

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PUESTO DE SALUD SANTA BÁRBARA
MICRO RED BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA.”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. CHUNQUI BAUTISTA WILSON.

ASESOR:

Dr. Ing. MOSQUEIRA MORENO MIGUEL ANGEL

Cajamarca – Perú

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** WILSON CHUNQUI BAUTISTA
DNI: 72909043
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL
- Asesor:** Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO
Facultad: DE INGENIERÍA
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PUESTO DE SALUD SANTA BÁRBARA MICRO RED BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA
- Fecha de evaluación:** 23/08/2025
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 25%
- Código Documento: Oid:** 3117:486069377
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 24/08/2025

	 <p>Firmado digitalmente por: BAZAN DIAZ Laura Sofia FAU 20148258801 soft Motivo: En señal de conformidad Fecha: 24/08/2025 20:31:02-0500</p>
<hr/> <p>FIRMA DEL ASESOR Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO DNI: 26733060</p>	<hr/> <p>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</p>



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PUESTO DE SALUD SANTA BÁRBARA MICRO RED BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA.

ASESOR : Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0528-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 25 de agosto de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **veintiocho días del mes de agosto de 2025**, siendo las diez horas (10:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Vocal : M.Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.
Secretario : Ing. Marcos Mendoza Linares.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación privada de la tesis titulada **NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PUESTO DE SALUD SANTA BÁRBARA MICRO RED BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA**, presentado por el estudiante de Ingeniería Civil **WILSON CHUNQUI BAUTISTA**, asesorado por el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : 7 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 10 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 17 PTS. decente (En letras)

En consecuencia, se lo declara Aprobado con el calificativo de decente acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 11 am horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Presidente

M.Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.
Vocal

Ing. Marcos Mendoza Linares.
Secretario

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno.
Asesor

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la vida, salud y por permitirme alcanzar cada una de mis metas trazadas desde mi niñez.

A mi asesor, Dr. Ing. Mosqueira Morenos Miguel Angel, por su buena voluntad de ser parte de esta importante investigación realizada con mucho cariño para el bienestar de la población de Santa Bárbara.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, por su acopio, por todas las enseñanzas recibidas y experiencias que me brindo durante mi proceso educativo.

DEDICATORIA

A mi padre José Juan Chunqui Llico; por ser el pilar,
ente en todo este proceso, donde me brindo un apoyo
incomparable y buenos consejos para bienes
del día a día.

A mi familia que están presentes en mí, brindándome los
buenos consejos, lecciones y enseñanzas aprendidas, que
todo ello me ayudaron para ser persona de bien y sobre
todo para conseguir y cumplir con las metas trazadas.

A ti, por llegar y formar una familia maravillosa, por el
cariño brindado, tu tiempo y sobre todo por la buena
comprensión que nos damos día a día y que esto nos ayuda
a mejorar a ser buenas personas, gracias por ser parte y
ayudarme a cumplir mis metas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3 HIPÓTESIS	17
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.5 ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.5.1 Alcances	18
1.5.2 Delimitaciones.....	19
1.6 LIMITACIONES.....	19
1.7 OBJETIVOS.	19
1.7.1 Objetivo general	19
1.7.2 Objetivos específicos.....	19
1.8 DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS.....	20
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS	21
2.1.1 Antecedentes internacionales	21
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	22
2.1.3 Antecedentes locales	24
2.2 BASES TEÓRICAS	25
2.2.1 Sismicidad en el Perú	25
2.2.2 Sismicidad en Cajamarca	26

2.2.3	Vulnerabilidad sísmica (V)	28
2.2.4	Peligro sísmico	30
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	32
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		33
3.1	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	33
3.1.1	Ubicación política.....	33
3.1.2	Ubicación geográfica.....	33
3.2	PERIODO DE ESTUDIO	34
3.3	POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO Y UNIDAD DE ANÁLISIS	34
3.4	TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.5	TIPO DE ANÁLISIS	34
3.6	RECOLECCIÓN DE DATOS	34
3.6.1	Instrumentos de recolección de datos.....	35
3.7	PROCESAMIENTO DE DATOS	35
3.8	METODOLOGÍA.....	35
3.8.1	Revisión del expediente técnico	35
3.8.2	Modelamiento en el programa ETABS	35
3.8.3	Riesgo sísmico.....	36
3.8.4	Vulnerabilidad sísmica	37
3.8.5	Peligro sísmico	56
3.9	DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS DEL PUESTO DE SALUD	61
3.10	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	61
3.10.1	Propiedades y especificaciones técnicas del concreto	62
3.10.2	Propiedades y especificaciones técnicas del acero	62
3.11	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	62
3.11.1	Nivel de vulnerabilidad sísmica.....	62
3.11.2	Vulnerabilidad sísmica estructural.	62
3.11.3	Vulnerabilidad sísmica no estructural.	78
3.11.4	Nivel de vulnerabilidad sísmica.....	83
3.12	NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO.....	84
3.13	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO.....	85
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		86

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS.	86
4.1.1 Nivel de vulnerabilidad sísmica.	86
4.1.2 Nivel de peligro sísmico.	88
4.1.3 Nivel de riesgo sísmico.	88
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	89
5.1 CONCLUSIONES.	89
5.2 RECOMENDACIONES.	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
APÉNDICE.	94
APÉNDICE N°01: ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	94
APÉNDICE N°02: ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	103
APÉNDICE N°03: EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS MÓDULOS DEL PUESTO DE SALUD SANTA BÁRBARA – BAÑOS DEL INCA.	107
APÉNDICE N°04: METRADOS DE CARGAS	118
ANEXOS.....	123
ANEXO N°01: PLANOS DEL PUESTO DE SALUD SANTA BÁRBARA.....	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación geográfica.	33
Tabla 2: Calificación del riesgo sísmico.	36
Tabla 3: Nivel de riesgo sísmico.	36
Tabla 4: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica.	37
Tabla. 5: Combinaciones de los parámetros para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.	38
Tabla. 6: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica.	39
Tabla 7: Factores de Zona (Z).	40
Tabla 8: Factores de Uso (U).	41
Tabla 9: Periodos “TP” y “TL”.	42
Tabla. 10: factor de Suelo (S).	42
Tabla 11: Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas (Ro).	43
Tabla 12: Límites para la distorsión del entrepiso.	44
Tabla. 13: Área de barras de acero de refuerzo.	48
Tabla. 14: Valores de C_1	55
Tabla. 15: Valores del coeficiente de momentos “m” y dimensión crítica “a”	55
Tabla. 16: Valores de las variables para cuantificar el peligro sísmico.	56
Tabla 17: Rango de valores de las variables para cuantificar el peligro sísmico.	57
Tabla 18: Calificación del Peligro Sísmico.	58
Tabla 19: Valores Típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo.	60
Tabla 20: Parámetros para la obtención de la Pseudo Aceleración sísmica X (Regular).	63

Tabla. 21: Parámetros para la obtención de la Pseudo Aceleración sísmica Y (Regular).	63
Tabla. 22: Derivadas de entrepiso en la dirección X – Modulo A.....	65
Tabla. 23: Derivadas de entrepiso en la dirección Y – Módulo A.....	65
Tabla. 24: Espesor de la Junta Sísmica – Módulo A.....	66
Tabla. 25: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP – 101 Eje A-A.....	69
Tabla. 26: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP – 102 Eje B-B.	70
Tabla. 27: Momento Nominal Resistente y Actuante de VP – 103 Eje C-C.	70
Tabla. 28: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA en el eje 1-1, tramo A-B.....	70
Tabla. 29: Momento Nominal Resistente y Actuante de VA en el eje 3-3, tramo A-C.....	71
Tabla. 30: Momento Nominal Resistente y Actuante de VA en el eje 4-4, tramo A-C.....	71
Tabla. 31: Momento Nominal Resistente y Actuante de VA en el eje 5-5, tramo A-C.....	71
Tabla. 32: Momento Nominal Resistente y Actuante de VP – 201 Eje A-A.....	72
Tabla. 33: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP – 202 Eje B-B	72
Tabla. 34: Momento Nominal Resistente y Actuante de VP – 201 Eje C-C.	72
Tabla. 35: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA en el eje 1-1, tramo A-B.....	73
Tabla. 36: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA en el eje 3-3, tramo A-C.....	73
Tabla. 37: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA en el eje 4-4, tramo A-C.....	73
Tabla. 38: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA en el eje 5-5, tramo A-C.....	74
Tabla. 39: Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas – Primer Nivel –Módulo A. ...	75
Tabla. 40: Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas - Segundo Nivel - Módulo A.	76
Tabla. 41: Momentos de Inercia y Módulo de Sección de Columnas - Módulo A.....	77

Tabla. 42: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total - Primer Nivel.....	78
Tabla. 43: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total - Segundo Nivel.	78
Tabla. 44: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo A – Dirección X.	79
Tabla. 45: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo A – Dirección Y.	79
Tabla. 46: Parámetros para el Diseño Sismorresistente.	80
Tabla. 47: Verificación de la Estabilidad de Tabiques - Primer Nivel - Dirección X.	80
Tabla. 48: Verificación de la Estabilidad de Tabiques - Segundo Nivel - Dirección X	81
Tabla. 49: Verificación de la Estabilidad de Tabiques - Primer Nivel - Dirección Y.	82
Tabla. 50: Verificación de la Estabilidad de Tabiques - Segundo - Dirección Y.	83
Tabla. 51: Asignación de valores para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.....	83
Tabla. 52: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica del Puesto de Salud – Santa Bárbara.	84
Tabla. 53: Asignación de Valores para la evaluación del Peligro Sísmico.....	84
Tabla. 54: Nivel de Peligro Sísmico del Puesto de Salud – Santa Bárbara.	85
Tabla. 55: Valores de las variables para evaluar el riesgo sísmico.....	85
Tabla. 56: Nivel de riesgo sísmico del puesto de Salud – Santa Bárbara.	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1: Zonas Sísmicas del Perú.....	25
Figura. 2: Mapa de sismicidad del Perú para el año 2024.	27
Figura. 3: Mapa de calificación de provincias según nivel de Peligros sísmicos.	31
Figura. 4: Ubicación del Puesto de Salud.	33
Figura. 5: Fuerzas y Deformaciones Unitarias Internas para una Viga Rectangular Doblemente Reforzada.	45
Figura. 6: Sección rectangular de concreto armado sometido a Flexo Compresión.....	48
Figura. 7: Mecanismos de rótulas plásticas.	49
Figura. 8: Resistencia a flexión de las columnas en las caras de los nudos.....	50
Figura. 9: Esquema de Columna Típica.....	50
Figura. 10: Alturas de Columna Total y Columna Corta.....	52
Figura. 11: Esclerómetro INSTRONICS.	60
Figura. 12: Espectro de respuesta Dirección X (Regular).	64
Figura. 13: Espectro de respuesta Dirección Y (Regular).	64
Figura. 14: Derivas de entrepiso en la dirección X – Módulo A.	65
Figura. 15: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Módulo A.	66
Figura. 16: Junta Sísmica con el Módulo Derecho – Módulo A.	66
Figura. 17: Corte longitudinal de VP-102 del módulo A.....	68
Figura. 18: Corte longitudinal de VP-103 del módulo A.....	68
Figura. 19: Cortes Transversales de Vigas Principales Módulo A.	68
Figura. 20: Cortes Transversales de Vigas Secundarias Módulo A.....	69

Figura. 21: Secciones Transversales de Columnas del Módulo A.....	74
Figura. 22: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil – Modulo A.	77
Figura. 23: Zonas donde se realizaron los ensayos de Esclerometría.....	94
Figura. 24: Ensayo de Esclerometría.	95
Figura. 25: Ensayo de Esclerometría en parte inferior de la Columna.	95
Figura. 26: Ensayo de Esclerometría en parte central de la Columna.	96
Figura. 27: Ensayo de Esclerometría en la parte superior de la Columna.	96
Figura. 28: Ensayo de Esclerometría en la cara lateral de la viga.	97
Figura. 29: Ensayo de Esclerometría en el fondo de la viga.....	97
Figura. 30: Cumplimos con tarrajear las partes donde se realizaron el ensayo.	98
Figura. 31: Vista general del puesto de Salud Santa Bárbara.	108
Figura. 32: Verificación de medidas segundo piso.....	108
Figura. 33: Verificación de medidas primer piso.....	109
Figura. 34: Vista General de la deflexión de V.P Segundo piso.....	109
Figura. 35: Inspección de viga principal, primer nivel - eje B.	111
Figura. 36: Inspección viga principal, primer nivel- eje C.	111
Figura. 37: Inspección de losa aligerada segundo nivel, entre los ejes principales A-B y ejes secundarios 3-4.....	112
Figura. 38: Inspección de losa aligerada segundo nivel, entre los ejes principales B-C y ejes secundarios 3-4.....	113
Figura. 39: Inspección de losa aligerada primer nivel, en el eje principal B-C (voladizo) y ejes secundarios 3 y 4.	113
Figura. 40: Inspección en continuidad de columnas del primer y segundo nivel.	114

Figura. 41: Visualización de fisura en la C-3, entre los ejes C y 4.....	115
Figura. 42: Inspección en la falta de continuidad de columnas del primer y segundo nivel.	115
Figura. 43: Visualización de fisura en muro del eje B, módulo B.....	116
Figura. 44: Visualización de fisura en el muro del eje principal C y secundarios 3-4,	116
Figura. 45: Inspección de piso en la sala de espera, se observa una fisura por asentamiento	117

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. 1: Plano de Estructuras del Módulo A	123
Anexo 1. 2: Plano de Arquitectura del Módulo A.	123

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal “Determinar el nivel de riesgo sísmico del Puesto de Salud Santa Bárbara Micro Red Baños del Inca, Cajamarca”. Para este fin, se adaptó la metodología propuesta por el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, desarrollada en su tesis doctoral denominada: “Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional de Cajamarca”. Dados que los puestos de Salud son considerados edificaciones esenciales, su funcionamiento debe estar garantizado incluso durante y después de un evento sísmico, a fin de salvaguardar la vida y la integridad de las personas. En este contexto, resulta fundamental evaluar el nivel de riesgo sísmico al que está expuesto las infraestructuras del Puesto de Salud de Santa Bárbara. Para llevar a cabo esta evaluación se recopiló toda la información necesaria como documentación existente en el expediente técnico del proyecto, además de ello se realizó una inspección in situ de los elementos estructurales aplicando el ensayo no destructivo de esclerometría para estimar la resistencia del concreto en vigas y columnas. Adicionalmente a ello se hizo uso de la Norma Técnica Peruana vigente para analizar su comportamiento estructural, el análisis se complementó con una modelación computacional utilizando el software Etabs 2016, con lo cual se evaluó la respuesta sísmica ante diferentes escenarios sísmicos y que su nivel de vulnerabilidad sísmica resultó un nivel Medio, mientras que el peligro sísmico se evaluó en función del tipo de suelo, topografía y la sismicidad de la zona resultando un nivel Alto. En conjunto estos resultados permiten concluir que el Puesto de Salud de “Santa Bárbara – Micro Red Baños del Inca – Cajamarca” presente un nivel de riesgo sísmico Alto, por lo que se recomienda a tomar medidas de carácter preventivo mediante un especialista en el área de estructuras para una evaluación minuciosa y posteriormente dar una reparación exhausta.

Palabras claves: Riesgo sísmico, vulnerabilidad sísmica, peligro sísmico, sismicidad.

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the seismic risk level of the Santa Bárbara Micro Network Health Post in Baños del Inca, Cajamarca. To this end, the methodology proposed by Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno, developed in his doctoral thesis entitled "Seismic Risk in the Buildings of the Faculty of Engineering - National University of Cajamarca," was adapted. Since health posts are considered essential buildings, their operation must be guaranteed even during and after a seismic event, in order to safeguard the life and integrity of people. In this context, it is essential to evaluate the level of seismic risk to which the infrastructure of the Santa Bárbara Health Post is exposed. To carry out this assessment, all the necessary information was collected, such as existing documentation in the project's technical file. In addition, an on-site inspection of the structural elements was performed, applying non-destructive sclerometry testing to estimate the concrete strength of beams and columns. Additionally, the current Peruvian Technical Standard was used to analyze its structural behavior. The analysis was complemented by computational modeling using Etabs 2016 software, which evaluated the seismic response to different seismic scenarios and its seismic vulnerability level was Medium, while the seismic hazard was evaluated based on the type of soil, topography and the seismicity of the area, resulting in a High level. Together, these results allow us to conclude that the "Santa Bárbara - Micro Red Baños del Inca - Cajamarca" Health Post presents a High seismic risk level, so it is recommended to take preventive measures through a specialist in the area of structures for a thorough evaluation and subsequently carry out exhaustive repairs.

Keywords: Seismic risk, seismic vulnerability, seismic danger, seismicity.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Según la Organización de las Naciones Unidas (2020), nos muestra que durante los últimos 25 años tan solo han transcurrido un aproximado de 75 terremotos ya sea en América Latina o el Caribe, durante este largo tiempo y con los terremotos incluidos solo se han generado 226 000 muertos de diferentes edades y tan solo 339 000 heridos indistintamente dependiendo la edad. Estos movimientos telúricos que sacudieron la costa de América Latina y el Caribe tan solo han generado daños materiales elevados a 14 millones de personas de diferente clase social, en conjunto todo esto tiene una gran pérdida económica bajo el saldo de 54 000 millones de dólares. Todo esto se debe ya que los lugares mencionados líneas atrás se encuentran en una zona de alta sismicidad y están propensos a sufrirlos nuevamente. Pero de todas las zonas afectadas siempre hay las que resaltan más y tiene mayor probabilidad de ocurrencia en daños materiales y estructurales como son los países de Perú y Chile, ya que hay diversas teorías más antiguas que esta publicación donde se muestran que estos dos países destacan mayormente por la intensidades y magnitud que tienen. Es por ello que debido a lo antepasado y con relación a lo presente es que se ha elaborado este estudio con el fin de alertar a todo el ciudadano a estar preparados ante cualquier sismo generado por parte de un choque de placas tectónicas u otros agentes externos, el fin es mantener en alerta a todo ciudadano ya que el peor enemigo del ser humano ante los eventos sísmicos generados de diferente magnitud son los daños estructurales o las construcciones deficientes, claro ejemplo en Perú tenemos el sismo de 7.7 grados, ocurrido el 31 de mayo del año 1970, y como Perú no estaba preparado para estos evento genero un saldo de 70 mil muertos entre las 22 provincias del departamento de Lina, Ancash y la libertad, sucesos como estos eventos demuestran las eficiencias de cada región he ahí la importancia de construir algo seguro y resistente para una mayor seguridad.

Debido a los antecedentes mencionados es que se busca lugares donde la atención ante emergencias no pueda ser interrumpidas, es por ello que los hospitales y los puestos de salud se han vuelto necesarios ante un estudio para conocer su nivel de riesgo de las estructuras que la conforman, ya que estas edificaciones son del tipo esencial según la clasificación de nuestra normativa peruana. Como antecedente a todo ello hay que hacer mención al sismo ocurrido el 19 de septiembre del 1985 en la ciudad de México, en donde 3 de las grandes instituciones de salud fueron seriamente afectados haciendo un total de 5829 camas en completo estado no usado, al no tener una evacuación bien esclarecida, esto produce que las personas en su apuro

de salir puestas afuera quedaron atrapadas generando 295 personas heridas de manera considerable, todo esto ocurrió en el hospital Juárez que cuenta con mayor capacidad de personas; dentro de las personas que fueron afectadas por el sismo se encontraron a personal administrativo, doctores y pacientes a todo esto podemos decir que los establecimientos de salud tienen un nivel de peligro alto, razón por la que debemos tener en cuenta para las siguientes construcciones hacer con el uso de las normativas peruanas para así limitar los colapsos edificacionales. También es necesario evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones ya existentes, con el fin de identificar sus daños estructurales de la edificación y así planificar, diseñar, o reparar mediante métodos exhaustos las intervenciones físicas o las reestructuraciones que sean necesarias. (Cobo Tinajero & Barragán Aroca, 2018).

Según Sulca-Huamán, (2022), menciona que con el transcurrir de la historia, los movimientos sísmicos registrados a nivel nacional y mundial han evidenciado catástrofes de grandes magnitudes que han generado daños considerables e incluso hasta se ha podido lograr el colapso de estructuras ya sea de uno a más niveles. Este es un problema latente en el continente americano específicamente en los países de Perú y Chile, ya que forman parte del comúnmente llamado o conocido como Cinturón de Fuego del Pacífico, dicho esto los dos países en mención presentan una mayor sismicidad y con mayor peligro sus estructuras corren con el riesgo de ser derribados por movimientos telúricos. Además, el visto de hoy en día el crecimiento desordenado de las construcciones ya sea de edificaciones de gran impacto o no están generando condiciones de riesgo que pueden generar grandes pérdidas económicas y humanas. Dentro del continente americano Perú está expuesto a inundaciones, terremotos y tsunamis en cualquier momento, estos son condiciones no llevarse a destrucción como cuando sucede un movimiento por interacción del choque de las placas tectónicas que es todo lo contrario y puede generar lamentos no deseados.

Según el Instituto Geofísico del Perú, (2024), en el año 2024 se ha reportado sismos de manera alarmante como son de 3.6 a 16 km al este de la provincia de Jaén con una profundidad de 8 km, este hecho fue muy preocupante en la ciudadanía ya que genero una alerta ante un fuerte sacudido de tierra, también se reportó un sismo de 4.1 a 17 km al noreste de la provincia de Chota con una profundidad de 17 km, de la misma manera sucedió otro sacudido de tierra a la misma orientación y con un sismo de 3.8 a 16 km con una profundidad de 16 km, debido a estos últimos sismos que se están reportando en el departamento de Cajamarca la ciudadanía en general tiene una gran preocupación ante estos eventos porque ya no se han

reportado desde ya un largo tiempo, por lo que ante esta confianza y no hechos de estar ocurriendo movimientos sísmicos se ha venido avanzando mucho con las construcciones informales que se da por la falta de un profesional capacitado y con conocimiento de las normas técnicas peruanas dejando mucha preocupación ya que se vive día a día y estamos propensos a sufrir grandes pérdidas económica, pérdidas de vidas humanas y daños estructurales, todo esto puede ocurrir ya sea por el desconocimiento de la persona quien desea la construcción de su vivienda o por falta de capacitación o por la excesiva confianza que puede tener. Todo esto puede realizarse o puede ocurrir ya que Cajamarca se encuentra en la zona 3 o zona de alta sismicidad de acuerdo a nuestra Norma E.030.

Por lo tanto, la determinación del nivel de riesgo sísmico del Puesto de salud Santa Bárbara micro red Baños del Inca – Cajamarca se ha vuelto fundamental debido a que su diseño y funcionalidad que tienen cumplen un papel de manera importante dentro de la sociedad, como la construcción tiene ya más de 15 años en servicio de la comunidad de Santa Bárbara, esto hace que se amerite una investigación debido a la preocupación por parte de médicos, enfermeras, personal administrativo, pacientes y entre otros la razón es porque siempre aparecen las fisuras de manera constante, en menos de un mes después de tener un mantenimiento todas las infraestructuras, esto nos conlleva a pensar diferentes casos que puede estar sufriendo la estructuras ya sea por asentamiento o por un mal estado ya de la estructura.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de riesgo sísmico que presenta el Puesto de Salud Santa Bárbara micro red Baños del Inca - Cajamarca?

1.3 Hipótesis

El nivel de riesgo sísmico del Puesto de Salud Santa Bárbara micro red Baños del Inca-Cajamarca es alto; la estructura tiene un comportamiento sísmico no adecuado frente a un sismo de diferente magnitud y presenta daños considerables.

1.4 Justificación de la investigación

- ✓ Al ser el puesto de salud de Santa Bárbara una edificación esencial del tipo A1 según nuestra normativa peruana la E.030, y al ver las circunstancias en la que se encuentra dicho puesto de salud, nos vemos en la obligación de hacer un estudio exhaustivo de las estructuras existentes para saber el estado actual en que se encuentra, ya que conociendo

ello podemos estar alertados ante un evento sísmico de cualquier magnitud que se podría dar en cualquier momento dado que Cajamarca se encuentra en la zona 3 denominada zona de alta sismicidad y además a ello estamos muy cerca al comúnmente llamado “Cinturón de fuego del pacífico”.

- ✓ Bajo estas circunstancias, se nos hace de manera casi obligado hacer el estudio de las estructuras del puesto de salud para determinar el nivel de riesgo sísmico al que puede estar expuesto ante un evento sísmico, ya que si el estudio sale bajo entonces el puesto de salud puede atender con normalidad, pero si sale todo lo contrario se podría dar algunas recomendaciones para la mejora de las infraestructuras.
- ✓ Consecuentemente a ello esta investigación aportará información relevante al municipio de los Baños del Inca, y en general a todo el ciudadano de Santa Bárbara ya que pondrá en alerta sobre el nivel de riesgo sísmico al que está expuesto el Puesto de Salud de Santa Bárbara, para así tomar buenas decisiones e implementar medidas preventivas que salvaguarden la integridad estructural del establecimiento de Salud en beneficio de los pacientes, trabajadores y en general de todo ciudadano que concurre o podría concurrir ante una emergencia para así garantizar la seguridad de ellos mismos evitando pérdidas de vidas, pérdidas económicas y sobre todo evitar daños estructurales.

1.5 Alcances y delimitaciones de la investigación.

1.5.1 Alcances

- ✓ La presente investigación tiene como objetivo determinar el nivel de riesgo sísmico al que está expuesto el Puesto de Salud Santa Bárbara micro red Baños del Inca, para ello trabajaremos con el módulo central que en nuestro caso lo llamaremos módulo A, ya que consta de dos pisos y nos permite conocer bajo un modelamiento en ETABS los desplazamientos tanto en la dirección “X” como dirección “Y” que podría tener ante un sismo severo y éste módulo tiene en los ejes principales un sistema aporricado y en los ejes secundarios es de albañilería confinada.
- ✓ La investigación tendrá como guía lo propuesto por el Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno en su tesis doctoral denominado “Riesgo Sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca”, donde concluye en su investigación doctoral que el grado puede ser alto, medio o bajo según las características de cada sistema estructural.

1.5.2 Delimitaciones

- ✓ En esta investigación se ha evaluado el nivel de riesgo sísmico utilizando la metodología propuesta por el Ing. Miguel Mosqueira en su tesis doctoral, para lo cual se ha calculado la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico bajo las siguientes consideraciones.
 - ✓ El ensayo para la determinación del tipo de suelo donde se encuentra ubicado el Puesto de Salud se limita a hacer, ya que solo se ha visto únicamente los datos del ensayo realizado para la elaboración del expediente técnico.
 - ✓ La resistencia al concreto para el modelamiento ha sido considerada el promedio de los ensayos de esclerometría de cada uno tanto de columnas como de viga.

