



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA
CONDICIÓN DEL COMPONENTE ESTRUCTURAL, NO
ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LOS CENTROS DE SALUD
CATEGORÍA I DE LA RED DE SALUD DE SAN ROMÁN, 2023.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. FRANCYS OLIVER CONDORI ARCE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA CONDICIÓN DEL COMPONENTE ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LOS CENTROS DE SALUD CATEGORÍA I DE LA RED DE SALUD D E SAN ROMÁN, 2023

AUTOR

FRANCYS OLIVER CONDORI ARCE

RECuento de palabras

17153 Words

RECuento de caracteres

92701 Characters

RECuento de páginas

110 Pages

Tamaño del archivo

2.5MB

Fecha de entrega

Nov 18, 2024 9:42 AM GMT-5

Fecha del informe

Nov 18, 2024 9:44 AM GMT-5

● **13% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)


Yasmin T. VITOLAS QUILLE
Ing. Prof. CIP Nº 213648
INGENIERO CIVIL

V. O. B. O.

19 NOV 2024
Ing. Jaime Medina Leiva
DOCENTE UNIVERSITARIO
COD. UNA Nº 810945
SABIDOR W. P. K.

Resumen



DEDICATORIA

A mi padre Elías Sabino Condori Huaynacho y mi madre Francisca Arce Castillo de Condori. Gracias por su amor, sacrificio, consejos, valores y principios inculcados y que hoy rigen mi vida. Por su esfuerzo y apoyo constante en el desarrollo de este proyecto de investigación. Muchos de mis logros son gracias a ustedes.

A mis queridos hermanos Wladimir y Jhon, les dedico un agradecimiento por su respaldo en todo momento, la confianza y el gran cariño quienes también me impulsaron a mejorar cada día y con los ánimos brindados durante el proceso para alcanzar este logro académico.

Bach. Francys Oliver Condori Arce



AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros y amigos de código del grupo de chat “La Botica” y hoy colegas de profesión, por su confianza y amistad desmedida.

A la E.P. de Ingeniería Civil de la UNA Puno. A sus docentes, por la enseñanza, los conocimientos y valores fomentados durante toda mi formación profesional.

Al M.Sc. Ing. Yasmani Teófilo Vitulas Quille director de tesis, por brindarme su tiempo, paciencia y experiencia para el desarrollo y culminación de esta investigación.

A mis jurados de tesis Ing. Nicolás Luza Flores, Ing. Fausto Ponciano Mamani Mamani y Ing. Diana Elizabeth Quinto Gastiaburu gracias a sus consejos y valiosa colaboración logré una mejor versión y culminación de este proyecto.

Bach. Francys Oliver Condori Arce



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. Problema general.....	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.3.1. Hipótesis general	18
1.3.2. Hipótesis específicas	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.5.1. Objetivo general	21
1.5.2. Objetivo específico.....	21



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.2.	BASES TEÓRICAS	24
2.2.1.	Establecimiento de salud.....	24
2.2.2.	Clasificación de establecimientos de salud	24
2.2.3.	Categorización de establecimientos de salud	25
2.2.4.	Nivel de atención.....	25
2.2.5.	Peligro sísmico	27
2.2.6.	Evento sísmico	28
2.2.6.1	Escala Sismológica de Mercalli Modificada (MM)	29
2.2.7.	Vulnerabilidad sísmica.....	30
2.2.8.	Vulnerabilidad sísmica de establecimientos de salud	30
2.2.8.1	Vulnerabilidad Estructural	31
2.2.8.2	Vulnerabilidad No Estructural	31
2.2.8.3	Vulnerabilidad Funcional.....	31
2.2.9.	Métodos usados para evaluar la vulnerabilidad sísmica	32
2.2.9.1	Determinación de la vulnerabilidad estructural en instalaciones hospitalarias	32
2.2.9.2	Evaluación visual rápida de estructuras a potenciales peligros sísmicos.....	32
2.2.9.3	Directrices para evaluar la susceptibilidad sísmica hospitalaria	33
2.2.9.4	Evaluación inicial de la susceptibilidad de EE.SS., en el Perú ..	33
2.2.9.5	Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH)	33
2.2.9.6	Método Hirosawa	34



