

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



TESIS

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SÍSMICO DEL BLOQUE ‘A’
DEL LOCAL INSTITUCIONAL ‘CASABLANCA’ DE LA
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA, TACNA
2022”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. RENZON ADERLY MAQUERA NINA

Bach. ERIK RODRIGO LUPACA TARQUI

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SÍSMICO DEL BLOQUE ‘A’ DEL LOCAL INSTITUCIONAL ‘CASABLANCA’ DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2022”

Tesis sustentada y aprobada el 18 de junio del 2022; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE

SECRETARIO: Mag. JORGE ENRIQUE ALVAREZ RUFFRÁN

VOCAL: Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRIAS

ASESOR: Mtro. WILBER MENDOZA RAMÍREZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Renzon Aderly Maquera Nina y Erik Rodrigo Lupaca Tarqui, en calidad de bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 47780414 y 71134231 respectivamente.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada: *“Evaluación estructural sísmico del bloque ‘A’ del local institucional ‘Casablanca’ de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, Tacna 2022”* la misma que presento para optar 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 asumo 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 y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable 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, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y

sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 18 de junio del 2022



Bach. Renzon Aderly Maquera Nina

DNI: 47780414



Bach. Erik Rodrigo Lupaca Tarqui

DNI: 71134231

DEDICATORIA

Dedicado en especial a todas las personas que contribuyeron en mi crecimiento personal y profesional, en especial a mi Madre Carmen Nina Cusacani, mi Padre Teofilo Maquera Atencio y mis hermanos Oscar Maquera Nina, Gregori Maquera Nina, hermana Ariana Maquera Nina, de igual forma a mis colegas Wilber Mamani, Devis Cama y Carmen Chura por su ayuda incondicional en este gran trayecto formándonos profesionalmente.

Bach. Renzon Aderly Maquera Nina

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme dado las bendiciones y fuerzas hasta llegar a este propósito.

A mi padre Wilmer Rony Lupaca Copaja por su respaldo en todo momento, a mi madre Eulalia Tarqui Chambilla por su preocupación y a mi hermana Erika de la Flor Lupaca Tarqui por acompañarme en los peores momentos.

Bach. Erik Rodrigo Lupaca Tarqui

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de antemano a Dios por estar siempre a nuestro lado, guiándonos y a nuestro asesor Ingeniero Mtro. Wilber Percy Mendoza Ramírez, por su apoyo en el desarrollo del trabajo de investigación darnos la fortaleza, perseverancia e inteligencia necesaria para lograr esta etapa de nuestras vidas.

A nuestro familiares, padres y hermanos, que siempre estuvieron brindándonos confianza para alcanzar esta meta.

A nuestro profesores universitarios y catedráticos de la facultad de Ingeniería de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Universidad, quienes en el tiempo de estudios universitarios nos brindaron y compartieron sus conocimientos académicos, y nos inculcaron seguir el camino de la investigación académica

Bach. Renzon Aderly Maquera Nina

Bach. Erik Rodrigo Lupaca Tarqui

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	4
1.3.1. Desde el punto de vista de seguridad	4
1.3.2. Desde el punto de vista social.....	4
1.3.3. Desde el punto de vista económico.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis general	5
1.5.2. Hipótesis específicas	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6
2.1.1. A nivel internacional.....	6
2.1.2. A nivel nacional.....	7
2.1.3. A nivel regional	8
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Sismicidad en el Perú	9

2.2.2.	Sismicidad en la región de Tacna	9
2.2.3.	Evaluación estructural.....	12
2.2.4.	Procedimiento de una adecuada evaluación estructural.....	12
2.2.5.	Normatividad peruana.....	13
2.2.6.	Peligro sísmico.....	13
2.2.7.	Sistemas estructurales.....	15
2.2.8.	Periodo fundamental de vibración	17
2.2.9.	Patologías de elementos estructurales de concreto	17
2.2.10.	Características mecánicas	20
2.2.11.	Ensayo no destructivo.....	21
2.2.12.	Ensayo destructivo.....	22
2.3.	Definición de términos	23
2.3.1.	Sismos	23
2.3.2.	Subducción	23
2.3.3.	Periodo fundamental de vibración	24
2.3.4.	Esclerómetro.....	24
2.3.5.	Patologías del concreto.....	24
2.3.6.	Derivas.....	24
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....		25
3.1.	Tipo y nivel de la investigación	25
3.1.1.	Tipo de investigación	25
3.1.2.	Nivel de investigación	25
3.2.	Población y/o muestra de estudio.....	25
3.3.	Operacionalización de variables	25
3.4.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	26
3.4.1.	Recopilación de datos.....	26
3.4.2.	Técnicas usadas para la recolección de datos.	27
3.4.3.	Instrumentos para la recolección de datos tenemos.....	31
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	40
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		44

4.1.	Inspección de patologías y fallas en elementos estructurales.....	44
4.2.	Propiedades mecánicas de los elementos estructurales.....	45
4.2.1.	Ensayos de resistencia del concreto	45
4.2.2.	Resistencia a compresión del concreto	47
4.2.3.	Resistencia a compresión axial de la albañilería	47
4.3.	Evaluación detallada del bloque “A”	47
4.3.1.	Características de elementos estructurales.....	48
4.3.2.	Datos de los materiales de los elementos estructurales	49
4.4.	Modelamiento y estructuración	50
4.4.1.	Sistema estructural	52
4.4.2.	Cargas aplicadas	52
4.4.3.	Parámetros sísmicos.....	53
4.4.4.	Condiciones locales	53
4.4.5.	Aceleración espectral.....	54
4.4.6.	Verificación de irregularidades estructurales en altura	56
4.4.7.	Verificación de irregularidades estructurales en planta	58
4.4.8.	Resumen de irregularidades	59
4.4.9.	Análisis dinámico modal espectral	60
4.4.10.	Verificación de cortantes.....	61
4.4.11.	Control de derivas	63
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	66
	CONCLUSIONES	68
	RECOMENDACIONES	69
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
	ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Zonificación sísmica de la región de Tacna	15
Tabla 2. Clasificación de fisuras y grietas en función a su ancho	19
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variable	26
Tabla 4. Resultados del ensayo con Esclerómetro.....	46
Tabla 5. Resultados del ensayo a compresión	47
Tabla 6. Dimanaciones de columnas sin tarrajeo	48
Tabla 7. Dimanaciones de vigas sin tarrajeo	48
Tabla 8. Sobrecargas en oficinas según normar E 0.60	52
Tabla 9. Sumatoria de Cargas Muertas según peso de las materiales	52
Tabla 10. Cargas Distribuidas sobre el techo	53
Tabla 11. Resumen de parámetros sísmicos según norma E 0.30-2018.....	55
Tabla 12. Espectro de diseño según norma E 0.30-2018	55
Tabla 13. Verificación de Irregularidad de rigidez-piso blando en dirección X	57
Tabla 14. Verificación de Irregularidad de rigidez-piso blando en dirección Y	57
Tabla 15. Verificación de Irregularidad de resistencia-piso débil en dirección X...57	57
Tabla 16. Verificación de Irregularidad de resistencia-piso débil en dirección Y...57	57
Tabla 17. Verificación de Irregularidad de irregularidad de masa o peso	58
Tabla 18. Verificación de irregularidad torsional en sentido X	58
Tabla 19. Verificación de irregularidad torsional en sentido Y	59
Tabla 20. Resumen de irregularidades estructurales en altura del bloque a.....	59
Tabla 21. Resumen de irregularidades estructurales en planta del bloque a.....	60
Tabla 22. Períodos y porcentaje de participación de masa modal	61
Tabla 23. Cortante estática y cortante dinámica.....	61
Tabla 24. Cortante estática vs. cortante dinámica	62
Tabla 25. Control de derivas en dirección X según norma E030	64
Tabla 26. Control de derivas en dirección Y según norma E030	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de tipos de sismos de nivel superficial e intermedio	10
Figura 2. Distribución espacial de áreas de ruptura y lagunas sísmicas.	11
Figura 3. Áreas de acumulación de energía	11
Figura 4. Tipos de evaluación estructural.	12
Figura 5. Mapa de zona sísmicas del Perú.....	14
Figura 6. Estructuras de concreto armado	16
Figura 7. Origen del agente causante de patologías en concreto.....	18
Figura 8. Ejemplo de una fisura.....	19
Figura 9. Ejemplo de eflorescencia en muros.....	20
Figura 10. Ensayo no destructivo (martillo esclerómetro)	21
Figura 11. Sección longitudinal a través del martillo.....	22
Figura 12. Broca diamantada	23
Figura 13. Ubicación del local institucional Casablanca	27
Figura 14. Vista exterior del bloque A.....	28
Figura 15. Vista interior del bloque A.....	28
Figura 16. Vista interior junta sísmica del bloque A	29
Figura 17. Vista interior patología en el bloque A	29
Figura 18. Vista interior del área de baño del bloque A	30
Figura 19. Zonificación superficial de suelos en Ciudad Nueva.....	30
Figura 20. Toma de medidas del Local “Casablanca”	31
Figura 21. Plano de distribución de áreas del primer piso	32
Figura 22. Plano de distribución de áreas del segundo piso.....	32
Figura 23. Ficha de inspección de visual.....	33
Figura 24. Ubicación de lugares ensayados con esclerómetro del primer piso.....	34
Figura 25. Ubicación de lugares ensayados con esclerómetro del segundo piso	34
Figura 26. Esclerómetro	35
Figura 27. Toma de datos del esclerómetro en el primer piso	35
Figura 28. Toma de datos del esclerómetro en el segundo piso.....	36

Figura 29. Ficha de ensayo del esclerómetro.....	36
Figura 30. Abaco del esclerómetro.....	37
Figura 31. Ubicación de muestras diamantinas extraídas	38
Figura 32. Extracción de muestras de concreto usando el equipo diamantado	38
Figura 33. Muestra de concreto extraída.....	39
Figura 34. Ensayo de compresión de las muestras de concreto.....	39
Figura 35. Muestras extraídas.....	40
Figura 36. Ficha de ensayo de resistencia de muestras extraídas.	40
Figura 37. Ficha de inspección de patologías estructurales del piso 1	41
Figura 38. Ficha de inspección de patologías estructurales del piso 2	42
Figura 39. Modelado en el programa ETABS	43
Figura 40. Resumen 1 de inspección de patologías y fallas	44
Figura 41. Resumen 2 de inspección de patologías y fallas	45
Figura 42. Propiedades del concreto.....	49
Figura 43. Propiedades de albañilería maciza.....	49
Figura 44. Propiedades de albañilería hueca	50
Figura 45. Modelamiento 3D de la estructura.....	50
Figura 46. Modela del primer piso de la estructura.....	51
Figura 47. Modelado del segundo piso de la estructura	51
Figura 48. Zonificación sísmica.....	53
Figura 49. Condiciones locales de la estructura	54
Figura 50. Categoría de la estructura	54
Figura 51. Espectro de aceleraciones en dirección X.....	56
Figura 52. Espectro de aceleraciones en dirección Y.....	56
Figura 53. Análisis modal bloque a	60
Figura 54. Ampliación del factor escala al sismo dinámico en X.....	62
Figura 55. Ampliación del factor escala al sismo dinámico en Y.....	63
Figura 56. Derivas de ambos pisos en dirección X.....	64
Figura 57. Derivas de ambos pisos en dirección Y.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	71
Anexo 2. Solicitud de la Municipalidad	71
Anexo 3 . Resultados de laboratorio	71
Anexo 4. Planos.....	71

RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Evaluación Estructural Sísmico Del Bloque ‘A’ Del local institucional ‘Casablanca’ De La Municipalidad Distrital De Ciudad Nueva, Tacna 2022” está basado en la observación, obtención de datos y posterior análisis para estimar comportamiento ante un sismo de diseño según la norma técnica peruana del año 2018. 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 edificación en cuestión; 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. Así también se encontró una grieta de 2 mm en el tarrajeo de la junta sísmica que dividen los bloques. Posteriormente, se realizaron los respectivos ensayos en los elementos estructurales seleccionados, los cuales fueron el de esclerometría y el de extracción de muestras con broca diamantada, siendo este último el que nos dio como respuesta una resistencia promedio de $f'c = 170.87 \text{ kg/cm}^2$ del ensayo destructivo. Finalmente, se procedió a realizar el modelado en el programa ETABS V19, obteniéndose que el bloque “A” del local institucional ‘Casablanca’ tiene una deriva máxima de 0.0076 en sentido X y una deriva máxima de 0.0021 en sentido Y, sobrepasando el límite permisible que demanda la norma, por lo cual se determinó que la estructura tiene un comportamiento sísmico deficiente, de acuerdo a la norma actual E.030.

Palabras clave: Patologías, estructural, evaluación, resistencia, características mecánicas, local municipal, estructuración

ABSTRACT

The present research work "Seismic Structural Evaluation Of Block 'A' Of The Institutional Local 'Casablanca' Of The District Municipality Of Ciudad Nueva, Tacna 2022" is based on the observation, data collection and subsequent analysis to estimate behavior before an earthquake of design according to the Peruvian technical standard of the year 2018. The investigation began by carrying out a qualitative analysis, through visual inspection sheets, with which the annotations of the pathologies found in the building in question were taken; the moisture present in the elements resulted in efflorescence, which led to the detachment of the coating on elements such as beams, columns and walls. Thus, a 2 mm crack was also found in the plastering of the seismic joint that divides the blocks. Subsequently, the respective tests were carried out on the selected structural elements, which were sclerometry and sample extraction with a diamond drill, the latter being the one that gave us an average resistance of $f'c = 170.87 \text{ kg/cm}^2$. of destructive testing. Finally, the modeling was carried out in the ETABS V19 program, obtaining that block "A" of the 'Casablanca' Institutional Premises has a maximum drift of 0.0076 in direction X and a maximum drift of 0.0021 in direction Y, exceeding the permissible limit. demanded by the standard, for which it was determined that the structure has poor seismic behavior, according to the current standard E.030.

Key words: Pathologies, structural, evaluation, resistance, mechanical characteristics, municipal premises, structuring.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como propósito la evaluación del desempeño sísmico mediante la realización de ensayos de esclerometría y broca diamantada, en el bloque "A" del local institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva, ubicada en la calle Hipólito Unanue, utilizando los conceptos para diseño según las normativas nacionales, NTP E 030 de diseño sismorresistente. El Diseño Sismorresistente en el Perú oficializó su primera norma en el año 1977, dos décadas después, a manos del ingeniero Julio Kuroiwa, se presentó la siguiente versión, la cual conllevó al aumento de las exigencias en la rigidez de las edificaciones. Los resultados de la importancia que tuvo haber mejorado nuestra norma sismorresistente, se vio reflejada en los estudios que demostraron que los terremotos de Arequipa-2001, Pisco-2007 y otros, afectaron en mayor medida a edificaciones realizadas con la norma anterior a la de la versión de 1997. Es así que, gracias a las nuevas versiones como la del 2003, 2016 y 2018, que podemos realizar diseños sismorresistentes que garanticen en mayor medida un adecuado funcionamiento ante futuros eventos sísmicos.

La zona costera del Perú es la que tiene más riesgo ante la ocurrencia de sismos de elevada magnitud con relativa frecuencia. Durante los últimos años, la ciudad de Tacna que se encuentra ubicada en la zona costera ha sido afectada por sismos en menor y mayor grado a causa de la informalidad y sin una política de asesoramiento y planificación del catastro urbano la población emergente procede a invadir y a construir viviendas con materiales incorrectos, irregularidades indebidas en zonas no admitidas para uso urbano o en peores casos, construir sin un estudio de la estratigrafía y mecánica del suelo. Es debido a esto que la realización de evaluaciones estructurales en edificaciones con cierta edad, los cuales se construyeron con versiones de normas anteriores, priorizamos buscar es generar un diagnóstico adecuado del estado actual de dichos ambientes, para tomar las decisiones necesarias para proteger la vida de las personas que acuden a dichos establecimientos.

La presente investigación se divide en cinco capítulos, lo cuales se detallan a continuación: En el capítulo I, se realizó el planteamiento, justificación, los objetivos e hipótesis. En el capítulo II, se expone los antecedentes de la investigación, así como los datos para el diseño sismorresistente, el ensayo no destructivo de esclerometría y el ensayo destructivo con broca diamantada.

En el capítulo III se hace referencia a la metodología utilizada, la cual incluye: selección de la población y muestra de estudio, operacionalización de variables, tipo, diseño de investigación y técnicas para la recolección de datos. En el capítulo IV, presentamos los resultados. Para finalizar, en el capítulo V se presenta las discusiones sobre los objetivos, antecedentes e hipótesis planteadas.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La investigación se realizó en la ciudad de Tacna, para esto consideramos que la ciudad se encuentra en una zona de gran acumulación de energía sísmica, la cual es altamente sísmica, donde además se libera más del 80% de la energía sísmica a nivel mundial (Guzmán, 2016).

Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP), en el sur del Perú es bien conocido que se produce una gran cantidad de eventos sísmicos. Así también un gran porcentaje de las construcciones realizadas en esta ciudad del sur, no cuentan con el respaldo técnico para poder soportar posibles sismos (Marino, 2021).

Las edificaciones antiguas comparten características las cuales al ser evaluadas son consideradas como patologías, entre las más comunes en la ciudad de Tacna se encuentra la eflorescencia en muros, grietas y fisuras en elementos estructurales, contando también con diseños estructurales no admitidos por el actual Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

La estructura identificada como local institucional “Casablanca” de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva, donde actualmente vienen trabajando las gerencias de supervisión de inversiones, la gerencia de gestión de riesgos, esta fue creada en el año 1999 y hasta el presente no cuenta con alguna mejora o modificación estructural. Bajo estas circunstancias, se prioriza la seguridad de los ciudadanos que acuden a este establecimiento, se pretende realizar una evaluación estructural tomando en consideración la actual norma, la cual busca evitar pérdidas de vidas humanas, asegurar la continuidad de sus servicios y minimizar los daños a la propiedad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el comportamiento estructural sísmico del bloque ‘A’ del local institucional ‘Casablanca’ de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva, Tacna 2022?

1.2.2. Problemas específicos

a. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los elementos estructurales en el

bloque “A” del local Institucional ‘Casablanca’ de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva?

- b. ¿Cuáles son las patologías estructurales del bloque “A” del local Institucional ‘Casablanca’ de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva?
- c. ¿Cuál es la respuesta sísmica del bloque “A” del local Institucional ‘Casablanca’ de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva según parámetros de la norma E.030?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

1.3.1. Desde el punto de vista de seguridad

Es prioritario la realización de una evaluación estructural del bloque “A” del local institución Casablanca de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, ya que gracias a esto conocimos el comportamiento que esta tendrá frente a un eventual evento sísmico, por lo antigua que resulta esta estructura y lo expuesto que queda a eventos sísmicos de gran magnitud como el ocurrido en el terremoto del 2001.

1.3.2. Desde el punto de vista social

El bloque “A” del local institucional ‘Casablanca’ de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva es una edificación categorizada como esencial, ya que, al concurrir gran cantidad de persona, son sus vidas las que están en peligro de darse un sismo de gran magnitud, es principalmente por este motivo que se realizó la evaluación estructural en esta edificación.

1.3.3. Desde el punto de vista económico

Con la realización de la evaluación estructural se pudo conocer la condición actual de la estructura, y en base a ello se propone tomar decisiones para reducir los daños que se puedan generar.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento estructural sísmico del bloque “A” del local institucional ‘Casablanca’ de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, mediante la norma E.030, Tacna 2022.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del bloque “A” del local institucional ‘Casablanca’ de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva.
- b. Identificar las patologías estructurales del bloque “A” del local institucional ‘Casablanca’ de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva.
- c. Determinar la respuesta sísmica del bloque “A” del local institucional ‘Casablanca’ de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, según la norma E.030.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El bloque “A” del local institucional ‘Casablanca’ de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva tiene un comportamiento estructural sísmico deficiente analizado mediante la norma E.030.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a. Las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del bloque “A” del local institucional ‘Casablanca’ de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, son deficientes.
- b. Las patologías estructurales del bloque “A” del local institucional ‘Casablanca’ de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, más frecuentes son fisuras y presencia de salitre en muros.
- c. La respuesta sísmica del bloque “A” del local institucional ‘Casablanca’ de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, no cumple con los parámetros mínimos que regula la norma E.030.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Referidos a una revisión de trabajos previos sobre el tema en estudio, realizados en otros trabajos de investigación.