1.6 Limitaciones

- ✓ No se pudo obtener el acceso al cuaderno de obra para ver si los materiales fueron de buena o mala calidad, ya que esto influye mucho en la construcción, a las boletas de compra para ver si los materiales fueron tal como especifica las especificaciones técnicas.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo general

- ✓ Determinar el nivel de riesgo sísmico del Puesto de Salud Santa Bárbara micro red Baños del Inca-Cajamarca

1.7.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica del Puesto de Salud Santa Bárbara micro red Baños del Inca-Cajamarca
- ✓ Determinar el nivel de peligro sísmico del Puesto de Salud Santa Bárbara micro red Baños del Inca-Cajamarca

1.8 Descripción de los contenidos de los capítulos

- **Capítulo I: Introducción.** Presenta el planteamiento y formulación del problema, hipótesis propuesta, justificación, alcances y delimitaciones, limitaciones y objetivos de la investigación
- **Capítulo II: Marco Teórico.** Contiene antecedentes teóricos basados desde lo internacional, nacional y finalmente local, bases teóricas que nos ayudaran a un mejor fundamento del tema en investigación y finalmente concluye con una definición de términos básicos que nos ayudan a tener un mejor entendimiento del tema.
- **Capítulo III: Materiales y métodos.** Da a conocer la ubicación y el periodo de estudio, la recolecta de datos, el procedimiento y la metodología con el cual se realiza la investigación
- **Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados.** Describe cada uno de los resultados obtenidos
- **Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.** Responde a los objetivos planteados en el planteamiento del problema acorde a los resultados obtenidos en la investigación y además de ello da algunas recomendaciones en base a las conclusiones.
- **Referencias bibliográficas.** Comprende a las fuentes que se concurren para la presente investigación.
- **Apéndices**
- **Anexos**

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes teóricos

2.1.1 Antecedentes internacionales

Velásquez Espinales & Quiroz Fernández, (2023), en su artículo denominado “Análisis de riesgo sísmico del Hospital Solca de Manabí, en un escenario similar al ocurrido el 16 A”. este estudio tuvo como finalidad hacer una evaluación exhaustiva para conocer el nivel de susceptibilidad sísmica del Hospital de Solca, que se encuentra localizado en la ciudad de Portoviejo cuya provincia es Manabí, esta investigación tuvo una similitud basada en lo ocurrido el 16 de abril del 2016, cuyo sismo fue de gran magnitud, presentando un sismo de 7.8 Mw. Esta investigación tuvo un método aplicado de manera mixta, haciendo una combinación de Geomática Aplicada Avanzada, que esta metodología hace un análisis de Interometría de Radar de Apertura Sintética y un ensayo de esclerometría. Como finalidad se aplicó el enfoque estudio cualitativo con el fin de fomentar la capacidad de respuesta que tiene el usuario frente a que hacer cuando ocurre un sismo de gran magnitud encontrándose dentro de las infraestructuras del hospital, de los resultados obtenidos ante unas encuestas echadas a los diferentes áreas de trabajo que se encuentran ya sea laborando o prestando atención médica se pudo observar que la vulnerabilidad no supera el 20%, en conclusión diríamos que la vulnerabilidad que se presentó en ese momento fue de manera BAJA. Seguidamente de ello se concurren hacer las pruebas en campo con el ensayo no destructivo de esclerometría que se logró verificar la resistencia tanto de columnas, losas y vigas, se tomaron puntos en los elementos estructurales como son las columnas que cuyos resultados deben de ser como mínimo el 210 kg/cm² y como resultado se obtuvo una resistencia adecuada en función a los expedientes técnicos, todo lo contrario ocurrió con el método de INSAR en donde dio como resultado que su nivel de vulnerabilidad es baja, bajo estos contextos y al ver que los métodos no botan una similitud en los resultados de vulnerabilidad se recomienda hacer uso de otros métodos para hacer el análisis respectivo del Hospital.

Chimbolema Cacuango & Goyes Noboa (2022), en su artículo denominado “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas catalogadas como patrimonio cultural del casco urbano del cantón Guaranda”, se logró tener una conclusión que los eventos sísmicos por su génesis son efectos de una variabilidad intrínseca ocurridos por una actividad geológica interna del planeta ya sea por contener aguas termales o volcanes muy cerca de ellos, pero a pesar de

la existencia de ciertos fenomenos naturales tambien existe lo que comunmente conocemos como los sismógrafos que pueden ocurrir a temprana edad, pero ante todo esto no nos puede conllevar a responder de manera apresurada o inmedianta que los simos de diferente magnitud es producto de ello o por concecuancias de estos eventoaas. Ademas en su revista dicen que debido a la falta de normativas con las que fueron construidas en sus epocas no cuentan con una capacidad de resistencia alta para soportar un sismo de cualquier magnitud, esto debido a que las construcciones antiguas carecen en su diseño una aplicacion de la normativa para prevenbir eventos sismicos y que por esos años se construyeron las edificaciones sin ningun especialista en el tema de simsos. Todo ello no puede conllevar simplemente a que las edificaciones esten mal diseñadasd sino tambien tenemos que mirar lo externo a cada lugar ya que oueden estar afectos ante cualquier camboi climatico como por ejemplo en el tema de drenaje pluvial que puede causar concecuancias en la mamposteria de cada construcción dañando cada uno de los elementos estructurales.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Delgado Quispe & Pumainca Huayhua, (2023), en su investigación “Determinación de vulnerabilidad sísmica del Puesto de Salud del Distrito de Tuti en la Provincia.de Caylloma – Arequipa 2023”, el alcance principal a determinar fue el nivel de vulnerabilidad sísmica del lugar en mension al titulo, pero esta investigacion es debido a la zona en que se encuentra Arequipa, ya que según la normativa peruana esta se encuentra en una zona de alta sismicidad y propensos a sufrir daños esteructurales ante un evento proximo a realizasrse ya sea de dimension indistinta del movimineto sísmico, pero a parte de ello tambien se hace especial esta investigacion ya que al rededor de ello se enuentra muy cerca una posible falla geologica, que con ello puede traer muchas consecucncias graves no solo a la edificacion en estudio sino tambien a las demas edificaciones que se encuentrabn inmersas al lugar. Inicialmente para la determinacion de la vulnerabilidad sísmica se procedio in situ a un estudio visual detenidamente de cada estructura y de cada unos de los componentes que lo conforman para conocer con que configuracion esta echo cada edificacion y aparte conocer sus componentes que lo conforman, para ello se empleo fichas o materiales de construccion con por ejemplo la wincha para tomar medidas y posteriromente se realizara una toma de datos con el ensayo esclerometrico. Una vez realizada el estudio visual y haciendo uso del ensayo no destructivo se concluyo que la edificacion evaluada es segura todo esto debido al metodo que esta diseñado para evaluar establecimeitos de salud que esto nos dice que el I_s es menor al I_{so} . Por segundo caso de

metodología aplicada se usó el programa Etabas, lo cual identifico su funcionamiento con relación a la normativa y las derivas que es este caso si cumplió la relación de 7/1000 que corresponde a concreto armado.

Chambi Apaza, (2023), en su investigación realizada “Estudio de vulnerabilidad sísmica para la mejora de los parámetros estructurales del hospital regional de moquegua tipo 2b, moquegua 2020” tuvo un objetivo muy particular y sensato que fue proponer mejoras en los elementos estructurales del Hospital Regional de Moquegua, pero para llevar a hacerlo realidad esas metodologías tuvo que partir de una evaluación sísmica y juntando los posibles daños estructurales que podría padecer las estructuras del Hospital frente a un evento sísmico producido de manera inesperada. Esta investigación fue no experimental sino simplemente de enfoque cuantitativo y sobre todo que conlleva a una descripción de manera concreta, para evaluar los 5 pabellones que lo conformaban siguió los lineamientos encontrados en el Método ATC 21 (FEMA – 154) y el índice de vulnerabilidad de Benedetti y Pretini. Mediante esta combinación de métodos llegó a una conclusión que tiene un nivel de vulnerabilidad bajo, propenso a daños leves, pero entre los mayores daños estructurales encontramos a las fisuras y grietas, cuya aparición es baja con respecto a los daños que puede causar un sismo ya que esto hace movimientos telúricos y generan daños considerables. En base a ello, propone unas recomendaciones que se deben de realizar de forma inmediata las reparaciones estructurales aumentando el refuerzo estructural para contrarrestar los efectos de torsión en planta por medio de arrostramientos metálicos diagonales.

Tamayo Tejada, (2023), en su investigación “Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas según esquemas estructurales de la urbanización Chanu Chanu primera etapa Puno, 2023”, se centró básicamente en el objetivo de determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas o mejor dicho en las viviendas que fueron construidas sin ningún especialista, sino simplemente por el más conocido como maestro de obra. Para realizar todo ello se basó básicamente en la metodología aplicada denominada como el método científico, esta metodología es aplicada, con un nivel descriptivo y diseño no experimental. Los resultados esperados fueron según INDECI y el método de FEMA quien nos dice que el 50% de las viviendas aporricadas presentan una vulnerabilidad moderada, el 46% de viviendas de albañilería presentan vulnerabilidad alta y finalmente el 50% de viviendas de esquema estructural mixto muestran una vulnerabilidad muy alta; según estas conclusiones podemos decir que no es bueno la construcción hecha por personas

simplemente que cuenten con el conocimiento del proceso constructivo en edificaciones, sino que también hay que tener en claro que siempre es bueno las recomendaciones dadas por el especialista ya que nos puede ayudar a prevenir pérdidas de vidas humanas, daños materiales y estructurales.

2.1.3 Antecedentes locales

Julca Alcántara (2024), en su tesis para optar en el grado académico de maestro en ciencias de la ingeniería denominada “Riesgo sísmico en establecimientos de salud categoría ii-1 en el distrito de Cajamarca – 2024”, concluyo en su estudio que el nivel de riesgo sísmico en los establecimientos de salud II y I tiene una clasificación de tipo medio y esto es porque al momento de su construcción se encontró con personal capacitado en la guía del proceso constructivo, además de ellos los planos fueron elaborados por personas que conocen del riesgo al que pueden estar expuestos frente a un evento sísmico, aunque en las medidas dadas se pueden ver que las vigas no pueden soportar adecuadamente más cargas vivas o muertas expuestas ante un posible aumento de pisos ya que a simple vista se nota que fueron diseñados simplemente para uno y dos niveles y esto ajustado cálculos porque frente a un evento sísmico estas pueden colapsar o tener deformaciones en las direcciones X e Y. pero sin embargo estas son ejemplos a seguir muchas de las construcciones informales que no garantizan una estabilidad de la estructura.

Flores Cueva (2022), en su investigación denominada “Nivel de riesgo sísmico del centro educativo de nivel primario n°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca – Cajamarca.”, bajo los análisis y métodos aplicados concluyo que el nivel de riesgo sísmico del Centro Educativo es Alto debido a muchas fallas estructurales encontradas in situ pero en su mayor magnitud se hace fuerte la presencia de fisuras debido a posibles asentamientos o a fallas producidas por agentes externos a la construcción como por ejemplo la falta de un drenaje adecuado, todo esto con lleva a desprendimientos de tarrajes, aparición de eflorescencias que dañan continuamente las infraestructuras de la institución educativa y hasta ya se está presentando según sus anexos a una fuertes deflexiones de vigas por lo que siguiere un nuevo análisis de suelo, estudio más detalladamente con personal capacitado para una mejora del centro educativo y así el alumnado no contar con ningún riesgo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sismicidad en el Perú

Según la Norma de Diseño Sismorresistente vigente, Perú está clasificada en 4 zonas, como se puede ver en la figura 1, cuando llegan a cruzarse o simplemente chocan entre ellas las placas tectónicas ya sea la placa oceánica (Nazca) y la placa continental (sudamericana) producen una energía descontrolada que se van saliendo desde lo interior de la corteza hacia lo exterior mediante ondas sísmicas así generando movimientos con una dimensión determinada.

El instituto Geofísico del Perú (IGP), tiene un seguimiento de los sismos que se generan en el Perú y el cual los clasifica de acuerdo a su profundidad focal de cada sismo, los cuales los clasifica en: superficiales, intermedio y profundos. Además, indica en conclusión que el nivel de peligrosidad sísmica en el Perú es “ALTO”, con mayor actividad en las zonas 3 y 4, y una actividad moderada en las zonas 1 y 2 (Instituto Geofísico del Perú, 2023)

Figura. 1: Zonas Sísmicas del Perú

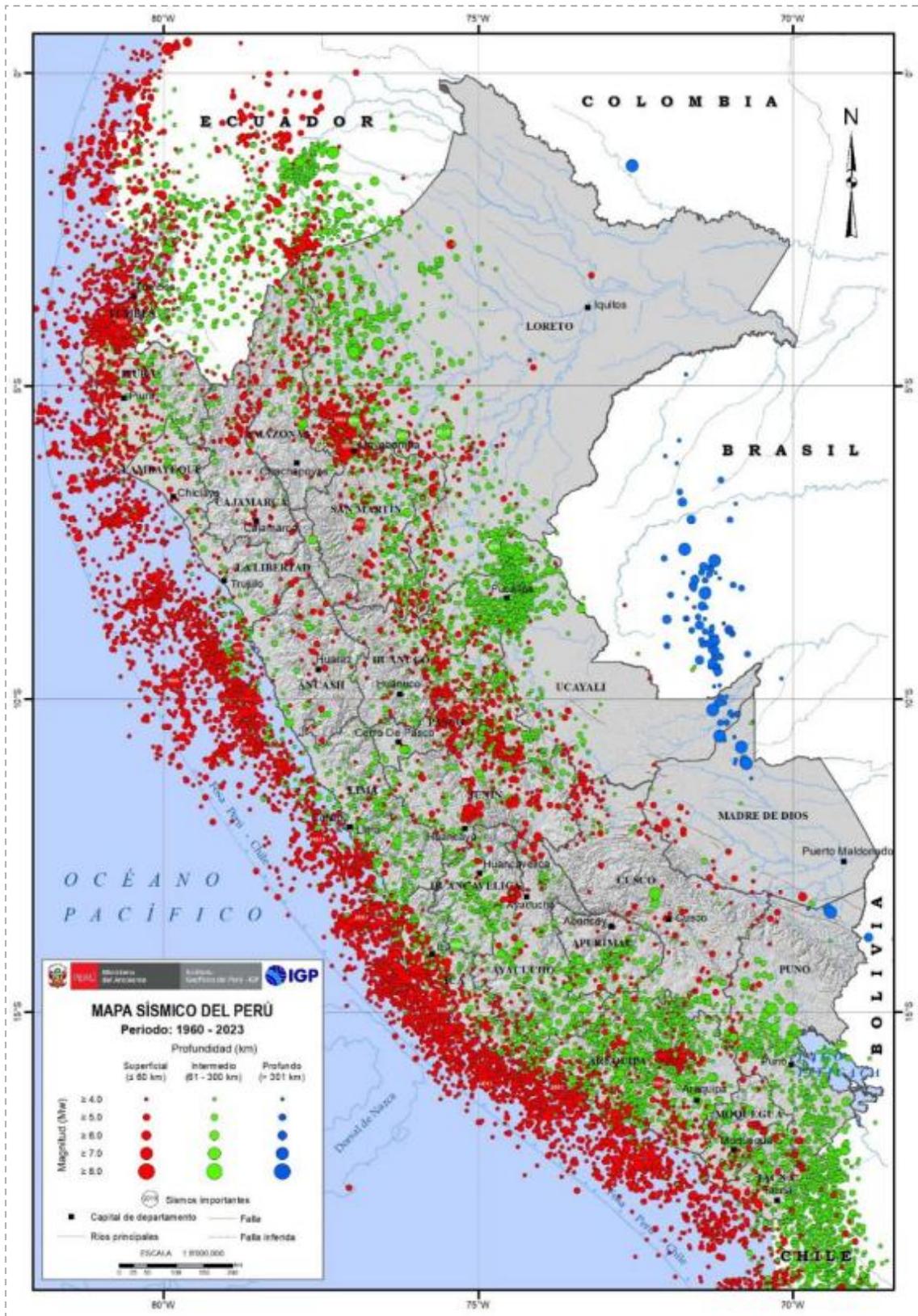


Fuente: E.030, 2019.

2.2.2 Sismicidad en Cajamarca

Cajamarca está ubicada en una zona de alta sismicidad según la Norma Técnica Peruana E.030 (2019) y pertenece a la zona 3, en donde por la presencia del comúnmente llamado cinturón del fuego pone en riesgo la vida humana, infraestructuras y entre otras cosas. Aunque en la ciudad de Cajamarca no se haya registrado aún un sismo de poca o gran magnitud esto no quiere decir que estemos ajenos ante un evento sísmico, ya que contamos con zonas geológicamente activas, donde también hay manifestaciones hidrotermales, como por ejemplo a 15 minutos de la ciudad de Cajamarca como es el distrito de los Baños del Inca, como ya sabemos las aguas termales se originan cuando el agua subterránea se calienta por contacto con rocas calientes en el interior de la tierra las mismas que pueden generar sismos de diferente magnitud, ya que el movimiento de las placas tectónicas o el ascenso de magma causa tensiones en la corteza terrestre. Esto ariá que vivamos de manera similar lo que esta pasando en las provincias aledañas de Cajamarca como Jaén y Chota en donde están ocurriendo sismos de manera casi constante.

Figura. 2: Mapa de sismicidad del Perú para el año 2024.



Nota: lo más resaltante es el color rojo que representa mayor concentración de sismos en el territorio nacional. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2024)

2.2.3 Vulnerabilidad sísmica (V)

Para Kuroiwa Horiuchi Julio (2010), la vulnerabilidad sísmica abarca diversos daños que pueden hacer sufrir a los elementos estructurales durante la presencia de un sismo sin importar la magnitud de ella y está en función de características del propio diseño de la edificación y de la calidad de los materiales.

Según Sandy (1986), la vulnerabilidad sísmica está asociada a una ley de causa-efecto, en donde la causa o la acción sería el sismo con el que actúa ante una estructura y el efecto o la reacción es el daño proveniente de ello en la misma estructura.

La vulnerabilidad Sísmica tiene una sub variable fundamental que es el peligro y este ya trae consigo mismos daños estructurales independientemente del nivel de sismo que se haya producido, y es ahí donde resalta la calidad de la edificación con la que fue construida.

2.2.3.1 Clases de vulnerabilidad sísmica

2.2.3.1.1 Vulnerabilidad estructural

Según Salvador Safina (2002), la vulnerabilidad sísmica estructural está en función del daño de los elementos estructurales que se puedan generar ante un sismo, al momento de actuar el sismo ya se ve la reacción por parte de ellos mismos y en esa reacción que tienen se puede ver la calidad con la que fue construida, diseñada al momento de la ejecución las diferentes estructuras; sin embargo, esto pueden generar un deterioro mas no con llevar a la destrucción pero ante este hecho se hace necesario la reparación bajo diferentes metodologías de los elementos estructurales dañados para así seguir continuar con la servicialidad.

Además, dice que el daño al que se está expuesto las estructuras desde el punto de vista cuantitativo también difiere mucho de los agentes externos como por ejemplo el clima, que a veces no de drena de manera eficiente generando así eflorescencias, desprendimientos y de la mucha humedad hasta ya se puede generar deflexiones ya sea de vigas o columnas.

2.2.3.1.2 Vulnerabilidad no estructural

Para Cardona Arboleda (1999) el termino no-estructural adjunta todos los elementos que ayudan a tener una mejor visualización de la edificación como pueden ser el caso de tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, etc., estos cumplen funciones importantes

dentro de un edificio, en palabras comunes podemos decir que le dan vida como la plomería, calefacción, aire acondicionado, conexiones eléctricas, etc., o que simplemente están dentro de las instalaciones (equipos); ante todo esto podemos decir que la edificación está dividida en tres categorías de manera más explícita como es arquitectónicos, instalaciones y equipos. Y que esto conlleva en conjunto con las estructuras a unos posibles daños estructurales frente a un evento sísmico de cualquier magnitud por lo que en un hospital es responsabilidad a detalle conllevar el estudio de cada uno de sus elementos que los conforman.

2.2.3.1.3 Vulnerabilidad funcional

Según la OPS (1993), la vulnerabilidad funcional viene dado por los diversos factores que estos incrementan el nivel de perturbación funcional, si bien es cierto con esto podemos tener una buena distribución de los ambientes pero no somos conscientes de que estos mismos nos pueden conllevar a una mayor probabilidad de daños estructurales cuando exista algún tipo de sismo; y para ello es bueno contar con un plan de emergencia, contar con una buena señalización y buena viabilidad de accesos para así estar listo ante cualquier movimiento sísmico.

2.2.3.2 Método para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

De acuerdo a la metodología aplicada la vulnerabilidad sísmica es determinada bajo dos variables fundamentales, una de las variables será su comportamiento sísmico y la otra variable tiene que ver con el estado actual del Puesto de Salud.

Para la primera variable que corresponde al comportamiento sísmico se tendrá en cuenta las normativas vigentes de E.020, E.030, E.060 y E.070. en donde cuantificaremos los parámetros sísmicos para hallar la Pseudo aceleración sísmica en el eje “X e “Y”; además de ellos mediante el modelamiento del ETABS obtuvimos los desplazamientos que esta puede tener ante un evento sísmico severo para luego calcular sus derivas y hacer una comparación si estamos dentro o fuera del rango permitido por la norma E.030 (2019). Para conocer su comportamiento sísmico también se procede a analizar el comportamiento tanto de vigas como columnas. Asimismo, para el estado actual del puesto de Salud haremos un recorrido en todos los módulos para ver el tipo de fallas que están presentes. Todo ello corresponde a la evaluación sísmica estructural y para la vulnerabilidad sísmica no estructural analizaremos la tabiquería presente que para ello tendremos presente el plano de arquitectura obtenido del puesto de salud.

Salvador Safina, (2002) dice que hay diferentes estrategias utilizadas para la cuantificación de la vulnerabilidad sísmica, tanto en términos relativos (clases e índices de vulnerabilidad), como en términos absolutos (matrices de probabilidad de daño, funciones de vulnerabilidad y curvas de fragilidad), y que entre ellas hay una diferencia en que las primeras no permiten estimar de manera directa los daños esperados para un nivel de acción determinada, sino que permite calificar de manera relativa la mayor o menor predisposición de una estructura a sufrir daño, mientras que la segunda conducen a relaciones explícitas que permiten estimar de manera directa los daños esperados para los diferentes niveles de la acción sísmica.

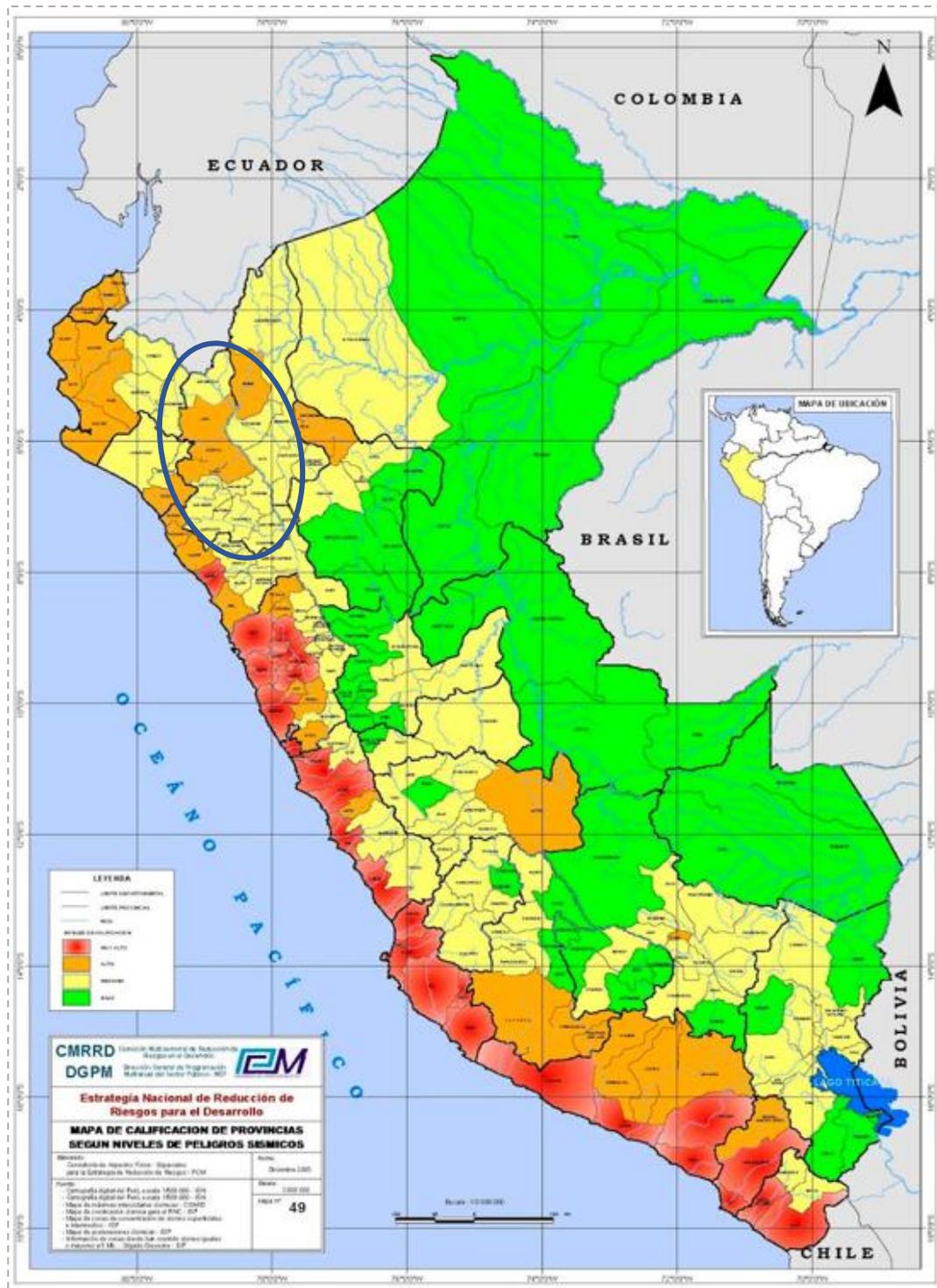
2.2.4 Peligro sísmico

Al hablar de peligro sísmico estamos hablando de ocurrencias con mayor probabilidad de ocurrencia ante un daño a existir sea cual sea la intensidad del sismo, hablar de peligro está abarcando muchas cosas de fractura miento que se puede generar ante un sismo, como por ejemplo se puede hablar de colapsos, derrumbes, agrietamiento en los suelos y entre otras cosas más por parte de la geología externa que se pueda dar. (Bommer, Salazar, & Samayoa, 1998)

El peligro sísmico es la probabilidad con la que puede ocurrir un sismo, dentro de un período determinado, una determinada localidad o zona (Kuroiwa Horiuchi, Julio, Pando Merino, & Pando Pacheco, 2010).