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN	35
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	39
3.2.1.	Tipo de investigación	39
3.2.2.	Nivel de investigación.....	40
3.2.3.	Método de recolección de datos	40
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA	41
3.3.1.	Población de estudio	41
3.3.2.	Muestra de estudio	43
3.4.	MÉTODO, INSTRUMENTOS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	45
3.4.1.	Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH)	45
3.4.1.1	Formulario de Evaluación	51
3.4.1.2	Modelo Matemático	53
3.4.1.3	Pesos Relativos de Evaluación.....	53
3.4.2.	Metodología FEMA P-154.....	55
3.4.2.1	Procedimiento de Aplicación del método FEMA P -154.....	55
3.4.2.2	Formulario de Recolección de Datos	56
3.4.2.3	Determinación de la Puntuación Final	58
3.4.3.	Metodología Hirosawa	59
3.4.3.1	Procedimiento de aplicación del método Hirosawa	59
3.4.3.2	Determinación de I_s (Índice de vulnerabilidad estructural).....	60
3.4.3.3	Cálculo del I_{so} (índice de juicio estructural).....	66



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS.....	68
4.1.1. Estudio del terreno de fundación.....	68
4.1.2. Evaluación de vulnerabilidad sísmica por el método del ISH	72
4.1.3. Evaluación de vulnerabilidad por método FEMA P-154.....	84
4.1.4. Evaluación de vulnerabilidad por método Hirosawa	87
4.2. DISCUSIÓN	89
4.2.1. Evaluación de vulnerabilidad sísmica por el método del ISH	89
4.2.2. Evaluación de vulnerabilidad por el método FEMA P-154.....	92
4.2.3. Evaluación de vulnerabilidad por método Hirosawa	95
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS DESCRIPTIVA	96
4.4. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....	97
V. CONCLUSIONES	101
VI. RECOMENDACIONES.....	103
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXOS.....	108

TEMA: EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

ÁREA: ESTRUCTURAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

FECHA SUSTENTACIÓN: 25 de noviembre de 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Niveles de atención MINSA.....	26
Tabla 2 EE.SS. según sus categorías	26
Tabla 3 Escala de Mercalli Modificada	29
Tabla 4 Composición de la Red de Salud San Román.....	41
Tabla 5 Agrupación de EE.SS. por categoría	42
Tabla 6 Muestra de estudio Red de Salud San Román	44
Tabla 7 Distribución de muestra de estudio.....	44
Tabla 8 Rangos de clasificación ISH	54
Tabla 9 Tipología de edificaciones según FEMA P-154.....	56
Tabla 10 Modificadores del comportamiento sísmico.....	58
Tabla 11 Valores de los coeficientes α_i	61
Tabla 12 Valores de G_i y R_i	63
Tabla 13 Deformación permanente (T_1)	64
Tabla 14 Grietas en muros o columnas por corrosión del acero (T_2)	65
Tabla 15 Incendio (T_3).....	65
Tabla 16 Uso del bloque (T_4).....	66
Tabla 17 Tipo de daño estructural (T_5).....	66
Tabla 18 Características del terreno de fundación de EE.SS.....	68
Tabla 19 Características de suelos según IP	69
Tabla 20 Valores de IP de muestras de EE.SS.....	70
Tabla 21 Valores de Capacidad de carga de EE.SS.....	70
Tabla 22 Consistencia de los suelos.....	71



Tabla 23	Clasificación ISH de EE.SS. categoría I-1	72
Tabla 24	Clasificación ISH de EE.SS. Categoría I-2.....	77
Tabla 25	Clasificación ISH de EE.SS. Categoría I-3.....	79
Tabla 26	Clasificación ISH de EE.SS. Categoría I-4.....	81
Tabla 27	Resultados de evaluación método Hirosawa	87
Tabla 28	Zona de ubicación de EE.SS. evaluados por ISH	90
Tabla 29	Tipos de construcciones FEMA usados para la evaluación.....	93
Tabla 30	Pre-Code y Post-Benchmark de EE.SS.....	94
Tabla 31	Tipos de sistema estructural en EE.SS.....	95
Tabla 32	Resumen de resultados de la evaluación Hirosawa	96