2.1.1. A nivel internacional

Según Salazar (2016), quien desarrolló la investigación titulada “Evaluación estructural de los bloques de aulas y del coliseo de Unidad Educativa Daniel Reyes ubicado en San Antonio de Ibarra”, tesis que tuvo la finalidad de comprobar de los elementos estructurales basados en las condiciones que deban cumplir en función de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2015, mediante el cual se determinó que, las estructuras de hormigón armado presentan una alta vulnerabilidad sísmica después de la aplicación del formulario FEMA 154. En respuesta a estos resultados el investigador propone una alternativa de reforzamiento que consiste en la colocación de diagonales rigidizadores en los lugares más afectados.

Según Haindl (2017), quien desarrolló la investigación titulada “Evaluación del desempeño sísmico de una vivienda de muros de hormigón armado”, tesis que tuvo por finalidad evaluar por desempeño sísmico viviendas de muros de hormigón armado, para lo cual se realizaron dos ajustes a los resultados. El primero fue la inclusión de los factores de incertidumbre asociados al modelo numérico y registros sísmicos. Adicionalmente, se debe ajustó el valor de la razón de margen de colapso (CMR) usando un factor de forma espectral (SSF) para representar los efectos de los sismos de gran intensidad que causarían el colapso. Se concluyó que debía permitirse el uso de muros de hormigón armado de 10 cm de espesor con malla de refuerzo central electrosoldada con cuantía mínima para el diseño de casas de hasta dos niveles en el país de Chile.

Según Ledesma y Martínez, (2018) quienes desarrollaron la tesis titulada “Evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta en la ciudad de Bogotá—caso de estudio localidades de: Bosa, ciudad Bolívar, San Cristobal y Usme”, tesis que tuvo la finalidad de realizar la evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta, que puedan verse afectadas por la ocurrencia de un evento sísmico en las localidades de Bosa, Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Usme en la ciudad de Bogotá D.C., Una vez seleccionada la vivienda se procedió hacer la modelación

mediante el software SAP 2000, según el análisis estático no lineal o análisis pushover, este modelo matemático de la estructura representó adecuadamente la distribución de la masa y la rigidez del sistema estructural considerando los efectos no lineales para los niveles de deformación que excedan el límite proporcional, según lo indica la NSR-10 A-13. Se concluyó que los investigadores obtuvieron resultados muy precisos gracias a la metodología utilizada, lo cual evidenció daños por piso blando, desplazamientos excesivos y comportamientos frágiles en elementos estructurales.

2.1.2. A nivel nacional

Según Pari y Salas (2021), desarrolló la investigación titulada “Evaluación estructural para determinar el riesgo sísmico en la estación de bomberos Puno N.º42-2021”, Tesis que tiene como finalidad la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la edificación mediante el enfoque cualitativo, que consta en una evaluación visual identificando patologías en el concreto, luego pasó a una evaluación más completa utilizando un enfoque cuantitativo, que constó en una evaluación más completa, contemplando todo del enfoque cualitativo y, a su vez, determinó el tipo y cantidad de acero en los elementos estructurales, características dinámicas e interacción de la estructura con los elementos no estructurales para luego pasarlo a un modelo matemático representativo en el software Etabs v.18. La evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la edificación en estudio dio como resultado “alta vulnerabilidad sísmica” debido a su comportamiento sísmico inadecuado y al mal estado actual de su sistema estructural.

Según Novoa (2020), desarrolló la investigación titulada “Evaluación estructural para determinar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda de cinco niveles en el AA. HH: Ciudadela Chalaca-Callao 2020”, tesis que tiene la finalidad la evaluación estructural para determinar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda de cinco niveles en el AA. HH Ciudadela Chalaca, provincia del Callao. La metodología utilizada en esta investigación es tipo aplicada, el diseño de investigación es no experimental, el nivel de investigación es transversal descriptivo y el enfoque es de tipo cuantitativo. Con el desarrollo se llegó a la conclusión de que las viviendas construidas con mano de obra no calificada dieron como resultado un deficiente proceso constructivo, débiles y propensas a recibir grandes daños estructurales durante eventos sísmicos.

Según, Quispe (2017), desarrolló la investigación titulada “Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural de la capilla Cristo Pobre de la Beneficencia de Puno”, tesis que tiene la finalidad de realizar un estudio que evaluó el estado actual y plantear una propuesta de reforzamiento estructural de la capilla, el periodo

fundamental de la estructura es de 0.48 segundos. Durante el análisis y la evaluación realizada a la estructura, se ha podido reconocer el estado de deterioro ante cargas estáticas por gravedad y ante cargas dinámicas como el sismo, de la Capilla “Cristo Pobre”, es por ello la necesidad de plantear alternativas de refuerzo estructural para asegurar la estabilidad estructural. Se propone un sistema de refuerzo mixto consistente en medidas de mejora estructural, destinadas a garantizar la estabilidad del edificio en su conjunto, y en medidas complementarias que buscan minimizar la vulnerabilidad sísmica

2.1.3. A nivel regional

Según Yndigoyen. y Almirón (2019), quienes desarrollaron la investigación titulada “Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento en el centro de salud Leoncio Prado, de la Ciudad de Tacna”, tesis que tiene como finalidad evaluar el centro de salud Leoncio Prado ante posibles eventos sísmicos, centrándose principalmente en la obtención de resultados correspondientes para el análisis de la capacidad de soporte y determinar si el centro de salud se encuentra en condiciones adecuadas de desempeño sísmico. Para conocer la resistencia del concreto se realizó el ensayo de diamantina a los principales elementos estructurales, cuyas muestras fueron sometidas a compresión; así mismo se consideraron los estudios de mecánica de suelos realizados por la municipalidad provincial de Tacna. Del procedimiento efectuado se concluyó que el centro de salud Leoncio Prado cumple con las normas y parámetros establecidos por los criterios del comité VISION 2000 de la comisión de ingenieros estructurales (SEAOC).

Según López y Silva (2021), quienes desarrollaron la investigación titulada “Evaluación estructural sísmica del pabellón “A” de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Tacna 2021”, tesis que tiene la finalidad realizar una evaluación estructural en la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres debido a que es el pabellón “A” cuenta con más de 30 años de vida y porque presenta mayores deficiencias en comparación con los otros pabellones. En primer lugar, se realizó un análisis mediante fichas de inspecciones visuales de la estructura, encontrando varias patologías estructurales como eflorescencia, desprendimientos del recubrimiento en columna y fisuras en muros. Posteriormente, se realizó el ensayo del esclerómetro, siendo este un ensayo no destructivo, en los distintos elementos estructurales (columnas y vigas), Con lo anterior se concluyó que el comportamiento sísmico de la estructura era eficiente de acuerdo a la norma actual E 030.

Según Flores y Puma (2021), quienes desarrollaron la investigación titula “Evaluación estructural sísmica del pabellón “A” de la Institución educativa San Martín de Porres, Tacna 2021”, tesis que tiene la finalidad evaluar el comportamiento estructural sísmico del Pabellón “A”, el cual presenta mayores deficiencias en comparación con los demás pabellones. Primero, se realizó un análisis y una evaluación de la estructura, encontrando varias deficiencias como fisuras en vigas y columnas, presencia de caliche en paredes, fisuras en paredes, además la I.E.P. está construida sin un plantel profesional, cuenta con más de 40 años de antigüedad, concluyendo con resultados que evidenciaron un comportamiento sísmico deficiente, esto al comparar las derivas resultantes con las derivas permisibles.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sismicidad en el Perú

La mayor parte de la actividad sísmica producida en el territorio peruano la encontramos en la litosfera continental y la litósfera oceánica, debido a la subducción de la placa de Nazca y la placa sudamericana respectivamente (Tavera, 2020).

Según el mapa de la figura 1 en Tacna se produjeron sismos de nivel superficial e intermedio.

Los sismos en el territorio peruano tienen diferentes fuentes de origen, pueden ser de interplaca, intraplaca y corticales.

- Sismos interplaca: Son sismos que tienen falla asociada al contacto entre dos placas tectónicas diferentes.
- Sismos intraplaca: Son sismos que tienen falla asociada en el interior de una placa tectónica.
- Sismos corticales: Son sismos con origen la formación y reactivación de fallas geológicas a lo largo de la cordillera Andina.

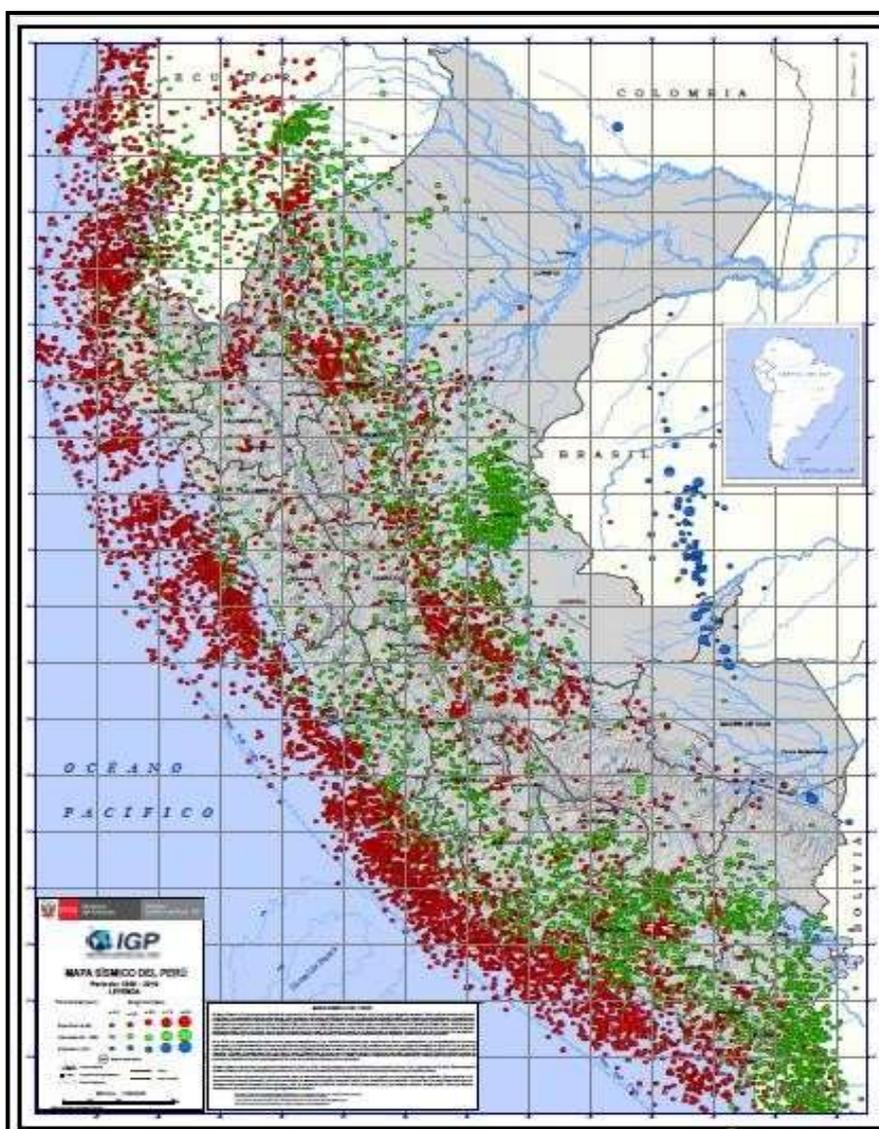
2.2.2. Sismicidad en la región de Tacna

En Tacna se presentan 2 fallas activas: la falla Incapuquio y la falla Chulibaya por el Valle de Locumba. Así también podemos apreciar la distribución de áreas de ruptura en la figura 2, debido a esas fallas y áreas de rupturas los tipos de sismos de subducción son a los que está mayormente expuesta la población de la ciudad de Tacna como por ejemplo el sismo del 23 junio de 2001. (Hernán y Bernal, 2005)

Según la distribución de zonas de fallas en la corteza terrestre relacionadas con la subducción de la placa tectónica de Nazca, con base en estudios de fuertes sismos ocurridos en el sur de Perú y norte de Chile durante los siglos XIX y XX, Arica y Tacna se encontraban sísmicamente silenciosas. En consecuencia, en una acumulación de energía sísmica como se muestra en la figura 3 y se puede decir que esta región de América del Sur sufra un fuerte terremoto de magnitud mayor que el ocurrido el 23 de junio de 2001 (Hernán y Bernal, 2005).

Figura 1

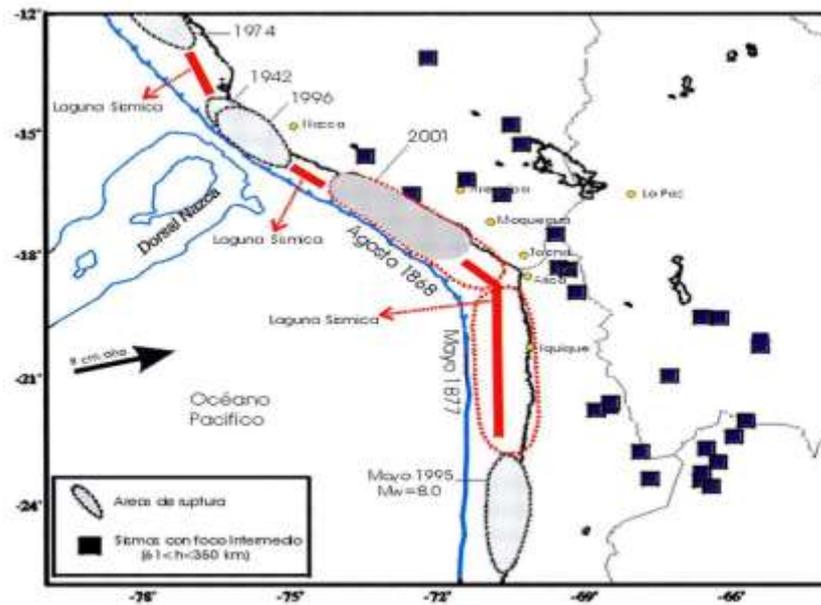
Esquema de tipos de sismos de nivel superficial e intermedio



Nota. Según el mapa de la figura 1 en Tacna se produjeron sismos de nivel superficial e intermedio. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2017).

Figura 2.

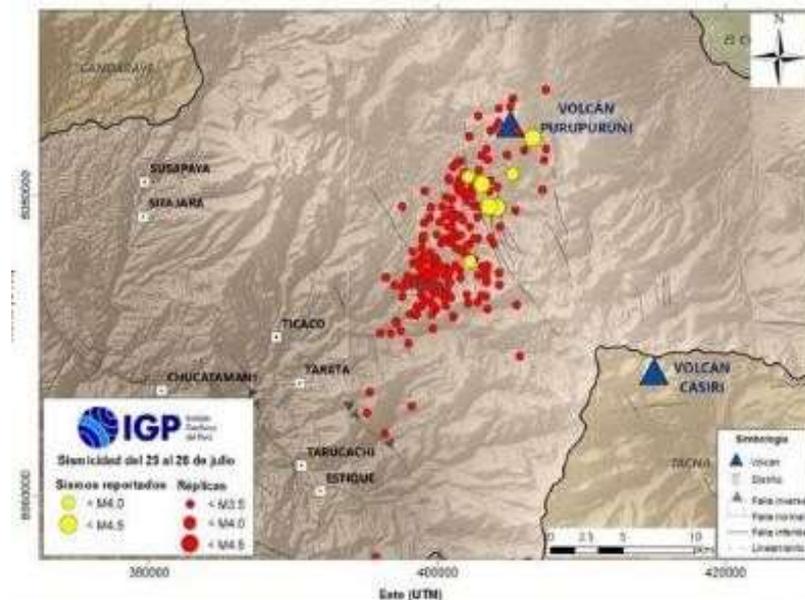
Distribución espacial de áreas de ruptura y lagunas sísmicas



Nota. El mapa denota la distribución espacial de áreas de ruptura y lagunas sísmicas en el borde oeste del Perú. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2020).

Figura 3

Áreas de acumulación de energía



Nota. Distribución espacial de sismos reportados por el CENSIS y réplicas ocurridas los días 25 y 26 de julio de 2020. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2020).

2.2.3. Evaluación estructural

La evaluación estructural es un proceso mediante el cual llegamos a conocer las condiciones actuales de la edificación en cuestión, consiste en la obtención de sus características estructurales actuales, las más importantes son la capacidad portante, deformaciones totales y relativas, etc., según (Quevedo, Barreto y Ñaupari, 2020). Es de esta forma que la importancia de la realización de evaluaciones estructurales aplicadas a edificaciones antiguas, radica en la posibilidad de tomar decisiones en cuanto a realizar futuras rehabilitaciones y/o reforzamientos.

Elementos usados para realizar una evaluación estructural:

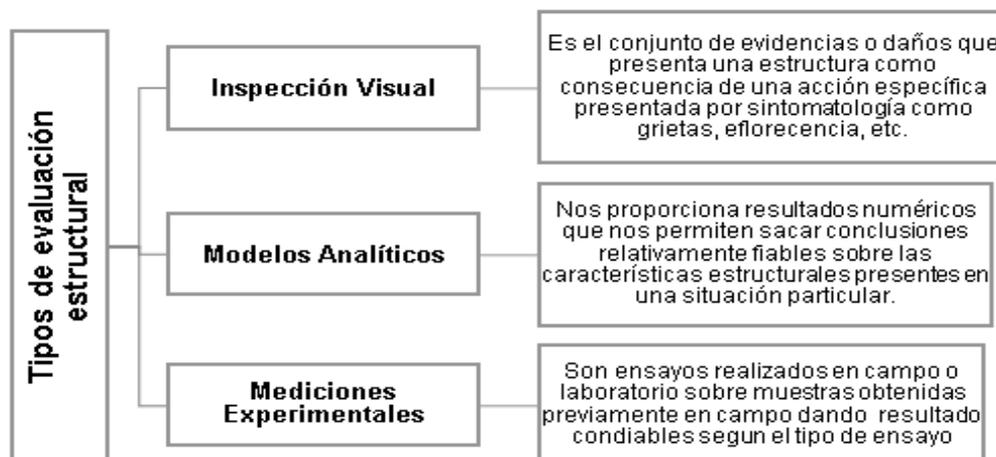
- Propiedades de elementos estructurales
- Propiedades mecánicas del suelo
- Sismos de diseño
- Cargas

2.2.4. Procedimiento de una adecuada evaluación estructural

Para una buena evaluación estructural se tiene que conocer con certeza el estado en el que se encuentran los elementos estructurales, sus características mecánicas según ensayos y el tipo de estructura. Para luego pasarlo a un modelo analítico y comparar los resultados según normas establecidas. En la figura 4 podemos encontrar lo básico de como evaluar una estructura.

Figura 4

Tipos de evaluación estructural



Nota. Mapa conceptual adaptado de los procedimientos de una adecuada evaluación estructural (Cortés, 1990).

2.2.5. Normatividad peruana

a. Norma de cargas

Se emplea la norma propuesta por el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006) la cual nos dice que las edificaciones y todas las partes que la comprenden tienen como objetivo ser capaces de soportar las cargas a las que son sometidos para cumplir su función. Así también al analizarlos deben de dar como resultado que sus esfuerzos y deformaciones, no exceden los límites establecidos por esta norma.

b. Norma de diseño sismorresistente

Tenemos la norma del (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), la cual presenta condiciones indispensables para que los proyectos diseñados bajo esta norma, cumplan los requerimientos mínimos para otorgar un comportamiento sísmico adecuado, respecto a los siguientes principios:

- Evitar pérdidas de vidas humanas
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- Minimizar los daños a la propiedad

c. Norma de concreto armado

Mediante el uso de esta norma podemos conocer los requisitos mínimos que necesitamos para desarrollar el análisis y diseño de estructuras construidas bajo este apartado. Así también nos da alcances de lo que debemos considerar en temas de control de calidad del concreto, mezclado y colocación (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009).

2.2.6. Peligro sísmico

a. Zonificación

La zonificación sísmica es el resultado de la distribución en el espacio del territorio nacional, a la cual corresponde una determinada actividad sísmica, lo cual está fundamentado en la observación a través de los registros generados. A estas zonas las identificamos según el valor que le damos a un factor denominado “Z” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018). En donde según la figura

5 Tacna se encuentra en la zona 4 de alto peligro sísmico y en la tabla 1 podemos encontrar el valor del factor que le corresponde a las zonas sísmicas de la ciudad de Tacna.

