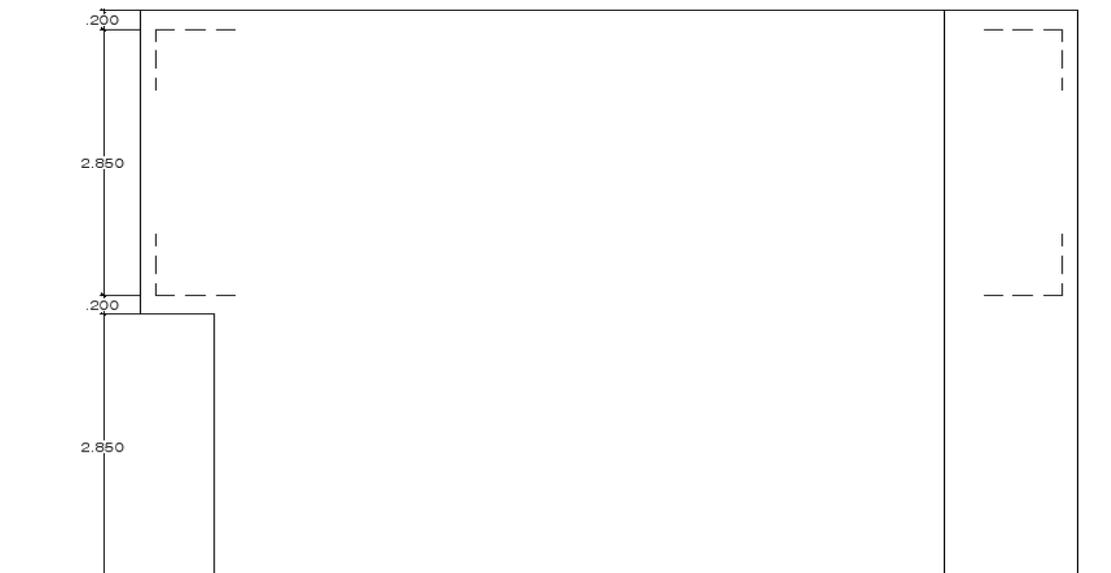
ESC: 1/50



## ELEVACION POSTERIOR

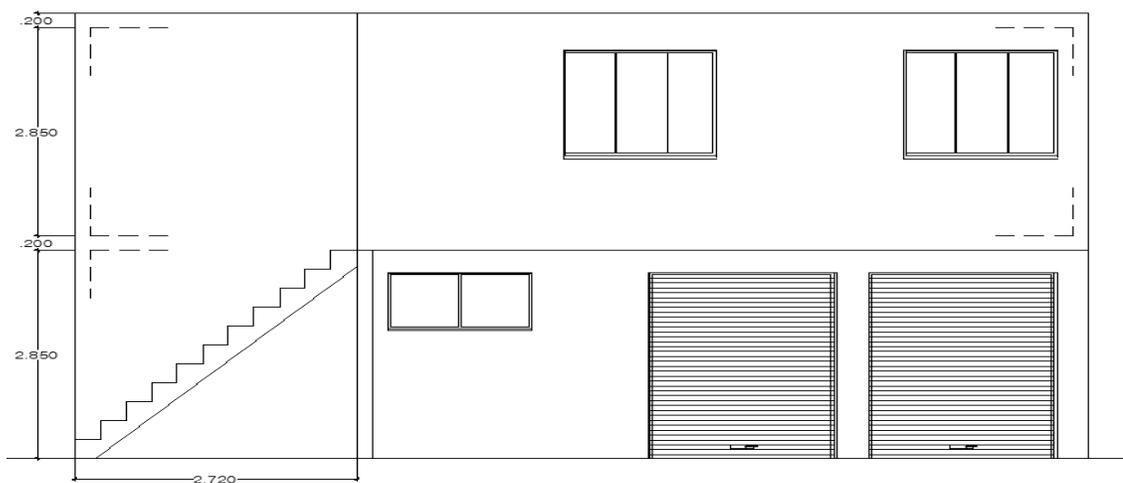
ESC: 1/50

APROBADO:	 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
ELABORADO:	PROYECTO: "Evaluación estructural del comportamiento sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022"		
<b>DAMPHIER FELIX VILCA YUCRA</b> <b>CRISTHIAN KALEP OBREGON PARI</b>	PLANO: <b>CORTES Y ELEVACIONES</b>		
DEPART.: <b>TACNA</b> PROV.: <b>TACNA</b> DISTR.: <b>TACNA</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>	FECHA : <b>DICIEMBRE 2022</b>	LAMINA: <b>A-02</b>