Peligro sísmico representa en conclusión podríamos decir todo lo que puede generar daños ya sea a los seres humanos con pérdidas de vidas (al encontrarse en el interior de las viviendas), pérdidas económicas al momento de colapsar la estructura entre otras cosas demás, esto puede suceder en un abrir y cerrar de ojos, durante un tiempo determinado, es por ello que debemos estar atentos y sobre todo estar bajo una estructura diseñada y construida con normas de diseño sismorresistente para que de la seguridad en dicho evento sísmico.

Figura. 3: Mapa de calificación de provincias según nivel de Peligros sísmicos.



Nota: lo de color rojo muestra la mayor concentración de sismos registrados, lo de color naranja baja un poco en relación a la cantidad de sismos producidos, lo de amarillo de igual manera en relación a lo último mencionado y finalmente lo de verde que ha habido una menor concentración de sismos. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2020)

2.3 Definición de términos básicos

- **Riesgo sísmico:**

Es el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras dentro de un tiempo determinado mientras se encuentran expuestas a la acción sísmica. (Tavera & Bernal Esquia, 2014)

- **Vulnerabilidad:**

Es el grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico que se pueda ocasionar de diferentes magnitudes. (Tavera & Bernal Esquia, 2014)

- **Peligro Sísmico:**

El peligro sísmico representa la probabilidad de daño al que está expuesta una infraestructura y esta puede ocurrir dentro de un periodo de tiempo y un área determinada. (Tavera & Bernal Esquia, 2014)

- **Sismo:**

Son vibraciones o sacudimientos de la corteza terrestre causados por ondas sísmicas generadas por la liberación de energía acumulada dentro de la corteza y el manto terrestre. (Tavera & Bernal Esquia, 2014)

- **Estabilidad de tabiques:**

Es la resistencia que ofrece el muro no portante ante fuerzas laterales perpendiculares a su plano donde se evalúa si el momento que actúa es menor o mayor al momento que soporta el muro para verificar su volteo. (Sánchez Paredes & Quispe Jiménez, 2023)

- **Ensayo de esclerometría**

Ensayo no destructivo que permite estimar la resistencia a compresión de concretos endurecidos (Calavera Ruiz, 2005)

- **Eflorescencia**

Son cristales de sales, generalmente blanco, que se depositan en la superficie de ladrillos, tejas y pisos cerámicos o de hormigón. (Orrillo Rojas, 2017)

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la zona de estudio

3.1.1 Ubicación política

- ✓ Lugar: Puesto de Salud Santa Bárbara micro Red Baños del Inca
- ✓ Distrito: Baños del Inca
- ✓ Provincia: Cajamarca
- ✓ Departamento: Cajamarca

3.1.2 Ubicación geográfica

La investigación se realizó en el “Puesto de Salud Santa Bárbara micro red Baños de Inca”, ubicado en el distrito de los Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca.

Tabla 1: Ubicación geográfica.

CUADRO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA				
PUESTO DE SALUD	DIRECCIÓN	COORDENADAS		ALTITUD (M)
		ESTE	NORTE	
Santa Barbara - micro red Baños del Inca	Avenida Manuel Noriega S/N	775530	9211128	2704

Figura. 4: Ubicación del Puesto de Salud.



Fuente: Google Earth Pro.

3.2 Periodo de estudio

Esta investigación tuvo un periodo de tiempo entre los meses de octubre del año 2024 y junio de 2025. Al concurrir al lugar in situ y ver que la estructura tiene 15 años de antigüedad nos vimos en la necesidad de realizar una investigación exhaustiva debido al funcionamiento que tiene como edificación.

3.3 Población, muestra de estudio y unidad de análisis

- ✓ **La población** está constituida por todos los Puestos de Salud pertenecientes al Distrito de los Baños del Inca siendo de uno a dos pisos como máximo.
- ✓ **La muestra** se realizó empleando un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia y está constituida por el Puesto de Salud de Santa Bárbara, asignado para la atención a los pacientes.
- ✓ **La unidad de análisis** se consideró a los módulos más antiguos del Puesto de Salud de Santa Bárbara Micro Red Baños del Inca.

3.4 Tipo de investigación

La investigación esta propensa a ser descriptiva, ya que con ello vamos a determinar, analizar y explicar el nivel de riesgo sísmico al que está expuesto ante un posible evento sísmico que se presente de cualquier magnitud.

3.5 Tipo de análisis

Será de tipo cuantitativo porque a través del ensayo no destructivo de esclerometría obtendremos resultados y cualitativo porque tenemos dos parámetros a evaluar como el nivel de vulnerabilidad y el peligro sísmico.

3.6 Recolección de datos

La información requerida para la elaboración de la siguiente tesis corresponde al expediente técnico del Puesto de Salud Santa Bárbara Micro Red Baños del Inca, el cual fue proporcionado por el mismo Puesto de Salud. Con ello encontramos lo necesario para hacer una buena determinación de las características estructurales y no estructurales de los módulos de dicho puesto de salud; además se nos brindó el estudio de mecánica de suelos (EMS) que es de mucha importancia, entre otras.

3.6.1 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos más resaltantes y usados para la presente investigación son:

- ✓ **La observación:** Para determinar el estado actual, sus características estructurales y no estructurales del Puesto de Salud.
- ✓ **Esclerómetro** (Ensayo no destructivo): Para evaluar la resistencia a compresión (kg/cm²) de los elementos estructurales (Vigas y Columnas) in situ.
- ✓ **Cámara fotográfica:** Mediante la visualización del estado estructural actual, se procedió a tomar fotografías para poder elaborar un diagnóstico actual de los módulos del puesto de salud.

3.7 Procesamiento de datos

En esta investigación primero se hizo una inspección visual in situ, luego analizamos los planos, el estudio de mecánica de suelos, entre otros, y finalmente utilizaremos el software computacional ETABS v.16, luego softwares como Autodesk AutoCAD 2018, MS Word y finalmente MS Excel.

3.8 Metodología

3.8.1 Revisión del expediente técnico

Una vez brindada toda la información por el Puesto de Salud Santa Bárbara se revisó a detalle cada documento alcanzado como los planos estructurales y arquitectónicos, los planos estructurales sirvió para evaluar donde realizar el ensayo no destructivo de esclerometría, así como también para el modelamiento y conocer las medidas de cada sistema estructural y no estructural, así como la resistencia del concreto de diseño y así mismo la fluencia del acero y de los planos arquitectónicos para hacer el análisis de tabiquerías.

3.8.2 Modelamiento en el programa ETABS

Una vez realizado la lectura correspondiente de los planos y echo el ensayo en 10 puntos de esclerometría se procedió a realizar el modelamiento en el programa Etabs para luego determinar los desplazamientos, derivas, fuerzas Horizontales entre otros.

3.8.3 Riesgo sísmico.

Para poder determinar el Nivel de Riesgo Sísmico del Puesto de Salud Santa Bárbara Micro Red Baños del Inca se aplicó la metodología propuesta por el ing. Miguel Mosqueira Moreno en su Tesis Doctoral “Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca”. Esta metodología nos permite saber la respuesta de una estructura ante un sismo severo y está basada en la ecuación de Kuroiwa (2002).

$$\text{Riesgo Sismico} = 50\% \times \text{Vulnerabilidad Sismica} + 50\% \times \text{Peligro Sismico}$$

3.8.3.1 Calificación y nivel de riesgo sísmico.

Para obtener la calificación numérica de Riesgo Sísmico, se reemplazarán valores numéricos obtenidos de Vulnerabilidad y Peligro sísmico. El valor obtenido se comparará con la calificación del Riesgo Sísmico haciendo uso de la Tabla 2 y Tabla 3. lo que permitirá asignar el Nivel de Riesgo Sísmico del puesto de Salud evaluado.

Tabla 2: Calificación del riesgo sísmico.

CALIFICACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO.			
Vulnerabilidad	1.0	2.0	3.0
Peligro			
1	1.0	1.5	2.0
2	1.5	2.0	2.5
3	2.0	2.5	3.0

Fuente: Mosqueira & Tarque (2005).

Tabla 3: Nivel de riesgo sísmico.

CALIFICACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO.			
Vulnerabilidad	BAJA	MEDIA	ALTA
Peligro			
BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO

Fuente: Mosqueira & Tarque (2005).

- ✓ **Nivel de Riesgo Sísmico Alto.** La estructura está expuesta a sufrir daños frente a un sismo generarse un colapso, todo esto también porque la estructura se encuentra sobre un suelo blando (Mosqueira, 2012).
- ✓ **Nivel de Riesgo Sísmico Medio.** La estructura tiene un comportamiento sísmico bueno ya que está ubicado en un suelo fuerte; además la estructura puede sufrir daños, pero esta puede o no colapsar ante la presencia de un sismo (Mosqueira, 2012).
- ✓ **Nivel de Riesgo Sísmico Bajo.** La edificación tiene un comportamiento sísmico bueno y solo pueden fallar los tabiques ante la presencia de un sismo (Mosqueira, 2012).

3.8.4 Vulnerabilidad sísmica

Los valores cuantitativos para evaluar la vulnerabilidad sísmica estructural y no estructural se tomara según descrito por Mosqueira (2012).se observa en la Tabla 4:

Tabla 4: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica.

Estructural			No estructural		
Comportamiento sísmico (60%)	Estado Actual (30%)		Tabiquería y Parapetos (10%)		
Adecuado	1 Buena Calidad	1	Todos Estables	1	
Aceptable	2 Regular Calidad	2	Algunos Estables	2	
Inadecuado	3 Mala Calidad	3	Todos Inestables	3	

Fuente: Mosqueira (2012).

$$\text{Vulnerabilidad sísmica} = (0.60 * \text{Comportamiento sísmico}) + (0.30 * \text{Estado Actual}) + (0.10 * \text{Estabilidad de Tabiques})$$

Tabla. 5: Combinaciones de los parámetros para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.

Vulnerabilidad Sísmica	Estructural			No estructural			Valor Numérico			
	Comportamiento sísmico (60%)			Estado Actual (30%)						
	Comportamiento sísmico (60%)	Estado Actual (30%)	Tabiquería y Parapetos (10%)							
	Adecuado	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala	Estable	Algunos Estables	Inestables	
BAJA	x			x			x			1.0
	x			x				x		1.1
	x			x					x	1.2
	x				x		x			1.3
	x				x				x	1.4
MEDIA	x				x					1.5
	x					x	x			1.6
	x					x		x		1.7
	x					x			x	1.8
		x			x			x		1.6
					x				x	1.7
					x				x	1.8
						x		x		1.9
						x			x	2.0
						x			x	2.1
	ALTA		x				x	x		
		x				x		x		2.3
		x				x			x	2.4
			x	x				x		2.4
			x	x					x	2.3
			x		x			x		2.4
			x		x					2.5
			x		x				x	2.6
			x		x				x	2.7
			x			x	x			2.8
			x			x		x		2.9
		x			x			x	3.0	

Fuente: Mosqueira & Tarque (2005).

Al resultado obtenido le comparamos con la Tabla 6: para obtener el nivel de Vulnerabilidad Sísmica.

Tabla. 6: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica.

Vulnerabilidad Sísmica.	Rango
Baja	1.00 a 1.40
Media	1.50 a 2.10
Alta	2.20 a 3.00

Fuente: Mosqueira & Tarque (2005).

3.8.4.1 Vulnerabilidad sísmica estructural

Para su determinación tendremos en cuenta los dos parámetros en los cuales se sub divide para una mejor evaluación como es en su comportamiento sísmico y en su estado actual.

3.8.4.1.1 Comportamiento sísmico

El comportamiento sísmico del puesto de salud de Santa Bárbara se evaluará bajo las normas técnicas vigentes de E.020, E.030, E.060 y E.070.

A. Análisis sísmico espectral

a. Aceleración Espectral

Para poder simular el sismo la normativa E.030 (2019), permite hacerlo mediante un espectro de pseudo aceleración, que se calcula usando la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Donde.

- ✓ Sa: Aceleración espectral.
- ✓ Z: Factor de zona.
- ✓ U: Factor de uso.
- ✓ C: Factor de Amplificación Sísmica.
- ✓ S: Factor de Suelo
- ✓ R: Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas.
- ✓ g: aceleración de la gravedad.

b. Factor de Zona (Z)

Como se puede observar en la Tabla 7 cada zona tiene un factor Z. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años (Norma Técnica E.030, 2019).

Tabla 7: Factores de Zona (Z).

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

Fuente: E.030 (2019).

c. Categoría de la edificación y factor de uso (U)

El factor de uso se usa según la clasificación que se haga, para edificios con aislamiento sísmico en la base se puede considerar $U=1$. (Norma Técnica E.030, 2019).

Tabla 8: Factores de Uso (U).

CATEGORÍAS DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
Categoría	Descripción	Factor U
A. Edificaciones Esenciales	A1. Establecimientos del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2. Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> · Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. · Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. · Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía · Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. · Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. · Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. · Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado 	1.5
B. Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C. Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1
D. Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2
Ver nota 1	Las nuevas edificaciones de categoría A1 tiene aislamiento sísmico en la base cuando se encuentran en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1.5.	
Ver nota 2	En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.	

Fuente: E.030 (2019).

d. Factor de Suelo (S)

Para los periodos TP y TL y el factor de suelo S usaremos las Tablas 9 y 10 respectivamente.

Tabla 9: Periodos “TP” y “TL”.

PERIODOS “TP” Y “TL”				
	Perfil de Suelo			
	So	S1	S2	S3
TP(s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL(s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: E.030 (2019).

Tabla. 10: factor de Suelo (S).

FACTOR DE SUELO “S”					
	Suelo	So	S1	S2	S3
Zona					
Z4		0.80	1.00	1.05	1.10
Z3		0.80	1.00	1.15	1.20
Z2		0.80	1.00	1.20	1.40
Z1		0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: E.030 (2019).

e. Factor de Amplificación Sísmica (C)

El factor de amplificación sísmica (C) se define mediante las siguientes expresiones.

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

Donde.

- ✓ T: Periodo fundamental de vibración de la estructura.
- ✓ T_p : Periodo que define la plataforma del factor C.

✓ T_L : Periodo que define el inicio de la zona del factor C

f. Coeficiente básico de reducción de Fuerzas Sísmicas

Tabla 11: Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R_o).

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
SISTEMA ESTRUCTURAL	COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN R_o
Acero	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7

Fuente: E.030 (2019).

B. Derivas de entrepiso

Las derivas de entrepiso es un parámetro fundamental que cuyo valor máximo depende del tipo de material, tipo de sistema estructural para cargas laterales, nivel de carga axial y el nivel de daño al que está expuesto, se determinado bajo la siguiente fórmula. (Andrade, 2004).

$$\Delta_i = \delta_i - \delta_{i-1}$$

Donde:

- ✓ Δ_i : Desplazamiento lateral relativo del nivel i
- ✓ δ_i, δ_{i-1} : Desplazamiento laterales en los niveles i e i-1

Hacemos uso de la siguiente fórmula que nos permite calcular la distorsión o deriva de entrepiso.

$$\Delta = \frac{\Delta_i}{h_{ei}}$$

Donde.

- ✓ h_{ei} : Altura del entrepiso i.

Tabla 12: Límites para la distorsión del entrepiso.

Material Predominante	Δ_i/h_{ei}
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: E.030 (2019).

C. Junta sísmica

Según la Norma Técnica E.030 (2019), toda edificación vecina debe estar distanciada una distancia S mínima para evitar el contacto durante un movimiento sísmico, además la distancia mínima S no debe ser menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos.

$$S = 0.006 * h \geq 0.03m$$

Donde.

- ✓ H: altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar "S"

D. Comportamiento de vigas

D.1. Cálculo de cargas.

$$M_u = 1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}$$

$$M_u = 1.25(M_{CM} + M_{CV}) \pm M_{CS}$$

$$M_u = 0.90M_{CM} \pm M_{CS}$$

Donde:

- ✓ M_u : Momento último actuante
- ✓ M_{CM} : Momento actuante por carga muerta
- ✓ M_{CV} : Momento actuante por carga viva
- ✓ M_{CS} : Momento actuante por carga de sismo.

D.2. Cálculo del momento nominal resistente

$$A_s f_y = 0.85 * f'_c * b * \beta_1 * C + A'_s * f_y$$

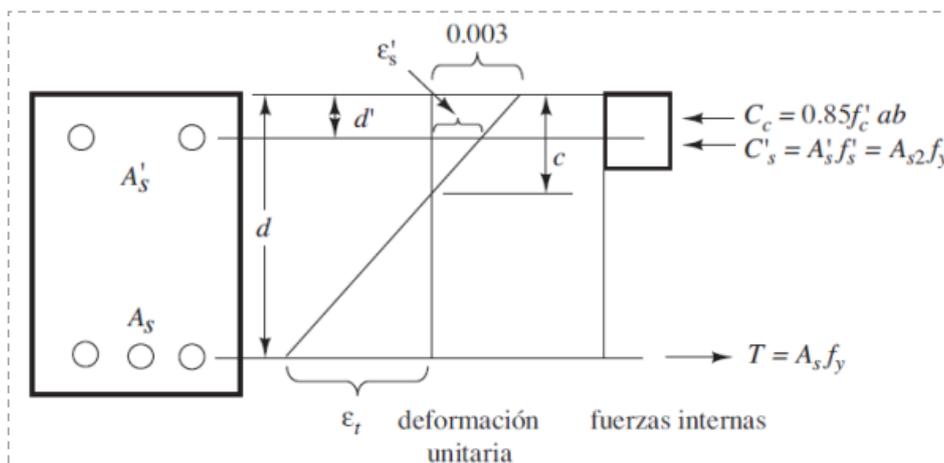
$$C = \frac{(A_s - A'_s) * f_y}{0.85 * f'_c * \beta_1}$$

$$a = 0.85 * C$$

Donde:

- ✓ f'_c : Resistencia a compresión del concreto
- ✓ f_y : Esfuerzo de fluencia del acero
- ✓ f_y : Esfuerzo de fluencia del acero
- ✓ A_s : Acero en tracción
- ✓ A'_s : Acero en compresión
- ✓ b : Ancho de la sección
- ✓ a : Altura del bloque a compresión

Figura. 5: Fuerzas y Deformaciones Unitarias Internas para una Viga Rectangular Doblemente Reforzada.



Fuente: McCormac y Brown "Diseño de Concreto Reforzado", 2011.

$$A_{S1} = A_S - A_{S2}$$

$$A_{S2} = \frac{A'_S * f'_S}{f_y}$$

Reemplazando por semejanza de triángulos tenemos:

$$\varepsilon'_S = \frac{C - d'}{C} * 0.003$$

Si la deformación unitaria en el acero a compresión, $\varepsilon'_S > \varepsilon_y = \frac{f_y}{E_S}$, la hipótesis es válida y f'_S corresponde a la fluencia, f_y . Si $\varepsilon'_S < \varepsilon_y$, el acero a compresión no está fluyendo y el valor C calculado arriba no es correcto. Debe escribirse una nueva ecuación de equilibrio que suponga que $f'_S < f_y$. (McCormac & Brown, 2011).

$$A_S * f_y = 0.85 * f'_c * \beta_1 * C * b + A'_S * \left(\frac{C - d'}{C}\right) * (0.003) * E_S$$

Finalmente, según McCormac & Brown (2011), la resistencia por momento se expresa de la siguiente manera:

$$\phi * M_n = \phi * \left[A_{S1} * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right) + A'_S * f'_S * (d - d') \right]$$

Donde:

- ✓ M_n : Momento nominal resistente
- ✓ f'_S : Esfuerzo del acero en Compresión
- ✓ A_S : Acero en tracción
- ✓ A'_S : Acero en compresión
- ✓ d : Peralte efectivo
- ✓ d' : Peralte efectivo del acero en compresión

D.3. verificación de la resistencia

Emplearemos la fórmula descrita en la Norma Técnica E.060 “Concreto Armado” (MTC, 2019).

$$M_n \geq \frac{M_U}{0.90}$$

Donde.

- ✓ M_U : Momento nominal resistente
- ✓ M_n : Momento último actuante
- ✓ $0.90 * M_n$: Momento último resistente.

Finalmente se concluye en lo siguiente.

- Si $0.9 * M_n \geq M_U$, la sección de la viga es adecuada.
- Si $0.9 * M_n < M_U$, la sección de la viga es inadecuada.

E. Comportamiento de las columnas

E.1. Cálculo de la cantidad de acero necesario e las columnas

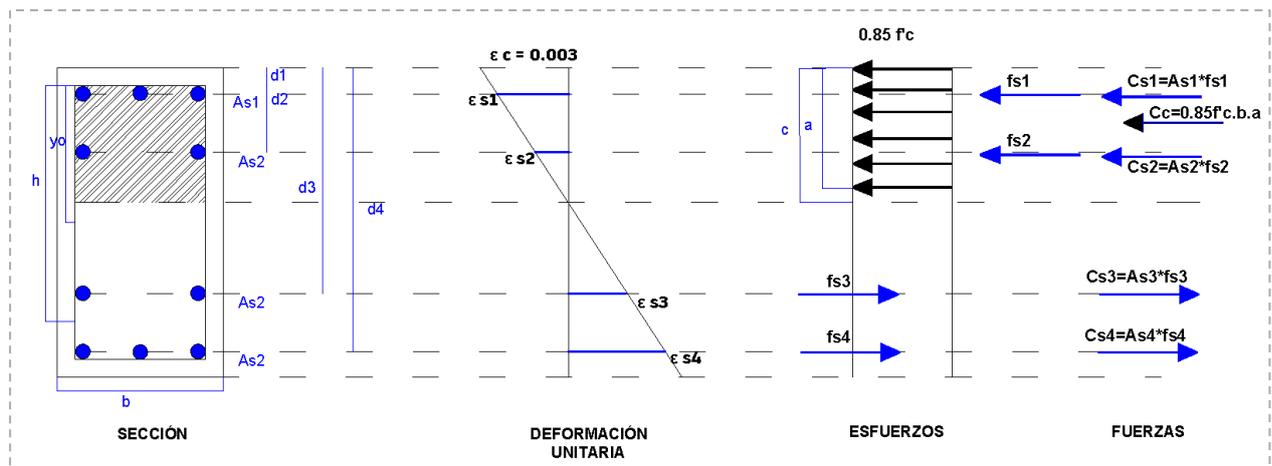
Para saber la cantidad de acero que debe llevar una columna la calcularemos con la fórmula siguiente y en donde despejamos A_{st} .

$$\phi * P_n = 0.80 * \phi * [0.85 * f'_c * C * (A_g - A_{st}) + A_{st} * f_y]$$

Donde:

- ✓ $\phi * P_n$: Resistencia de diseño.
- ✓ f'_c : Resistencia a la compresión.
- ✓ f_y : Esfuerzo de fluencia.
- ✓ A_g : Área bruta de la sección.
- ✓ A_{st} : Área de acero de refuerzo necesario en la sección.

Figura. 6: Sección rectangular de concreto armado sometido a Flexo Compresión



Fuente: Morales “Diseño en Concreto Armado”, 2006.

E.2. Cálculo de la cantidad de acero existente

Se realiza con los planos estructurales de las secciones, para ello hacemos uso del expediente técnico del puesto de Salud Santa Barbara-micro red Baños del Inca, además se tiene la siguiente tabla.

Tabla. 13: Área de barras de acero de refuerzo.

DIÁMETRO DEL FIERRO	ÁREA NOMINAL (mm ²)	PESO NOMINAL (kg/m)	PESO MÍNIMO (kg/m)
6 mm	28	0.222	0.207
8 mm	50	0.395	0.371
3/8 "	71	0.56	0.526
12 mm	113	0.888	0.835
1/2 "	129	0.994	0.934
5/8 "	199	1.552	1.459
3/4 "	284	2.235	2.101
1 "	510	3.973	3.735
1 3/8 "	1006	7.907	7.433

Fuente: “Manual del maestro constructor”. SIDERPERÚ.

E.3. Verificación de la cantidad de acero

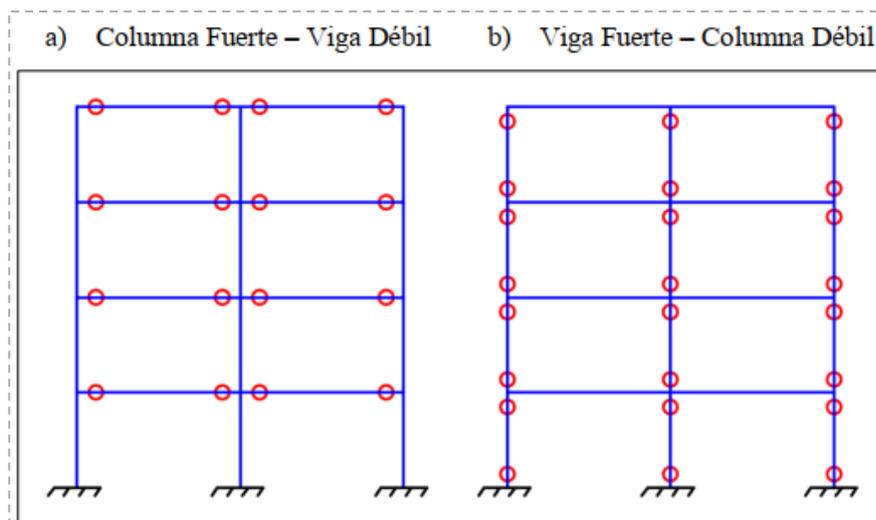
Después de haberse analizado y calculado las cantidades de acero se debe verificar.

- Si **Acero Calculado** \leq **Acero Colocado**, la sección de la columna es adecuada.
- Si **Acero Calculado** $>$ **Acero Colocado**, la sección de la columna es inadecuada

F. Tipo de falla en edificaciones

Es de manera primordial determinar donde ocurrirá la falla inicial ya que si la falla inicial se da en la columna esto genera una falla frágil del sistema estructural generando una inestabilidad que conllevan al colapso; pero si ocurre en la viga la falla será de tipo dúctil y la estructura se podrá reparar. Mosqueira (2012).

Figura. 7: Mecanismos de rótulas plásticas.



Fuente: (Morales, 2006).

F.1. Resistencia mínima a flexión de las columnas.

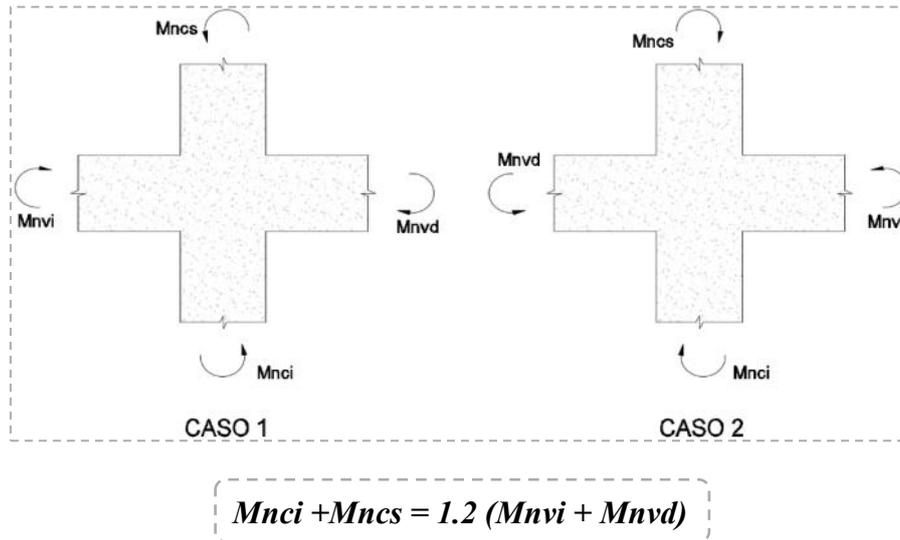
La resistencia a flexión de las columnas en las caras de los nudos debe satisfacer la siguiente ecuación (Norma Técnica E.060, 2009).

$$\sum M_{nc} \geq 1.2 * \sum M_{nv}$$

Donde.