Figura 5

Mapa de zona sísmicas del Perú



Nota. Según la imagen la región de Tacna se encuentra en la zona 4. Fuente: norma E030 Diseño sismorresistente. (NTP, 2018)

Tabla 1*Zonificación sísmica de la región de Tacna*

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
TACNA	TACNA	ALTO DE LA ALIANZA	4	NUEVE DISTRITOS
		CALANA		
		CIUDAD NUEVA		
		INCLÁN		
		PACHIA		
		POCOLLAY		
		SAMA		
		TACNA		
		LA YARADA LOS PALOS		

Nota. La zona sísmica de la provincia de Tacna. Fuente: Norma E.070 Albañilería (NTP, 2019)

b. Acumulación de energía sísmica

La acumulación de la energía sísmica la encontramos en las zonas donde las placas se desplazan una sobre la otra, son estas superficies en contacto las que generan la actividad sísmica, sin embargo, al no producirse los sismos esperados, es mayor la probabilidad que en algún momento se generen sismos de gran magnitud (Tavera, 2018).

2.2.7. Sistemas estructurales

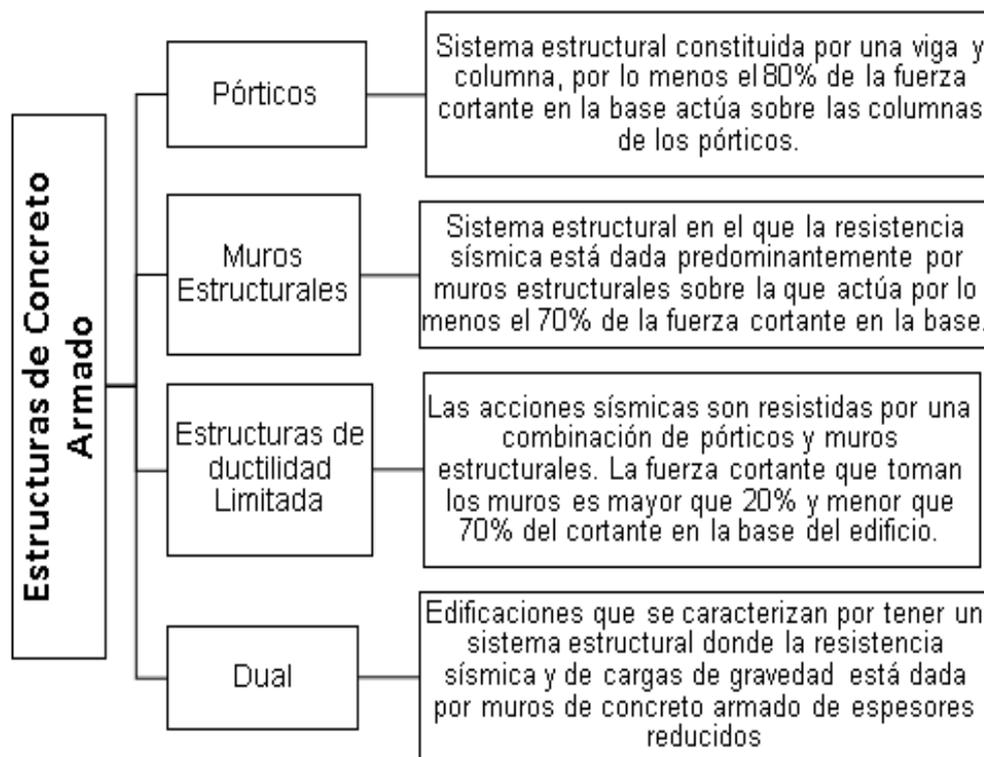
Los sistemas estructurales se diferencian según los materiales usados.

a. Estructuras de concreto armado

Según la norma técnica E.060 de concreto armado, todos los elementos estructurales sismorresistentes se diferencian en cuatro, como se muestra en la figura 6 y tienen que soportar un porcentaje respectivo de la fuerza cortante en la base.

Figura 6

Estructuras de concreto armado



Nota. El mapa conceptual fue adaptado de la norma E.060 Concreto Armado (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

b. Estructuras de albañilería

Edificaciones cuyos elementos sismorresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

2.1.1 Análisis dinámico modal espectral

En el análisis modal de la norma de sismorresistente E.030 del Perú exige que se debe considerar un número mínimo de modos donde se supera el 90% de la masa participativa, que se entiende por masa participativa, la masa de aporte al movimiento, al mismo tiempo nos indica que el número mínimo de modos debe ser de 3. Sabiendo también que el centro de masa que es el lugar geométrico donde se va a inducir el movimiento tendremos tres movimientos, dos de traslación y uno de rotación (traslación en Y, traslación en X y uno de rotación en Z).

a. Modos de vibración

Según la norma del (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), consideramos como modos de vibración a aquellos cuyas masas efectivas sumadas, sean al menos igual al 90% de la masa global, es así que se para el análisis se consideran los tres primeros modos predominantes en la dirección que se vaya a analizar.

b. Aceleración espectral

Para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo aceleraciones. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

$$S_a = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times g \quad (1)$$

2.2.8. Periodo fundamental de vibración

El periodo es definido como el tiempo que toma a un sistema hacer una oscilación completa y la frecuencia es entendida como el número de oscilaciones que hace el sistema en determinado tiempo, este resultado varía en función a la altura, masa y rigidez de la edificación, entre mayor altura tenga la estructura, el tiempo que le tomará en realizar una oscilación completa será mayor. Según la norma E.030 esta determinación es importante ya que de él depende la magnitud de la fuerza sísmica en la edificación.

Para estructuras regulares los desplazamientos laterales se calculan multiplicando $0.75 \cdot R$ y para estructuras irregulares se calculan multiplicando por $0,85 \cdot R$.

2.2.9. Patologías de elementos estructurales de concreto

Conocemos como patologías del concreto al conjunto de características físicas que se pueden observar y posteriormente analizar para obtener el nivel de deterioro que sufre algún elemento de la estructura, estas patologías no son más que el resultado de la interacción del concreto con el medio ambiente. (Jiménez, 2016). En la figura 7 podemos observar una forma de clasificar las patologías del concreto, considerando el origen de los agentes actuantes (Jiménez, 2016).

Figura 7

Origen del agente causante de patologías en concreto



Nota. Mapa conceptual adaptado de la determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas, sobrecimiento y muros de albañilería confinada del cerco perimétrico de la institución educativa maría reina de La Paz, Distrito De Pariñas, Región Piura, Agosto – 2016 (Jiménez, 2016).

a. Fisuras

Las fisuras como se muestra en la figura 8, son el tipo de fallas más comunes que podemos encontrar en los elementos estructurales de una construcción, la presencia de estos son un aviso de cómo podrían comportarse dichos elementos estructurales al ser afectados por algún esfuerzo futuro que afecte su vida útil. (Cristian, 2020). Según la tabla 2, las fisuras se clasifican en función a su ancho.

b. Eflorescencia

Es aquel proceso de transporte de las sales a las superficies, a consecuencia de la evaporación de las sales encontradas en el terreno de construcción, las cuales son identificables como cristales blancos. (Jiménez, 2016). Podemos encontrar un ejemplo de eflorescencia en muros en la figura 9.

Figura 8*Ejemplo de una fisura*

Nota. Las fisuras comprometen la rigidez, la durabilidad y la impermeabilidad, además de la estética. Fuente: Rehabilitación, fisuras en el concreto reforzado (SIKA, 2014).

Tabla 2*Clasificación de fisuras y grietas en función a su ancho*

Clasificación por ancho (e)		Nivel de repercusión en la estructura
Microfisuras	$e < 0,05\text{mm}$	Nivel muy bajo
Fisuras	$0,1 < e < 0,2\text{mm}$	Nivel bajo. Tener cuidado con ambientes marinos u otros agresivos donde pueda desencadenarse la corrosión del acero.
Macrofisura	$.2 < e < 0,4\text{mm}$	Nivel moderado. Podría existir repercusiones estructurales.
Grietas	$0,4 < e < 1,0\text{mm}$	Nivel alto. Podría existir reducción de la capacidad sismorresistente.
	$e > 1,0\text{mm}$	Nivel muy alto. Posible reducción significativa de la capacidad sismorresistente.

Nota. Fuente Entendiendo a las fisuras y grietas en las estructuras de concreto (Cristian C, 2020).

Figura 9

Ejemplo de eflorescencia en muros



Nota. Muro confinado afectado por la eflorescencia. Fuente: (Peña, 2018).

2.2.10. Características mecánicas**a. Concreto**

El concreto es la mezcla de diferentes materiales, entre los que están el cemento, la arena gruesa, la piedra y el agua; esta mezcla tiene diferentes características las cuales se manifiestan en diferentes etapas del proceso constructivo, la primera etapa comienza con la reducción paulatina de su fluidez y manejabilidad, la segunda etapa la encontramos durante el fraguado del concreto y la última etapa es aquella en donde el concreto termina de asumir un estado de endurecimiento, siendo así que gana las características mecánicas que se analizan (Sánchez, 1996).

Según la norma E060 para hallar el módulo de elasticidad con peso unitario normal de concreto se realiza la ecuación (2) así mismo se permiten usar otros valores siempre y cuando estén respaldados por ensayos de laboratorio (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009).

$$E_c = 15000 \times \sqrt{f'_c} \quad (2)$$

b. Albañilería

La albañilería es el sistema de construcción donde utilizamos las unidades de albañilería, conocidos también como ladrillos, los cuales se unen a través del mortero (San Bartolomé, 2018).

$$E_m = 500 \times f'_{cm} \quad (3)$$

2.2.11. Ensayo no destructivo

Son aquellos ensayos que se realizan sin comprometer la vida útil de la edificación en cuestión o de los elementos estructurales que la comprenden.

Figura 10

Ensayo no destructivo (martillo esclerómetro)



Nota. Uso del esclerómetro. Fuente: Laboratorio CJE ingenieros SAC.

a. Martillo de rebote o esclerómetro

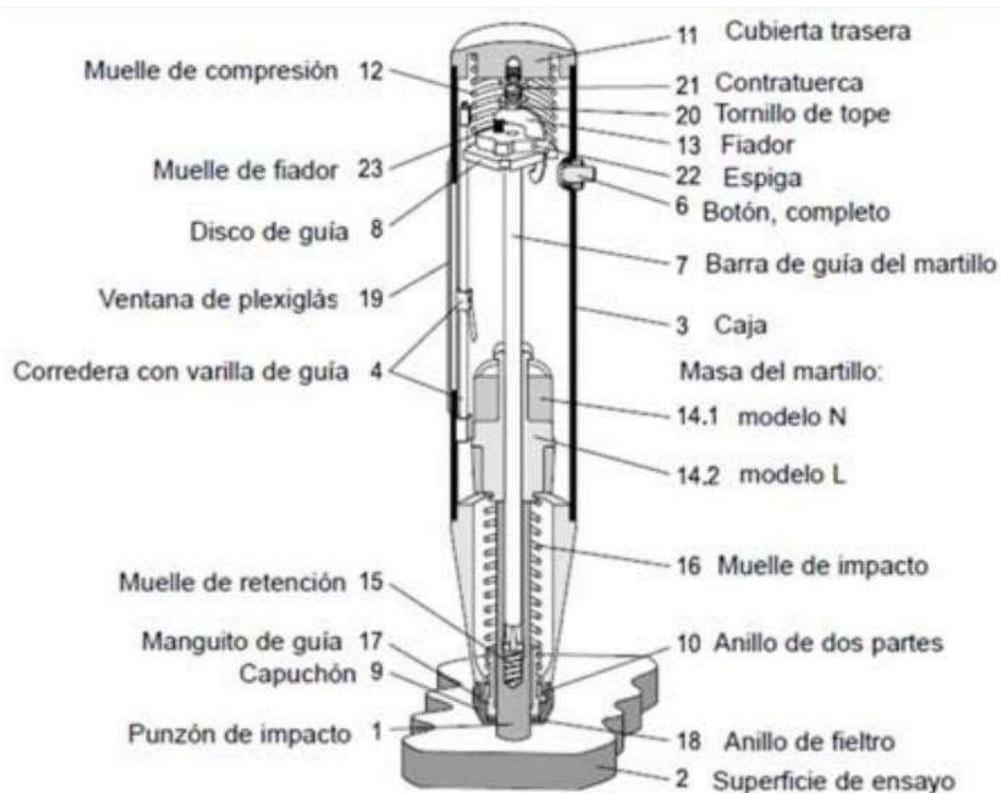
El esclerómetro y sus partes del equipo podemos apréciarlo en la figura 11. Este equipo se utiliza en estructuras de concreto que ya se encuentran fundido en sitio, con la finalidad de poder medir la dureza superficial de la misma (Vélez, 2019).

El ensayo consiste en la utilización de un martillo de acción manual, el cual golpea directamente una cantidad determinada de veces la superficie de un elemento

estructural de concreto. La lectura de la energía producida la calculamos en base a la distancia de rebote del martillo (Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala, 2018).

Figura 11

Sección longitudinal a través del martillo



Nota. Método sugerido por ISRM para la determinación de la dureza de rebote del martillo Schmidt (Aydin, 2009).

2.2.12. Ensayo destructivo

Realizamos un ensayo destructivo cuando necesitamos determinar la resistencia a la compresión, tracción y flexión del elemento de concreto "in situ", es usual, que al existir una duda respecto a la calidad del concreto que compone los elementos estructurales, se busque extraer especímenes "in situ", se justifica este procedimiento mediante la observación de bajos resultados de resistencia durante la etapa de construcción o que se evidencie la existencia de daños en la estructura. Adicionalmente, es usual la realización de este tipo de ensayo para casos de estructuras que sean reconocibles como antiguas (Arias y Castañeda, 2019).

Equipo cilíndrico, el cual actúa como una especie de taladro, su funcionamiento es en base a una corona de diamante, para su correcto funcionamiento se debe de contar con un sistema de enfriamiento, este impide la alteración del concreto y el calentamiento de la broca (Vélez, 2019).

Figura 12

Broca diamantada



Nota. La imagen fue tomada del ensayo realizado en una tesis de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, (Duvall, 2016).

2.3. Definición de términos

2.3.1. Sismos

Los sismos son rupturas de la corteza terrestre que se producen por los movimientos muy lentos de las placas de la Tierra (Cinna, 2005).

2.3.2. Subducción

Proceso por el cual una placa litosférica de mayor densidad y velocidad se coloca debajo de otra de menor densidad hasta que es completamente absorbida por el manto debido a la contorsión de la misma (Hernando, 2003).

2.3.3. Periodo fundamental de vibración

Es un parámetro clave para el análisis sísmico de una estructura, para edificaciones existentes, es un valor que puede ayudar a determinar las condiciones reales de seguridad de la estructura (Peralta, Tizapa y Matus, 2014).

2.3.4. Esclerómetro

Instrumento del ensayo no destructivo, la cual recibe el impacto de una pieza de acero impulsada por un resorte como se muestra en la figura 11. Este impacto se transmite a la superficie de concreto y debido a la resistencia de este, la pieza rebota y su desplazamiento se toma como una medida de dureza, de la presión sobre la superficie o de la resistencia a la presión en kg/cm² (Aydin, 2009).

2.3.5. Patologías del concreto

A través de las patologías del concreto conocemos un conjunto de propiedades físicas que pueden ser observadas y luego analizadas para obtener el grado de desgaste al que está sometida un determinado elemento estructural, esta teoría no es más que el resultado de la interacción del concreto con el medio ambiente (Jiménez, 2016).

2.3.6. Derivas

Conocido como desplazamiento lateral relativo, lo definimos como la diferencia entre los desplazamientos laterales entre dos niveles consecutivos, las derivas se producen por la aplicación de sollicitaciones sísmicas sobre la estructura de estudio (Andrade, 2004).

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de la investigación

Dos aspectos importantes en la parte metodológica de un estudio.

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de la investigación es Explicativo, aplicada, porque se evalúa el desempeño sísmico del Bloque A del local institucional Casablanca de Ciudad Nueva.

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es integrativo, ya que busca analizar, comparar y evaluar los resultados de un modelo analítico con la normatividad aplicable, utilizando estrategias como la toma de datos de campo, software de asistencia para la obtención de resultados y uso de fichas de inspección visual.

3.2. Población y/o muestra de estudio

La investigación realizada se analizó y comparó el estado actual del bloque “A” del local institucional Casablanca de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, con las normas nacionales vigentes, gracias a esto se pudo proceder con la evaluación sísmica, ya que dicho bloque cuenta con más de 20 años antigüedad.

La población que se tomó para realizar la investigación serán las estructuras del bloque “A” del local institucional Casablanca de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva de la ciudad de Tacna.

La muestra que se estudió fue el bloque “A” del local institucional Casablanca de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva.

3.3. Operacionalización de variables

La toma de variables se toma del título de tesis *“Evaluación estructural sísmico del bloque ‘A’ del local institucional ‘Casablanca’ de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, Tacna 2022”*.

Tabla 3*Matriz de operacionalización de variable*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	DIMENSIÓN
Variable Independiente: Estructuración del bloque "A" del local Institución Casablanca de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva.	Se definen en función a materiales predominantes y estructuración. Fallas o patologías resultado de la interacción del concreto por medios de agentes externos e internos.	Sistema estructural Anomalías de elementos estructurales	Adimensional. Adimensional.
Variable Dependiente: Comportamiento sísmico del bloque "A" del local Institución Casablanca de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva.	Resistencia a la compresión del concreto en la estructura El tiempo requerido para completar el ciclo sísmico depende del diseño de la estructura. Máximo desplazamiento relativo de entepiso según Norma Técnica Peruana E.030	Propiedades mecánicas del concreto Periodo fundamental de vibración Desplazamientos de entepiso y derivas	Kilogramo por centímetro cuadrado. Segundos Derivas
	Carga de elementos según Norma Técnica Peruana E.020	Cargas en elementos estructurales	Kilogramo por centímetro cuadrado.

Nota. En la tabla de matriz de operacionalización de variables podemos encontrar la variable independiente y la variable dependiente.

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1. Recopilación de datos

La investigación inició con la recopilación de información del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva, pudiendo así obtener los datos de las propiedades mecánicas actuales de la edificación.

3.4.1.1. Ubicación

El local institucional Casablanca se encuentra ubicada en la calle Hipólito Unanue s/n, (referencia plaza José Olaya como se muestra en la figura 13) distrito de Ciudad Nueva, provincia de Tacna y región de Tacna. Podemos encontrar una vista del exterior del bloque A en la figura 14 y geográficamente se ubica a 17°59'05,7 Latitud Sur y 70°14'07,1" Longitud Oeste, la zona de la investigación se localiza:

Región : Tacna
 Provincia : Tacna
 Distrito : Ciudad Nueva
 Dirección : Calle Hipólito Unanue s/n, (referencia plaza José Olaya)

3.4.2. Técnicas usadas para la recolección de datos.

Se realizó visitas a campo para registrar la información usando los métodos cualitativo y cuantitativo.

3.4.2.1. Mediante el método cualitativo

a. Inspección de patologías y fallas estructurales

Se realizó la observación in situ del área a intervenir y elementos visiblemente dañados registrando en fichas de inspección visual de la figura 23 en la cual se recopila tanto patologías estructurales como fallas y patologías estructurales mostradas en las figuras 15, 16, 17 y 18 donde los más significativos fueron patologías por humedad.