## ELEVACION LATERAL

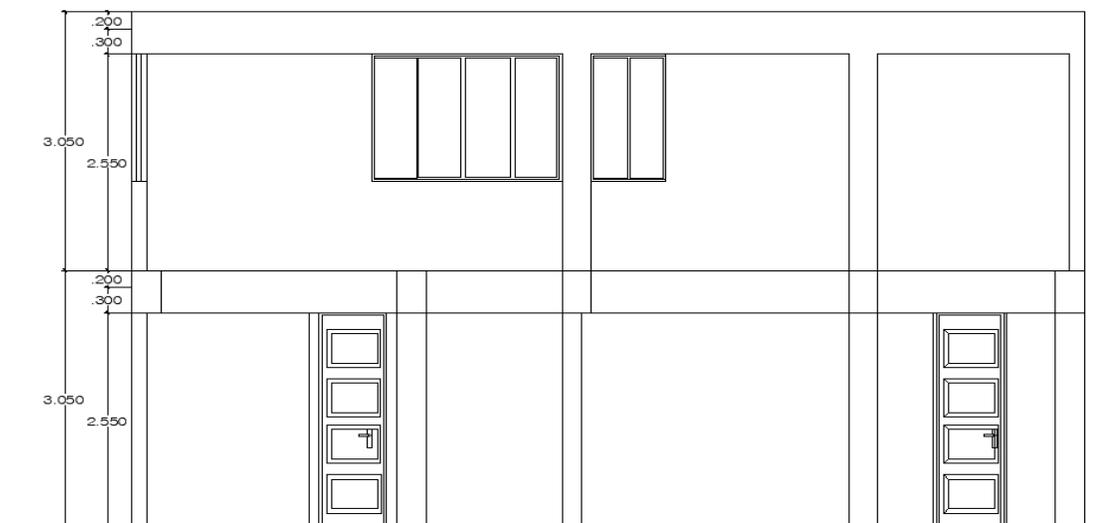
ESC: 1/50



## ELEVACION PRINCIPAL

ESC: 1/50

APROBADO:	 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
ELABORADO:	
<b>DAMPIER FELIX VILCA YUCRA</b> <b>CRISTHIAN KALEP OBREGON PARI</b>	PROYECTO: "Evaluación estructural del comportamiento sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022"
DEPART.: <b>TACNA</b> PROV.: <b>TACNA</b> DISTR.: <b>TACNA</b>	PLANO: <b>CORTES Y ELEVACIONES</b>
ESCALA: <b>INDICADA</b>	FECHA : <b>DICIEMBRE 2022</b>
	LAMINA: <b>A-02</b>



## CORTE 2 - 2

ARQUITECTURA



## CORTE C - C

ARQUITECTURA

APROBADO:	 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
ELABORADO:			
<b>DAMPHIER FELIX VILCA YUCRA</b> <b>CRISTHIAN KALEP OBREGON PARI</b>	PROYECTO:	<b>"Evaluación estructural del comportamiento sísmico de las instalaciones de la gerencia de ingeniería de la entidad prestadora de servicio de saneamiento, Tacna 2022"</b>	
DEPART.: PROV.: DISTR.:	PLANO:	<b>CORTES Y ELEVACIONES</b>	
<b>TACNA TACNA TACNA</b>	ESCALA:	FECHA :	LAMINA:
	<b>INDICADA</b>	<b>DICIEMBRE 2022</b>	<b>A-02</b>

**Anexo 4 Carta N°001 y N°002 de solicitud de permiso de uso y e información de la Gerencia de Ingeniería de la EPS Tacna S.A.**

**CARTA N° 001-2022-CKOP**

**A : ING. JUAN ALBERTO SEMINARIO MACHUCA**  
Gerente General de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Tacna S.A.

**ASUNTO : SOLICITO PERMISO DE USO E INFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA GERENCIA DE INGENIERÍA DE LA EPS TACNA S.A.**

**FECHA : 04 DE NOVIEMBRE DEL 2022**

Mediante el presente tengo bien dirigirme a usted cordialmente que yo, **CRISTHIAN KALEP OBREGON PARI**, identificado con **DNI 71227294** y número de celular **944818605**. Ante UD. Respetuosamente me presento y expongo:

Que realizando actualmente mi trabajo de investigación (TESIS) para optar por el título profesional de Ingeniero Civil., junto a mi compañero **DAMPHIER FELIX VILCA YUCRA** identificado con **DNI 75220574**, por ende solicito el permiso de uso e información de la estructura de la gerencia de ingeniería de la EPS TACNA S.A. Para llevar a cabo las actividades de recolección de datos de la estructura realizando el ensayo con el **ESCLERÓMETRO** (prueba no destructiva) para determinar la resistencia del concreto de la estructura y la medición física de la estructura mediante el uso de winche. Las actividades de recolección de datos propuestas serán requeridas para los días **SÁBADOS Y DOMINGO para la medición de la estructura** desde el **05 DE NOVIEMBRE AL 04 DE DICIEMBRE** respectivamente y **2 días entre semana, el 24 Y 25 DE NOVIEMBRE** para realizar el ensayo con el esclerómetro.