- ✓ $\sum M_{nc}$: Suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluadas en las caras del nudo.
- ✓ $\sum M_{nv}$: Suma de los momentos nominales de flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluadas en las caras del nudo.

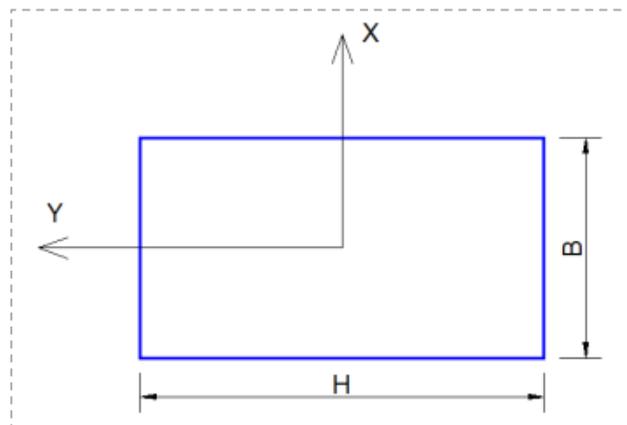
Figura. 8: Resistencia a flexión de las columnas en las caras de los nudos.



Fuente: (Concreto Armado E.060, 2009)

F.2. Momento de inercia en las columnas.

Figura. 9: Esquema de Columna Típica.



$$I_{xx} = \frac{BH^3}{12}$$

$$I_{yy} = \frac{BH^3}{12}$$

$$Z_x = \frac{BH^2}{6}$$

$$Z_y = \frac{BH^2}{6}$$

Donde:

- ✓ I_{xx} : Momento de inercia en la dirección x
- ✓ I_{yy} : Momento de inercia en la dirección y.
- ✓ Z_x : Módulo de sección en la dirección x.
- ✓ Z_y : Módulo de sección en la dirección y.
- ✓ B: Base de la columna.
- ✓ H: Altura de la columna.

G. Falla por Columna Corta

La presencia de columnas cortas es un fenómeno que puede causar mucho daño ya que tienen un comportamiento menos dúctil que las columnas más largas, la carga de una columna corta esta rígida por las dimensiones de su sección transversal y por la resistencia de los materiales de que está construida. Además, se considera que una columna corta es un miembro más bien robusto con poca flexibilidad (McCormac & Brown, 2011).

G.1. Efecto en la rigidez producido por columna corta

Para determinar la rigidez de una columna corta u de una columna total que ocasionan los tabiques se realiza mediante las siguientes ecuaciones. (San Bartolomé, 1998).

$$K_{XCT} = \frac{12 * E * I_{xx}}{L_{CT}^3}$$

$$K_{YCT} = \frac{12 * E * I_{yy}}{L_{CT}^3}$$

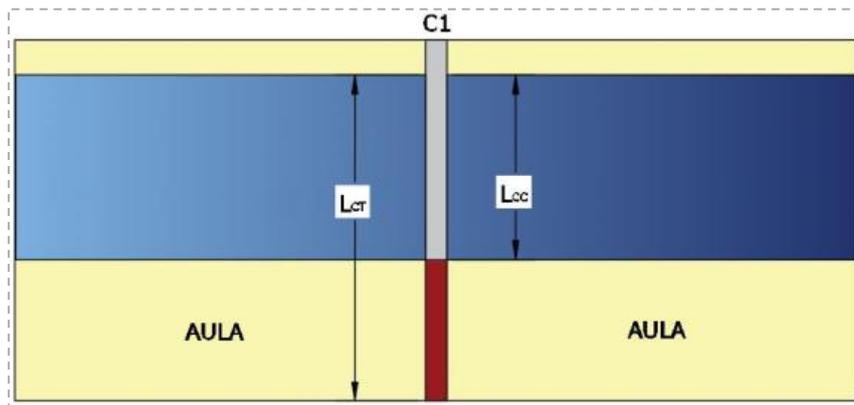
$$K_{XCC} = \frac{12 * E * I_{xx}}{L_{CC}^3}$$

$$K_{YCC} = \frac{12 * E * I_{yy}}{L_{CC}^3}$$

Donde:

- ✓ I_{XX} : Momento de inercia en la dirección x.
- ✓ I_{yy} : Momento de inercia en la dirección y.
- ✓ L_{CT} : Longitud de la columna total.
- ✓ L_{CC} : Longitud de la columna corta.
- ✓ K_{XCT} : Rigidez de la columna total en la dirección x.
- ✓ K_{YCT} : Rigidez de la columna total en la dirección y.
- ✓ K_{XCC} : Rigidez de la columna corta en la dirección x.
- ✓ K_{YCC} : Rigidez de la columna corta en la dirección y.

Figura. 10: Alturas de Columna Total y Columna Corta.



3.8.4.1.2 Estado actual del Puesto de Salud

El Puesto de Salud Santa Bárbara Micro Red Baños del Inca se encuentra en un estado regular ya que mediante las inspecciones en campo se pudo comprobar que las fisuras, grietas son de pequeña magnitud y que aún puede estar en funcionamiento normal.

3.8.4.2 Vulnerabilidad sísmica no estructural

3.8.4.2.1 Estabilidad de tabiques.

Según San Bartolomé (1998), para evaluar la estabilidad de tabiques debemos de comparar el momento actuante con el momento resistente.

A. Cálculo del momento actuante

Según la norma técnica E.070 (2006), el momento flector se calculará con lo siguiente.

$$M_S = m * w * a^2$$

Donde.

- ✓ M_S : Momento Actuante.
- ✓ m : Coeficiente de momento.
- ✓ a : Dimensión crítica del plano de albañilería
- ✓ w : Carga sísmica por metro cuadrado de muro.

El cálculo de la magnitud de carga “W” se determina con.

$$W = \frac{F}{L * h}$$

Donde:

- ✓ F : Fuerza de diseño de tabique
- ✓ L : Longitud del tabique
- ✓ h : altura del tabique.

La fuerza sísmica horizontal en cualquier dirección asociada a su peso esta dado por.

$$F = \frac{F_i}{P_i} * C_1 * P_e$$

Donde:

- ✓ F : Fuerza sísmica horizontal de diseño
- ✓ F_i : Fuerza sísmica en el nivel “i”
- ✓ C_i : Coeficiente Sísmico.
- ✓ P_e : Peso del tabique.

Los elementos no estructurales que se encuentran en la base de la estructura o por debajo de ella (sótanos) y los cercos deberán diseñarse con una fuerza horizontal de la siguiente manera (Norma Técnica E.030, 2019).

$$F = 0.50 * Z * U * S * P_e$$

Donde:

- ✓ Z: Factor de zona
- ✓ U: Factor de Uso
- ✓ S: Factor de Suelo.

$$F_1 = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i * h_i^k}{\sum_{j=1}^n P_j * h_j^k}$$

Donde:

- ✓ α_i : Factor de distribución de fuerza sísmica horizontal para cada nivel
- ✓ V: Cortante sísmico en la base de la estructura.
- ✓ K: Exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura
- ✓ T: en la dirección considerada.

Para el cálculo del exponente “k”, se consideran las siguientes ecuaciones:

- Para $T \leq 0.50$ segundos : $k = 1$
- Para $T > 0.50$ segundos : $k = 0.75 + 0.50T \leq 2.00$

El peso volumétrico de la albañilería (γ) puede adoptarse como 1800 kg/m³ para la albañilería confinada de arcilla o sílice - calcárea y 2000 kg/m³ para la albañilería hecha con ladrillos de concreto vibrado, mientras que para la albañilería armada hecha con bloques de concreto vibrado puede emplearse 2300 kg/m³ cuando el muro está completamente relleno y 2000 kg/m³ cuando el muro está parcialmente relleno San Bartolomé (2008).

Tabla. 14: Valores de C_1 .

Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3.0
Muros y tabiques dentro de una edificación	2.0
Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3.0
Equipos rígidos conectados rígidamente al piso	1.5

Fuente: E.030, 2019.**Tabla. 15:** Valores del coeficiente de momentos “m” y dimensión crítica “a”.

CASO 1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS									
a =	Menor dimensión								
b/a =	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	3	∞	
m =	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.125	
CASO 2. MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS									
a =	Longitud del borde libre								
b/a =	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.5	2	∞
m =	0.06	0.074	0.087	0.097	0.106	0.112	0.128	0.132	0.133
CASO 3. MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES									
a =	Altura del muro								
m =	0.125								
CASO 4. MURO EN VOLADIZO									
a =	Altura del muro								
m =	0.5								

Fuente: E.070, 2006.**B. Cálculo del momento resistente.**

El momento resistente (M_r) a tracción por flexión es calculado mediante la siguiente fórmula. (Mosqueira & Tarque, 2005):

$$M_r = 2.549 * t^2$$

Donde:

- ✓ M_r : Momento resistente a tracción por flexión en kg-m/m
- ✓ t : Espesor bruto del muro en metros.

C. Verificación de estabilidad de tabiques

Para la correcta verificación de estabilidad de tabiques se realizará una comparación entre el momento actuante con el momento resistente bajo los siguientes criterios.

- Si $M_a \leq M_r$, el tabique es estable
- Si $M_a > M_r$, el tabique es inadecuado.

3.8.5 Peligro sísmico

Para la evaluación del peligro sísmico consideramos tres variables: la sismicidad, el tipo de suelo y la topografía de la zona donde está ubicada el Puesto de Salud Santa Bárbara. El peligro sísmico se calcula mediante la siguiente ecuación (Mosqueira & Tarque, 2005):

$$Peligro\ sísmico = (0.40 * sismicidad) + (0.40 * Suelo) + (0.20 * Topografía)$$

Asignaremos valores a cada variable según la tabla 3.17 y tabla 3.18 para conocer el peligro sísmico.

Tabla. 16: Valores de las variables para cuantificar el peligro sísmico.

Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Topografía (20%)	
Baja	1	Rígido	1	Plano	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

Fuente: Mosqueira & Tarque, 2005

Tabla 17: Rango de valores de las variables para cuantificar el peligro sísmico.

SISMICIDAD (40%)	ESTRUCTURAL					PESOS (%)			PELIGRO SÍSMICO	VALOR NUMÉRICO	
	SUELO (40%)		TOPOGRAFÍA (20%)			40	40	20			
	RÍGIDOS	INTERMEDIOS	FLEXIBLES	PLANA	MEDIA						PRONUNCIADA
BAJA	x			x		1	1	1	BAJO	1.0	
	x				x	1	1	2		1.2	
	x					x	1	1	3	1.4	
		x		x			1	2	1	1.4	
		x			x		1	2	2	1.6	
		x				x	1	2	3	MEDIO	1.8
			x	x			1	3	1		1.8
			x		x		1	3	2		2.0
			x			x	1	3	3	ALTO	2.2
MEDIA	x			x		2	1	1	BAJO	1.4	
	x				x	2	1	2		1.6	
	x					x	2	1	3	MEDIO	1.8
		x		x			2	2	1		1.8
		x			x		2	2	2		2.0
		x				x	2	2	3		2.2
			x	x			2	3	1		2.2
			x		x		2	3	2		2.4
			x			x	2	3	3	ALTO	2.6
ALTA	x			x		3	1	1	BAJO	1.8	
	x				x	3	1	2	MEDIO	2.0	
	x					x	3	1	3		2.2
		x		x			3	2	1		2.2
		x			x		3	2	2		2.4
		x				x	3	2	3	ALTO	2.6
			x	x			3	3	1		2.6
			x		x		3	3	2		2.8
			x			x	3	3	3		3.0

Fuente: Mosqueira & Tarque, 2005.

El valor obtenido comparamos con la Tabla 18 lo que nos permita conocer el Nivel de Peligro Sísmico del Puesto de Salud.

Tabla 18: Calificación del Peligro Sísmico.

SISMICIDAD	PELIGRO SÍSMICO	RANGO
ALTO	Bajo	1.8
	Medio	De 2.0 a 2.4
	Alto	De 2.6 a 3.0
MEDIO	Bajo	De 1.4 a 1.6
	Medio	De 1.8 a 2.4
	Alto	2.6
BAJO	Bajo	De 1.0 a 1.6
	Medio	De 1.8 a 2.0
	Alto	2.2

Fuente: Mosqueira & Tarque, 2005.

3.8.5.1 Sismicidad

De acuerdo a la metodología tomada como base para la presente investigación según norma técnica E.030 solo existía 3 zonas sísmicas Z1, Z2 y Z3 con Z4 hacían un solo grupo de alta sismicidad y tenían el mismo valor numérico de 0.4 pero en la normativa vigente ya existe 4 zonas sísmicas tal como indica en la figura 1.

Para nuestra investigación la sismicidad se evaluará de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en especial con la norma técnica E.030 (2019).

✓ **Sismicidad Baja:**

Zona Z1: Zona de Baja Sismicidad, en la cual puede darse una aceleración máxima del terreno del 10% de la aceleración de gravedad, con una probabilidad del 10% de ser excedida.

✓ **Sismicidad Media:**

Zona Z2: Zona de moderada sismicidad, en la cual puede darse una aceleración máxima del terreno del 25% de la aceleración de la gravedad, con una probabilidad del 10% de ser excedida.

Zona Z3: Zona de moderada sismicidad, en la cual puede darse una aceleración máxima del terreno del 35% de la aceleración de la gravedad, con una probabilidad del 10% de ser excedida.

✓ **Sismicidad Alta:**

Zona Z4: Zona de moderada sismicidad, en la cual puede darse una aceleración máxima del terreno del 45% de la aceleración de la gravedad, con una probabilidad del 10% de ser excedida.

3.8.5.2 Tipo de suelo

De acuerdo a la metodología usada la anterior normativa solo estaba clasificado en tres grupos de clasificación de suelos donde roca dura y suelos muy rígidos conformaban un solo grupo llamado suelos duros, los suelos intermedios eran los suelos flexibles y los suelos blandos si tenían el mismo nombre.

Finalmente, para nuestra investigación se evaluará de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en especial con la norma técnica E.030 (2019), donde clasifica a los suelos de la siguiente manera:

❖ **Perfil Tipo S_0 : Roca Dura:**

Su velocidad de propagación de ondas de corte es mayor que 1500 m/s

❖ **Perfil Tipo S_1 : Roca o Suelos muy Rígidos:**

Su velocidad de propagación de ondas de corte varia desde 500 hasta los 1500 m/s

❖ **Perfil Tipo S_2 : Suelos Intermedios:**

Su velocidad de propagación de ondas de corte va desde 180 hasta los 500 m/s

❖ **Perfil Tipo S_3 : Suelos Blandos**

Su velocidad de propagación de ondas de corte es menor a 180 m/s.

❖ **Perfil Tipo S_4 : Condiciones Excepcionales:**

Este perfil de suelo requiere realizar un estudio del sitio y solo es necesario considerar si el Estudio de Mecánica de Suelos lo indique.

Tabla 19: Valores Típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo.

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	>1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 15000 m/s	>50	> 100 Kpa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 a 100 Kpa
S3	< 180 m/s	< 15	25 Kpa a 50 Kpa
S4	clasificación basada en el EMS		

Fuente: E.030, 2019.

3.8.5.3 Topografía

Para evaluar la topografía haremos uso del Reglamento de Clasificación de tierras por capacidad de uso mayor (D.S. N°017/09-AG) o también lo podríamos realizar con el uso de un eclímetro durante el trabajo en campo.

- ❖ **Topografía Plana:** La pendiente es menor a 15%.
- ❖ **Topografía Media:** La pendiente es mayor a 15% pero menor a 50%
- ❖ **Topografía Plana:** La pendiente es mayor a 50%.

3.8.5.4 Ensayo de esclerometría

El ensayo de esclerometría nos permite conocer la resistencia del concreto mediante un índice esclerométrico que es la cantidad de energía recuperada de un rebote que ha sido impulsada mediante una determinada energía de forma perpendicular al elemento estructural.

Figura. 11: Esclerómetro INSTRONICS.



3.9 Descripción de los módulos del Puesto de Salud

El Puesto de Salud de Santa Bárbara, Micro Red Baños del Inca, es una edificación que tiene un aproximado de 15 años de antigüedad, fue construida en los años 2010, donde a esa fecha ya existía normas de sismorresistentes, pero no completas como a la actualidad y que a la fecha cuenta con una actualización resaltante en el factor $Z=0.35$, El Puesto de Salud de Santa Bárbara cuenta con 3 módulos en donde uno cuenta con dos pisos, el segundo módulo es de un piso pero de altura 6.00 metros y el otro de un piso de una altura de 3.00 metros.

El primer módulo a analizar es un edificio de dos pisos el cual está compuesto por un sistema mixto, su sistema estructural al que corresponde es de tipo aporticado de concreto armado en el sentido X, y de albañilería confinada en el sentido Y; los muros y tabiques de albañilería son de ladrillo de arcilla con un espesor de 0.15 m, el entrepiso está constituido por una losa aligerada de 0.20 m de espesor y el techo de este segundo nivel es inclinada a dos aguas de losa con un espesor de 0.20 m. La conexión entre los dos niveles es mediante una escalera de concreto armado de dos tramos, con un descanso intermedio, el primer nivel está conformado por 3 ambientes más su sala de espera y el segundo nivel consta de 4 ambientes más su sala de espera y sus servicios higiénicos.

El segundo módulo es una edificación de un solo piso con techo a dos aguas de losa con espesor de 0.20 m cubierta por teja andina, consta de un solo ambientes únicamente. construidos de muros y tabiques de albañilería que son de ladrillo de arcilla con un espesor de 0.15 m y consta de una altura de 6.00m.

3.10 Características de los materiales

Las diferentes características de los materiales que se utilizaron en el Puesto de Salud de Santa Bárbara al momento de su ejecución se obtuvieron del expediente técnico brindado por el mismo Puesto de Salud; además de ello también se obtuvo del ensayo no destructivo de esclerometría realizada en 10 puntos (6 puntos en columnas y 4 puntos en vigas) del módulo A o central a ser evaluado. Los datos obtenidos se utilizaron para cuantificar nuestros resultados y además de ello también se utilizó para el modelamiento de la estructura en el programa ETABS 2016.

3.10.1 Propiedades y especificaciones técnicas del concreto

a. Módulo de Elasticidad

$$E = 15000 * \sqrt{f'c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

b. Peso Específico

$$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$$

3.10.2 Propiedades y especificaciones técnicas del acero

a. Esfuerzo de Fluencia.

$$f_y = 2400 \text{ kg/m}^3$$

b. Peso Específico.

$$\gamma = 78520 \text{ kg/m}^3$$

c. Módulo de Elasticidad.

$$E = 2 * 10^7 \text{ Tn/m}^2$$

3.11 Presentación de resultados

3.11.1 Nivel de vulnerabilidad sísmica.

3.11.2 Vulnerabilidad sísmica estructural.

3.11.2.1 Comportamiento sísmico del edificio.

a. Pseudo aceleración

Tabla 20: Parámetros para la obtención de la Pseudo Aceleración sísmica X (Regular).

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Factor de zona (Z)	0.35	Provincia de Cajamarca, Distrito de Baños del Inca (Zona 3)
Factor de uso (U)	1.50	Categoría A2 - Edificaciones Esenciales
Factor de suelo (S)	1.15	Para suelos del tipo S3
Factor de amplificación sísmica (C)	$2.5 * \frac{T_p}{T}$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro (Tp)	1	Depende del factor S.
Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	8	Para el sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado
Aceleración de la gravedad (g)	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Aceleración Espectral (Sa)	$\frac{Z * U * C * S}{R} * g$	Define el espectro de Pseudo aceleración.

Tabla. 21: Parámetros para la obtención de la Pseudo Aceleración sísmica Y (Regular).

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Factor de zona (Z)	0.35	Provincia de Cajamarca, Distrito de Baños del Inca (Zona 3)
Factor de uso (U)	1.50	Categoría A2 - Edificaciones Esenciales
Factor de suelo (S)	1.15	Para suelos del tipo S3
Factor de amplificación sísmica (C)	$2.5 * \frac{T_p}{T}$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro (Tp)	1	Depende del factor S.
Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	3	Para el sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado
Aceleración de la gravedad (g)	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Aceleración Espectral (Sa)	$\frac{Z * U * C * S}{R} * g$	Define el espectro de Pseudo aceleración.

Figura. 12: Espectro de respuesta Dirección X (Regular).

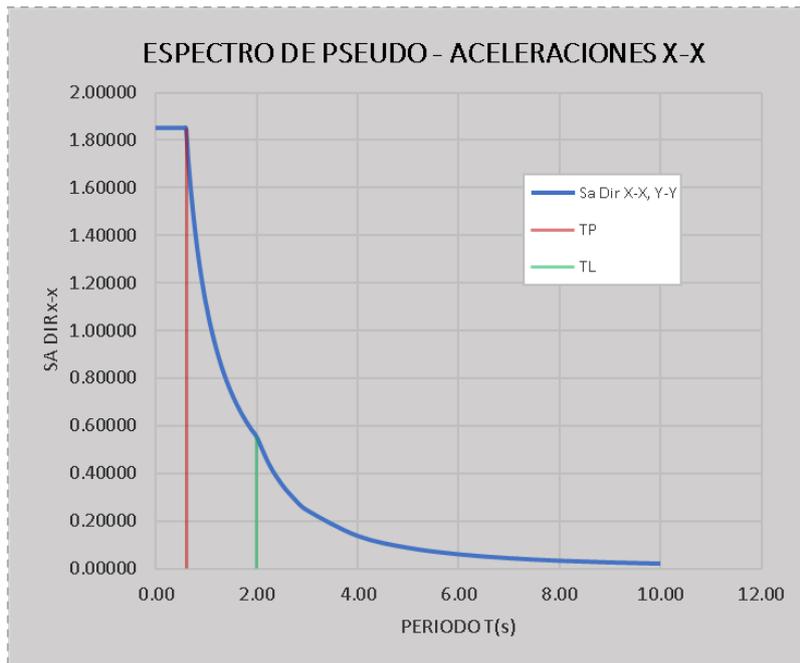
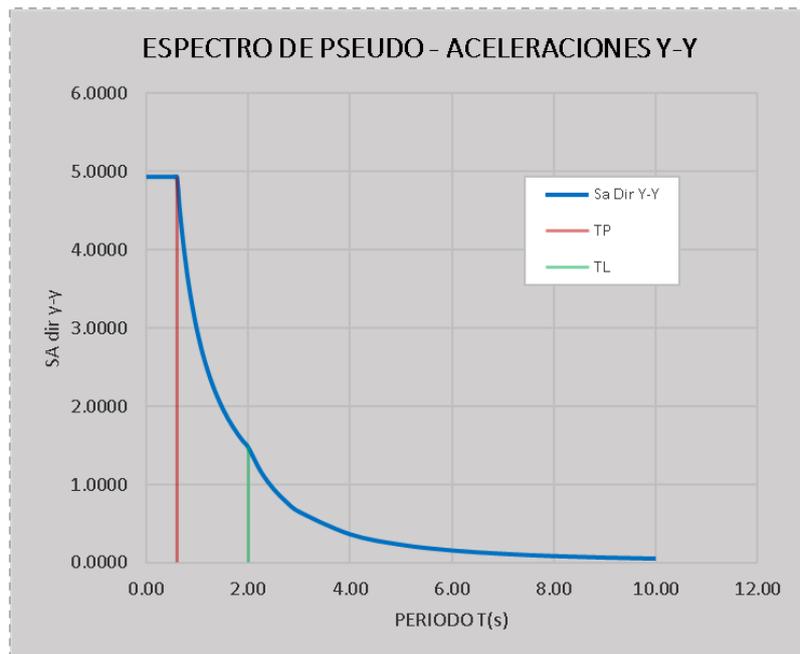


Figura. 13: Espectro de respuesta Dirección Y (Regular).



b. Derivas de Entrepiso

- i. Puesto de Salud Santa Bárbara Módulo A.

Tabla. 22: Derivas de entrepiso en la dirección X – Modulo A.

NIVEL	ALTURA (m)	DESPL. (mm)	DERIVA	NTE 030	VERIFICACIÓN
Segundo piso	7.30	7.449	0.0005540	0.007	Cumple
Primer piso	3.20	3.405	0.0010641	0.007	Cumple
Base	0.00	0.000	0.0000000	0.007	Cumple

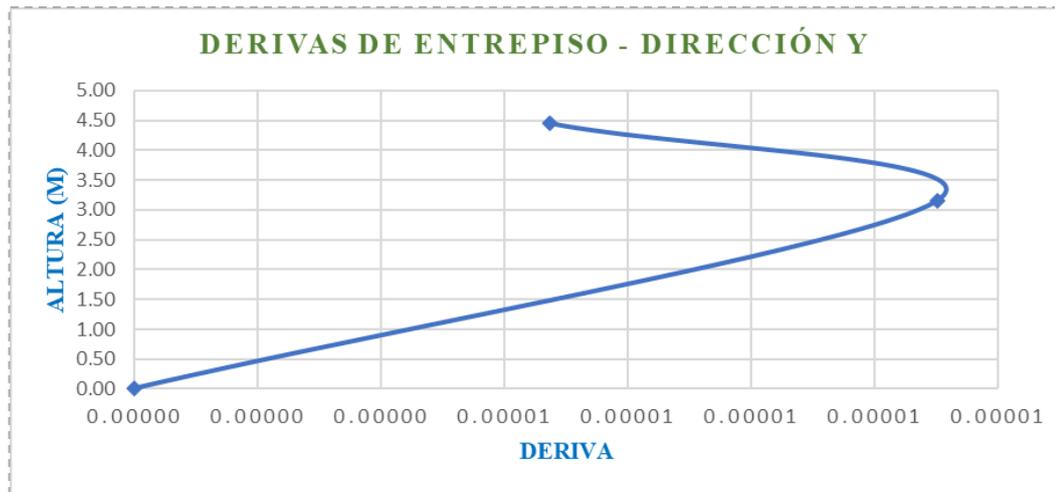
Tabla. 23: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Módulo A.

NIVEL	ALTURA (m)	DESPL. (mm)	DERIVA	NTE 030	VERIFICACIÓN
Segundo piso	7.30	0.106	0.0000071	0.005	Cumple
Primer piso	3.20	0.054	0.0000169	0.005	Cumple
Base	0.00	0.000	0.0000000	0.005	Cumple

Figura. 14: Derivas de entrepiso en la dirección X – Módulo A.