Figura 13

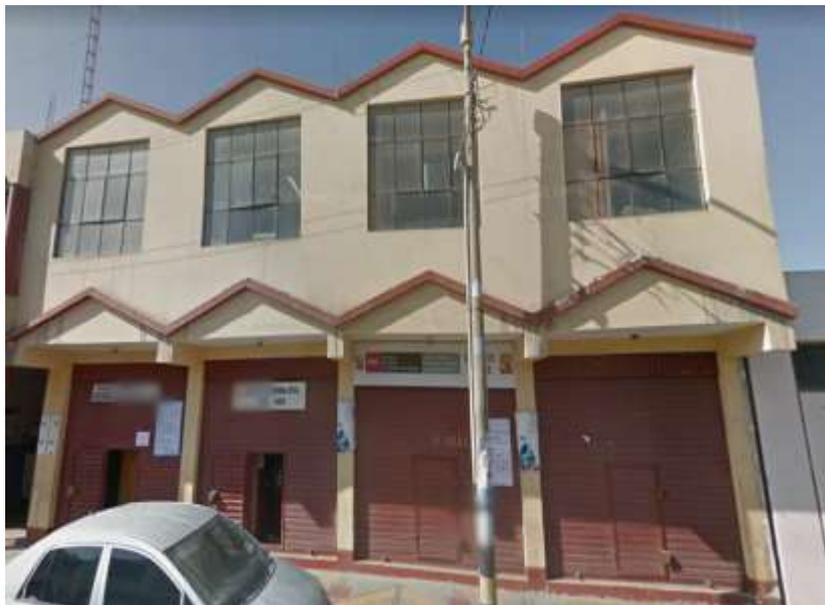
Ubicación del local institucional Casablanca



Nota. En esta figura apreciamos la ubicación del local institucional Casablanca.

Figura 14

Vista exterior del bloque A



Nota. En esta figura observamos los ambientes ocupados por la municipalidad en el local institucional Casablanca.

Figura 15

Vista interior del bloque A



Nota. Se percibe patología por humedad.

Figura 16

Vista interior junta sísmica del bloque A



Nota. Se percibe fisura de 1mm de ancho en vertical sobre el acabado de columna.

Figura 17

Vista interior patología en el bloque A



Nota. Presencia de descascara miento de pintura en paredes.

Figura 18

Vista interior del área de baño del bloque A



Nota. Se percibe patología por humedad.

b. Tipo de suelo

El local institucional Casablanca se encuentra ubicado en el distrito de ciudad Nueva y según la figura 19 de la Zonificación Superficial de Suelos del Instituto Nacional de Defensa Civil el tipo de suelo es suelo blando con presencia de arena gruesa a fina o arena arenosa y cuya capacidad portante es menor $0,7 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 19

Zonificación superficial de suelos en Ciudad Nueva



Nota. Se tomo referencia del mapa de zonificación superficial de suelos del instituto nacional de defensa civil.

3.4.2.2. Mediante el método cuantitativo

Como se muestra en la figura 20 se desarrolló la toma de medidas para levantar un plano perimétrico, también se midieron las dimensiones de los elementos estructurales restando el espesor de tarrajeo tanto en vigas, columnas y muros que conforman el bloque “A” del local institucional Casablanca de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva así también se hizo la realización de planos de distribución de áreas presentadas en las figuras 21 y 22. Luego teniendo las dimensiones de los elementos estructurales obtuvimos las medidas necesarias para insertar en el programa Etabs, el cual nos ayudará para efectuar un análisis sísmico y poder llegar a los resultados pertinentes.

Figura 20

Toma de medidas del Local “Casablanca”



Nota. Por la antigüedad de la estructura se tuvo que levantar planos.

3.4.3. Instrumentos para la recolección de datos tenemos

a. Ficha de Inspección visual de inspección de patologías y fallas en elementos estructurales

Para el recojo de información se elaboraron fichas de inspección de patologías y fallas en elementos estructurales. Para ello se tomó en consideración parámetros probadas por nuestro asesor. En la figura 23 se detallan los parámetros considerados.

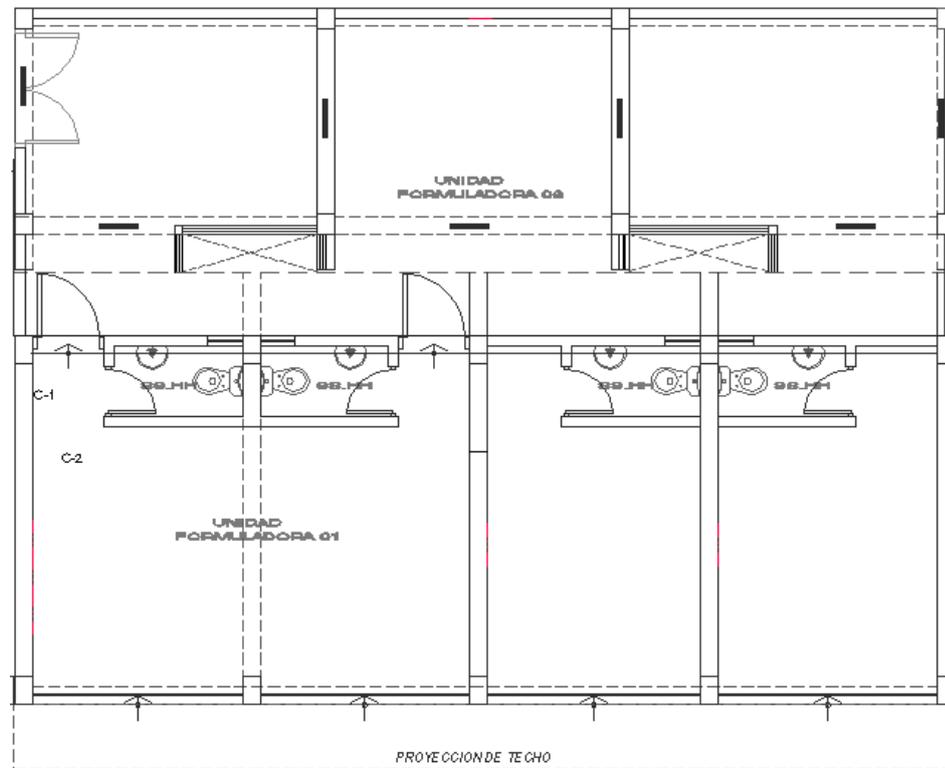
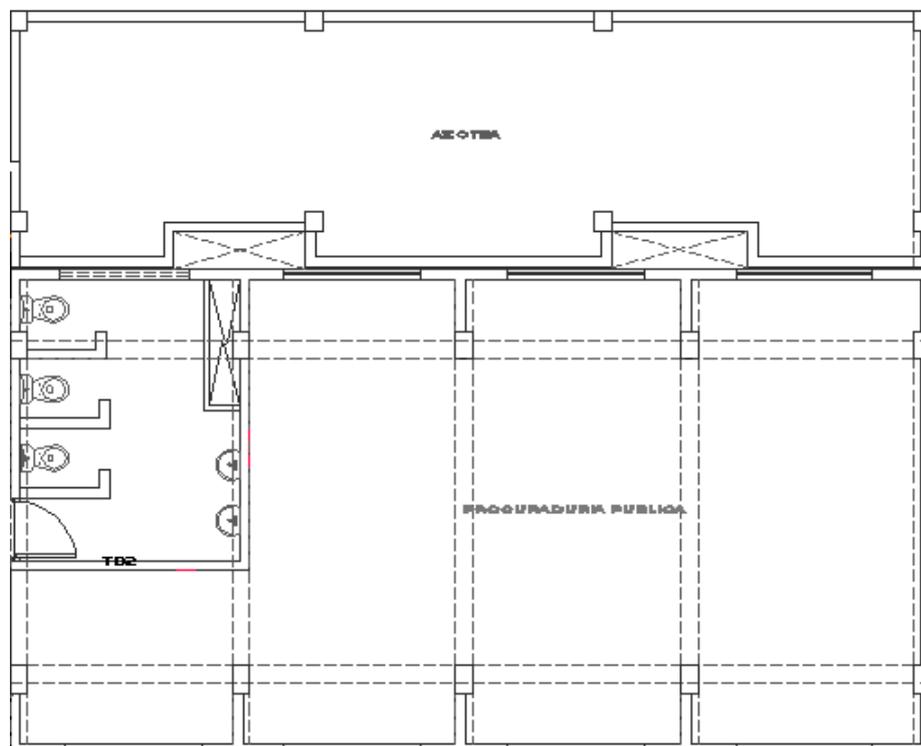
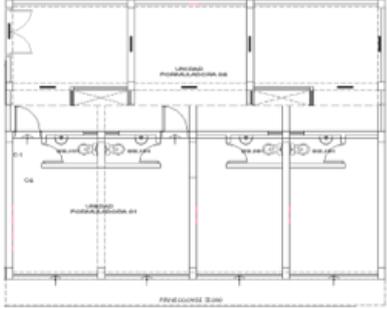
Figura 21*Plano de distribución de áreas del primer piso***Figura 22***Plano de distribución de áreas del segundo piso*

Figura 23

Ficha de inspección de visual

FICHA DE INSPECCIÓN DE PATOLOGÍAS Y FALLAS ESTRUCTURALES					
TESIS					
CODIGO	PRE-DIAGNÓSTICO		FECHA	HORA	
<ul style="list-style-type: none"> ● Patología ● Falla 	EFEECTO	CAUSA	DETALLE EN PLANO	PRIMER PISO	
					
Fotografías					

Nota. Se hizo una ficha por cada piso de la estructura.

b. Toma de datos de la dureza del concreto con ensayo no destructivo

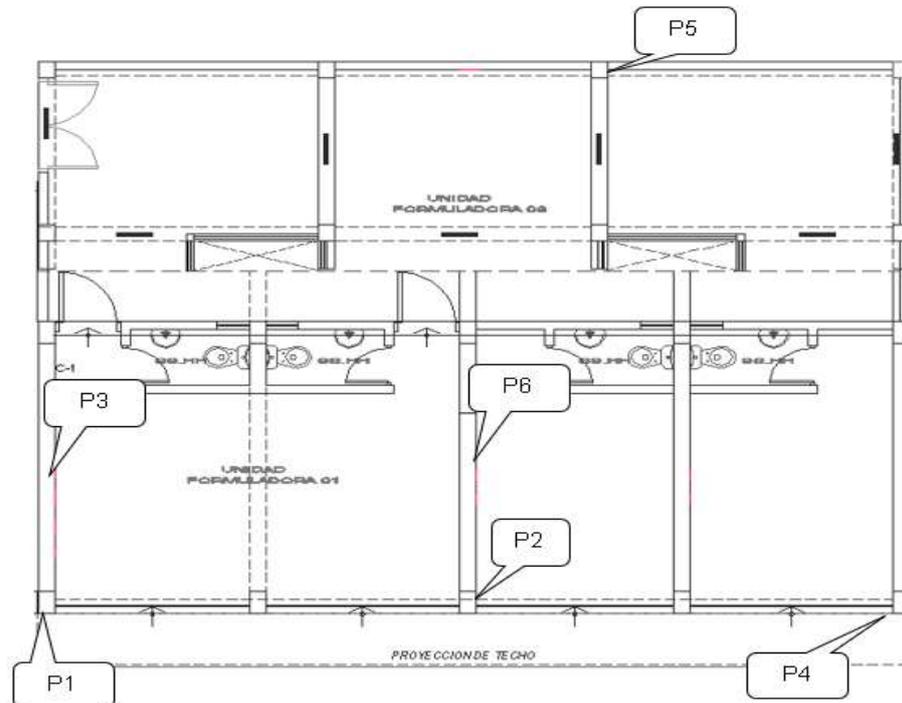
Para conocer la uniformidad del concreto se usó de uno de los métodos no destructivos realizando el ensayo con esclerómetro, este instrumento obtiene una serie de datos llamado índice de impacto, del cual lo promediamos y utilizando Excel podemos obtener el valor $f'c$ del elemento a evaluar.

El ensayo no destructivo de esclerometría se realizó in situ el día jueves 24 marzo a horas de 9:00 a.m. realizando los 12 golpes con el instrumento en cada uno de los puntos en elementos de la estructura tanto vigas y columnas de concreto. Con ayuda de las fichas de ensayo de esclerometría de la figura 29 almacenaremos los datos obtenidos por el martillo esclerométrico, para la obtención del resultado del ensayo de esclerometría, se tiene un ábaco presentado en la figura 30. Lo cual ayudará a obtener un indicador de referencia sobre la calidad del concreto utilizado, además de darnos una idea de la uniformidad donde se efectúan las lecturas.

Podemos apreciar el equipo empleado para la realización del ensayo en la figura 26 y la ubicación de los puntos en las figuras 24 y 25.

Figura 24

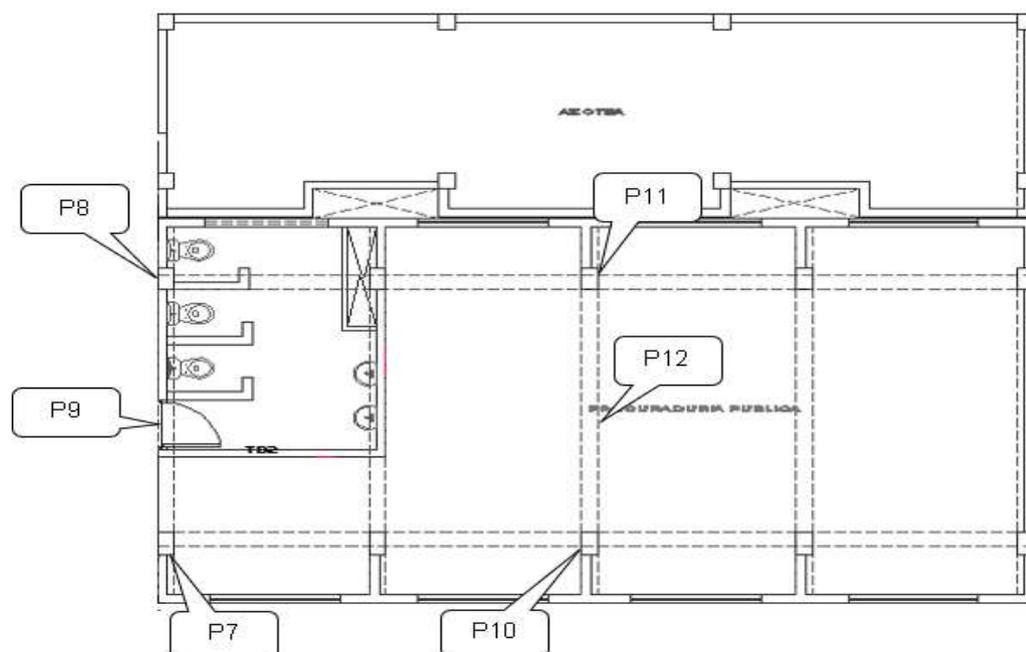
Ubicación de puntos ensayados con esclerómetro del primer piso



Nota. La Figura muestra la ubicación de los puntos escogidos para el primer piso. El ensayo se efectuó sin problemas.

Figura 25

Ubicación de lugares ensayados con esclerómetro del segundo piso



Nota. La Figura muestra la ubicación de los puntos escogidos para el segundo piso.

Figura 26*Esclerómetro*

Nota. Equipo de esclerometría del laboratorio de la universidad.

Figura 27*Toma de datos del esclerómetro en el primer piso*

Nota. En cada punto se e realizo 12 golpes con el instrumento. Luego de realizar el ensayo se procedió a reparar el tarrajeo retirado para el ensayo.

Figura 28

Toma de datos del esclerómetro en el segundo piso



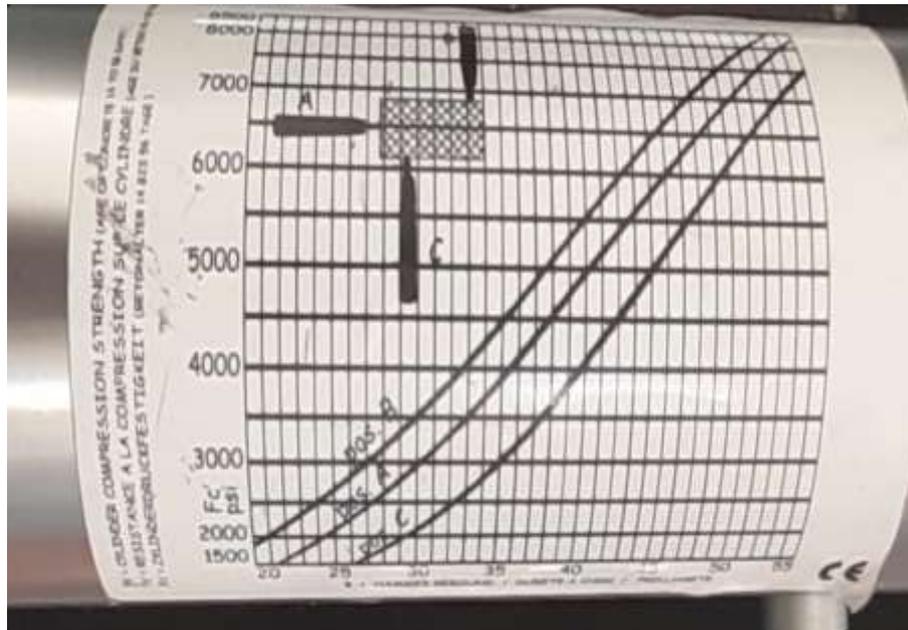
Nota. En la figura se muestra el uso del martillo de rebote para la lectura del punto P5.

Figura 29

Ficha de ensayo del esclerómetro

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	LECTURAS TOMADAS												Prom. U	u	U-u	F _c Abaco PSI	F _c Kg/cm ²	Promedio F _c Kg/cm ²
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12						
1	columna																		
2	columna																		
3	viga																		
4	columna																		
5	columna																		
6	viga																		
7	columna																		
8	columna																		
9	viga																		
10	columna																		
11	columna																		
12	viga																		

Nota. Para la correcta obtención de resultados, consideramos tomar las 12 lecturas dadas por el esclerómetro en los diferentes puntos (P1 al P12), así también se realizó el promedio aritmético de estas y se consideró la desviación estándar.

Figura 30*Abaco del esclerómetro*

Nota. El ábaco utilizado es el que está pegado en mismo instrumento.

c. Toma de datos de la dureza del concreto con ensayo destructivo

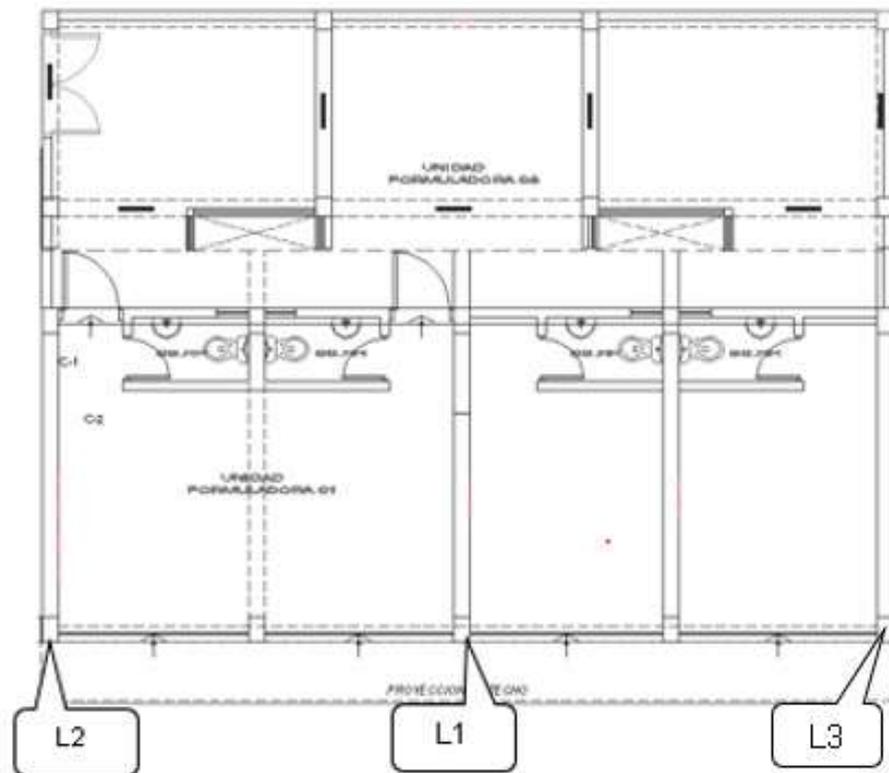
Para tener un valor de la resistencia del concreto más acertado se optó por un método destructivo realizando el ensayo de extracción de núcleo con broca de diamantina como muestra las figuras 32 y 33. Esto se hizo inmediatamente después de realizado el ensayo de esclerometría. Se escogieron dos puntos donde se harían las extracciones, se procedió a taladrar la superficie de cada columna para poder anclar la broca diamantada con pernos 1 1/2x4", con la ayuda de agua se extrajeron las muestras y posterior a ello se rellenaron los agujeros con una mezcla de concreto y aditivo.