También se hace el requerimiento de planos de estructura y arquitectura para facilitar la medición de la estructura.

Prometemos ser responsables con las instalaciones y pertenencias de la Gerencia de Ingeniería.

Agradeciendo de antemano por su gentil atención, es propicia la oportunidad de expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Por lo expuesto ruego a usted acceder a mi solicitud.

*Atentamente:*

EPS TACNA S.A.  
ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO TACNA S.A

  
BACH. CRISTHIAN KALEP OBREGON PARI  
ASISTENTE ADMINISTRATIVO (OBRAS)  
DNI 71227294

<b>EPS TACNA S.A.</b>	
<b>TRAMITE DOCUMENTARIO</b>	
04 NOV 2022	
Registrado: 022813-30	Firma: 
LA RECEPCIÓN NO IMPLICA	
CONFIRMACIÓN	

**CARTA N° 002-2022-CKOP**

**A : ING. JUAN ALBERTO SEMINARIO MACHUCA**  
Gerente General de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Tacna S.A.

**ASUNTO : SOLICITO PERMISO DE USO DE LA ESTRUCTURA DE LA GERENCIA DE INGENIERÍA DE LA EPS TACNA S.A. PARA REALIZAR ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA**

**FECHA : 30 DE NOVIEMBRE DEL 2022**

Mediante el presente tengo bien dirigirme a usted cordialmente que yo, **CRISTHIAN KALEP OBREGON PARI**, identificado con **DNI 71227294** y número de celular **944818605**. Ante UD. Respetuosamente me presento y expongo:

Que realizando actualmente mi trabajo de investigación (TESIS) para optar por el título profesional de Ingeniero Civil., junto a mi compañero **DAMPHIER FELIX VILCA YUCRA** identificado con **DNI 75220574**, por ende solicito el permiso de uso de la estructura de la gerencia de ingeniería de la EPS TACNA S.A. Para llevar a cabo las actividades de recolección de datos de la estructura realizando el ensayo con el **ESCLERÓMETRO** (prueba no destructiva) para determinar la resistencia del concreto de la estructura y la medición física de la estructura mediante el uso de winche. Las actividades de recolección de datos propuestas serán requeridas para los días **MIÉRCOLES 07 Y JUEVES 08 DE DICIEMBRE** para realizar el ensayo con el esclerómetro junto al personal de laboratorio de la universidad.

Prometemos ser responsables con las instalaciones y pertenencias de la Gerencia de Ingeniería.

Agradeciendo de antemano por su gentil atención, es propicia la oportunidad de expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Por lo expuesto ruego a usted acceder a mi solicitud.

*Atentamente:*



**BACH. CRISTHIAN KALEP OBREGON PARI**  
DNI 71227294h

<b>EPS TACNA S.A.</b>	
<b>TRAMITE DOCUMENTARIO</b>	
30 NOV 2022	
Registro:	024 919-30/
Mora:	Firma:
<b>LA RECEPCIÓN NO IMPLICA CONFORMIDAD</b>	

## Anexo 5 Carta de Autorización de la Gerencia General de la EPS Tacna S.A.



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Tacna, 11 NOV 2022

**CARTA N° 359 -2022-300-EPS TACNA S.A.**

Señor:  
BACH. CRISTHIAN KALEP OBREGON PARI  
DNI N°71227294

**Presente.-**

**Asunto** : Se remite autorización

**Referencia** : H.T. N° 022813-301

Tengo el agrado de dirigirme a Usted, con la finalidad de saludarlo cordialmente y a la vez en atención al documento de la referencia, precisarle que se le autoriza y se le otorga facilidades para el ingreso a las instalaciones de la Planta Alto Lima – Gerencia de Ingeniería a fin de realizar las actividades correspondientes a sus fines académicos, la misma que deberá realizarse el día sábado 12/11 hasta el mediodía.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresarle mis sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

MSC. JUAN ALBERTO SEMINARIO MACHUCA  
GERENTE GENERAL  
EPS TACNA S.A.



JASM/  
c.c. Archivo

Av. Dos de Mayo N° 372 – Tacna  
Telf. (052) 583446 – (052) 583453  
Mail: mesadepartes@epstacna.com.pe