Figura. 15: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Módulo A.



c. Junta Sísmica.

Tabla. 24: Espesor de la Junta Sísmica – Módulo A.

Estructura	Junta Existente	Junta Mínima	Verificación
Módulo Derecho	5.50 cm	4.47 cm	Si cumple

Figura. 16: Junta Sísmica con el Módulo Derecho – Módulo A.



d. Resistencia a compresión de columnas y vigas.

Debido a que se considera un error del $\pm 10\%$ al esclerómetro trabajaremos con el 90% de la resistencia obtenida en los elementos estructurales de vigas y columnas.

Puesto de Salud “Santa Bárbara – Micro Red Baños del Inca – Cajamarca”

$$\text{Columnas} : f'c = 0.9 * 204.01 = 183.61 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Vigas} : f'c = 0.9 * 216.37 = 194.74 \text{ kg/cm}^2$$

e. Módulo de elasticidad.

Puesto de Salud “Santa Bárbara – Micro Red Baños del Inca – Cajamarca”

$$\text{Columnas} : E = 203251.94 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Vigas} : E = 209321.36 \text{ kg/cm}^2$$

f. Recubrimiento de Vigas y Columnas.

Puesto de Salud “Santa Bárbara – Micro Red Baños del Inca – Cajamarca”

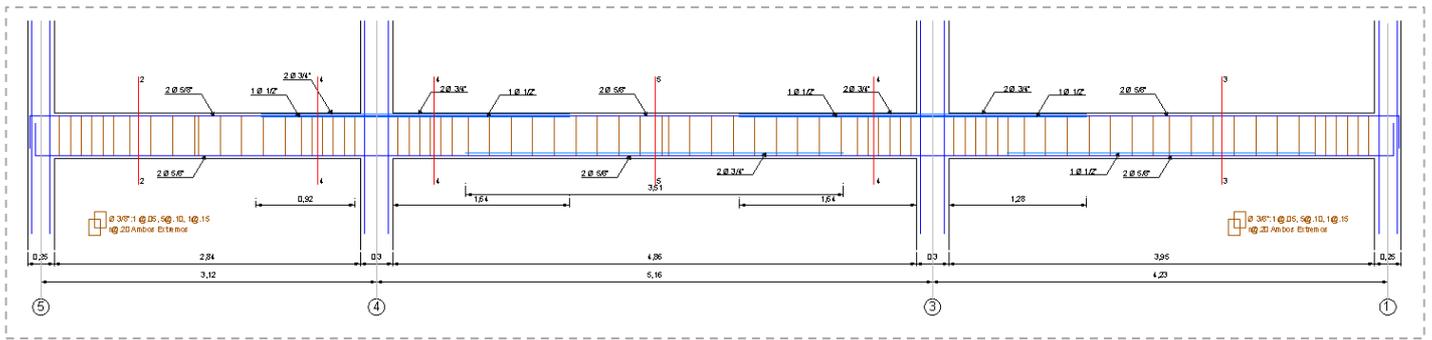
$$\text{Columnas: } r = 4.00 \text{ cm}$$

$$\text{Vigas: } r = 2.50 \text{ cm}$$

g. Comportamiento de Vigas.

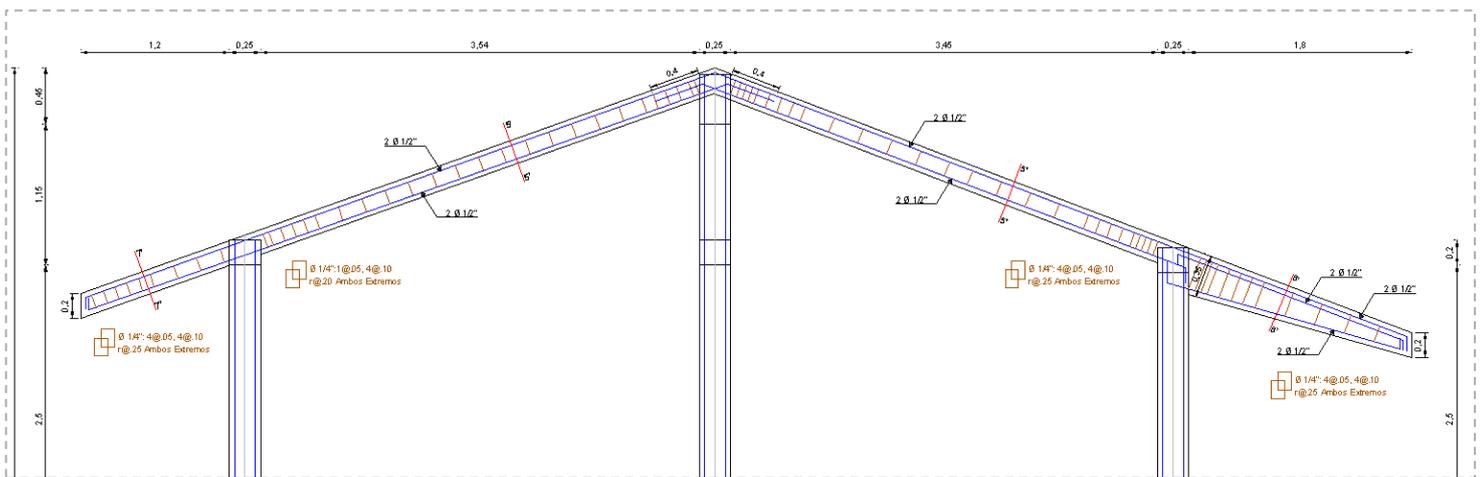
Para analizar el comportamiento de las vigas del Puesto de Salud Santa Bárbara se procedió a tener una comparación entre los momentos resistentes, descrito en el acápite de vigas versus los momentos actuantes realizado en el programa ETABS.

Figura. 17: Corte longitudinal de VP-102 del módulo A.



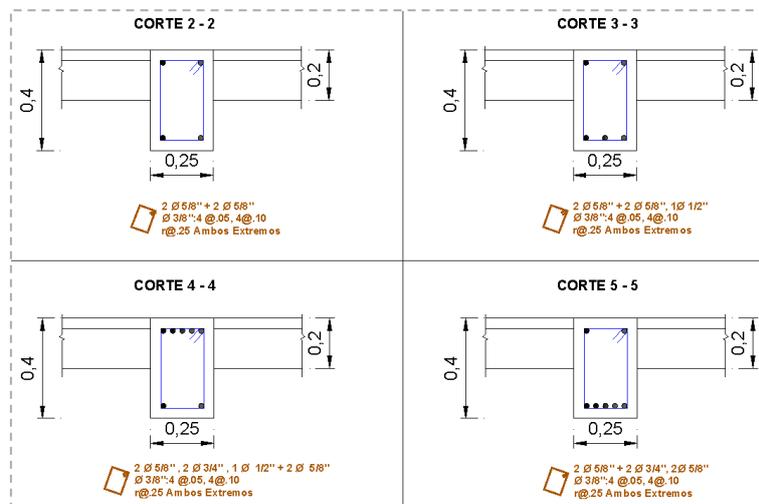
Fuente. Puesto de Salud Santa Bárbara – Baños del Inca

Figura. 18: Corte longitudinal de VP-103 del módulo A.



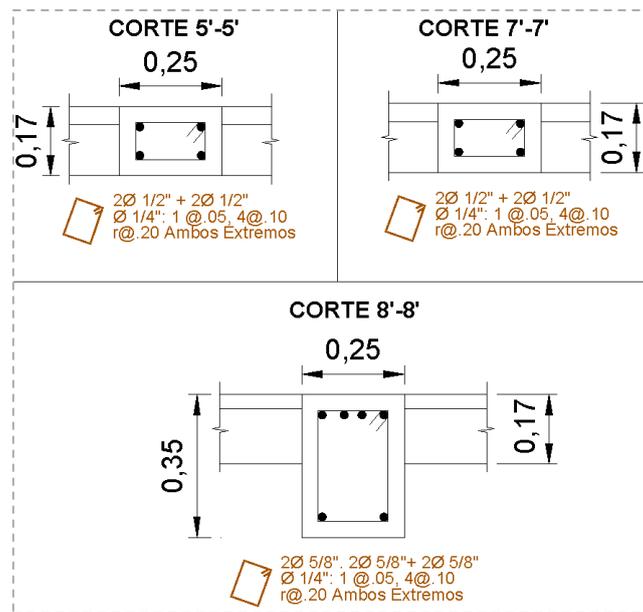
Fuente. Puesto de Salud Santa Bárbara – Baños del Inca

Figura. 19: Cortes Transversales de Vigas Principales Módulo A.



Fuente. Puesto de Salud Santa Bárbara – Baños del Inca

Figura. 20: Cortes Transversales de Vigas Secundarias Módulo A.



Fuente. Puesto de Salud Santa Bárbara – Baños del Inca

PRIMER NIVEL:

- Vigas principales (VP) – Módulo A.

Tabla. 25: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP – 101 Eje A-A

SECCIÓN	Corte 1'-1' lado izq.	Corte 2'-2' lado centr.	Corte 3'-3' lado der.
Mn (Resistente, Tn-m)	-10.92	-10.92	-10.95
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-3.47	-4.47	-1.09
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-4.69	-5.10	-3.36

Tabla. 26: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP – 102 Eje B-B.

SECCIÓN	Corte 2-2	Corte 3-3	Corte 4-4	Corte 5-5
Mn (Resistente, Tn-m)	-10.92	10.92	-12.92	-10.85
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.77	1.92	-8.23	5.45
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-7.89	3.65	-11.78	6.21

Tabla. 27: Momento Nominal Resistente y Actuante de VP – 103 Eje C-C.

SECCIÓN	Corte 2-2	Corte 3-3	Corte 6-6	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-10.92	10.92	-12.92	-10.85
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.48	4.58	-4.85	0.67
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-1.30	4.08	-6.80	-3.03

- **Vigas de Amarre (VA) – Módulo A.**

Tabla. 28: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA en el eje 1-1, tramo A-B.

Sección	Tramo A - B		
	i	medio	j
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.35	5.35	-5.35
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.16	0.10	-0.16
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-0.15	0.09	-0.13

Tabla. 29: Momento Nominal Resistente y Actuante de VA en el eje 3-3, tramo A-C.

Sección	Tramo A - B			Tramo B - C		
	i	medio	j	i	medio	j
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.35	5.35	-5.35	-5.35	5.35	-5.35
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.08	0.03	-0.12	-0.19	1.15	-0.22
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-0.07	0.04	-0.11	-0.29	0.20	-0.24

Tabla. 30: Momento Nominal Resistente y Actuante de VA en el eje 4-4, tramo A-C.

Sección	Tramo A - B			Tramo B - C		
	i	medio	j	i	medio	j
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.35	5.35	-5.35	-5.35	5.35	-5.35
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.08	0.04	-0.39	-0.11	0.11	-0.16
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-0.07	0.03	-0.38	-0.10	0.09	-0.15

Tabla. 31: Momento Nominal Resistente y Actuante de VA en el eje 5-5, tramo A-C.

Sección	Tramo A - B			Tramo B - C		
	i	medio	j	i	medio	j
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.35	5.35	-5.35	-5.35	5.35	-5.35
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.25	0.16	-0.23	-0.21	0.15	-0.23
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-0.23	0.14	-0.21	-0.22	0.13	-0.22

SEGUNDO NIVEL:

- **Vigas principales (VP) – Módulo A.**

Tabla. 32: Momento Nominal Resistente y Actuante de VP – 201 Eje A-A.

SECCIÓN	Corte 1'-1' lado izq.	Corte 1'-1' lado centr.	Corte 1'-1' lado der.
Mn (Resistente, Tn-m)	-7.10	-7.10	-7.10
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-1.39	-2.61	-0.63
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-2.37	-3.08	-1.93

Tabla. 33: Momento Nominal Resistente y Actuante en VP – 202 Eje B-B

SECCIÓN	Corte 2-2	Corte 3-3	Corte 4-4	Corte 5-5
Mn (Resistente, Tn-m)	-7.10	-7.10	-7.10	-7.10
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.86	-1.91	-3.89	1.32
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-4.32	-4.64	-5.33	1.93

Tabla. 34: Momento Nominal Resistente y Actuante de VP – 201 Eje C-C.

SECCIÓN	Corte 2-2	Corte 3-3	Corte 6-6	Corte 7-7
Mn (Resistente, Tn-m)	-7.10	-7.10	-7.10	-7.10
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.97	0.11	-0.39	-0.23
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-1.30	0.25	-0.94	-0.99

- **Vigas de Amarre (VA) – Módulo A.**

Tabla. 35: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA en el eje 1-1, tramo A-B

Sección	Tramo A - B		
	i	medio	j
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.42	5.42	-5.42
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.17	0.10	-0.16
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-0.15	0.09	-0.15

Tabla. 36: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA en el eje 3-3, tramo A-C.

Sección	Tramo A - B			Tramo B - C		
	i	medio	j	i	medio	j
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.42	5.42	-5.42	-5.42	5.42	-5.42
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.08	0.04	-0.46	-0.09	0.11	-0.18
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-0.07	0.05	-0.045	-0.08	0.09	-0.16

Tabla. 37: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA en el eje 4-4, tramo A-C.

Sección	Tramo A - B			Tramo B - C		
	i	medio	j	i	medio	j
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.42	5.42	-5.42	-5.42	5.42	-5.42
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.09	0.03	-0.31	-0.12	0.11	-0.16
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-0.08	0.04	-0.28	-0.11	0.09	-0.15

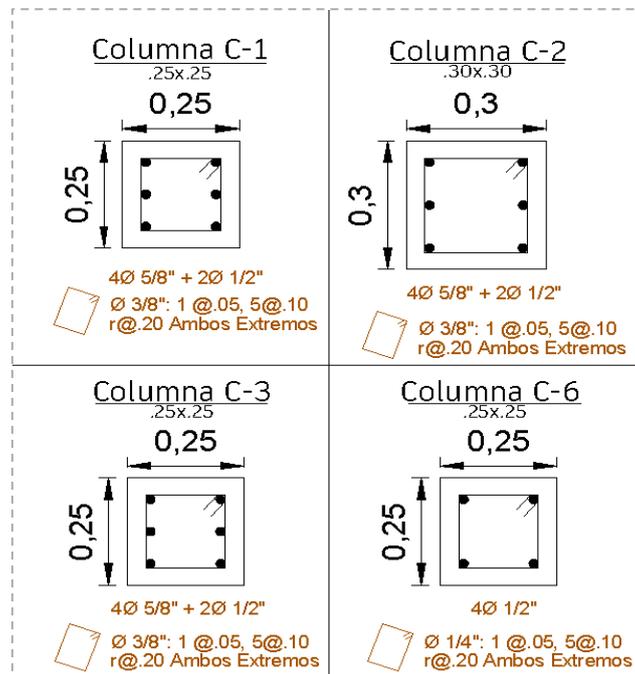
Tabla. 38: Momento Nominal Resistente y Actuante en VA en el eje 5-5, tramo A-C.

Sección	Tramo A - B			Tramo B - C		
	i	medio	j	i	medio	j
Mn (Resistente, Tn-m)	-5.42	5.42	-5.42	-5.42	5.42	-5.42
Mn (Actuante sin Sismo, Tn-m)	-0.16	0.11	-0.16	-0.15	0.09	-0.15
Mn (Actuante con Sismo, Tn-m)	-0.14	0.09	-0.14	-0.14	0.08	-0.13

h. Comportamiento de Columnas.

Para analizar su comportamiento de columnas de dicho Puesto de Salud la cantidad de acero colocado lo sacamos del expediente técnico brindado, mientras que para el acero calculado se halló con la ayuda del programa ETABS v.16.02, ya sea con o sin sísmicos.

Figura. 21: Secciones Transversales de Columnas del Módulo A.



Fuente. Puesto de Salud Santa Bárbara – Baños del Inca

PRIMER NIVEL:**Tabla. 39:** Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas – Primer Nivel – Módulo A.

TIPO SECCIÓN	C-1					
	1-A	3-A	4-A	5-A	1-B	5-B
Acero Colocado (cm2)	10.54	10.54	10.54	10.54	10.54	10.54
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Acero Calculado con Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25

TIPO SECCIÓN	C-2	
	3-B	4-B
Acero Colocado (cm2)	10.54	10.54
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	9.00	9.00
Acero Calculado con Sismo (cm2)	9.00	9.00

TIPO SECCIÓN	C-3			
	2-C	3-C	4-C	5-C
Acero Colocado (cm2)	10.54	10.54	10.54	10.54
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25
Acero Calculado con Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25

TIPO SECCIÓN	C-6	
	2-B'	1-C
Acero Colocado (cm2)	5.16	5.16
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	6.25	6.25
Acero Calculado con Sismo (cm2)	6.25	6.25

SEGUNDO NIVEL:**Tabla. 40:** Acero Calculado y Acero Colocado en Columnas - Segundo Nivel - Módulo A.

TIPO	C-1					
SECCIÓN	1-A	3-A	4-A	5-A	1-B	5-B
Acero Colocado (cm2)	10.54	10.54	10.54	10.54	10.54	10.54
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Acero Calculado con Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25

TIPO	C-2	
SECCIÓN	3-B	4-B
Acero Colocado (cm2)	10.54	10.54
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	9.00	9.00
Acero Calculado con Sismo (cm2)	9.00	9.00

TIPO	C-3			
SECCIÓN	2-C	3-C	4-C	5-C
Acero Colocado (cm2)	10.54	10.54	10.54	10.54
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25
Acero Calculado con Sismo (cm2)	6.25	6.25	6.25	6.25

TIPO	C-6	
SECCIÓN	2-B'	1-C
Acero Colocado (cm2)	5.16	5.16
Acero Calculado sin Sismo (cm2)	6.25	6.25
Acero Calculado con Sismo (cm2)	6.25	6.25

i. Tipo de Falla.

Figura. 22: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil – Módulo A.

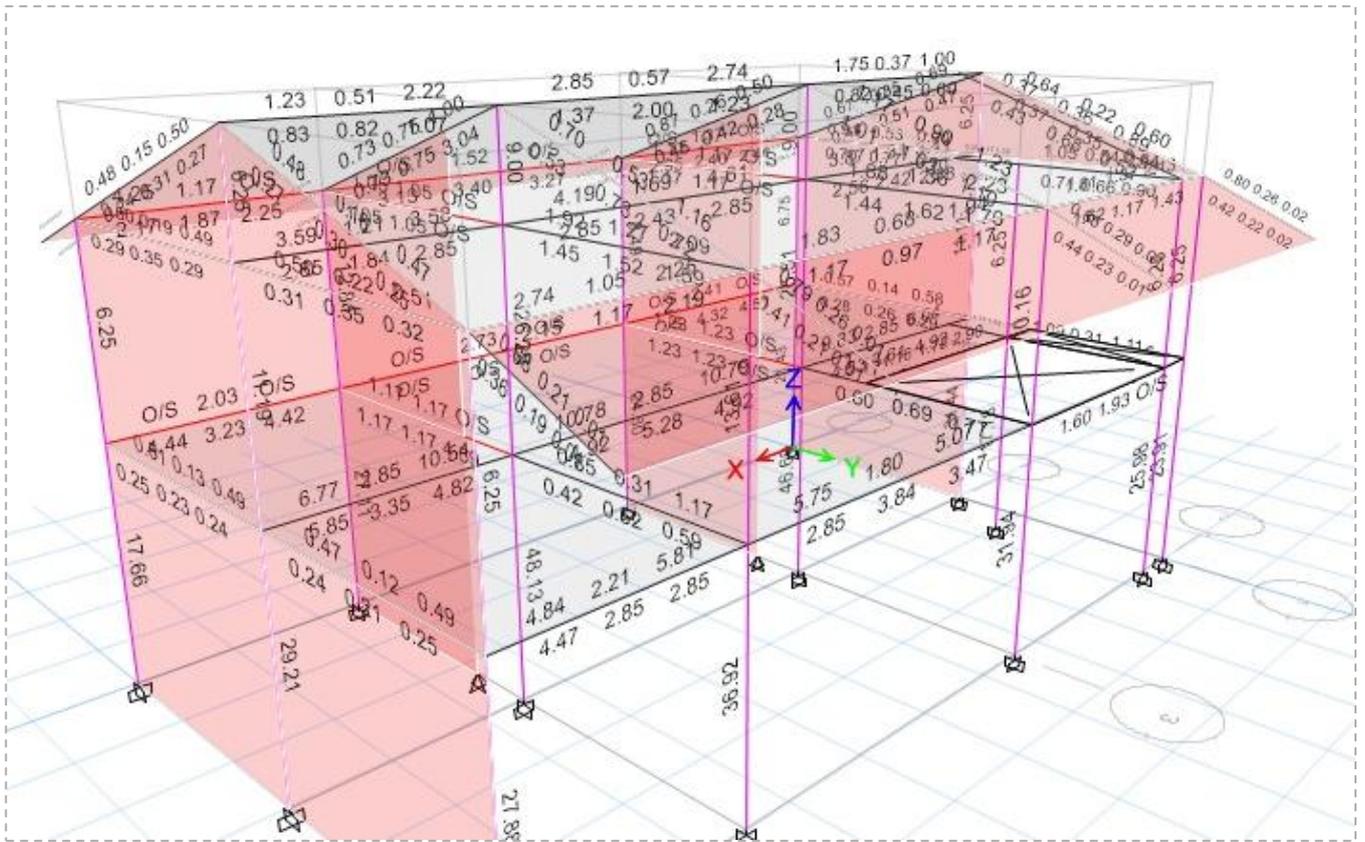


Tabla. 41: Momentos de Inercia y Módulo de Sección de Columnas - Módulo A.

Tipo	B (cm)	H (cm)	Ixx (cm ⁴)	Iyy (cm ⁴)	Zx (cm ⁴)	Zy (cm ⁴)
C-1	25.00	25.00	32552.08	32552.08	2604.17	2604.17
C-2	30.00	30.00	67500.00	67500.00	4500.00	4500.00
C-3	25.00	25.00	32552.08	32552.08	2604.17	2604.17
C-6	25.00	25.00	32552.08	32552.08	2604.17	2604.17

j. Falla por Columna Corta.

Tabla. 42: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total - Primer Nivel.

Eje	LCT	LCC (m)	Ixx (m ⁴)	IYY (m ⁴)	Longitud Total		Longitud Corta		Relación de K	
					K XLT (Tn/m)	KYLT (Tn/m)	KXLC (Tn/m)	KYLC (Tn/m)	$\frac{KXLC}{KXLT}$	$\frac{KYLC}{KYLT}$
Eje 1 - Eje B'	3.65	2.35	0.0003	0.0003	152.0639	152.0639	569.7720	569.7720	3.7469	3.7469
Eje C - Eje 4	3.20	1.45	0.0003	0.0003	225.6601	225.6601	2425.4965	2425.4965	10.7485	10.7485
Eje C - Eje 5	3.20	1.45	0.0003	0.0003	225.6601	225.6601	2425.4965	2425.4965	10.7485	10.7485

Tabla. 43: Relación de Rigidez de Columna Corta y Columna Total - Segundo Nivel.

Eje	LCT	LCC (m)	Ixx (m ⁴)	IYY (m ⁴)	Longitud Total		Longitud Corta		Relacion de K	
					K XLT (Tn/m)	KYLT (Tn/m)	KXLC (Tn/m)	KYLC (Tn/m)	$\frac{KXLC}{KXLT}$	$\frac{KYLC}{KYLT}$
Eje C - Eje 5	2.50	0.70	0.00033	0.00033	473.2435	473.2435	21558.1029	21558.1029	45.55394	45.55394

3.11.2.2 Estado actual de la edificación.

El estado actual del Puesto de Salud Santa Bárbara se encuentra en un estado regular, con presencia de algunas fisuras en muros, vigas, asentamientos pequeños que ocasiona que el piso terminado en este caso cerámica este partido, desprendimientos de tarrajeo en techo como en columnas del primer y segundo piso debido a la filtración de agua existente aun teniendo en cuenta que tiene una aproximación de 15 años de antigüedad y que ha venido dándose un mantenimiento de manera constante (ver Apéndices N.º 3).

3.11.3 Vulnerabilidad sísmica no estructural.

3.11.3.1 Estabilidad de tabiques.

Para una evaluación correcta de la estabilidad de tabiques del Puesto de Salud Santa Bárbara – Micro Red Baños del Inca, utilizamos los resultados obtenidos del modelamiento en el programa ETABS V.16.02; para luego finalmente comparar el momento actuante (de acuerdo con la E.030) con el momento resistente (ecuación 8).

a. Periodo de Vibración de la Estructura

De los modelos estructurales realizado en el programa ETABS v.16.2.1 se pudo determinar los modos de vibración, dos de traslación (X e Y) y uno de rotación (Z).

➤ Módulo A.

- **Modo 1:** Traslacional en la dirección X.

$$T=0.496 \text{ seg.}$$

- **Modo2:** Traslacional en la dirección Y.

$$T=0.189 \text{ seg.}$$

- **Modo3:** Rotacional en la dirección Z.

$$T=0.160 \text{ seg}$$

b. Fuerza Cortante por Nivel.

- Fuerzas sísmicas Horizontales: De los modelamientos en el programa ETABS v.16.2.1 se obtuvo las fuerzas cortantes en cada nivel y en ambas direcciones.

Tabla. 44: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo A – Dirección X.

nivel	Caso de Carga	Vx (Tn)
Segundo Piso	Sismo en X	14.78
Primer Piso	Sismo en X	25.48

Tabla. 45: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo A – Dirección Y.

nivel	Caso de Carga	Vy (Tn)
Segundo Piso	Sismo en Y	36.63
Primer Piso	Sismo en Y	54.54

c. Fuerza Sísmica Horizontal de Diseño.

Para calcular la fuerza sísmica horizontal de diseño por cada nivel y en ambas direcciones tenemos en cuenta la norma E.030, sabiendo que esta actúa en su centro de masa de cada nivel correspondiente y que cada fuerza sísmica está relacionada con la cortante basal.

i. **Módulo A.**
 ✓ **Dirección X**

- Primer Nivel:
 $F=0.3019.P_e$
- Segundo Nivel:
 $F= 0.3285.CI.P_e$

✓ **Dirección Y**

- Primer Nivel:
 $F=0.3019.P_e$
- Segundo Nivel:
 $F= 0.3285.CI.P_e$

d. **Verificación de Estabilidad de Tabiques.**

Tabla. 46: Parámetros para el Diseño Sismorresistente.

Z =	0.35
U =	1.50
S =	1.15
γ =	1.8 Tn/m ³

Fuente: E.030 (2019)

❖ **Módulo A.**

Tabla. 47: Verificación de la Estabilidad de Tabiques - Primer Nivel - Dirección X.