Las muestras extraídas fueron llevadas al laboratorio, con el apoyo de los técnicos se realizó el ensayo de compresión, se utilizó una ficha de ensayo de resistencia de las muestras de concreto a compresión de la figura 36 permitiéndonos realizar un promedio de la resistencia. Podemos apreciar la ubicación de las muestras extraídas en la figura 31.

La realización de ensayo de compresión de núcleos de concreto de las muestras extraídas con diamantina se realizó en el laboratorio TECOSUR S.C.R.I. mostrados en la figura 34 y los resultados de laboratorio los podemos encontrar en el anexo 3.

Figura 31

Ubicación de muestras diamantinas extraídas



Nota. La Figura muestra los lugares elegidos para extraer los núcleos de concreto con el equipo. Se escogieron dos columnas en el primer piso.

Figura 32

Extracción de muestras de concreto usando el equipo diamantado



Nota. La Figura muestra la ubicación de los lugares elegidos para extraer los núcleos de concreto.

Figura 33

Muestra de concreto extraída

**Figura 34**

Ensayo de compresión de las muestras de concreto



Nota. En la figura podemos observar el momento de la realización del ensayo de compresión a las muestras extraídas.

Figura 35*Muestras extraídas*

Nota. En la figura se visualiza las muestras D-1, D-2 y D-3 corresponden a las columnas del primer piso.

Figura 36*Ficha de ensayo de resistencia de muestras extraídas*

Nº de Prob.	DESCRIPCION	Diámetro cm.	Altura cm.	Fecha de Rotura	Área cm ²	Factor de corrección L/D	Lectura Kg.-F	Resist kg./cm ²	Resist. Corregida
1	MUESTRA: D-2								
2	MUESTRA :D-3								
2	MUESTRA :D-3								

Nota. Se tomo tres muestras para realizar el promedio de resistencia de concreto

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Se realizo la inspección visual mediante el llenado de las fichas de inspección de fallas y patologías estructurales para cada nivel, estas se pueden ver en la figura 37 y la figura 38, se puede observar que las patologías más resaltantes encontradas fueron la de eflorescencia de en vigas de concreto y muros de albañilería, así también se encontraron fisuras en el tarrajeo dela junta sísmica a un costado de bloque A y la escalera. Para más detalle se puede observar la ubicación y tipo de patología o falla en la figura 40 y la figura 41.

Figura 37

Ficha de inspección de patologías estructurales del piso 1

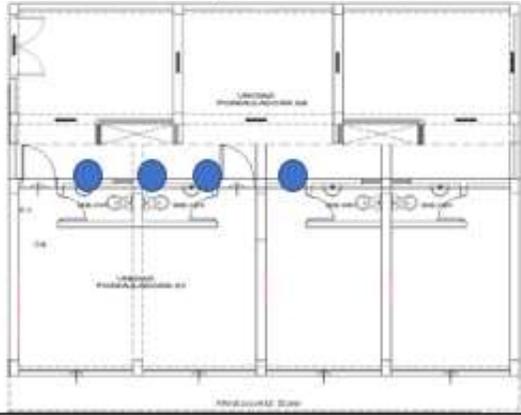
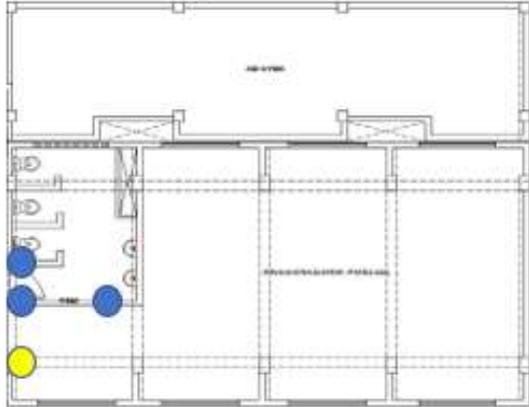
FICHA DE INSPECCIÓN DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES					
TESIS	"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SÍSMICO DEL BLOQUE 'A' DEL LOCAL INSTITUCIONAL 'CASABLANCA' DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2022"				
CODIGO	PRE-DIAGNÓSTICO	FECHA	30-03-2022	HORA	9:00 A.M.
<ul style="list-style-type: none"> ● Patología ● Falla 	EFEECTO	POSIBLES CAUSAS	DETALLE EN PLANO	PRIMER PISO	
	-Patología por Humedad (Efecto Leve)	-Absorción de humedad por capilaridad o humedad por filtración			
	Se percibe:	COMENTARIO			
	-Eflorescencia con presencia de sales -Desprendimiento de pintura	-Los casos más notorios de presencia de humedad son los muros cercanos a los baños.			
Fotografías					
					

Figura 38

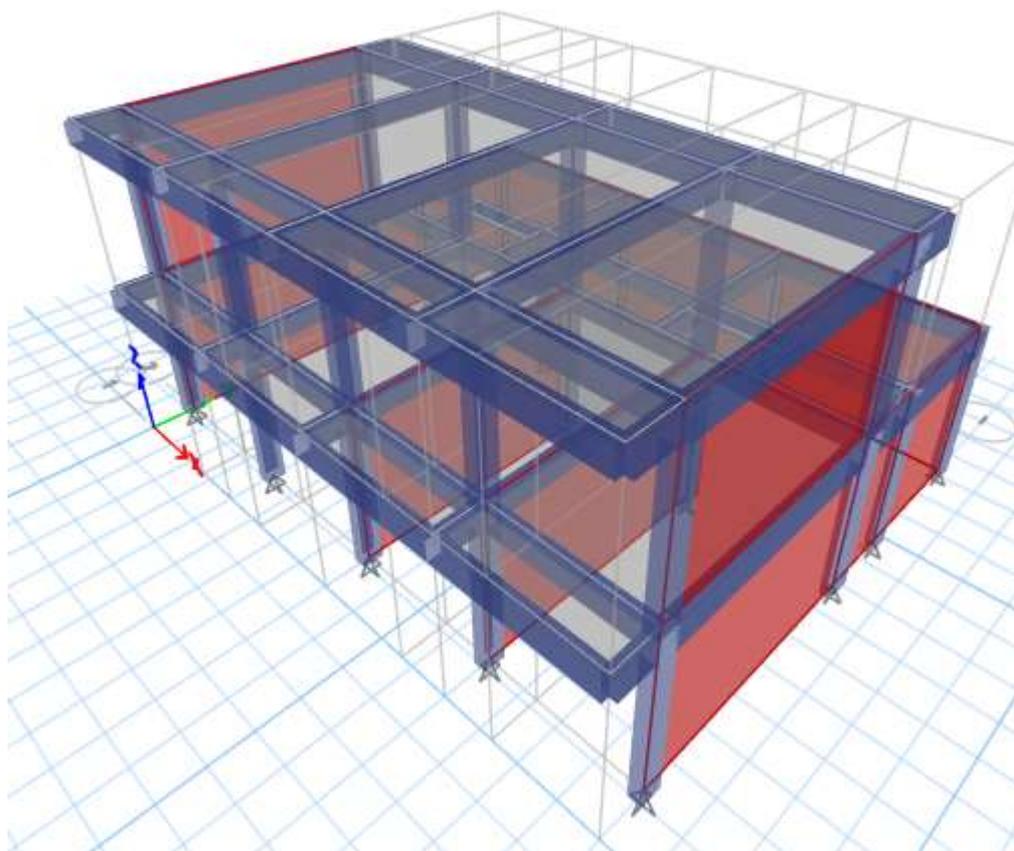
Ficha de inspección de patologías estructurales del piso 2

FICHA DE INSPECCIÓN DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES						
CODIGO	PRE-DIAGNÓSTICO		FECHA	30-03-2022	HORA	9:00 A.M.
<p>● Patología</p> <p>● Fisura</p>	EFEECTO	POSIBLES CAUSAS	DETALLE EN PLANO		SEGUNDO PISO	
	-Patología por Humedad (Efecto Leve)	-Filtración se agua de la azotea por parte de la junta sísmica				
	-Fisura (Nivel bajo)					
	SE PERCIBE:	COMENTARIO				
-Eflorescencia con presencia de sales -Desprendimiento de pintura -Fisuras de 2 mm en el tarrajeo de juntas sísmicas	-Los casos mas notorios de presencia de humedad son los muros cercanos a los baños.					
Fotografías						
						

Para obtener los resultados de la evaluación estructural se utilizó el software Etabs V19.1, basándonos en los parámetros dictados por la norma E.030, para ello se inició con el modelamiento como se muestra en la figura 39.

Figura 39

Modelado en el programa ETABS



Nota. Para realizar el modelado y análisis de la estructura se usó el programa ETABS v19.1.

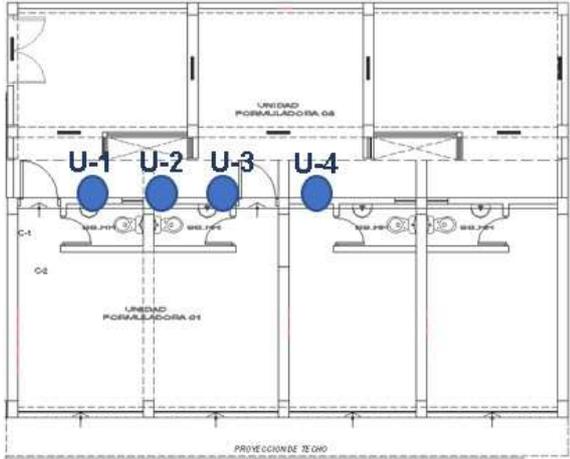
CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Inspección de patologías y fallas en elementos estructurales

Las patologías más resaltantes encontradas fueron la de florescencia de en vigas de concreto y muros de albañilería. Las fisuras encontradas en la estructura son de 1mm a 2 mm y estos generan un nivel bajo de repercusión en la estructura. Podemos apreciar un resumen de la inspección de patologías y fallas en elementos estructurales en las figuras 40 y 41. El llenado de fichas de inspección de patologías y fallas en elementos estructurales en la parte procesamiento y análisis de datos.

Figura 40

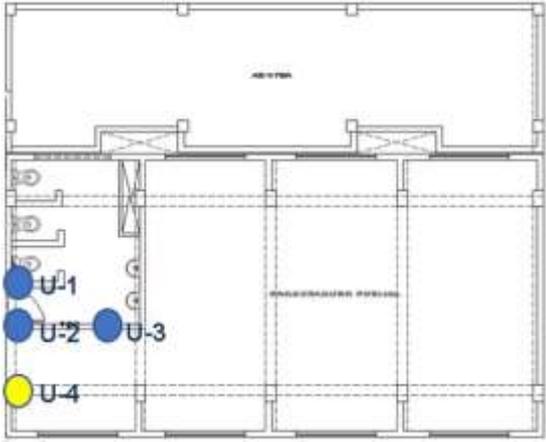
Resumen 1 de inspección de patologías y fallas

Patologías y fallas en elementos estructurales					
Nº	Nivel de piso	Elemento	Ubicación	Tipo	Descripción
1	1er	Muro de albañilería	U-1	Patología Humedad	-Eflorescencia, conpresencia de sales
2	1er	Columna	U-2	Patología Humedad	-Desprendimiento depintura
3	1er	Muro de albañilería	U-3	Patología Humedad	-Eflorescencia, conpresencia de sales
4	1er	Columna	U-4	Patología Humedad	-Desprendimiento depintura
					<p>Comentario</p> <p>-Los casos más notorios de presencia de humedad son en los muros cercanos a losbaños.</p> <p>-Las posibles causas pueden ser la absorción de humedad por capilaridad o humedad por filtración</p>

Nota. El llenado del resumen se hizo con las fichas de inspección de patologías y fallas en elementos estructurales del primer piso.

Figura 41

Resumen 2 de inspección de patologías y fallas

Patologías y fallas en elementos estructurales					
Nº	Nivel de piso	Elemento	Ubicación	Tipo	Descripción
1	2do	Muro de albañilería	U-1	Patología Humedad	-Eflorescencia, compresencia de sales
2	2do	Viga	U-2	Patología Humedad	-Desprendimiento de pintura
3	2do	Muro de albañilería	U-3	Patología Humedad	-Desprendimiento de pintura
4	2do	Junta Sísmica	U-4	Fisuras	-Fisuras de 2 mm en juntasísmica
					<p>Comentario</p> <p>-Los casos más notorios de presencia de humedad son en los muros cercanos a los baños.</p> <p>-Las posibles causas pueden ser la humedad por filtración</p>

Nota. El llenado del resumen se hizo con las fichas de inspección de patologías y fallas estructurales del segundo piso.

4.2. Propiedades mecánicas de los elementos estructurales.

4.2.1. Ensayos de resistencia del concreto

Por la antigüedad de la estructura no se pudo contar con la totalidad de los planos por especialidad por lo que se elaboraron los planos con la planimetría general del local institucional Casablanca como muestra las figuras 21 y 22. Luego se realizaron los ensayos con esclerómetro y perforación con diamantina para conocer la resistencia del concreto existente.

a. Ensayo no destructivo – ensayo con esclerómetro

Una vez concluido el ensayo se ingresaron los valores que nos dio el esclerómetro a una hoja de cálculo donde junto con el ábaco del instrumento se tabulan la resistencia del concreto. Para los resultados se hace un promedio de la resistencia del concreto obtenidas y nos permite conocer la uniformidad de éste. Los resultados del ensayo de esclerómetro se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Resultados del ensayo con esclerómetro

nº	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	LECTURAS TOMADAS												Prom. U	u	U-u	F'c Abaco PSI	F'c kg/cm ²	Promedio F'c kg/cm ²
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12						
1	columna	28	29	32	32	30	29	28	27	29	30	29	28	29.25	1,54	27,71	2700	189,873	
2	columna	30	29	28	28	28	27	29	29	30	28	27	29	28.50	1,00	27,50	2600	182,841	194,562
3	viga	32	33	32	31	34	38	28	35	32	33	32	31	32.58	2,43	30,15	3000	210,970	
4	columna	28	32	28	27	26	29	28	29	30	28	30	28	28.58	1,56	27,02	2600	182,841	
5	columna	30	28	28	27	25	28	26	27	28	26	25	28	27.17	1,47	25,70	2100	147,679	178,153
6	viga	31	30	32	35	34	31	31	28	37	32	34	31	32.17	2,44	29,72	2900	203,938	
7	columna	30	30	30	32	30	34	31	28	28	37	30	31	30.92	2,50	28,41	2800	196,906	
8	columna	29	29	34	35	32	29	32	32	34	31	34	31	31.83	2,12	29,71	2900	203,938	201,594
9	viga	28	30	35	34	34	28	34	35	36	31	32	33	32.50	2,71	29,79	2900	203,938	
10	columna	30	29	31	32	34	30	31	29	30	31	30	31	30.67	1,37	29,30	2900	203,938	
11	columna	31	30	33	29	28	30	33	31	33	32	30	30	30.83	1,64	29,19	2900	203,938	201,594
12	viga	29	30	31	31	30	29	28	38	30	29	31	30	30.50	2,54	27,96	2800	196,906	

Nota. De la toma de lecturas con el equipo esclerómetro junto con el ábaco del instrumento nos dieron unas resistencias de los elementos de concreto según se muestra la tabla y se realizó un promedio de estas lecturas teniendo una resistencia de $f'c=193 \text{ kg/cm}^2$.

Es importante señalar que los resultados del esclerómetro no sustituyen las pruebas de compresión estándar. Indican la uniformidad del concreto, pero no se tienen en cuenta al determinar la resistencia del concreto ya que por efectos de la carbonatación el exterior del concreto en vigas y columnas se endurecen con el tiempo y por eso no se obtiene un resultado fiable.

b. Ensayo Destructivo - perforación con broca diamantada

Para obtener la resistencia actual del concreto, realizamos el ensayo de extracción de muestras con broca diamantada. Fueron 3 las muestras obtenidas en campo, posterior a esto realizamos el ensayo de compresión para conocer los resultados que podemos observar en la Tabla 5.

Tabla 5*Resultados del ensayo a compresión*

N.º Prob	DESCRIPCION	Diámetro cm.	Altura cm.	Fecha de Rotura	Área cm ²	Factor de Corrección L/D	Lectura Kg. - F	Resist. kg/cm ²	Resist. Corregida
1	MUESTRA D-1	6,6	12,7	17/01/22	34,21	1,92	3105,0	90,76	174,25
2	MUESTRA D-2	6,6	12,4	17/01/22	34,21	1,88	3099,0	90,58	170,29
3	MUESTRA D-3	6,6	12,5	17/01/22	34,21	1,89	3034,0	88,68	167,61

Nota. Según los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de los testigos de concreto que se muestran en la Tabla 5, el promedio es de $f'c = 170,87 \text{ kg/cm}^2$.

Según la norma técnica de edificaciones E.060 – Concreto Armado, se establece como mínimo el valor de 210 kg/cm^2 para la compresión del concreto. Por ende, decimos que el valor que obtuvimos mediante los ensayos, no cumple con el mínimo permitido.

4.2.2. Resistencia a compresión del concreto

Para la resistencia de compresión del concreto se usó un promedio de la resistencia obtenida de la rotura de las muestras del ensayo de diamantina obteniendo un valor de $f'c = 174,70 \text{ kg/cm}^2$.

4.2.3. Resistencia a compresión axial de la albañilería

La resistencia a la compresión de unidad de albañilería maciza (Hércules I): $f'm$ es de $63,03 \text{ kg-f/cm}^2$, tomada de un ensayo de la tesis realizada por Arbildo y Rojas (2017).

La resistencia a la compresión de unidad de albañilería hueca (blocker II): $f'm$ es de $49,53 \text{ kg-f/cm}^2$, tomada de un ensayo de la tesis “Elaboración de curvas de fragilidad y consecuencia de muros de albañilería confinada construidos con blocker II” de la UPT realizado por Nicasio y Oquendo (2017).

4.3. Evaluación detallada del bloque “A”

Se tomaron aspectos cruciales para el posterior análisis sísmico con el programa ETABS.

4.3.1. Características de elementos estructurales

a. Columnas

Las columnas presentes en el bloque "A" son de dos diferentes secciones, estas las detallamos en la tabla 6, el tarrajeo que encontramos fue de 1,50 cm a 1,00 cm.

Tabla 6

Dimanaciones de columnas sin tarrajeo

	Ítem	Dimensión (cm)
Columnas	CP	25 x 40
	CS	25 x 25

Nota. Se presentan dos tipos de dimensiones en columnas

b. Vigas

Las vigas en el bloque A son de 3 tipos, la V-P se presenta en dirección Y, la V-S y VC en dirección X las diferentes secciones de las vigas se presentan en la tabla 7, para el modelamiento en el programa se le resto anteriormente el tarrajeo de 1 cm que se encontró.

Tabla 7

Dimanaciones de vigas sin tarrajeo

	Ítem	Dimensión (cm)
Vigas	VP	25 x 50
	VS	25 x 40
	VC	25 x 20

Nota. Se presentan tres tipos de dimensiones en columnas.

c. Muros de albañilería

En el bloque A se encontró dos tipos de muros de albañilería, muros con unidades de albañilería solida (Hércules I) con asentamiento de cabeza de 25 cm de ancho y de tabiques de albañilería hueca (Blocker II) con asentado de sogas de 12 cm de ancho.

d. Aligerado

En el bloque A se encontró una losa aligerada de espesor de 20cm.

4.3.2. Datos de los materiales de los elementos estructurales

Se definieron los valores para las características de los materiales a usar como lo indican las figuras 42, 43 y 44.

Figura 42

Propiedades del concreto

Figura 43

Propiedades de albañilería maciza

Identificación	Carga Máxima (Tf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ² .)
PILA IO-MOI	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 unidad de albañilería maciza (Hércules I): F_m es de 63,03 kg/cm², tomada de un ensayo de una tesis de la UPT (Arbildo y Rojas, 2017)

Figura 44*Propiedades de albañilería hueca*

Laboratorio	Identificación	F'm (kg/cm ²)	Em (kg/cm ²)	Identificación	V'm (kg/cm ²)	G (kg/cm ²)
CISMI UNI (UPT,2016)	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	BEQII-M03	5,78	10437
	BLQII-P04	51,05	42299	BEQII-M04	5,39	10464
	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	9703,776
	Desv. Estand.	14,50	24848,90	-	1,266	1802,469
	Corregido	49,53	33983,67		2,834	7901,306

Nota. Para la resistencia axial de los muros de albañilería hueca (Blocker II) se consideró de 49,53 kg-f/cm², tomada de un ensayo de una tesis de la UPT. Fuente: Colque y Oquendo (2017).

4.4. Modelamiento y estructuración

En la estructura los sistemas estructurales que encontramos son pórticos de concreto armado y muros de albañilería confinada. Según los planos de arquitectura, para el bloque "A" tenemos una altura de entrepiso de 3,20 metros. En las figuras 45, 46 y 47 se muestran las plantas estructurales y el modelamiento final de la edificación.

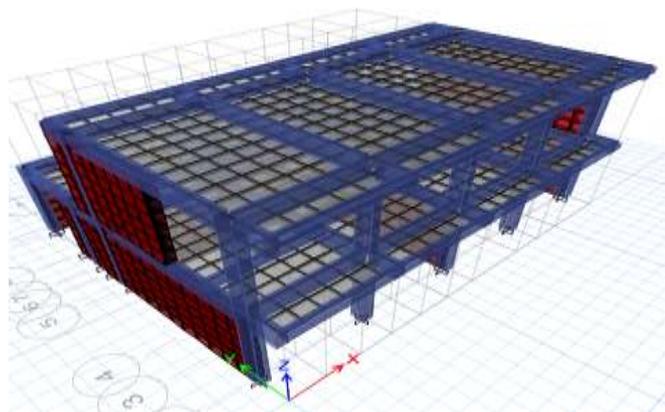
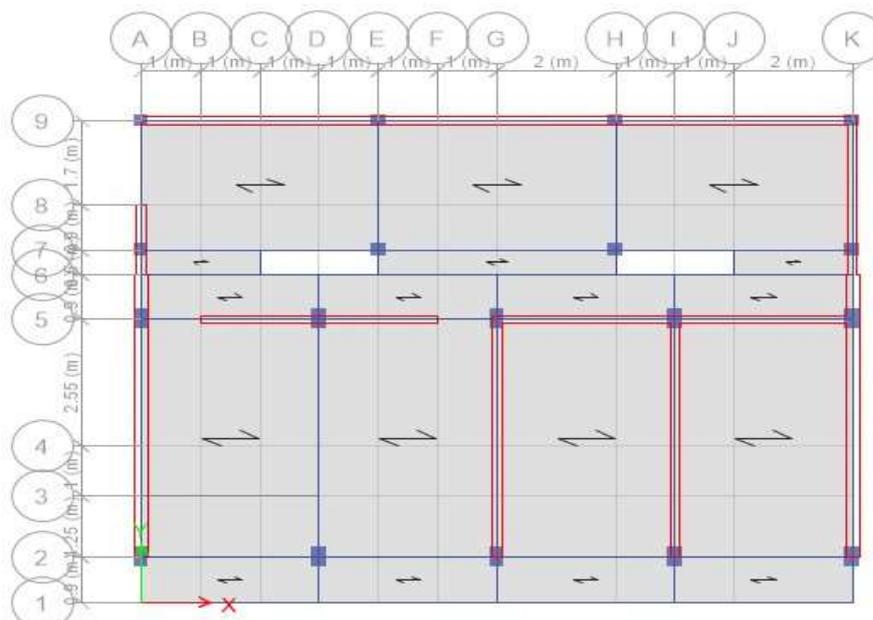
Figura 45*Modelamiento 3D de la estructura*

Figura 46

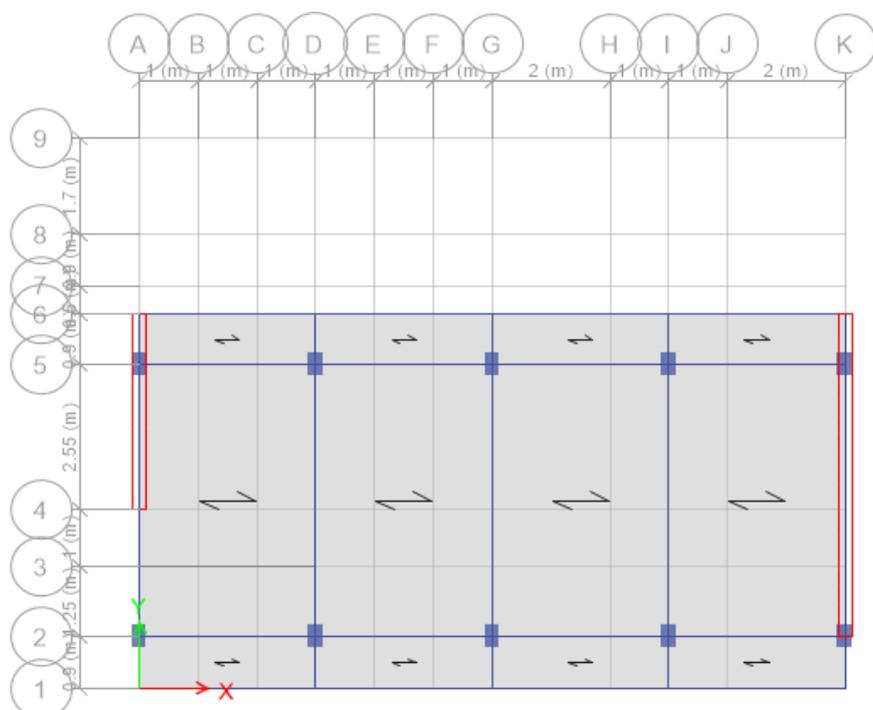
Modela del primer piso de la estructura



Nota. Primera planta de la estructura del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" modelada en el software Etabs v.19.1.

Figura 47

Modelado del segundo piso de la estructura



Nota. Segunda planta de la estructura del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" modelada en el software Etabs v.19.1.

4.4.1. Sistema estructural

Tanto en el eje Y y X se trata de un sistema estructural mixto compuesto de sistema estructural de Pórticos y sistema estructural de albañilería. Para criterios de análisis la norma nos indica usar el sistema estructural más crítico que es de albañilería.

4.4.2. Cargas aplicadas

Para la estimación de cargas nos guiamos de la norma de cargas E-020, teniendo en cuenta el uso de los ambientes de la estructura y para la evaluación de las masas se tomó en cuenta según los lineamientos de la norma E-030. En cargas distribuidas encontramos los parapetos, los cuales están comprendidos por unidades huecas de arcilla, tomando una altura de 1,50 m y de espesor de 15 cm y también se presenta tabiques de altura de 3,30 m y de espesor de 15 cm. Las cargas distribuidas se aplicaron linealmente sobre las vigas, es así que podemos encontrar las cargas usadas en las tablas 8, 9 y 10.

Tabla 8

Sobrecargas en oficinas según norma E 0.60

Sobrecarga	
Oficinas	=0,25 tn/m ²
Corredores	= 0,400 tn/m ²
Azotea	= 0,100 tn/m ²

Tabla 9

Sumatoria de cargas muertas según peso de las materiales

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

Tabla 10*Cargas Distribuidas sobre el techo*

Cargas Distribuidas (Tn)	
Parapeto en volado	=0,263 tn/m
Tabiques	= 0,579 tn/m

4.4.3. Parámetros sísmicos

Para el análisis sísmico de la estructura del bloque “A” del local Institucional “Casablanca” consideramos los requisitos establecidos por la norma E-030, considerando también el uso de la edificación, tipo de suelo, la ubicación, etc. Resumidos en la siguiente figura.

Figura 48*Zonificación sísmica*

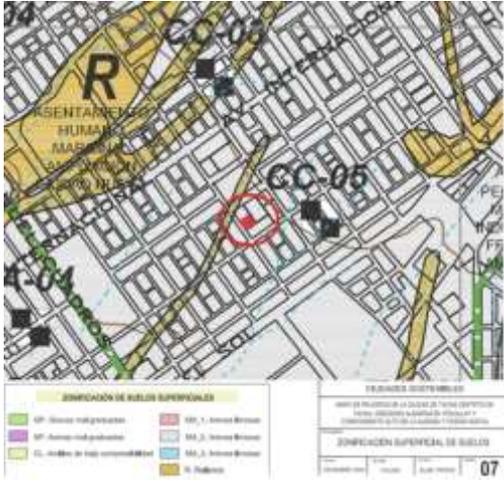
Zonificación sísmica NTP E.030-2018	
	Departamento : Tacna
	Provincia : Tacna
	Distrito : Ciudad Nueva
	Región Geográfica : Costa
	Zonificación Sísmica : Zona 4
	Factor de Zona : Z=0,45

Nota. Figura adaptada de los parámetros sísmicos de la norma E 0.30 (NTP, 2018)

4.4.4. Condiciones locales

En condiciones locales, el tipo de suelo de la estructura del bloque A se encuentra ubicado en el distrito de Ciudad Nueva.

Figura 49*Condiciones locales de la estructura*

Condiciones Locales			
 <p>(Mapa de zonificación Superficial de Suelos)</p>	Perfil de Suelo	S3	
	Descripción del perfil de suelo	Suelos Blandos:	Arena Gruesa a Fina, o Arena Arenosa, Suelo Cohesivo Blando
		Factor de Suelo	S=1,10
	Periodo TP	TP=1,00 seg	
	Periodo TL	TL=1,00 seg.	
	Factor de Zona	Z=0,45	

Nota. Figura adaptada de las condiciones locales según norma E 0.30 (NTP, 2018)

Figura 50*Categoría de la estructura*

Categoría de la Edificación	
Descripción	Edificaciones Esenciales
Tipo de Edificación	Locales Municipales
Categoría	A2
Factor de uso	U = 1,50
Observaciones	Los ambientes lo están usando de oficinas.

Nota. Figura adaptada de la categoría de la edificación según norma E 0.30 (NTP, 2018)

4.4.5. Aceleración espectral

Para las correspondientes direcciones evaluadas, se utilizó un espectro inelástico de pseudo – aceleraciones definido por la siguiente formula:

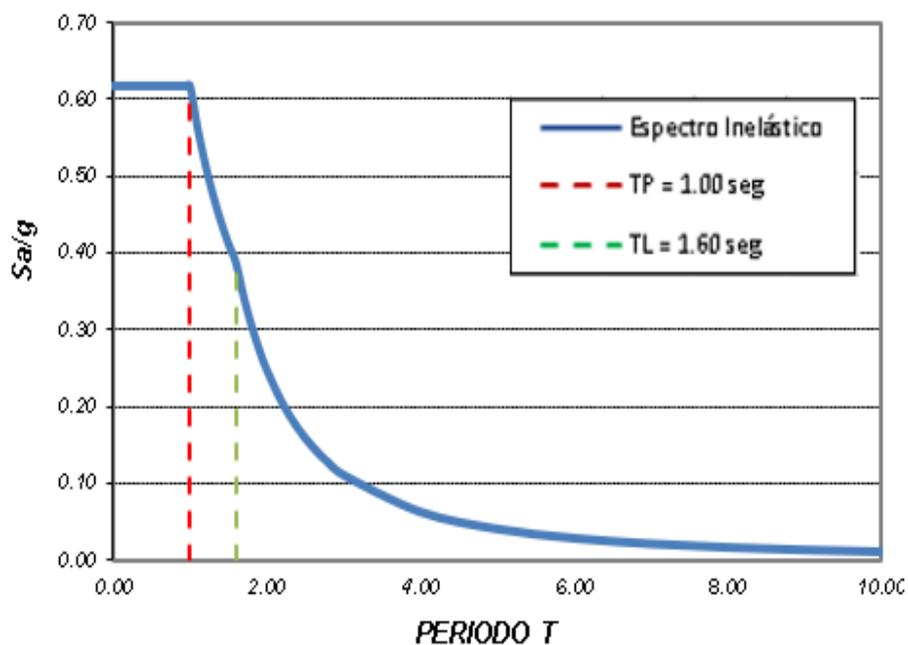
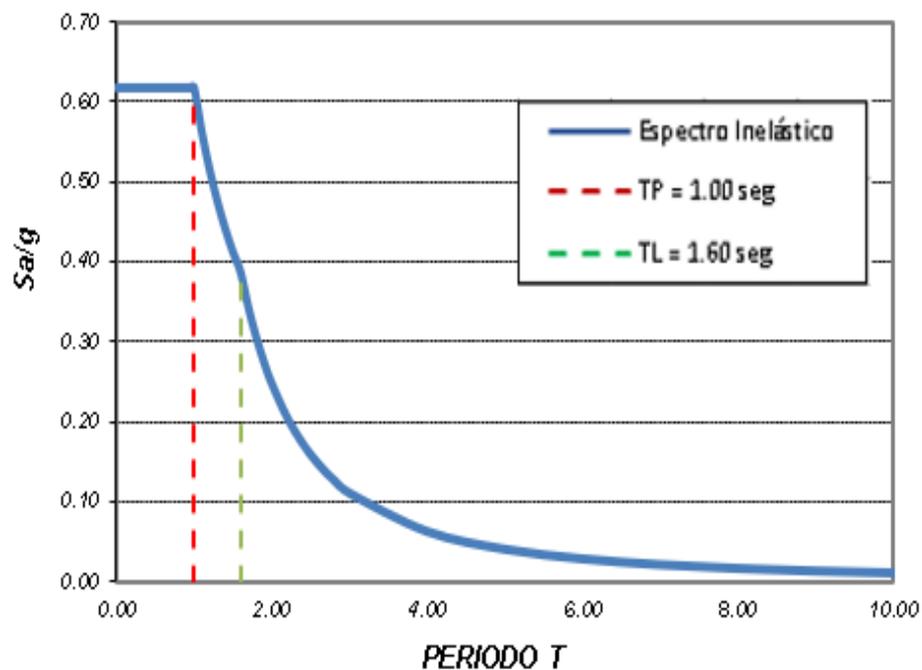
$$Sa = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot g \quad (4)$$

Tabla 11*Resumen de parámetros sísmicos según norma E 0.30-2018*

Norma Técnica de Edificaciones E 0.30 – 2018				
Datos	Factores	Datos	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0,45	R ₀	3,00	3,00
U	1,50	I _a	1,00	1,00
S	1,10	I _p	1,00	1,00
T _p	1,00	R _{x-y}	3,00	3,00
T _p	1,60	Config.	REGULAR	REGULAR
0.2T _p	0,20	g	9,81 m/s ²	

Tabla 12*Espectro de diseño según norma E 0.30-2018*

ESPECTRO DE DISEÑO				
T (s)	C _x	S _{ax/g}	C _y	S _{ay/g}
0,00	2,50	0,619	2,50	0,619
0,10	2,50	0,619	2,50	0,619
0,20	2,50	0,619	2,50	0,619
0,30	2,50	0,619	2,50	0,619
0,40	2,50	0,619	2,50	0,619
0,50	2,50	0,619	2,50	0,619
0,60	2,50	0,619	2,50	0,619
0,70	2,50	0,619	2,50	0,619
0,80	2,50	0,619	2,50	0,619
0,90	2,50	0,619	2,50	0,619
1,00	2,50	0,619	2,50	0,619
1,20	2,08	0,516	2,50	0,516
1,40	1,79	0,442	2,50	0,442
1,60	1,56	0,387	2,50	0,387
1,80	1,23	0,306	2,50	0,306
2,00	1,00	0,248	2,50	0,248
2,20	0,83	0,205	2,50	0,205
2,40	0,69	0,172	2,50	0,172
2,60	0,59	0,146	2,50	0,146
2,80	0,51	0,126	2,50	0,126
3,00	0,44	0,110	2,50	0,110
4,00	0,25	0,062	2,50	0,062
5,00	0,16	0,040	2,50	0,040
6,00	0,11	0,028	2,50	0,028
7,00	0,08	0,020	2,50	0,020
8,00	0,06	0,015	2,50	0,015
9,00	0,05	0,012	2,50	0,012
10,00	0,04	0,010	2,50	0,010

Figura 51,*Espectro de aceleraciones en dirección X***Figura 52***Espectro de aceleraciones en dirección Y*

4.4.6. Verificación de irregularidades estructurales en altura

Para la verificación de irregularidades comparamos los resultados estructurales mediante la norma técnica E-030 del 2018.

a. Irregularidad de rigidez – piso blando

La rigidez lateral de cada nivel no es mayor al 70 %, por lo cual en ambas direcciones no se presenta irregularidad de rigidez, esto lo vemos en las tablas 13 y 14.

Tabla 13

Verificación de Irregularidad de rigidez-piso blando en dirección X

Piso	Sismo	Dirección	Fuerzas Cortantes (VX) Tonf	Despl. absoluto (UX) m	Despl. absoluto (Urel X) m	Rigidez Lateral (KL) Tonf / m	Condición Piso blando $\frac{ki}{ki+1} < 0.7$
Piso 2	Sismo Din X	X	45,3811	0,011985	0,01096	4138,34	- -
Piso 1	Sismo Din X	X	72,5918	0,001019	0,00101	7123,20	1721% REGULAR

Tabla 14

Verificación de Irregularidad de rigidez-piso blando en dirección Y

Piso	Sismo	Dirección	Fuerzas Cortantes (VY) Tonf	Despl. absoluto (UY) m	Despl. absoluto (Urel Y) m	Rigidez Lateral (KL) Tonf / m	Condición Piso blando $\frac{ki}{ki+1} < 0.7$
Piso 2	Sismo Din Y	Y	47,9611	0,001986	0,00136	35162,09	-
Piso 1	Sismo Din Y	Y	81,5392	0,000622	0,00062	131091,90	373% REGULAR

b. Irregularidad de resistencia – piso débil

Tabla 15

Verificación de Irregularidad de resistencia-piso débil en dirección X

Piso	Load Case/Combo	Locación	Fuerzas Cortantes (VX) tonf	CONDICION $\frac{CORTANTE\ i}{CORTANTE\ i+1} < 0.8$	
Piso 2	Sismo Din X	Base	45,3811	-	-
Piso 1	Sismo Din X	Base	72,5918	1,5996	REGULAR

Tabla 16

Verificación de irregularidad de resistencia-piso débil en dirección Y

Piso	Load Case/Combo	Locación	Fuerzas Cortantes (VX) tonf	CONDICION $\frac{CORTANTE\ i}{CORTANTE\ i+1} < 0.8$	
Piso 2	Sismo Din Y	Base	47,9611	-	-
Piso 1	Sismo Din Y	Base	81,5392	1,7001	REGULAR

c. Irregularidad extrema de rigidez

Al no con cumplir la irregularidad de rigidez, no se analizó la irregularidad extrema de rigidez.

d. Irregularidad extrema de resistencia

Al no con cumplir la irregularidad de resistencia, no se analizó la irregularidad extrema de resistencia.

e. Irregularidad de masa o peso

No se encontró irregularidad en masa

Tabla 17

Verificación de Irregularidad de irregularidad de masa o peso

Piso	Masa Ton-f s/m	Condición $M_i/M_{i+1} > 1,5$	
Piso 2	2,27063	-	-
Piso 1	5,55052	0,409	REGULAR

f. Irregularidades geometría vertical

No se encontró irregularidad ya que en la norma específica que este criterio no se aplica en azoteas que en este caso sería el segundo piso.

4.4.7. Verificación de irregularidades estructurales en planta

a. Irregularidad torsional

No se encontró irregularidad torsional.

Tabla 18

Verificación de irregularidad torsional en sentido X

Piso	Caso de Carga	Dirección	Max Drift M	Avg Drift M	Ratio	CONDICION >1.3
Piso 2	Sismo Din X	X	0,011717	0,011572	1,012	REGULAR
Piso 1	Sismo Din Y	X	0,001176	0,000911	1,291	REGULAR

Tabla 19*Verificación de irregularidad torsional en sentido Y*

Piso	Caso de Carga	Dirección	Max Drift M	Avg Drift m	Ratio	CONDICION >1.3
Piso 2	Sismo Din Y	Y	0,002274	0,001812	1,255	REGULAR
Piso 1	Sismo Din Y	Y	0,000341	0,000305	1,118	REGULAR

b. Irregularidad de esquinas entrantes

La estructura no presenta esquinas entrantes.

c. Irregularidad del diafragma

Por vista del plano el área de la zona hueca de la estructura no representa al mayor al 50 del área total.

d. Irregularidad por sistemas no paralelos

La estructura no presenta ejes inclinados por lo tanto no presenta irregularidad por sistemas no paralelos.