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (tn)	Fuerza/W (Tn/m ²)	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)					
Dirección X										
Eje A-A, Tramo 1-2	-	0.125	3.00	0.9 0	0.1 5	0.22007	0.08151	0.00825	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 1-3	-	0.125	0.80	1.0 0	0.1 5	0.06521	0.08151	0.00652	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 2-3	-	0.125	3.00	2.1 0	0.1 5	0.51349	0.08151	0.04493	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 3-4	-	0.125	3.00	1.0 1	0.1 5	0.24696	0.08151	0.01039	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 3-4	-	0.125	3.00	1.1 0	0.1 5	0.26897	0.08151	0.01233	0.05735	Estable

Eje A-A, Tramo 4-5	-	0.125	3.00	0.9 4	0.1 5	0.22985	0.08151	0.00900	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 4-5	-	0.125	3.00	0.9 0	0.1 5	0.22007	0.08151	0.00825	0.05735	Estable
Eje B-B, Tramo 1-2	-	0.125	2.80	4.2 5	0.1 5	0.96992	0.08151	0.05508	0.05735	Estable
Eje B-B, Tramo 4-5	-	0.125	2.80	3.1 0	0.1 5	0.70747	0.08151	0.05508	0.05735	Estable
Eje C-C, Tramo 1-3	-	0.125	2.80	3.3 5	0.1 5	0.76453	0.08151	0.05508	0.05735	Estable
Eje C-C, Tramo 4-5	-	0.125	0.80	1.5 0	0.1 5	0.09781	0.08151	0.00652	0.05735	Estable
Eje C-C, Tramo 3-5	-	0.125	0.80	1.5 0	0.1 5	0.09781	0.08151	0.00652	0.05735	Estable

Tabla. 48: Verificación de la Estabilidad de Tabiques - Segundo Nivel - Dirección X

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (tn)	Fuerza/W (Tn/m ²)	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)					
Dirección X										
Eje A-A, Tramo 1- 2	2	0.125	1.00	3.21	0.15	0.52327	0.16301	0.02038	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 1- 3	2	0.125	0.80	1.00	0.15	0.13041	0.16301	0.01304	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 2- 3	2	0.125	2.50	2.10	0.15	0.85582	0.16301	0.05320	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 3- 4	2	0.125	2.50	0.75	0.15	0.30565	0.16301	0.01146	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 3- 4	2	0.125	0.80	1.10	0.15	0.14345	0.16301	0.01304	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 3- 4	2	0.125	2.50	1.10	0.15	0.44828	0.16301	0.02466	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 3- 4	2	0.125	0.80	1.00	0.15	0.13041	0.16301	0.01304	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 4- 5	2	0.125	2.50	2.10	0.15	0.85582	0.16301	0.00479	0.05735	Estable
Eje A-A, Tramo 4- 5	2	0.125	2.50	0.90	0.15	0.36678	0.16301	0.00479	0.05735	Estable
Eje B-B, Tramo 1- 3	2	0.125	2.50	4.25	0.15	1.73201	0.16301	0.00479	0.05735	Estable

Eje B-B, Tramo 3-4	2	0.125	2.50	2.95	0.15	1.20222	0.16301	0.00479	0.05735	Estable
Eje B-B, Tramo 1-5	2	0.125	2.50	3.10	0.15	1.26335	0.16301	0.00479	0.05735	Estable
Eje B-B, Tramo 4-5	2	0.125	2.50	3.10	0.15	1.26335	0.16301	0.00479	0.05735	Estable
Eje C-C, Tramo 1-3	2	0.125	2.50	3.35	0.15	1.36523	0.16301	0.00479	0.05735	Estable
Eje C-C, Tramo 4-5	2	0.125	2.50	2.84	0.15	1.15739	0.16301	0.00479	0.05735	Estable
Eje C'-C', Tramo 4-5	2	0.125	2.50	2.84	0.15	1.15739	0.16301	0.12735	0.05735	Inestable

Tabla. 49: Verificación de la Estabilidad de Tabiques - Primer Nivel - Dirección Y.

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (tn)	Fuerza/W (Tn/m ²)	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)					
Dirección Y										
Eje 1-1, Tramo A-B	-	0.125	3.00	3.54	0.15	0.86560	0.08151	0.05538	0.05735	Estable
Eje 2-2, Tramo B-C	-	0.125	1.50	2.31	0.15	0.28242	0.08151	0.01385	0.05735	Estable
Eje 3-3, Tramo A-B	-	0.125	3.00	3.54	0.15	0.86560	0.08151	0.05538	0.05735	Estable
Eje 4-4, Tramo A-B	-	0.125	3.00	2.59	0.15	0.63330	0.08151	0.04128	0.05735	Estable
Eje 5-5, Tramo B-C	-	0.125	3.00	2.55	0.15	0.62352	0.08151	0.04001	0.05735	Estable
Eje 5-5, Tramo A-B	-	0.125	3.00	3.54	0.15	0.86560	0.08151	0.05538	0.05735	Estable
Eje 5-5, Tramo B-C	-	0.125	3.00	3.54	0.15	0.86560	0.08151	0.05538	0.05735	Estable

Tabla. 50: Verificación de la Estabilidad de Tabiques - Segundo - Dirección Y.

Tabique	Factor	m	Dimensiones			F (tn)	Fuerza/W (Tn/m2)	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)					
Dirección Y										
Eje 1-1, Tramo A-B	2	0.125	2.50	3.54	0.15	1.44266	0.16301	0.10361	0.05735	Inestable
Eje 2-2, Tramo B-C	2	0.125	1.50	2.31	0.15	0.56484	0.16301	0.04328	0.05735	Estable
Eje 3-3, Tramo A-B	2	0.125	2.50	3.54	0.15	1.44266	0.16301	0.10361	0.05735	Inestable
Eje 4-4, Tramo A-B	2	0.125	2.50	2.59	0.15	1.05551	0.16301	0.10361	0.05735	Inestable
Eje 5-5, Tramo B-C	2	0.125	2.50	2.55	0.15	1.03920	0.16301	0.10361	0.05735	Inestable
Eje 5-5, Tramo A-B	2	0.125	2.50	3.54	0.15	1.44266	0.16301	0.10361	0.05735	Inestable
Eje 5-5, Tramo B-C	2	0.125	2.50	2.24	0.15	0.91287	0.16301	0.09652	0.05735	Inestable
Eje 5-5, Tramo B-C	2	0.125	1.80	2.24	0.15	0.65727	0.16301	2.64080	0.05735	Inestable

3.11.4 Nivel de vulnerabilidad sísmica.

Se determina haciendo uso de las Tablas 4, 5, y 6; también se puede determinar con la ecuación descrita en el capítulo anterior.

Tabla. 51: Asignación de valores para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.

Parámetro	Calificación	Valor Asignado
Comportamiento Sísmico	Inadecuado	3
Estado Actual	Regular Calidad	2
Tabiquería y parapetos	Algunos Estables	2

$$Vulnerabilidad\ Sismica = (0.60 \times 3) + (0.30 \times 2) + (0.10 \times 2)$$

$$Vulnerabilidad\ Sismica = 2.60$$

De acuerdo a la Tabla 4.31 el Puesto de Salud “Santa Bárbara” tiene un Nivel de Vulnerabilidad Sísmica **ALTO**.

Tabla. 52: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica del Puesto de Salud – Santa Bárbara.

Estructural		No Estructural	Nivel de Vulnerabilidad Sísmica
Comportamiento Sísmico	Estado Actual	Tabiquería y Parapetos	
Adecuada	Buena calidad	Todos estables	ALTO
Aceptable	Regular Calidad	Algunos estables	
Inadecuada	Mala Calidad	Todos inestables	

3.12 Nivel de peligro sísmico.

Se determina haciendo uso de las Tablas 16, 17 y 18; también se puede determinar haciendo uso de la ecuación 9 del capítulo anterior.

Tabla. 53: Asignación de Valores para la evaluación del Peligro Sísmico.

Parámetro	Calificación	Observación	Valor Asignado
Sismicidad	Z3	Zona de moderada sismicidad	3
Suelo	S3	* Capacidad portante de 0.80 kg/cm ² * Suelo Flexible.	3
Topografía y pendiente	Media	Pendiente mayor a 15% pero menor a 50%	2

$$\text{Peligro Sismico} = (0.40 \times 2) + (0.40 \times 3) + (0.20 \times 2)$$

$$\text{Peligro Sismico} = 2.40$$

De acuerdo a la Tabla 18 El Puesto de Salud de Santa Bárbara – Micro Red Baños del Inca tiene un nivel de Peligro Sísmico **MEDIO**.

Tabla. 54: Nivel de Peligro Sísmico del Puesto de Salud – Santa Bárbara.

Sismicidad	Suelo	Topografía y Pendiente	Nivel de Peligro Sísmico
Baja	Rígido	Plana	MEDIO
Media	x Intermedio	Media	x
Alta	Flexible	x Pronunciada	

3.13 Nivel de riesgo sísmico.

Se determina haciendo uso de la tabla 2 y 3 del capítulo anterior; también puede determinarse mediante la ecuación expuesta en el numeral 3.9.1.1 del mismo capítulo.

Tabla. 55: Valores de las variables para evaluar el riesgo sísmico

Variable	Valor
Vulnerabilidad Sísmica	2.60
Peligro Sísmico	2.40

$$Riesgo\ Sísmico = (0.50 \times 2.6) + (0.50 \times 2.4)$$

$$Riesgo\ Sísmico = 2.50$$

Haciendo uso de la tabla 2 y 3 el puesto de salud de Santa Bárbara Micro Red Baños del Inca tiene un nivel de riesgo sísmico **ALTO**

Tabla. 56: Nivel de riesgo sísmico del puesto de Salud – Santa Bárbara.

Vulnerabilidad sísmica	Peligro Sísmico	Nivel de Peligro Sísmico
Baja	Baja	ALTO
Media	Media	x
Alta	x Alta	

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Análisis de resultados.

4.1.1 Nivel de vulnerabilidad sísmica.

4.1.1.1 Vulnerabilidad sísmica estructural.

4.1.1.1.1 Comportamiento sísmico de los edificios

a. Derivas de Entrepiso

En las Tablas 22 y 23 se pueden observar los resultados del análisis de las derivas de entrepiso del Puesto de Salud Santa Bárbara – Micro Red Baños del Inca, observándose que éstas cumplen con los límites para estructuras de concreto armado que es de 0.007, de igual manera los límites para albañilería que se encuentra por debajo de los 0.005 como indica la norma de sismorresistente.

Asimismo, en los resultados se puede observar que las derivas de entrepiso en la dirección “Y” es menor que en la dirección “X” y por lo que ante un sismo severo el Puesto de Salud de Santa Bárbara es más vulnerable en la dirección “X”.

b. Junta Sísmica.

En la Tabla 24 observamos que las dimensiones que existen en las juntas sísmicas entre los módulos analizados y los adyacentes a ellos vemos que las dimensiones de las juntas si es adecuada comparada en las condiciones de la norma sismorresistente; por lo que concluimos que la junta tomada en construcción si es adecuada en su comportamiento ante un sismo severo.

c. Comportamiento de vigas.

Desde la Tabla 25 hasta la Tabla 38 se observa el comportamiento de las vigas ya sea principales o secundarias, en donde podemos concluir que aún son las adecuadas para resistir los momentos actuantes por cargas vivas y muertas; pero ante un sismo severo estas pueden llegar a fallar sobre todo en el eje principal A-A ya que es una viga chata y está expuesta mayor ante un sismo severo por no tener una buena dimensión.

En las vigas secundarias la sección con la cual fue diseñada y construidas es adecuada para resistir momentos generados por carga viva y carga muerta pero no ocurre lo mismo si las vigas están expuestas ante un sismo.

d. Comportamiento de Columnas.

De los resultados obtenidos de las Tablas 39 y 40 se puede concluir que el acero con el cual fue construida la sección de las columnas son las adecuadas para resistir esfuerzos a flexocompresión; por ende, se puede decir que dichas secciones de columnas sufrirían algún fallo ante un sismo severo.

e. Tipo de Falla.

De la figura 22 podemos apreciar a los elementos que fallan primeramente que son las vigas, en especial la viga del eje A-A, por lo que la estructura produce una falla dúctil; es decir, las fuerzas de tracción en las caras inferiores de las vigas serán absorbidas por el acero existente y el concreto sufriría fisuras; sin embargo, hay columnas como en las C-6 donde el acero colocado es insuficiente donde podrían generar que las columnas fallen ante un sismo severo.

f. Falla por Columna Corta.

De acuerdo a las Tablas 42 y 43 nos damos cuenta que la rigidez de la columna corta difiere bastante frente a las columnas totales, ocasionando que las columnas fallen por fuerza cortante.

Al no contar con una junta de aislamiento sísmico entre los tabiques y las columnas, los desplazamientos en la dirección de los Pórticos son altos por lo que frente a un sismo severo la falla por columna corta producirá importantes fallas en la estructura que incluso podrían colapsar las edificaciones.

4.1.1.1.2 Estado actual del edificio.

Se observó el estado actual de los módulos del puesto de Salud Santa Bárbara Micro Red Baños del Inca, donde se pudo notar que sus ambientes se encuentran en general en un estado regular, con presencia de algunas fisuras en muros, vigas, columnas y algunos asentamientos pequeños; además filtraciones de agua de lluvia.

4.1.1.2 Vulnerabilidad sísmica no estructural.

a. Estabilidad de Tabiques.

Desde la Tabla 47 hasta la Tabla 50 se puede corroborar los resultados obtenidos de la estabilidad de los tabiques de este Puesto de Salud, que los cuales se puede concluir que el primer y segundo piso son estables en su gran mayoría (pero existe la probabilidad que fallen a la hora de presentarse un sismo); pero dos muros están colocados sobre la losa y no sobre vigas es por ello que estos son inestables ante un sismo severo.

4.1.1.3 Nivel de vulnerabilidad sísmica.

Por lo tanto, de los resultados de la evaluación estructural y no estructural de los módulos en estudio se obtiene que la vulnerabilidad sísmica del Puesto de Salud Santa Bárbara es de 2.60 lo que significa que posee un nivel **ALTO**.

4.1.2 Nivel de peligro sísmico.

El puesto de Salud de Santa Barbara baños del inca ha obtenido un nivel de peligro sísmico de 2.40 luego de haberse evaluado la sismicidad, el tipo de suelo y la respectiva topografía en la cual se encuentra, lo que corresponde a un nivel **MEDIO**.

4.1.3 Nivel de riesgo sísmico.

Después de haber evaluado la vulnerabilidad sísmica y el peligro sismo del Puesto de Salud de Santa Bárbara – Baños del Inca se obtiene un valor de 2.50 lo que corresponde a un nivel **ALTO**.

Todo esto es en función de las variables de vulnerabilidad sísmica y el nivel de peligro sísmico de los módulos en estudio.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

- a) Los módulos del puesto de Salud – Santa Bárbara del distrito de los baños del Inca, provincia de Cajamarca tienen un Nivel de Riesgo Sísmico **ALTO**.
- b) Los módulos del puesto de Salud – Santa Bárbara del distrito de los baños del Inca, provincia de Cajamarca cuentan con un Nivel de Vulnerabilidad Sísmica **ALTO**.
- c) Los módulos del puesto de Salud – Santa Bárbara del distrito de los baños del Inca, provincia de Cajamarca cuentan con un Nivel de Peligro Sísmico **MEDIO**.
- d) La resistencia de los elementos estructurales que lo componen el Puesto de Salud de Santa Bárbara en el caso de las columnas tiene $f'c = 183.61 \text{ kg/cm}^2$ y en las vigas $f'c = 194.74 \text{ kg/cm}^2$ no alcanzando el $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como especifica en los planos.

5.2 Recomendaciones.

- a) Se recomienda elaborar un plan de emergencias y contingencia sísmica indicando rutas de evacuación bien señalizadas y libre de obstáculos, puntos de encuentros seguros y capacitar al personal médico, administrativo y de mantenimiento con simulacros periódicos para así estar preparados frente a un sismo para así ayudar a las personas a una evacuación sana y segura frente a un evento sísmico de cualquier magnitud.
- b) Se recomienda la toma de medidas de carácter preventivo al municipio de los Baños del Inca, en particular al área de infraestructura para una inspección estructural con un especialista en estructuras para evaluar cada fisura presente en el piso, vigas, columnas, losas y muros, con el fin de identificar su causa principal, y saber si esto se debe a un asentamiento de terreno o quizás por fallas en el diseño estructural, sobrecargas, corrosión del acero o finalmente por malas prácticas constructivas y frente a ello realizar un informe técnico estableciendo las medidas de reparación en las estructuras del puesto de salud de Santa Bárbara.
- c) Finalmente, se recomienda hacer un monitoreo continuo después de establecer las medidas de reparación y la intervención hecha por el especialista, ya sea un seguimiento periódico mensual, trimestral o bimensual con el fin de garantizar el tratamiento adecuado a cada elemento dañado de las estructuras del puesto Salud de Santa Bárbara de los Baños del Inca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astorga Mendizábal, M. A., & Aguilar Velez, R. (Abril de 2006). Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas. pág. 90.
- Bommer, J., Salazar, W., & Samayoa, R. (1998). Riesgo sísmico en la Región Metropolitana de San Salvador. El Salvador: Prisma.
- Bonett Diaz, R. L. (2003). Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada. Barcelona.
- Broto, C. (2009). Enciclopedia Broto de patologías de la construcción (16°.ed). Barcelona, España: Links Internacional.
- Calavera Ruiz, J. (2005). Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado. Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC), Madrid.
- Cardona Arboleda, O. D. (1999). Vulnerabilidad sísmica de hospitales - Fundamentos para ingenieros y arquitectos. Monografías de Ingeniería Sísmica , CIMNE IS32 - Centro Internacional de Metodos Numericos en Ingeniería, Barcelona, España.
- Castillo Aedo, J. L., & Alva Hurtado, J. H. (Diciembre de 1993). Peligro Sísmico en el Perú. 19.
- Chambi Apaza, L. M. (2023). Estudio de vulnerabilidad sísmica para la mejora de los parámetros estructurales del hospital regional de moquegua tipo 2b, moquegua 2020. Moquegua, Perú.
- Chimbolema Cacuango, E., & Goyes Noboa, J. (20 de Diciembre de 2022). Vulnerabilidad sísmica de las viviendas catalogadas como patrimonio cultural del casco urbano del cantón Guaranda. 22. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.7761814>
- Cobo Tinajero, H. A., & Barragán Aroca, G. (21 de Mayo de 2018). Evaluación de la vulnerabilidad estructural, no estructural y funcional, frente a probables emergencias o desastres en el hospital general del puyo. pág. 49.
- Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales. Washington, Estados Unidos.(1993)

- Delgado Quispe, L. G., & Pumainca Huayhua, E. (2023). Determinación de vulnerabilidad sísmica del Puesto de Salud del Distrito de Tuti en la Provincia de Caylloma – Arequipa 2023. Arequipa, Perú.
- E.030, N. T. (2019). Diseño Sismorresistente. Lims: RNE.
- Enriquez Porras , J. R. (2018). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de ingeniería de la universidad señor de sipán, actualizada a la norma E-030 2016”. Tesis, Pimentel.
- Flores Cueva, O. (2022). Nivel de riesgo sísmico del centro educativo de nivel primario n°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca – Cajamarca. Cajamarca, Cajamarca.
- Gonzáles Olórtegui, C. E. (2018). “Nivel de riesgo sísmico de los pabellones de las instituciones educativas San Antonio y Abraham Noriega Valera del distrito de Gregorio Pita – provincia de san marcos 2017”. Cajamarca.
- Guimpert aceval, m. p. (2021). Evaluación de riesgo sísmico en 5 iglesias patrimoniales de la quebrada de Tarapacá.Santiago de Chile, Chile.
- Instituto Geofísico del Perú. (2023). Mapas Sísmicos - Instituto Geofísico del Perú.
- Julca Alcántara , S. P. (2024). Riesgo sísmico en establecimientos de salud categoría ii-1 en el distrito de Cajamarca - 2024. Tesis para Maestro en Ciencias, Cajamarca.
- Kuroiwa Horiuchi, Julio, J., Pando Merino, E., & Pando Pacheco, E. (2010). Alto a los desastres. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Lima, Peru: Umbral Ediciones.
- Lantada Zarzosa, M. N. (2007). Evaluación del riesgo sísmico mediante métodos avanzados y técnicas gis. aplicación a la ciudad de Barcelona. 350.
- Llanos Lopez, L. F., & Vidal Gomez, L. M. (2003). Evaluacion de la vulnerabilidad sísmica de escuelas publicas de cali: una propuesta metodologica. Tesis, Santiago de Cali.
- McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2011). Diseño de concreto reforzado. Mexico: Editorial Alfaomega.

- Ministerio del Ambiente. (2024). IGP reitera que actividad sísmica en el Perú tiene su origen en el proceso de colisión de placas tectónicas frente a nuestras costas.
- Morales, M. R. (2006). Diseño en concreto armado. (U. N. Ingeniería., Ed.) Lima, Perú.
- Mosqueira Moreno , M. A. (2012). Riesgo Sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cajamarca. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Peru.
- Mosqueira Moreno, M. Á., & Tarque Ruíz, S. N. (2005). Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Peru: PUCP.
- Muñoz Pelaes, A. (1999). Ingeniería Antisísmica. Pontificia Universidad Católica del Peru, Lima, Peru.
- Muñoz Pelaez , A. (2004). Ingeniería Sismorresistente. Pontificia Universidad Católica del Perú, departamento de Ingeniería. Lima, Peru: PUCP.
- Norma Técnica E.030. (2019). Diseño Sismorresistente. RNE, Lima.
- Norma Técnica E.060. (2009). "Concreto Armado" del Reglamento Nacional de Edificaciones. (Vols. Decreto Supremo N° 010-2009-Vivienda). (C. V. Ministerio de Transportes, Ed.) Lima, Perú.
- Ocola, L. (Diciembre de 2019). Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad de desastres sísmicos en el Perú. Revista Geofísica, pág. 45.
- Organización de las Naciones Unidas. (2020).
- Orrillo Rojas, J. D. (2017). Riesgo sísmico del edificio "2j" de la Universidad Nacional de Cajamarca. tesis , Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- S. H. (1986). Vulnerability and risk analysis for individual structures and systems. Proceeding of the Eight European Conference on Earthquake Engineering. Lisboa, Portugal: 8EECE.

- Sánchez Paredes, J. D., & Quispe Jiménez, F. W. (2023). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería en la localidad del distrito de San José de Lourdes – San Ignacio - 2021. Jaén, Perú.
- Sulca-Huamán, J. (08 de Agosto de 2022). Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones mediante funciones de vulnerabilidad en la ciudad de Ayacucho - Perú. doi:http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2309-04132022000200021
- Tamayo Tejada, A. (2023). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas según esquemas estructurales de la Urbanización Chanu Chanu primera etapa Puno, 2023. Puno.
- Tavera, H., & Bernal Esquia, Y. I. (2014). Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú. Lima, Perú.
- Velásquez Espinales, L. V., & Quiroz Fernández, S. (2023). Análisis de riesgo sísmico del Hospital Solca de Manabí, en un escenario similar al ocurrido el 16 A. 15. doi:<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

APÉNDICE.

APÉNDICE N°01: ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

MÉTODO ESTÁNDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805-97)

✓ **Consideraciones previas.**

1. Espesor mínimo de piezas a ensayar: 10 cm
2. Esclerómetro en posición perpendicular a la superficie del ensayo.
3. Distancia mínima entre puntos de ensayo: 2.5 cm
4. Número mínimo de lecturas: 10.
5. Se descartan las lecturas que difieren en más de 7 unidades de la media. Mas de dos lecturas que cumplan con esto, se anula la prueba.

✓ **Consideraciones previas.**

1. Columnas en tres puntos (inferior, medio y alto)
2. Vigas: horizontales y verticalmente en sus caras encofradas (una o dos).

✓ **Equipos utilizados.**

- Esclerómetro de marca Instronics, modelo N/ZC3 – A y con última fecha de calibración al 29-Agos-2024. Propiedad del laboratorio de JWJ Contratistas SRL.

✓ **Zonas donde se tomaron los datos.**

Figura. 23: Zonas donde se realizaron los ensayos de Esclerometría

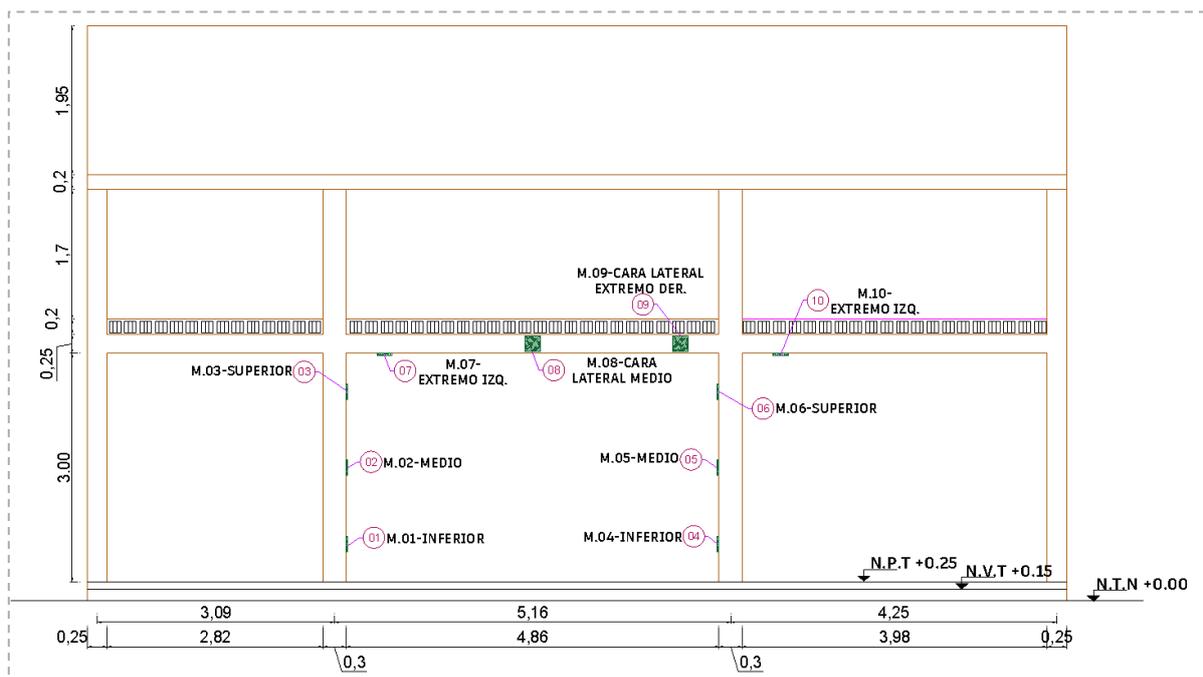
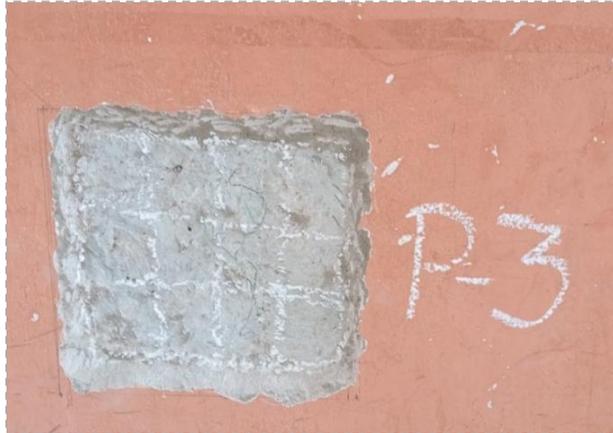


Figura. 24: Ensayo de Esclerometría.