4.4.8. Resumen de irregularidades

Tras realizar el análisis de las tablas de irregularidades de la normar E 0.30, la estructura no presenta irregularidad estructural en altura ni de planta, por lo cual el factor de “Ip” e “Ia” es 1,00 en ambas direcciones.

Tabla 20*Resumen de irregularidades estructurales en altura del bloque a*

Irregularidades estructurales en altura	La Dir. X	La Dir. Y
No presenta irregularidades	1,00	1,00
FACTOR DE IRREGULARIDAD Ia=	1,00	1,00

Nota. No presenta irregularidad estructural en altura en ambas direcciones.

Tabla 21

Resumen de irregularidades estructurales en planta del bloque a

Irregularidades Estructurales En Planta	La Dir. X	La Dir. Y
No Presenta Irregularidades	1,00	1,00
FACTOR DE IRREGULARIDAD $I_p=$	1,00	1,00

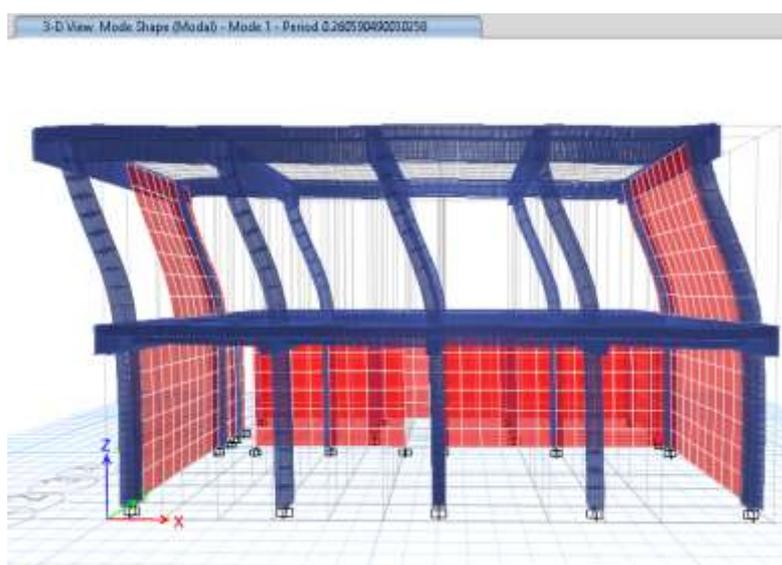
Nota. Según la tabla N°10 de la norma E 0.30 restricciones en la estructura, para la categoría de la edificación A2 no se permiten irregularidades en planta y altura.

4.4.9. Análisis dinámico modal espectral

Para el análisis modal se tomó en consideración los 12 modos ya que según como la norma sismorresistente E.030 indica, se debe considerar un número mínimo de modos donde se supera el 90% de la masa participativa y al mismo tiempo tomar en cuenta los tres primeros modos predominantes en las direcciones de análisis como se muestra sombreado en la tabla 22. Se puede observar en la figura 53 que el primer modo de la estructura modelada es en X, por tener menor rigidez en esa dirección. El primer periodo es de 0,261s en dirección “X” y el segundo periodo es de 0,105 s en dirección “Y” por lo que la estructura cumple con tener sus dos primeros modos en traslación.

Figura 53

Análisis modal bloque a



Nota. El primer modo es en dirección del eje X.

Tabla 22*Períodos y porcentaje de participación de masa modal*

Caso	Modo	Períodos (s)	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0,261	0,3816	4,97E-05	0	0,3816	4,9E-05	0	1,94E-05	0,6273	0,0202
Modal	2	0,105	0,0105	0,5285	0	0,3921	0,5285	0	0,3203	0,0061	0,0956
Modal	3	0,085	0,2884	0,1063	0	0,6805	0,6349	0	0,048	0,0918	0,2383
Modal	4	0,064	0,2187	0,1194	0	0,8992	0,7543	0	0,0013	0,0516	0,2515
Modal	5	0,049	0,0328	0,1765	0	0,932	0,9308	0	0,3531	0,0081	0,1349
Modal	6	0,046	2,87E-05	0,0003	0	0,9321	0,9311	0	0,0008	0,005	0,0018
Modal	7	0,044	6,22E-06	0,0001	0	0,9321	0,9311	0	0,0005	1,5E-06	0,0004
Modal	8	0,044	0,0001	2,43E-05	0	0,9322	0,9312	0	0,0003	3,1E-05	0,0016
Modal	9	0,043	0,0002	0,0004	0	0,9324	0,9315	0	0,0041	0,0001	0,0048
Modal	10	0,043	0,0007	0,0074	0	0,9331	0,9389	0	0,0097	0,0001	0,0001
Modal	11	0,042	0,0025	0,0037	0	0,9356	0,9425	0	2,97E-06	0,0006	0,0139
Modal	12	0,041	0,0022	4,17E-05	0	0,9379	0,9426	0	0,0001	0,0027	2,8E-06

Nota. Según norma NTE 0.30 para el análisis en las direcciones X, Y y Z se toman en cuenta en porcentaje de masa participativa que superan al 90%.

4.4.10. Verificación de cortantes

Calculamos la cortante Basal con los parámetros sísmicos Indicados en la Norma E030.

Tabla 23*Cortante estática y cortante dinámica*

	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SXX	133,2307	0	0	0	611,1971	565,1086
SY Y	0	148,0819	0	679,3273	0	933,3753
DINAMICO XX Max	72,5918	-31,5796	0	144,5262	-366,7658	480,7388
DINAMICO YY Max	31,5794	81,5392	0	399,0204	92,4061	492,0521

Para finalizar, se realiza la comparación de cortante basal estática y la cortante basal dinámica según la norma E.030.

Tabla 24*Cortante estática vs. cortante dinámica*

Estructuras regulares					
Dirección	Vest (tonf)	80% Vest (tonf)	Vdin (tonf)	Condición $V_{din} \geq 0,8 * Vest$	factor de escala $\frac{0,8 * Vest}{V_{din}}$
X	133,2307	106,58456	72,5918	No cumple, se debe escalar	1,468
Estructuras Irregulares					
Dirección	Vest (tonf)	90% Vest (tonf)	Vdin (tonf)	Condición $V_{din} \geq 0,9 * Vest$	factor de escala $\frac{0,9 * Vest}{V_{din}}$
Y	148,0819	133,27371	81,5392	No cumple, se debe escalar	1,453

Nota. No cumple con la condición

Al no cumplir con las condiciones se tiene que calcular con el fator escala según norma NTE 0.30 pero solo es en caso de diseño por lo que solo colocamos como ejemplo como aplicar el factor escala en la figura 53 y 54.

Figura 54*Ampliación del factor escala al sismo dinámico en X*

E Load Case Data [X]

General

Load Case Name: SISMO DIN XX [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESPECTRO DBE XX	9.8067*1.468

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid T.type: []

Earthquake Duration, td: []

Figura 55

Ampliación del factor escala al sismo dinámico en Y

E Load Case Data X

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Notes...

Mass Source:

Analysis Model:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	ESPECTRO DBE YY	9.8067*1.453

Add
Delete
 Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

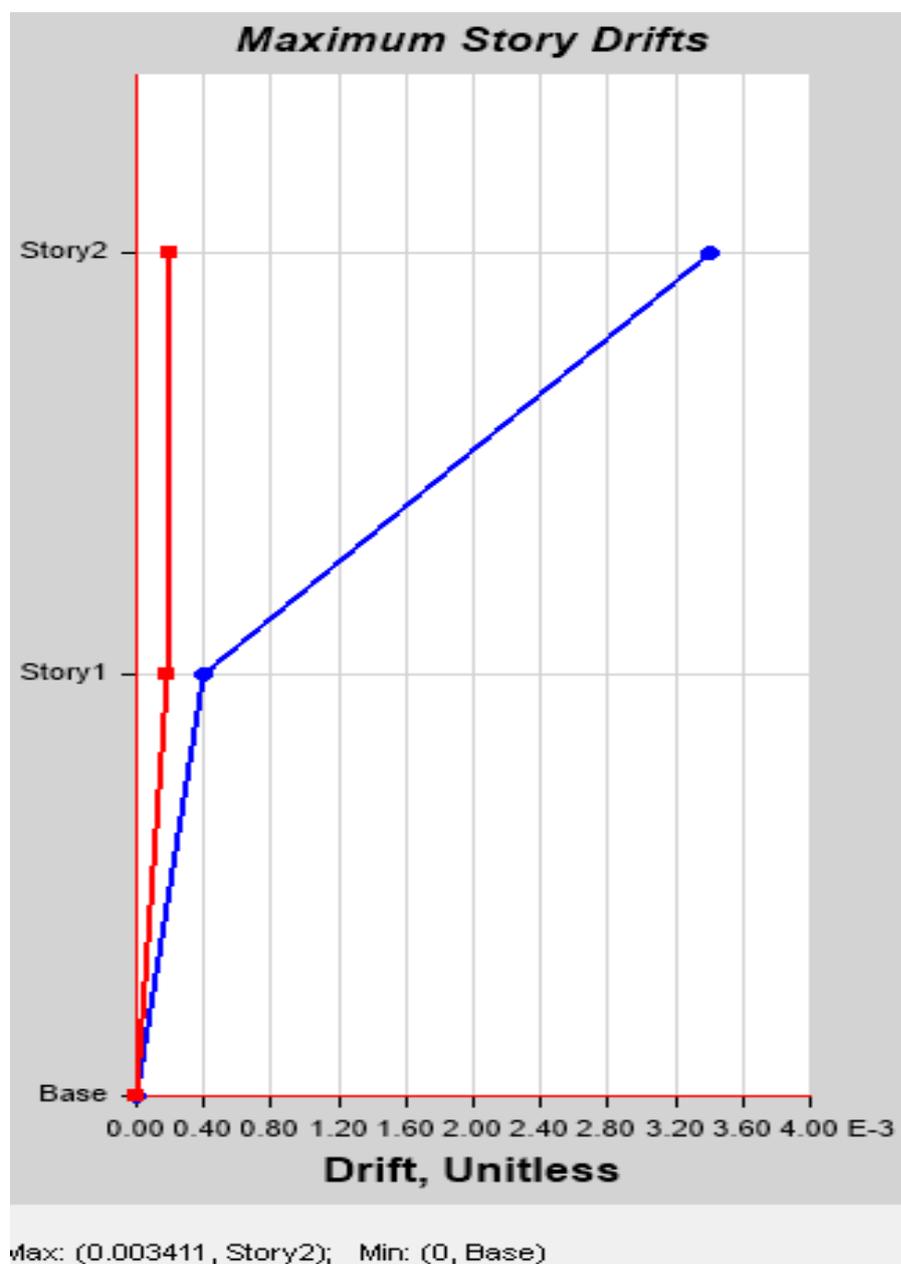
Nota. El ejemplo del fator escala se hizo como demostración mas no se aplicó ya que este factor se aplica en la etapa de diseño y el enfoque del tema es de evolución de la estructura.

4.4.11. Control de derivas

La estructura presenta un sistema estructural mixto de pórticos y muros de albañilería. Para criterios de análisis como indica la norma, se tomó el sistema estructural más crítico de albañilería. La deriva permisible según la norma E 0,30 para albañilería es de 0,005. Apreciando el resultado mostrado en la tabla 25 de la deriva del segundo piso en dirección X de 0,00767, la estructura del bloque “A” del local Institucional “Casablanca” de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva no cumpliría con los parámetros de la norma E 0,30. Podemos apreciar las derivas de los pisos en las figuras 56 y 57.

Figura 56

Derivas de ambos pisos en dirección X

**Tabla 25**

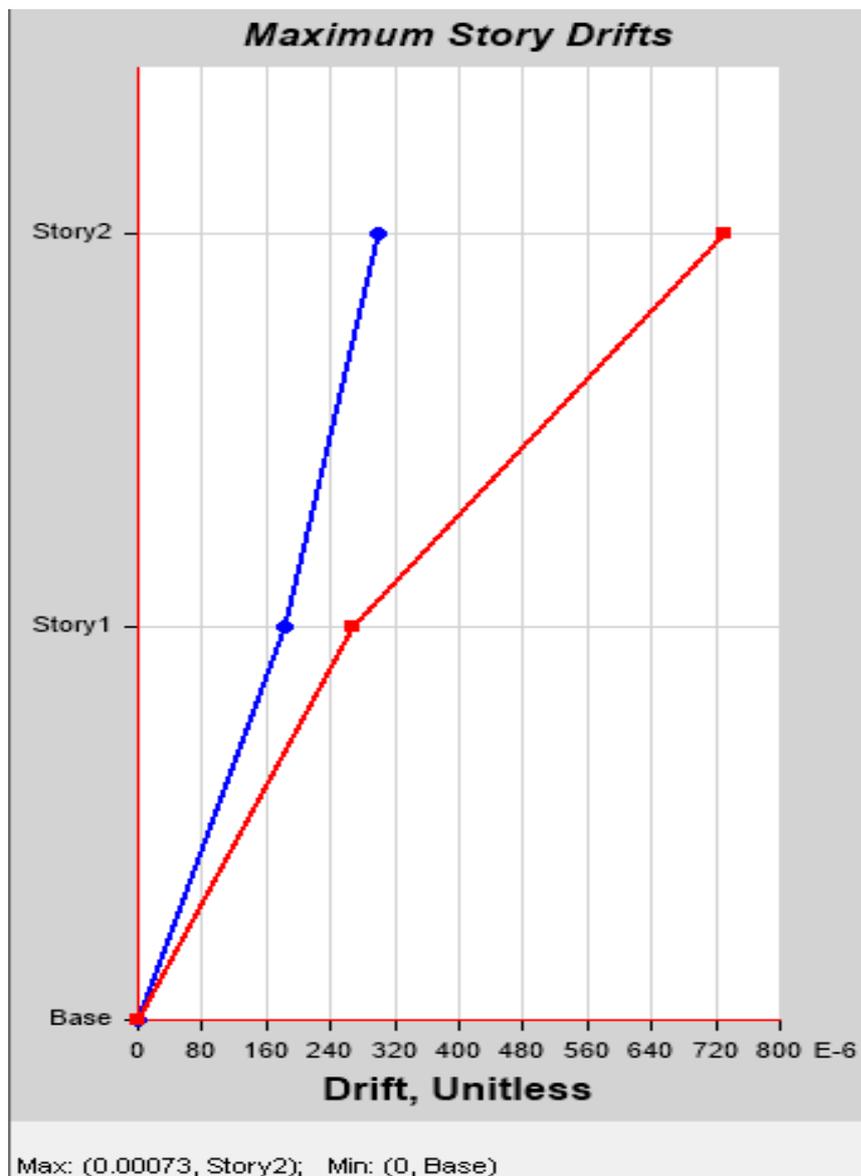
Control de derivas en dirección X según norma E 0,30

Piso	Caso de salida	Dirección	C Drift	0.75*R*C REAL	E030-2018	CONDICION
Piso 2	DINAMICO XX Max	X	0,003411	0,00767	0,005	NO CUMPLE
Piso 1	DINAMICO XX Max	X	0,00039	0,00087	0,005	CUMPLE

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

Figura 57

Derivas de ambos pisos en dirección Y

**Tabla 26**

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

Piso	Caso de salida	Dirección	C Drift	0.75*R*C REAL	E030-2018	CONDICION
Piso 2	DINAMICO YY Max	Y	0,00073	0,00164	0,005	CUMPLE
Piso 1	DINAMICO YY Max	Y	0,000268	0,00060	0,005	CUMPLE

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

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La primera hipótesis específica indica que: “Las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del bloque “A” del local institucional “Casablanca” de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, son deficientes”. Entonces se puede decir que según la norma NTP E.060, la resistencia a la compresión del concreto no debe ser inferior a 21 Mpa (210 kg-f/cm²), es así que los resultados del ensayo de esclerometría indican que no se está cumpliendo con los requisitos de la norma para un diseño sísmico, teniendo un promedio de 170,87 kg-f/cm², este resultado es distinto a otros provenientes de investigaciones como la realizada por López y Silva (2021), la cual se realizó en una estructura con 10 años más de antigüedad, y cuyos resultados si cumplen con lo establecido por la norma NTP E 0.060.

La segunda hipótesis específica indica que: “Las patologías estructurales del bloque “A” del local institucional “Casablanca” de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, más frecuentes son fisuras y presencia de salitre en muros.”. Entonces podemos afirmar que a pesar del reciente mantenimiento en la parte arquitectónica del “A” del local institucional “Casablanca” de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, se pudo visualizar la acción de agentes que producen la eflorescencia, así también minúsculas grietas que reflejan la baja resistencia sísmica que posee dicha estructura, esta misma clase de patologías las podemos encontrar en estructuras como la usada por Yndigoyen y Almirón (2019) en su investigación, sin embargo estas solo muestran desgaste a nivel de arquitectura.

La tercera hipótesis específica afirma que: “La respuesta sísmica del bloque “A” del local institucional “Casablanca” de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, no cumple con los parámetros mínimos que regula la norma E.030”. A esto decimos que realizado el análisis sísmico estructural y siguiendo las pautas dadas por la norma NTP. E.030, se obtuvieron los resultados del modelo matemático del bloque “A” del local institucional Casablanca de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, siendo así que se pudo comprobar que estos resultados no satisfacen las necesidades propuestas por la norma.

De lo anterior mencionado, las distorsiones del eje “X” de la edificación, podemos decir que en el primer nivel si cumple los límites establecidos (0,005 como máximo), mientras que en el segundo nivel no cumple con este límite, los resultados son 0,00087 y 0,00767 para el primer y segundo nivel, entonces se comprueba parcialmente la hipótesis planteada inicialmente, estos resultados son semejantes a los obtenidos por Mendoza y Marino (2021) para su investigación en la Institución

Educativa Hermógenes Arenas Yáñez, cuyo sistema estructural era el mismo y el sentido que no cumplía con lo establecido en la norma era el "X". La incorrecta configuración estructural, que carece de la rigidez necesaria en el sentido "X" ante fuerzas sísmica, haría que las columnas fallaren por cortante y flexo compresión; por ende, las secciones actuales de los elementos estructurales no serían capaces de resistir un evento sísmico de gran magnitud.

CONCLUSIONES

Se realizó la evaluación estructural el bloque "A", para lo cual se inició con la inspección visual en los distintos ambientes de la estructura, siendo que al recabar la información se obtuvo que una de las patologías de mayor incidencia eran las ocasionadas por la humedad en el concreto, esto en los dos niveles que comprende la estructura en cuestión. Así también tenemos que los resultados del ensayo de resistencia de concreto obtenidos por los ensayos efectuados, no cumplen con la resistencia mínima que indica la norma E 0,60 de concreto. De la misma manera, al realizar el modelamiento en el programa Etabs v19 con las respectivas consideraciones de la norma E 0,30, se obtuvo como resultado un comportamiento estructural inadecuado.

Se determinaron las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del bloque "A" aplicando ensayos con el esclerómetro y extracción de muestras con broca diamantada. Teniendo una resistencia de $170,87 \text{ kg-f/cm}^2$ con el ensayo destructivo, los valores obtenidos son menores a los indicados en los requisitos generales de la norma E 0,60, el cual indica que la resistencia a compresión del concreto no debe ser menor que 210 kg-f/cm^2 para elementos estructurales que son inducidos a esfuerzos de sismos.

Se identificaron patologías en los elementos estructurales del bloque "A" del local institucional "Casablanca" de la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, en patologías por humedad se encontró eflorescencia con presencia de sales con desprendimiento de pintura en vigas, columnas y muros. En fallas se encontraron grietas de 2 mm en el tarrajeo de la junta sísmica que une el bloque "A" con la escalera del bloque "B". Cabe mencionar que, al encontrarse patologías a pesar del reciente mantenimiento a nivel de arquitectura, evidencia un problema a nivel de estructura el cual se evaluó en esta investigación.

Se realizó el análisis sísmico el bloque "A", donde se obtuvo en la dirección X un comportamiento sísmico deficiente, la deriva máxima fue de 0,0076; mientras que en sentido Y se obtuvo un comportamiento adecuado con una deriva máxima de 0,0021. La norma E.030 limita la deriva máxima a 0,005 para sistemas estructurales de albañilería. Se identifico que la estructura es muy rígida en sentido Y, mientras que en sentido X sucede lo contrario.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, invertir o buscar el respaldo económico para desarrollar un plan de trabajo para el mejoramiento de la infraestructura del bloque "A" del local institucional "Casablanca".

Se recomienda a la municipalidad distrital de Ciudad Nueva, realizar evaluaciones estructurales en otras estructuras de similar antigüedad al bloque "A" del local institucional "Casablanca".

Se recomienda a futuros evaluadores para poder representar de una forma más certera la resistencia del concreto realizar ensayo de diamantina por tener un mayor nivel de confiabilidad de resultados por ser un ensayo directo.

Se recomienda a las empresas privadas, entidades públicas y profesionales que están en el rubro de la construcción, al realizar una modificación de la estructura que se guíen usando la norma E 0,30.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adnan, A. (2009). *Método sugerido para la determinación de la dureza de rebote del martillo Schmidt*. Estados Unidos: Springer International Publishing.
- Andrade, L. (2004). *Control de la Deriva en la Norma de Diseño Sismorresistente*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Arias Carolina y Gustavo Castañeda. (2019). *Evaluación Estructural del Reservorio R-15 de la Ciudad de Tacna Para Determinar su Vulnerabilidad Sísmica*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Brayam Arbildo y Melany Rojas. (2017). *“Ensayo de Compresión Axial y Compresión Diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna”*. Tacna: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA.
- Cinna L. (2005). *El próximo sismo en la Ciudad de México*. Coyoacán: UNAM.
- Cortes Sanchez. (1990). *Evaluación estructural de monumentos histórico*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cristian C. (2020). *Entendiendo A Las Fisuras Y Grietas En Las Estructuras De Concreto*. Ica: Consultcreto.
- Eugenio, P. Q. (2018). *Reparación de muros confinados en viviendas afectadas por la eflorescencia ante eventos sísmicos en la Av. Santa Isabel*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Flores, Y. y Puma, Y. (2021). *Evaluación estructural sísmica del pabellón “A” de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Tacna 2021*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Guzmán J. (2016). *Metodología para la alerta de eventos tsunamigénicos locales a partir del análisis frecuencial de señales sísmicas y su aplicación al borde occidental del Perú*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa UNSA.
- Haindl Carvallo. (2017). *Evaluación del desempeño sísmico de una vivienda de muros de hormigón armado*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Hernan Tavera y Isabel Bernal. (2005). *Distribucion Espacial de Areas de Ruptura y Lagunas Sísmicas en el Borde Oeste del Perú*. Lima: Instituto Geofísico del Perú.
- Hernando Tavera Huarache. (2003). *Mecanismo focal de terremotos en Perú y sismotectónica*. Madrid: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.
- Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala. (2018). *Ensayos no destructivos para evaluación de la resistencia del concreto endurecido*. Guatemala. Guatemala: Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala.
- Jiménez M. (2016). *Determinación Y Evaluación De Las Patologías Del Concreto En Columnas, Vigas, Sobrecimiento Y Muros De Albañilería Confinada Del Cerco*

Perimétrico De La Institución Educativa María Reina De La Paz, Distrito De Pariñas, Región Piura, Agosto – 2016. Piura: Universidad Católica Los Ángeles Chimbote.

- Kenny Colque y Alexander Oquendo. (2017). *“Elaboración De Curvas De Fragilidad Y Consecuencia De Muros De Albañilería Confinada Construidos Con Blocker II”*. Tacna: Universidad Privada De Tacna.
- Ledemas y Martínez. (2018). *Evaluación por desempeño del diseño estructural de viviendas en estado de vulnerabilidad alta en la ciudad de Bogotá—caso de estudio localidades de: Bosa, Ciudad Bolívar, San Cristobal y Usme.* Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- López ,X. y Silva, R. (2021). *Evaluación estructural sísmica del pabellón “A” de la Institución Educativa 42218 Mariscal Cáceres, Tacna 2021.* Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Marino D. (2021). *Evaluación Estructural del pabellón C de la Institución Educativa 42241 Hermógenes Arenas Yañez, Tacna 2021.* Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma Técnica de Cargas.* Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO).
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma Técnica de Concreto Armado.* Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO).
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica de Diseño Sismorresistente.* Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO).
- Novoa, J. (2020). *Evaluación estructural para determinar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda de cinco niveles en el AA. HH. Ciudadela Chalaca- Callao 2020.* Callao: Universidad Cesar Vallejo.
- Pari A. y Salas A. (2021). *Evaluación estructural para determinar el riesgo sísmico en la estación de bomberos Puno N.º 42 – 2021.* Puno: Universidad Cesar Vallejo.
- Peralta Gálvez, Sánchez Tizapa y Arroyo Matus. (2014). *Incertidumbre en la evaluación de periodos en edificios demampostería tipo INFONAVIT ubicados en Chilpancingo, Guerrero.* Mexico: Investigacion y Ciencia de la Universidad Autonoma de Aguascalientes.
- Propuesta Norma E.070 Albañilería. (2019). *Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENSICO).* Obtenido de <http://page.sencico.gob.pe/documentos.php?id=176>
- Quevedo H, Barreto R y Ñaupari A. (2020). *Procedimiento para una evaluación estructural en una vivienda de concreto .* Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- SIKA, D. T. (2014). *Rehabilitación Fisuras en el Concreto Reforzado.* Sika Colombia S.A.S., 7.

- Salazar R. (2016). *Evaluación estructural de los bloques de aulas y del coliseo de Unidad Educativa Daniel Reyes ubicado en San Antonio de Ibarra*. Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- San Bartolome et al. (2018). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería*. Lima: Universidad Católica del Perú.
- Sanchez De Guzman. (1996). *Tecnología del concreto y del mortero*. bhandar editores, 349.
- Tavera H. (2020). *Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú*. Lima: Instituto Geofísico del Perú.
- Vélez G. (2019). *Determinación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto Mediante El Método De La Esclerometría*. Lima.
- Yndigoyen, D. y Almirón, T. (2019). *Evaluación Estructural y Propuesta de Reforzamiento en el Centro de Salud Leoncio Prado, de la Ciudad de Tacna*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Yonnathan, Q. T. (2017). *“Evaluación y propuesta de reforzamiento estructural de la capilla Cristo Pobre de la Beneficencia de Puno”*. Puno: Universidad Nacional Del Altiplano.

Anexo 1

Matriz de consistencia

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL SÍSMICO DEL BLOQUE 'A' DEL LOCAL INSTITUCIÓN CASABLANCA DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2022'					
PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLE	INDICADOR	METODOLOGIA
Problema General	Hipótesis General	Objetivo General			
¿Cuál es el comportamiento estructural sísmico del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva, Tacna 2022?	El del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva tiene un comportamiento estructural sísmico deficiente analizado mediante la norma E.030.	Evaluar el comportamiento estructural sísmico del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva, mediante la norma E.030, Tacna 2022.	Variable Independiente : Estructuración del bloque "A" del local Institucional Casablanca de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva.	-Sistema estructural (escala: Albañilería confinada) -Anomalías de elementos estructurales (escala: tipos de patologías) - Propiedades mecánicas del concreto (escala: resistencia a la compresión)	Tipo de Investigación Explicativo. Nivel de Investigación Integrativo. Ámbito de Estudio del local Institución Casablanca, Bloque "A".
Problemas Específicos	Hipótesis Específicas	Objetivos Específicos			
¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los elementos estructurales en el del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva?	Las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva, son deficientes.	Determinar las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva.	Variable Dependiente: Comportamiento o sísmico del bloque "A" del local Institucional Casablanca de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva.	-Periodo fundamental de vibración. (escala: Hz) -Desplazamientos de entrepiso y derivas. (escala: derivas) - Cargas en elementos estructurales (escala: Kg/cm ² .)	Población Muestra Infraestructura de las Municipalidades de la Ciudad de Tacna. Técnicas de Recolección de Datos Observación directa, medición de la estructura, ensayos in situ y de laboratorio
¿Cuáles son las patologías estructurales del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva?	Las patologías estructurales del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva, más frecuentes son fisuras y presencia de salitre en muros.	Identificar las patologías estructurales del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva.			Instrumentos Ficha de recolección de datos, planos y fotos
¿Cuál es la respuesta sísmica del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva según parámetros de la norma E.030?	La respuesta sísmica del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva, no cumple con los parámetros mínimos que regula la norma E.030.	Determinar la respuesta sísmica del bloque "A" del local Institucional "Casablanca" de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva, según la norma E.030.			

Anexo 2

Solicitud de la Municipalidad



Ciudad Nueva, 18 de Febrero del 2022.

OFICIO N° 024- 2022-A-MDCN-T

Señor (a):

ARCADIO ATENCIO VARGAS
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA – UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA.

Presente. -

ASUNTO : SOLICITO REALIZACION DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA INFRAESTRUCTURA DEL LOCAL INSTITUCIONAL DE LA CALLE HIPÓLITO UNANUE (CASABLANCA) DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA

Yo, Helmer Joel Fernandez Chaparro, en mi calidad de representante legal de la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA, identificado(a) con DNI N° 45574765, con domicilio legal en Calle Manuel Lorenzo de Vidaure N° 448, tengo el agrado de dirigirme a Ud, para saludarlo cordialmente a nombre de la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA, y a su vez informarle que se **SOLICITA LA REALIZACIÓN DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA INFRAESTRUCTURA DEL LOCAL INSTITUCIONAL (CASABLANCA) DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA**, siendo esto de necesidad para conocer el comportamiento ante un sismo que tendría nuestra infraestructura, la cual acoge a nuestro personal trabajador y a los ciudadanos del distrito que lo visitan.

Sin otro particular hago propicia la ocasión para expresarle mi más sincera estima personal.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
CIUDAD NUEVA
G.P.G. HELMER JOEL FERNANDEZ CHAPARRO
ALCALDE

Anexo 3

Resultados de laboratorio

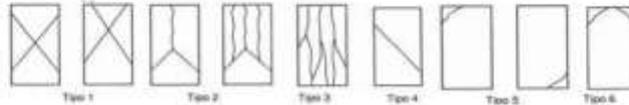


PROYECTO : INFRAESTRUCTURA DEL LOCAL INSTITUCIONAL DE LA CALLE HIPÓLITO UNANUE
 (CASABLANCA) DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA
UBICACION : CALLE HIPÓLITO UNANUE S/N, DIST. CIUDAD NUEVA
SOLICITANTE : ERIK RODRIGO LUPACA TARQUI, RENZON ADERLY MAQUERA NINA
MUESTRA : NUCLEO DE CONCRETO EXTRAIDO CON DIAMANTINA DE ANCLAJE.
FECHA : TACNA; 28 DE MARZO DEL 2022

ENSAYO DE COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Nº de Prob.	DESCRIPCION	Diametro cm.	Altura cm.	Fecha de Rotura	Area cm ²	Factor de Corrección L/D	Lectura Kg.-F	Resist. kg./cm ²	Resist. Corregida	TIPO DE FRACTURA
1	MUESTRA : D-2	6.6	12.7	17/01/22	34.21	1.92	3105.0	90.76	174.25	3
2	MUESTRA :D-3	6.6	12.4	17/01/22	34.21	1.88	3099.0	90.58	170.29	3
2	MUESTRA :D-3	6.6	12.5	17/01/22	34.21	1.89	3034.0	88.68	167.61	3

TIPO DE FALLA DE NUCLEO DE CONCRETO



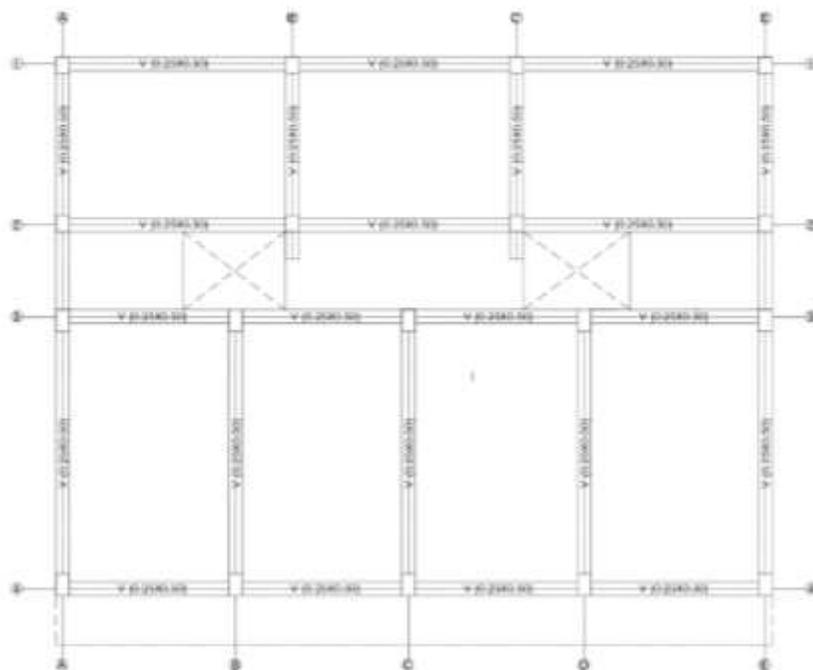
OBSERVACIONES

Las muestras fueron extraídas por este laboratorio y ensayadas en presencia del solicitante.

Oswaldo Martín Aguilar Pacci
 TECNOLÓGICO
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

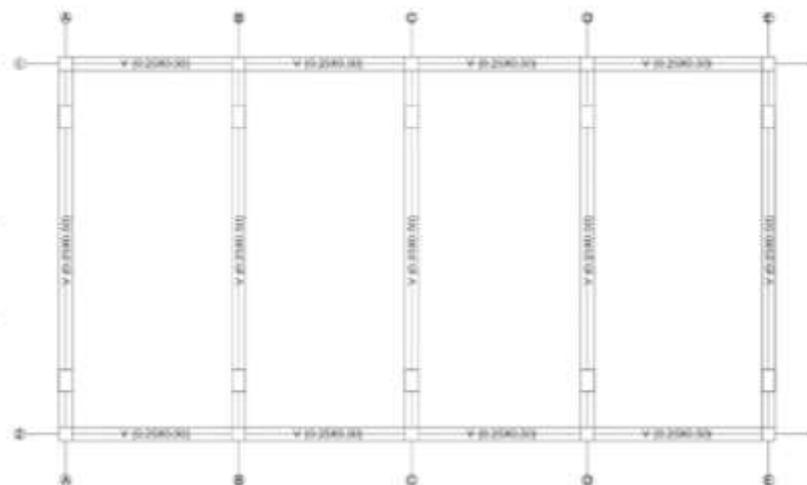


JOSÉ VARGAS LATORRA
 INGENIERO CIVIL
 CIP-106241



PLANTA ESTRUCTURAL PRIMER NIVEL

ESC. 1/50



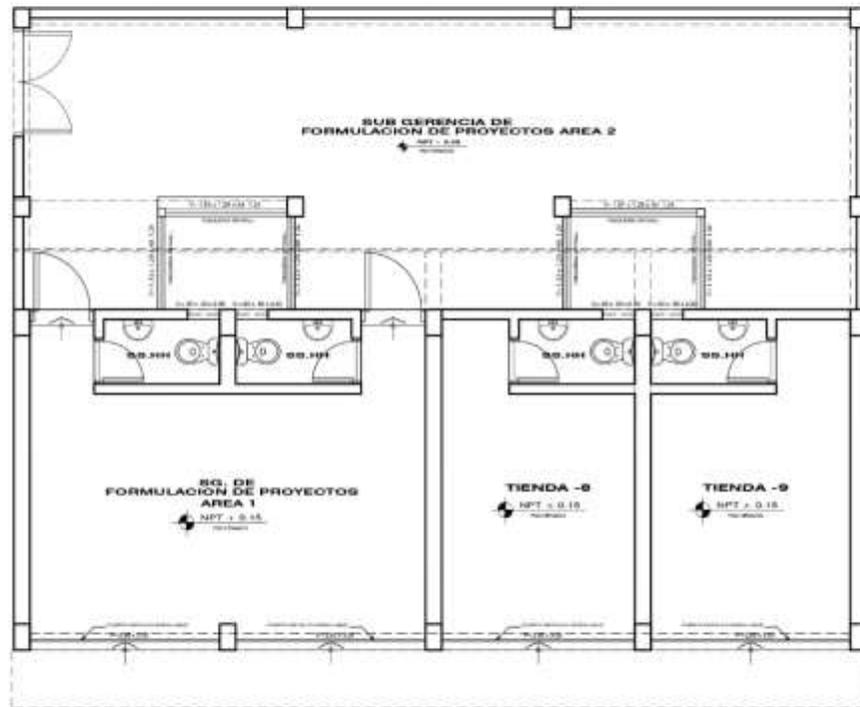
PLANTA ESTRUCTURAL SEGUNDO NIVEL

ESC. 1/50

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA

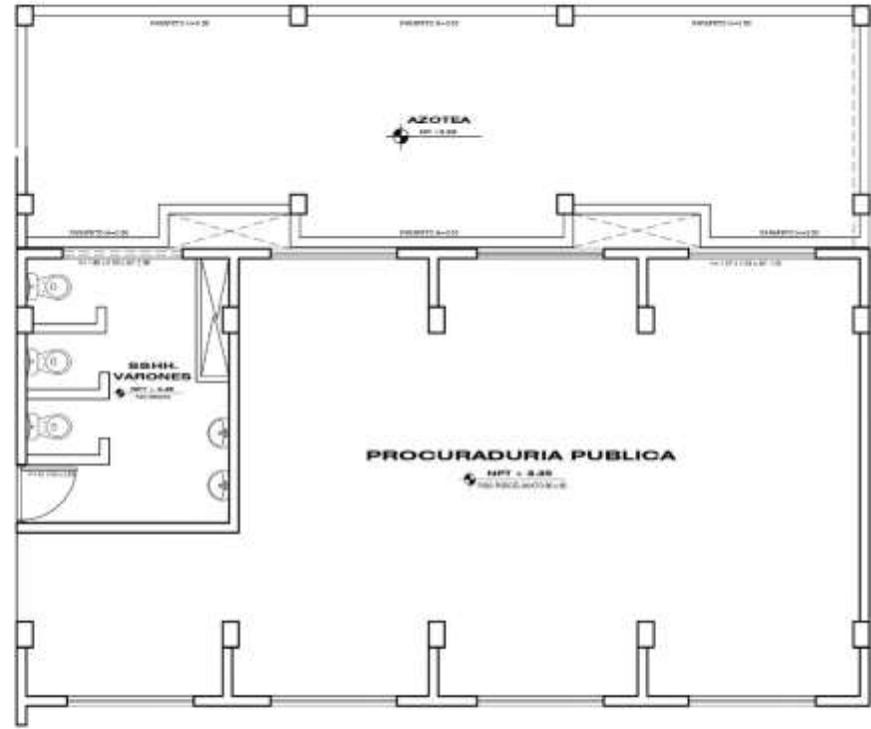
UNIVERSIDAD: TACNA	PROYECTO: CALIFICACIÓN ESTRUCTURAL, SERVIDO DEL BLOQUE "A" DEL LOCAL INSTITUCIONAL, CARRANDES DE LA SANCTI-SPIRITUS CRISTINA, EN CIUDAD NUEVA, TACNA 2020	
CIUDAD: TACNA		
PROYECTO: CIUDAD NUEVA		
PROYECTO: HIPÓLITO UMANUE		
TÍTULO: PLAN DE ELEVACIÓN BLOQUE "A"		
FECHA: 08/04/2021	INDICADAS	ABRIL 2021
PROYECTO: SERVIDO DEL BLOQUE "A"		

A-02



PLANTA DISTRIBUCIÓN PRIMER NIVEL

ESC.: 1/50



PLANTA DISTRIBUCIÓN SEGUNDO NIVEL

ESC.: 1/50

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO:	TACNA	INFORMACIÓN:	 A-01
PROVINCIA:	TACNA	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL (BRANCO DEL BLOQUE "A") DEL LOCAL INSTITUCIONAL "CASABLANCA" DE LA MUNICIPLICIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2022	
DISTRITO:	CIUDAD NUEVA	PLANO:	
CALLE:	HIPÓLITO UNANUE	PLANO DE DISTRIBUCIÓN BLOQUE "A"	
CAD:	BACH: INGENIERÍA CIVIL Y OTRAS INGENIERÍAS BACH: INGENIERÍA AERONÁUTICA Y ESPACIAL	ESCALA:	INDICADAS
AGENCIA:	SENCO S.A. SERVICIOS MAESTRO	FECHA:	ABRIL 2021