✓ **Procedimiento realizado durante el ensayo.**

- Se realizó el trazo de una cuadrícula de 20x20 cm, donde se dibujó 16 recuadros de 4 cm de lado cada uno, e cada recuadro se realizó una lectura.
- Se colocó el esclerómetro en posición perpendicular al plano del elemento estructural a ensayar y seguidamente se anotó los datos obtenidos.

Figura. 25: Ensayo de Esclerometría en parte inferior de la Columna.



Figura. 26: Ensayo de Esclerometría en parte central de la Columna.



Figura. 27: Ensayo de Esclerometría en la parte superior de la Columna.

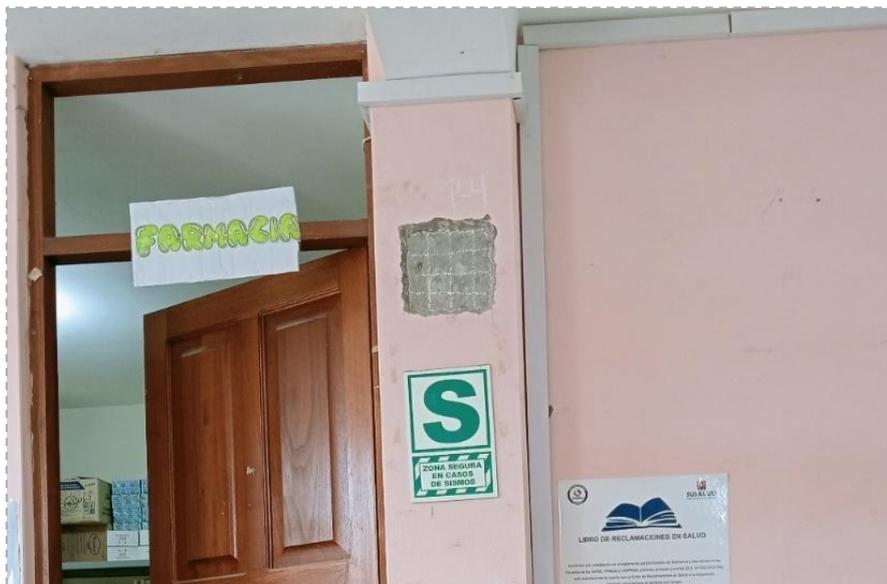


Figura. 28: Ensayo de Esclerometría en la cara lateral de la viga.



Figura. 29: Ensayo de Esclerometría en el fondo de la viga.



Figura. 30: Cumplimos con tarrajar las partes donde se realizaron el ensayo.



✓ **Datos obtenidos durante el ensayo:**

STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE							
PUNTO:		P - 01		P - 02		P - 03	
ESTRUCTURA:		COLUMNA		COLUMNA		COLUMNA	
NOMENCLATURA (*):		C1 - M1		C1 - M2		C1 - M3	
UBICACIÓN:		PABELLÓN I		PABELLÓN I		PABELLÓN I	
ANGULO / APROX. (45°):		0°		0°		0°	
LECTURAS / EVALUACIÓN (V: VALIDO / NV: NO VALIDO)	N° DE LECTURAS	ÍNDICE DE REBOTE					
	L1	28	Válido	27	Válido	32	Válido
	L2	27	Válido	27	Válido	33	Válido
	L3	30	Válido	33	Válido	32	Válido
	L4	32	Válido	30	Válido	33	Válido
	L5	29	Válido	32	Válido	33	Válido
	L6	30	Válido	32	Válido	29	Válido
	L7	31	Válido	31	Válido	27	Válido
	L8	28	Válido	30	Válido	31	Válido
	L9	30	Válido	32	Válido	31	Válido
	L10	30	Válido	30	Válido	32	Válido
	L11	31	Válido	30	Válido	32	Válido
	L12	29	Válido	31	Válido	31	Válido
PROMEDIO:		29.58		30.42		31.33	
MÍNIMO:		23.58		24.42		25.33	
MÁXIMO:		35.58		36.42		37.33	
RESISTENCIA	psi	2810 psi		2905 psi		3005 psi	
	kg/cm ²	197,56 kg/cm ²		204,24 kg/cm ²		211,27 kg/cm ²	

STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE							
PUNTO:		P - 04	P - 05	P - 06			
ESTRUCTURA:		COLUMNA	COLUMNA	COLUMNA			
NOMENCLATURA:		C2 - M1	C2 - M2	C2 - M3			
UBICACIÓN:		PABELLÓN I	PABELLÓN I	PABELLÓN I			
ANGULO / APROX. (45°):		0°	0°	0°			
LECTURAS / EVALUACIÓN (V: VALIDO / NV: NO VALIDO)	N° DE LECTURAS		ÍNDICE DE REBOTE				
	L1	32	Válido	30	Válido	31	Válido
	L2	31	Válido	31	Válido	31	Válido
	L3	30	Válido	29	Válido	32	Válido
	L4	32	Válido	32	Válido	29	Válido
	L5	29	Válido	31	Válido	29	Válido
	L6	30	Válido	32	Válido	33	Válido
	L7	31	Válido	30	Válido	31	Válido
	L8	31	Válido	29	Válido	32	Válido
	L9	30	Válido	30	Válido	29	Válido
	L10	29	Válido	31	Válido	31	Válido
	L11	31	Válido	32	Válido	33	Válido
	L12	28	Válido	32	Válido	29	Válido
PROMEDIO:		30.33		30.75		30.00	
MÍNIMO:		24.33		24.75		24.00	
MÁXIMO:		36.33		36.75		36.00	
RESISTENCIA		psi	2895 psi	2940 psi	2855 psi		
		kg/cm ²	203,54 kg/cm ²	206,70 kg/cm ²	200,73 kg/cm ²		

STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE					
PUNTO:		P - 07		P - 08	
ESTRUCTURA:		VIGA		VIGA	
NOMENCLATURA:		V1 - M1		V1 - M2	
UBICACIÓN:		PABELLÓN I		PABELLÓN I	
ANGULO / APROX. (45°):		90°		90°	
LECTURAS / EVALUACIÓN (V: VALIDO / NV: NO VALIDO)	N° DE LECTURAS		ÍNDICE DE REBOTE		
	L1	33	Válido	36	Válido
	L2	34	Válido	38	Válido
	L3	33	Válido	36	Válido
	L4	35	Válido	34	Válido
	L5	36	Válido	38	Válido
	L6	35	Válido	37	Válido
	L7	34	Válido	34	Válido
	L8	36	Válido	36	Válido
	L9	37	Válido	35	Válido
	L10	35	Válido	37	Válido
	L11	38	Válido	36	Válido
	L12	33	Válido	35	Válido
PROMEDIO:		34.92		36.00	
MÍNIMO:		28.92		30.00	
MÁXIMO:		40.92		42.00	
RESISTENCIA		psi	2890 psi	3180 psi	
		kg/cm ²	203,19 kg/cm ²	223,58 kg/cm ²	

STANDARD TEST METHOD FOR REBOUND NUMBER OF HARDENED CONCRETE					
PUNTO:		P - 09		P - 10	
ESTRUCTURA:		VIGA		VIGA	
NOMENCLATURA:		V1 - M3		V1 - M4	
UBICACIÓN:		PABELLÓN I		PABELLÓN I	
ANGULO / APROX. (45°):		0°		0°	
LECTURAS / EVALUACIÓN (V: VALIDO / NV: NO VALIDO)	N° DE LECTURAS		ÍNDICE DE REBOTE		
	L1	36	Válido	32	Válido
	L2	33	Válido	34	Válido
	L3	30	Válido	30	Válido
	L4	36	Válido	30	Válido
	L5	35	Válido	31	Válido
	L6	33	Válido	33	Válido
	L7	35	Válido	31	Válido
	L8	33	Válido	31	Válido
	L9	34	Válido	33	Válido
	L10	31	Válido	30	Válido
	L11	32	Válido	32	Válido
	L12	32	Válido	31	Válido
PROMEDIO:		33.33		31.50	
MÍNIMO:		27.33		25.50	
MÁXIMO:		39.33		37.50	
RESISTENCIA		psi	3220 psi	3020 psi	
A		kg/cm ²	226,39 kg/cm ²	212,33 kg/cm ²	

✓ **Resultados obtenidos:**

- De los ensayos obtenidos se tienen las resistencias a compresión del concreto que se especifica en cada cuadro, pero para poder analizar y modelar las edificaciones se toma el 90% del valor promedio de la resistencia a la compresión para columnas y vigas.

Puesto de Salud Santa Bárbara – Baños del Inca.

Columnas: $f'c = 183.61 \text{ kg/cm}^2$

Vigas: $f'c = 194.74 \text{ kg/cm}^2$

APÉNDICE N°02: ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS

✓ CONTENIDO DE HUMEDAD

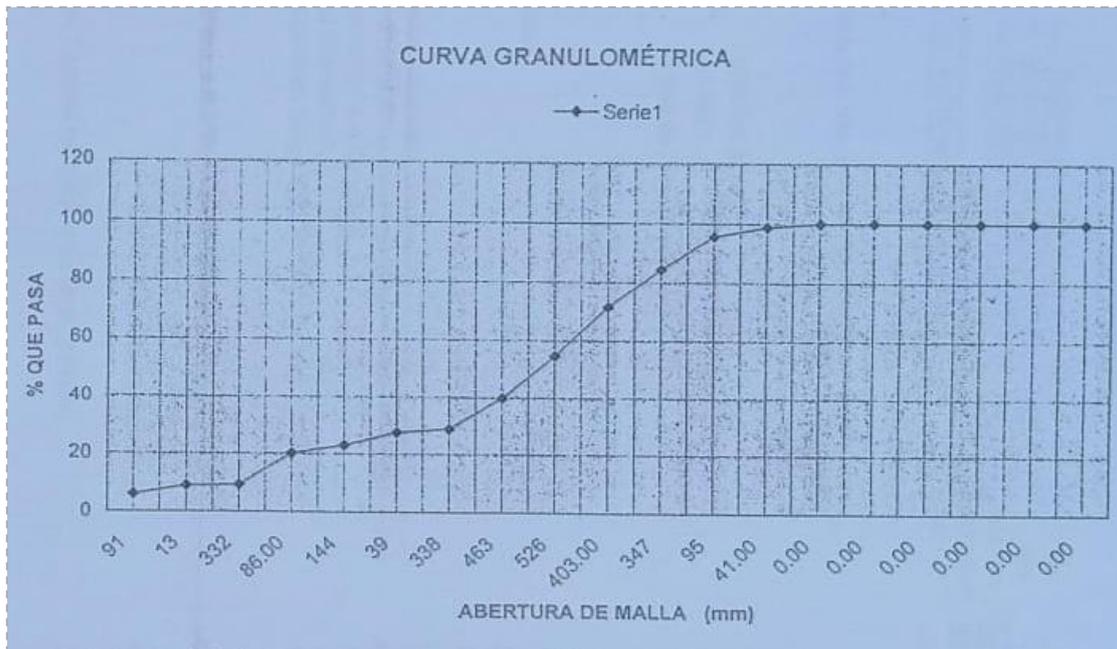
CALICATA N°01.

- La ubicación de la calicata única, es el mismo Puesto de Salud Santa Bárbara Micro Red Baños del Inca.
- Las muestras de los estratos componentes de la calicata N°1, se han tomado in situ.
- De cada estrato se han tomado muestras inalteradas.

✓ ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Mallas serie americana	ABERTURA (mm)	PESO		PESO		Especif (%)	
		Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido (%)	Pasa (%)		
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	75-95	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	40-75	
1/4"	6.35	41.00	1.32	1.32	98.68		
N°4	4.76	95.00	3.06	4.38	95.62	30-60	
N°6	3.36	347.00	11.17	15.55	84.45		
N°8	2.38	403.00	12.97	25.52	71.48		
N°10	2.00	526.00	16.93	45.45	54.55	20-45	
N°16	1.19	463.00	14.91	60.36	39.64		
N°20	0.84	338.00	10.88	71.24	28.76		
N°30	0.59	39.00	1.26	72.50	27.50		
N°40	0.43	144.00	4.64	77.14	22.86	15-30	
N°50	0.30	86.00	2.77	79.91	20.09		
N°80	0.18	332.00	10.69	90.60	9.40		
N°100	0.15	13.00	0.42	91.02	8.98		
N°200	0.07	91.00	2.93	93.95	6.05	5.15	
FONDO		128.00	4.12	98.07	1.93		
TOTAL		3046					
PESO INICIAL		PESO LAVADO					

Figura A- 1: Curva Granulométrica.



✓ **RESULTADOS DE ENSAYOS.**

- Humedad natural: 36.89 %
- Grupo: A-2-5 GM
- Calicata N.ª: 01
- Estrato: E-3
- Profundidad: 3.25 metros
- P.I: 3.106 gr PF= 3.046 P:P = 60
- Pasa malla N°200: 187.91

✓ **CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LAS CIMENTACIONES.**

Frente a los resultados obtenidos de Laboratorio el tipo de suelo predominante es:

- GM = A – 2 – 5 (0)
- Densidad Aparente = 0.97 Tn/m³
- Cohesión: 0.01
- Angulo de fricción Interna: 25°

Entonces:

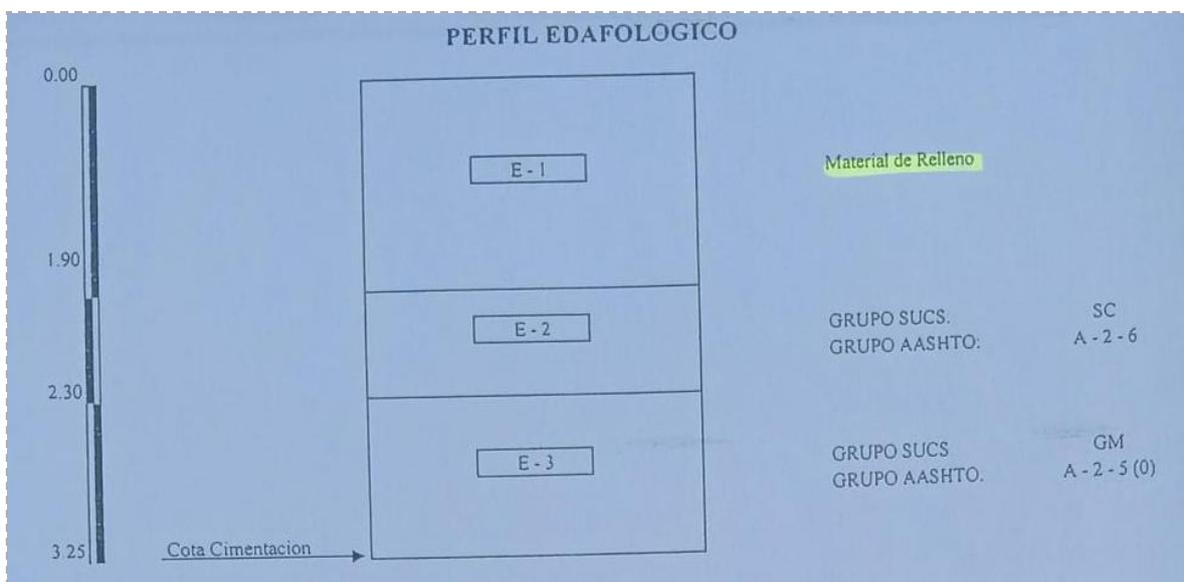
- Peso Volumétrico $P_v = 0.00097 \text{ kg/cm}^3$
- $C = 0.01$
- Angulo de fricción = 25°
- Profundidad de Desplante de Cimentación $Z = 3.25 \text{ m}$
- Dimensión Menor de la Cimentación en (m) = $B = 1.25 \text{ m}$
- Factor de carga debido a la Cohesión $N_c = 14$
- Factor de carga Adimensional $N_q = 5.80$
- Factor de capacidad de carga (ctte) $N_w = 7.00$

$$q_c = N_c * C + P_v \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \right) * Z * N_q + 0.5 * P_v \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \right) * B * N_w$$

- $q_c = 2.392825 \text{ kg/cm}^2$
- $C_s = \text{Coef. De seguridad} = 3.00$
- La capacidad portante del terreno se obtiene de la expresión.
- $Q_d = q_c / C_s$
- $Q_d = 0.80 \text{ kg/cm}^2$
- Capacidad portante del terreno es 0.80 kg/cm^2

✓ **PERFIL EDAFOLÓGICO.**

Figura A- 2: Curva Granulométrica.



Conclusiones del estudio de Mecánica de Suelos.

Según los ensayos realizados al pozo explorativo de la plataforma deportiva, se han encontrado 03 estratos claramente definidos, siendo sus características de cada uno de ellos como sigue.

- Primer estrato.
 - ✓ De 0.00 a 1.90m constituidos por material de relleno, mezclado con material orgánico, el cual se debe eliminar
- Segundo estrato.
 - ✓ De 1.90 a 2.30m constituido por gravas limosas, mezcla de arena arcillosa, de color pardo oscuro, mezcla de arena arcillosa – materiales finos plásticos, cantidad de material apreciable fino, cuya clasificación SUCS, es SC y la clasificación AASHTO es A- 2 – 6 Gravas limosas, mezcla de grava, arena arcillosa
- Tercer estrato
 - ✓ De 2.30 a 3.25 m constituido por gravas limosas mezcla de grava limosa, de color amarillo, presentado materiales finos sin plasticidad, o con plasticidad muy baja y cantidad apreciable de material fino
 - Su clasificación SUCS es GM y su clasificación AASHTO es A – 2 – 5 (0)
 - CBR es de tipo 41.42 %

Recomendaciones después de hacer el Estudio Mecánica de Suelos.

- ✓ De acuerdo a los resultados de ensayo realizados a la calicata indicada, la resistencia del terreno de fundación a la profundidad de 3.25 metros, presenta una resistencia de terreno de 0.80 kg/cm², para lo cual el proyectista tendrá que colocar una cimentación apropiada, y considerar drenajes adecuados en el perímetro de la edificación con la finalidad de evitar asentamientos diferenciales posteriores.

APÉNDICE N°03: EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS MÓDULOS DEL PUESTO DE SALUD SANTA BÁRBARA – BAÑOS DEL INCA.

a. Generalidades.

El puesto de salud de Santa Bárbara Micro Red Baños del Inca – Cajamarca se terminó de construir en el año 2010. Cuenta con un módulo de dos pisos y dos módulos de un piso cada uno, donde el módulo de dos pisos está separado del módulo de un piso mediante juntas sísmicas de 5.50 cm, cuenta con un sistema estructural de pórticos en su mayor longitud (Eje x) y de albañilería confinada en su menor longitud (Eje y), ningún módulo cuenta con azotea, pero si con techo aligerado de losa a dos aguas.

- ✓ El módulo central cuenta con dos pórticos principales esto específicamente en la sala de recepción, más muros de albañilería confinada unidas mediante vigas de amarre en sus extremos y en ambos niveles. Para la comunicación entre ambos niveles se utiliza una escalera en dos tramos
- ✓ El módulo izquierdo está conformado por muros albañilería confinada ya sean muros o vigas de amarre y también presenta pórticos en el eje central.
- ✓ La escalera que comunica tanto al primer y segundo piso cuenta con un descanso que hace que tenga dos tramos y esta misma cuenta con señalética establecida para la correcta evacuación de pacientes en caso llegase a producirse un evento sísmico y/o debidos simulacros.

b. Estado Actual del Puesto de Salud Santa Bárbara Micro Red Baños del Inca - Cajamarca.

En las visitas de campo que se hizo ya sea para hacer la realización del ensayo no destructivo de esclerometría o para tomar fotos de los daños existentes como fisuras, asentamientos, filtraciones de agua entre otros, pudimos observar que.

Figura. 31: Vista general del puesto de Salud Santa Bárbara.



- ✓ Mediante la verificación con wincha, se comprobó que las medidas de los planos dados sí coinciden con las medidas reales hechas en la construcción de dicho Puesto de Salud.

Figura. 32: Verificación de medidas segundo piso.

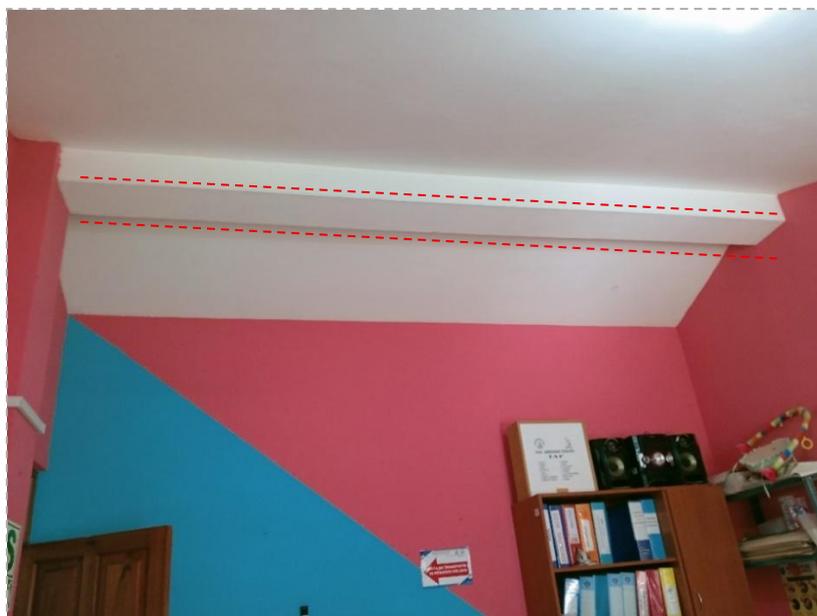


Figura. 33: Verificación de medidas primer piso.



- ✓ Presentan algunas deflexiones visibles en vigas tanto en el primer como segundo piso, esto se observó al momento de picar el tarrajeo para el ensayo de esclerometría. En el caso de la viga del segundo piso a simple vista se puede observar su deflexión existente.

Figura. 34: Vista General de la deflexión de V.P Segundo piso.



- ✓ De forma general podemos decir que el Estado Actual de dicho Puesto de Salud es Regular.

c. Criterios estructurales.

El puesto de salud fue proyectado con un sistema aporticado en su mayor longitud y con albañilería confinada en la menor longitud, pero la tabiquería existente en los módulos no está aislados respecto a sus elementos estructurales y losas aligeradas, esto se debe suponer ya que al momento de realización del expediente se contaba con una normativa antigua de E.030 “Diseño Sismorresistente” (2003) no actualizada o por falta de conocimiento de los ingenieros a cargo.

Evaluación estructural de los módulos del puesto de salud Santa Bárbara.

La evaluación estructural de los módulos del Puesto de Salud que son objeto de estudio, tiene por finalidad:

- Verificar el estado actual de los módulos, sus elementos estructurales y no estructurales, de acuerdo a las especificaciones dadas y los ensayos que se realizaron (esclerometría).
- Observar en cuanto aumenta o disminuye el nivel de riesgo sísmico en estos módulos.

➤ **Inspección en Vigas.**

- **Evaluación:** Fisuras y deflexión en vigas del primer y segundo piso.
- **Nivel de riesgo.** Mediano – Alto
- **Causas Indirecta.** procedimiento constructivo.
- **Falla(s):**
 - Se observan algunas fisuras presentes en las vigas. Cuando fuimos en una primera instancia a ver el estado actual del puesto de salud se observó dichas fisuras, pero al momento de hacer el ensayo de esclerometría se vio que lo habían dado un mantenimiento bajo pintura pero que aun así se veía dichas fisuras.
- **Causa(s):**
 - La diferencia del espesor del tarrajeo. Hace suponer que en el procedimiento constructivo no se tomó en cuenta dejar la contra flecha necesaria, es así que comienza a ceder un poco por el peso propio de la estructura y las cargas presentes en el segundo piso.
 - No uniformidad en el concreto de las vigas y en el tarrajeo de las mismas.
 - Pequeños asentamientos en las columnas que pertenecen al mismo pórtico.

Figura. 35: Inspección de viga principal, primer nivel - eje B.



Figura. 36: Inspección viga principal, primer nivel- eje C.



➤ **Inspección en Losas Aligeradas.**

- **Evaluación:** filtraciones, resquebrajamiento y desprendimientos de tartajeos en primer y segundo piso.
- **Nivel de riesgo.** Mediano – Alto
- **Causas. Indirecta.** Procedimiento constructivo.

– **Falla(s):**

- Se observan algunas filtraciones de agua presentes en la losa, adyacentes a algunos elementos estructurales como vigas y columnas.
- La presencia de resquebrajamientos del tarrajeo por las filtraciones de agua presentes.

– **Causa(s):**

- Al pertenecer a la zona rural de la Sierra, está expuesta a acumulación de agua de lluvia y al intemperismo.
- No se hace mantenimiento adecuado en cuanto al sistema de drenaje.
- Mala compactación e inadecuado curado del hormigón.

Figura. 37: Inspección de losa aligerada segundo nivel, entre los ejes principales A-B y ejes secundarios 3-4



Figura. 38: Inspección de losa aligerada segundo nivel, entre los ejes principales B-C y ejes secundarios 3-4.



Figura. 39: Inspección de losa aligerada primer nivel, en el eje principal B-C (voladizo) y ejes secundarios 3 y 4.



➤ **Inspección en Columnas.**

- **Evaluación:** Inclinación y resquebrajamiento de Columna en Segundo Piso.
- **Nivel de riesgo.** Mediano – Alto
- **Causas.** Procedimiento constructivo.
- **Falla(s):**
 - La columna en el segundo piso no se encuentra vertical, por el contrario, tiene una inclinación casi considerable.
- **Causa(s):**
 - La causa principal es un procedimiento constructivo inadecuado, sin la verificación correspondiente al momento del encofrado y el vaciado del concreto.
 - El resquebrajamiento se debe a la inclinación y la carga que soporta la columna, debido a que ya las fuerzas que interactúan con el elemento ahora se deben distribuir con una inclinación considerable, y no verticalmente como debería ser.
 - Mala calidad de los materiales y/o encofrados.

Figura. 40: Inspección en continuidad de columnas del primer y segundo nivel.

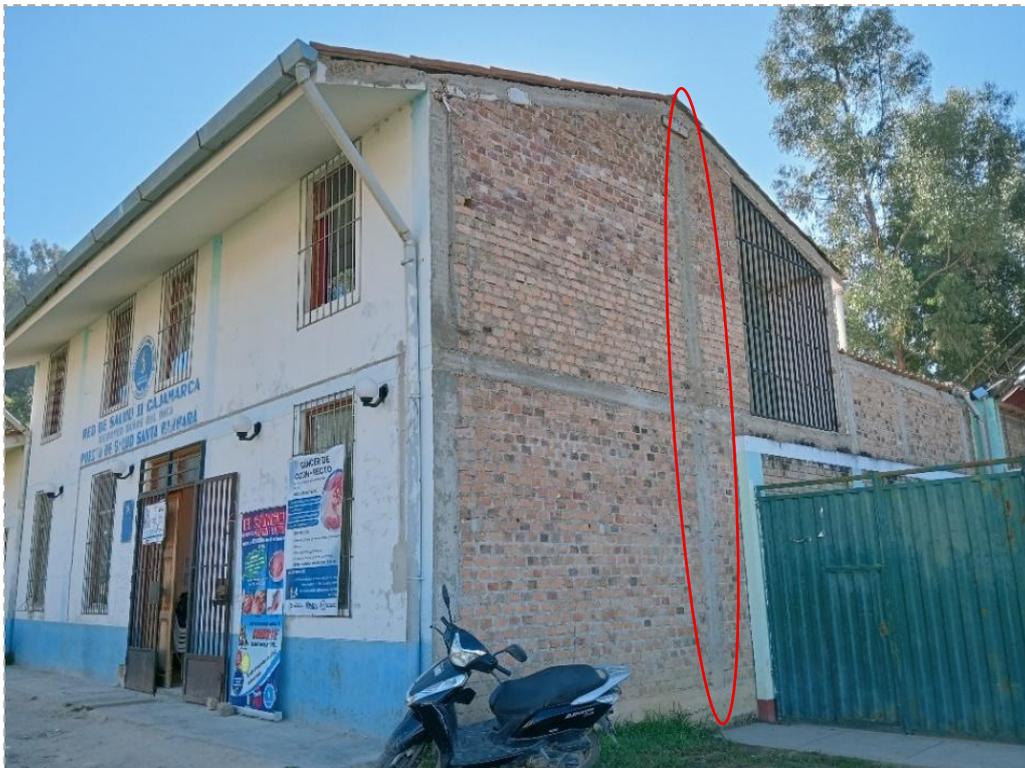


Figura. 41: Visualización de fisura en la C-3, entre los ejes C y 4.



Figura. 42: Inspección en la falta de continuidad de columnas del primer y segundo nivel.



- **Inspección en muros y asentamientos.**
 - **Evaluación:** fisuras en junta muro-columna
 - **Nivel de riesgo.** Medio – Alto
 - **Causas.** Cimentación - Suelo.
 - **Falla(s):**
 - Grieta muro, columna, asentamientos a nivel de piso.

– **Causa(s):**

- Debido a unos pequeños asentamientos, se hace evidente que en las partes donde la vereda y la columna se encuentran, se presencia un hundimiento por falta de drenaje.
- Debido al suelo de fundación blando y las constantes lluvias presentes en la zona.
- Mala calidad de los materiales, lo que origina que el tarrajeo se desprenda.

Figura. 43: Visualización de fisura en muro del eje B, módulo B.



Figura. 44: Visualización de fisura en el muro del eje principal C y secundarios 3-4.



Figura. 45: Inspección de piso en la sala de espera, se observa una fisura por asentamiento.



Como se puede observar en el análisis respectivo, en algunos casos se necesita una rigurosidad en el estudio de los diferentes elementos que componen los pabellones del Puesto de Salud, esto debido a que a simple vista todo pueda estar bien, pero al tratarse en ocasiones de reparaciones del tarrajeo en vigas, algunas columnas, o en muros y en veredas, no se hace evidente las patologías o errores constructivos presentes en su interior.

En cuanto a la resistencia en sí de los diferentes elementos estructurales (vigas y columnas), tal es el caso del Puesto de Salud, no cumplen con el mínimo requerido que es $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, ni en sus vigas ni en sus columnas, lo que hace que el nivel de riesgo sísmico aumente de manera significativa por factores diferentes a su resistencia.

APÉNDICE N°04: METRADOS DE CARGAS

1. Primer nivel

1.1. Vigas principales

1.1.1. Carga muerta

1.1.1.1. Losa aligerada.

Cargas muertas de la losa aligerada en los ejes principales – primer nivel, módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
A - A	300	1.895	568.500	0.569
B - B	300	3.710	1113.000	1.113
C - C	300	1.850	555.000	0.555

1.1.1.2. Piso terminado.

Cargas muertas del piso terminado en los ejes principales – primer nivel, módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
A - A	100	1.995	199.500	0.200
B - B	100	3.910	391.000	0.391
C - C	100	1.950	195.000	0.195

1.1.1.3. Muros.

Cargas muertas de muros en los ejes principales – primer nivel, módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
A entre 1 y 3	1800	3.00	0.15	810.000	0.810
A entre 3 y 4	1800	3.00	0.15	810.000	0.810
A entre 4 y 5	1800	3.00	0.15	810.000	0.810
B entre 1 y 3	1800	2.75	0.15	742.500	0.743
B entre 4 y 5	1800	2.75	0.15	742.500	0.743
C entre 1 y 3	1800	2.75	0.15	742.500	0.743
C entre 3 y 4	1800	2.75	0.15	742.500	0.743
C entre 4 y 5	1800	2.75	0.15	742.500	0.743

1.1.2. Carga viva.

Cargas vivas en los ejes secundarias – primer nivel, módulo A.

Eje	Ambiente	W (kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
A entre 1 y 3	Consultorio de medicina general	250	1.995	498.750	0.499
A entre 3 y 4	Sala de espera	250	1.995	498.750	0.499
A entre 4 y 5	Tópico y Triaje	250	1.995	498.750	0.499
B entre 1 y 3	Escaleras	250	2.095	523.750	0.524
B entre 3 y 4	Admisión	250	2.095	523.750	0.524
B entre 4 y 5	Administración	250	2.095	523.750	0.524

1.2.Vigas de amare y borde.

1.2.1. Carga muerta

1.2.1.1.Losa aligerada.

Cargas muertas de la losa aligerada en las vigas de amarre – primer nivel, módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	300	2.125	637.500	0.638
2 - 2	300	2.125	637.500	0.638
3 - 3	300	4.705	1411.500	1.412
4 - 4	300	4.125	1237.500	1.238
5 - 5	300	1.545	463.500	0.464

1.2.1.2.Piso terminado.

Cargas muertas del piso terminado en los ejes secundarios – primer nivel, módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	300	2.225	667.500	0.668
2 - 2	300	2.325	697.500	0.698
3 - 3	300	4.905	1471.500	1.472
4 - 4	300	4.325	1297.500	1.298
5 - 5	300	1.645	493.500	0.494

1.2.1.3.Muros.

Cargas muertas de muros en los ejes secundarios del módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	1800	3.00	0.15	810.000	0.810
2 - 2	1800	3.00	0.15	810.000	0.810
3 - 3	1800	3.00	0.15	810.000	0.810
4 - 4	1800	2.75	0.15	742.500	0.743
5 - 5	1800	2.75	0.15	742.500	0.743

1.2.2. Carga viva.

Cargas vivas del piso terminado en los ejes secundarios – primer nivel, módulo A

Eje	Ambiente	W (kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
1 entre A y B	Consultorio de medicina general	250	2.225	556.250	0.556
2 entre B y C	Sala de espera	250	2.225	556.250	0.556
3 entre A y C	Tópico y Triaje	250	4.805	1201.250	1.201
4 entre A y C	Escaleras	250	4.325	1081.250	1.081
5 entre A y C	Admisión	250	1.645	411.250	0.411

2. Segundo Piso

2.1.Vigas principales.

2.1.1. Carga muerta.

2.1.1.1. Losa aligerada

Cargas muertas de la losa aligerada en los ejes principales – primer nivel, módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
A - A	50	2.495	124.750	0.125
A' - A'	50	0.600	30.000	0.030
B - B	50	3.710	185.500	0.186
C - C	50	2.750	137.500	0.138
C' - C'	50	0.900	45.000	0.045

2.1.1.2. Techo terminado.

Cargas muertas del piso terminado en los ejes principales – primer nivel, módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
A - A	100	1.995	199.500	0.200
B - B	100	3.910	391.000	0.391
C - C	100	1.950	195.000	0.195

2.1.1.3. Cobertura de Teja Andina.

Metrado de cargas de teja andina – segundo nivel, módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Longitud (m)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
A	10.24	5.10	2.50	130.299	0.130
B	10.24	5.16	3.75	197.880	0.198
C	10.24	3.09	2.75	87.014	0.087

2.1.2. Carga viva.

Metrado de cargas vivas del piso terminado en los ejes principales – segundo nivel, módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Longitud (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
A	50	2.50	5.10	124.750	0.125
B	50	3.75	5.16	187.250	0.187
C	50	2.75	3.09	137.500	0.138

2.2.Vigas de amare y borde.

2.2.1. Carga muerta

2.2.1.1.Losa aligerada.

Metrado de cargas muertas de la losa aligerada en los ejes secundarios – segundo nivel, módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	50	2.495	124.750	0.125
2 - 2	50	0.600	30.000	0.030
3 - 3	50	3.710	185.500	0.186
4 - 4	50	2.750	137.500	0.138
5 - 5	50	0.900	45.000	0.045

2.2.1.2.Piso terminado de techo.

Metrado de cargas muertas del piso terminado en los ejes secundarios – segundo nivel, módulo A

Eje	W (kg/m ²)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	300	2.225	667.500	0.668
2 - 2	300	2.325	697.500	0.698
3 - 3	300	4.905	1471.500	1.472
4 - 4	300	4.325	1297.500	1.298
5 - 5	300	1.645	493.500	0.494

2.2.1.3.Cobertura de Teja Andina.

Metrado de cargas muertas de teja andina en los ejes secundarios – segundo nivel, módulo A

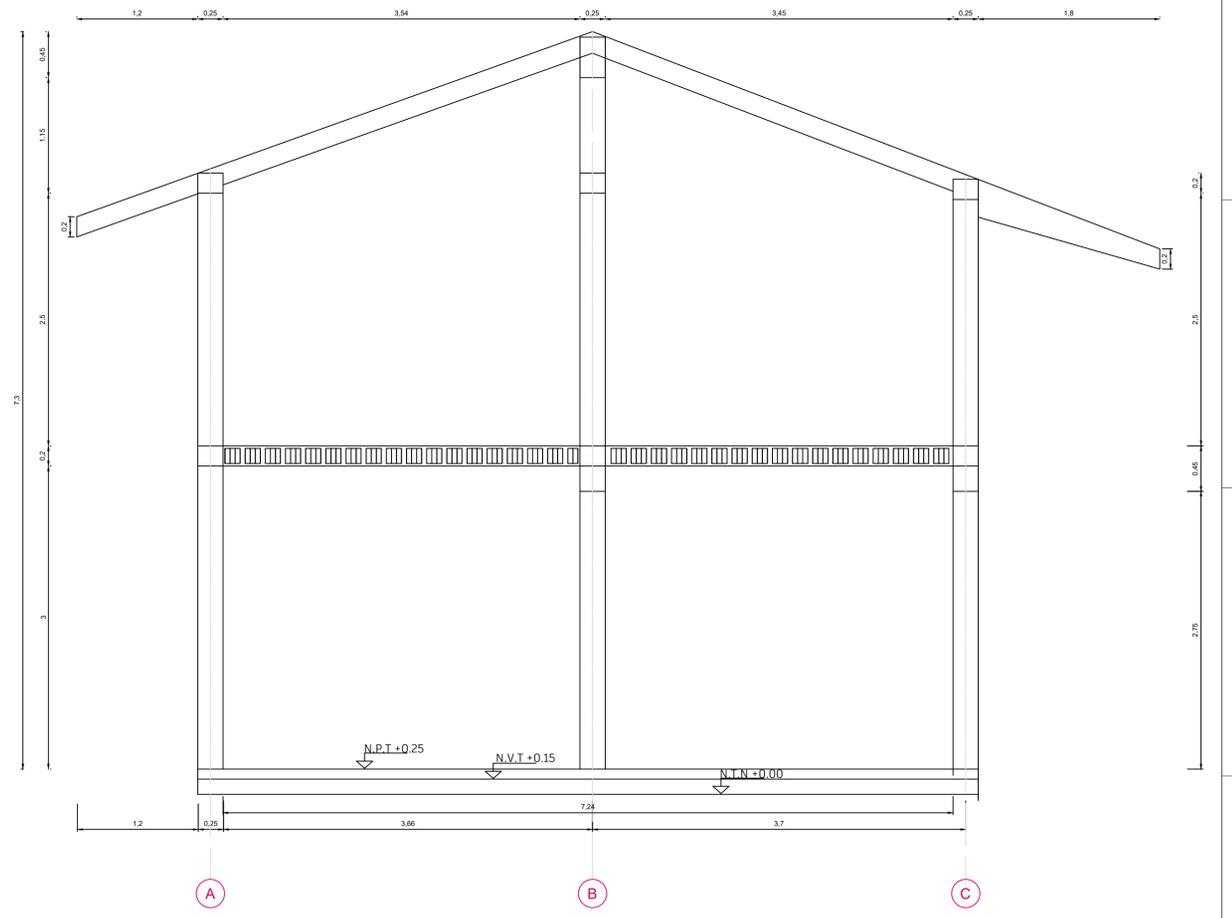
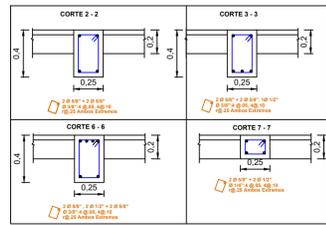
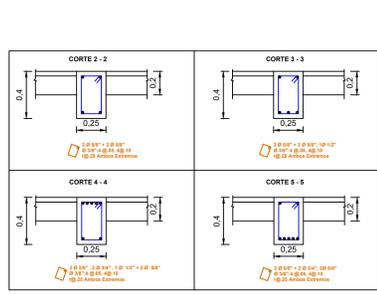
Eje	W (kg/m ²)	Longitud (m)	Ancho de Influencia (m)	Carga (kg/m)	Carga (Tn/m)
Eje 1	10.24	5.10	2.13	110.976	0.111
Eje 3	10.24	5.16	2.58	136.323	0.136
Eje 4	10.24	3.09	1.58	49.994	0.050
Eje 5	10.24	3.09	2.75	87.014	0.087

ANEXOS

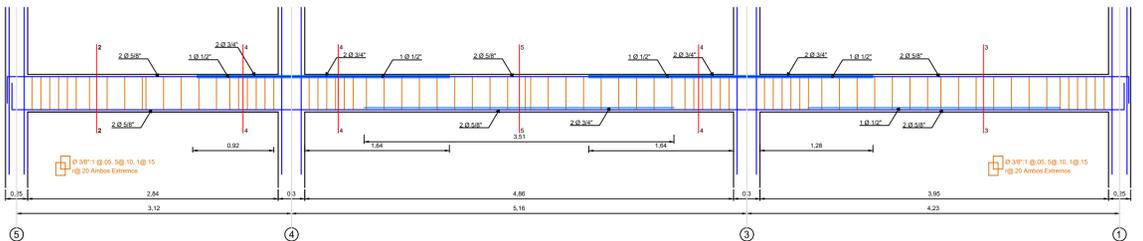
ANEXO N°01: PLANOS DEL PUESTO DE SALUD SANTA BÁRBARA

Anexo 1. 1: Plano de Estructuras del Módulo A

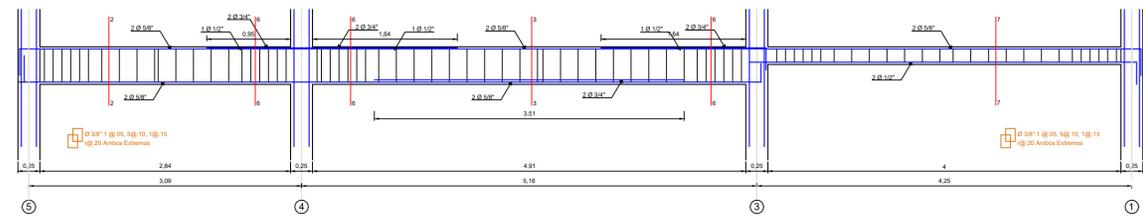
Anexo 1. 2: Plano de Arquitectura del Módulo A.



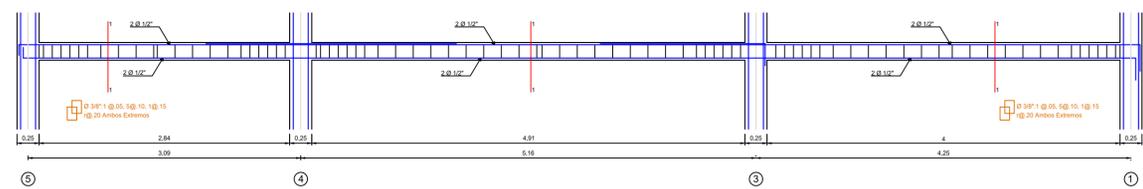
PLANO DE ELEVACIÓN MÓDULO A



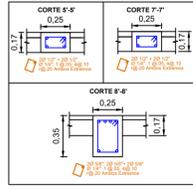
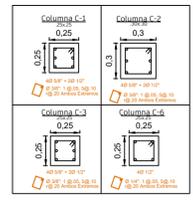
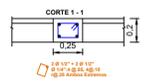
DESARROLLO DE VIGA PRINCIPAL - 102 (EN EL EJE B ENTRE 1 Y 5)



DESARROLLO DE VIGA PRINCIPAL - 103 (EN EL EJE C ENTRE 1 Y 5)



DESARROLLO DE VIGA PRINCIPAL - 101 (EN EL EJE A ENTRE 1 Y 5)



000	JUNIO-2025	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	MOSQUEIRA MORENO MIGUEL A.	DISTRITO: BAÑOS DEL INCA
			ASESOR	PROVINCIA: CAJAMARCA
Nro LÁMINA	FECHA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	CHUNQUI BAUTISTA WILSON	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
		ALUMNO		UBICACIÓN

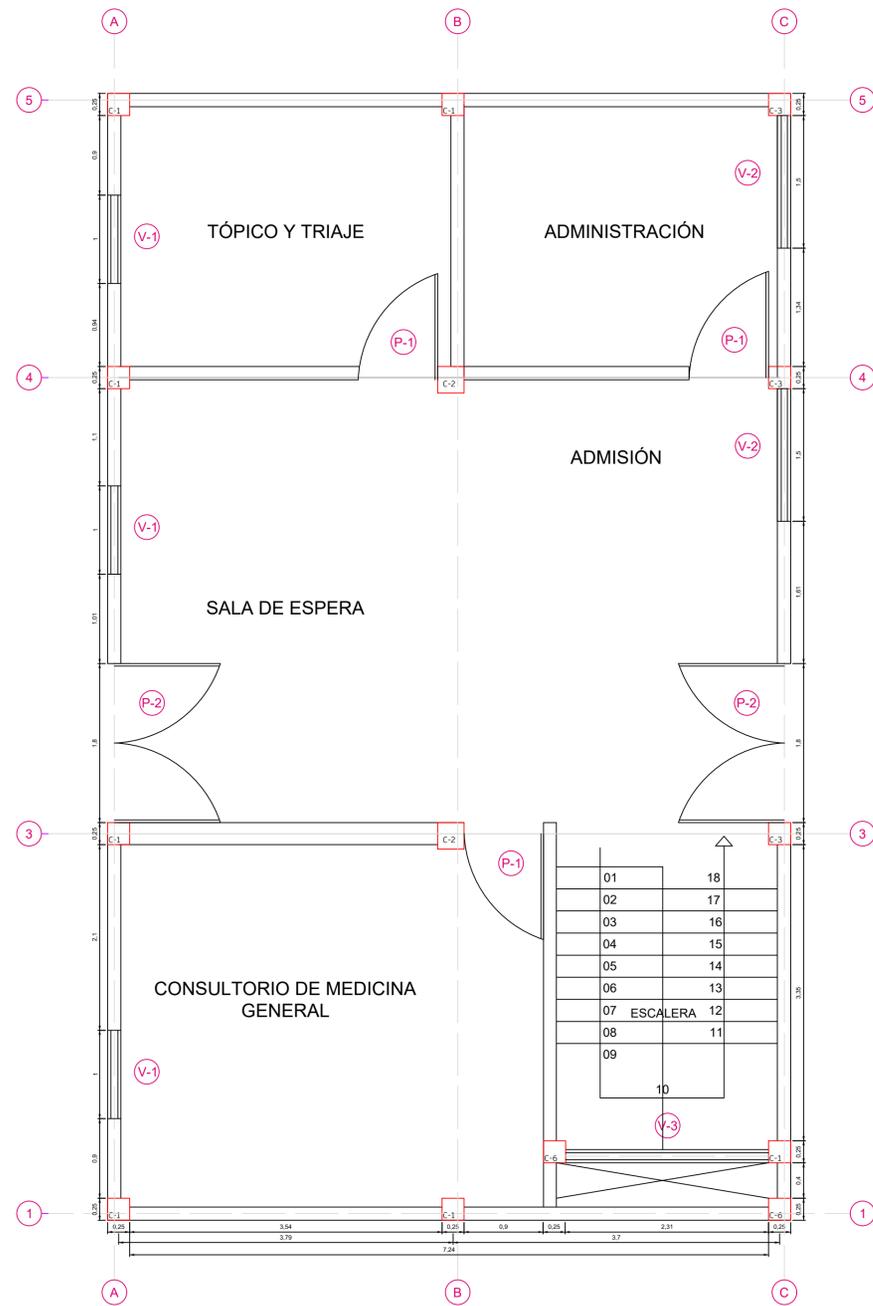
NOMBRE DE TESIS

NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PUESTO DE SALUD
SANTA BÁRBARA MICRO RED BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA

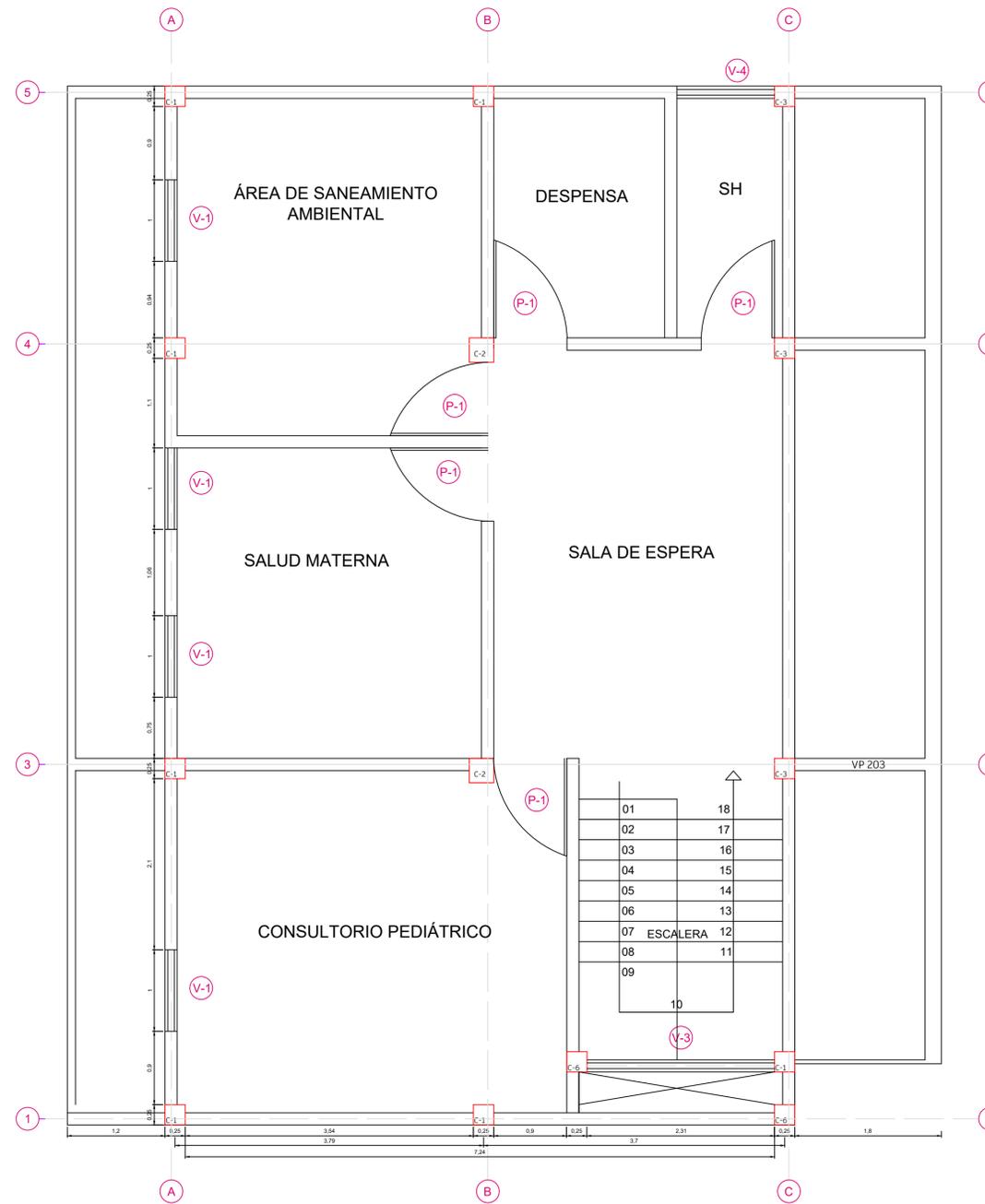
SISTEMA

ESTRUCTURAS

DISCIPLINA: ING. CIVIL	ESCALA: INDICADA	LÁMINA Nº
HOJA No 1	DE 1	1A-101



PLANO EN PLANTA MÓDULO A - PRIMER PISO



PLANO EN PLANTA MÓDULO A - SEGUNDO PISO

CUADRO DE VANOS - VENTANAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFAIZER	CANTIDAD
(V-1)	1.00	1.70	0.80	7
(V-2)	1.50	1.70	0.75	2
(V-3)	2.30	VARIABLE	1.45	1
(V-4)	1.00	0.50	2.00	1

CUADRO DE VANOS - VENTANAS			
TIPO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD
(C-1)	1.80	2.40	1
(C-2)	0.90	2.40	1



000	JUNIO-2025	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Nro LÁMINA	FECHA	

MOSQUEIRA MORENO MIGUEL A.
ASESOR
CHUNQUI BAUTISTA WILSON
ALUMNO

DISTRITO :	BAÑOS DEL INCA
PROVINCIA :	CAJAMARCA
DEPARTAMENTO :	CAJAMARCA
UBICACIÓN	

NOMBRE DE TESIS
NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL PUESTO DE SALUD SANTA BÁRBARA MICRO RED BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA

SISTEMA			
ARQUITECTURA			
DISCIPLINA:	ING. CIVIL	ESCALA:	INDICADA
HOJA No	1	DE	1
			LÁMINA N° 1A-101