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Clasificación de los principales peligros	28
Figura 2 Estructura del sistema de salud del Perú	35
Figura 3 Órganos desconcentrados DIRESA Puno	36
Figura 4 Estructura desconcentrada de la DIRESA PUNO	37
Figura 5 Ubicación geográfica de la región Puno	37
Figura 6 Distribución geográfica de la red de salud San Román	38
Figura 7 Estructura de Formulario 2 del método ISH	52
Figura 8 Índice de seguridad de EE.SS. Categoría I-1	73
Figura 9 ISH P.S. Chingora	74
Figura 10 ISH P.S. Collana Juliaca	74
Figura 11 ISH P.S. Ayagachi.....	75
Figura 12 ISH P.S. Collana Cabana.....	75
Figura 13 ISH P.S. Huataquita	76
Figura 14 Índice de seguridad de EE.SS. Categoría I-2	77
Figura 15 ISH P.S. Unocolla	78
Figura 16 ISH P.S. Rancho Pucachupa	78
Figura 17 ISH P.S. Isla	79
Figura 18 Índice de seguridad de EE.SS. Categoría I-3.	80
Figura 19 ISH C.S. Cabana.....	80
Figura 20 ISH P.S. Mariano Melgar	81
Figura 21 Índice de seguridad de EE.SS. Categoría I-4	82
Figura 22 ISH C.S. Santa Adriana bloque B1	83



Figura 23 ISH C.S. Santa Adriana bloque B2	83
Figura 24 Resumen de resultados de clasificación ISH.....	84
Figura 25 Puntaje final de evaluación FEMA P-154.....	85
Figura 26 Resumen de resultados FEMA P-154	86
Figura 27 Resumen de resultados Hirosawa para muestra de estudio.....	88
Figura 28 Resumen de resultados del método Hirosawa.....	89
Figura 29 Resultados de implementación de mejoras ISH.....	92



ACRÓNIMOS

CISMID:	Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres
DIRESA:	Dirección Regional de Salud
EE.SS.:	Establecimiento de Salud
FEMA:	Agencia Federal de manejo de Emergencias de los Estados Unidos
IGP:	Instituto Geofísico del Perú
ISH:	Índice de Seguridad Hospitalaria
MINSA:	Ministerio de Salud
NSET:	Sociedad Nacional de Tecnología Sísmica de Nepal
OMS:	Organización Mundial de la Salud
ONU:	Organización de Naciones Unidas
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
UNI:	Universidad Nacional de Ingeniería



RESUMEN

El presente estudio es una investigación de tipo cuantitativo y tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de Centros de Salud clasificados como Categoría I de la Red de Salud de San Román. Para dicho fin se evaluaron once (11) EE.SS., aplicando las metodologías: ISH (Índice de seguridad hospitalaria), FEMA P-154 y Hirosawa. Los resultados obtenidos muestran que para la metodología ISH un 9.09 % de EE.SS., tienen clasificación “A”, 81.82 % como “B” y 9.09 % clasificados como “C”. Para FEMA P-154 existe un 58.33 % de EE.SS., con baja probabilidad de colapso y un 41.66 % con una condición media. Por el otro lado, para Hirosawa el 42.86 % de estructuras evaluadas presentan comportamiento impredecible ante un evento sísmico y el 57.14 % presenta comportamiento seguro. Además, se logró demostrar que existe similitud entre la metodología FEMA P-154 y Hirosawa, cuyos resultados obtenidos varían en 1.19 %. Por otro lado, se demuestra que con la aplicación de los planes de mejora un 27.27 % de EE.SS., pasarían a estar clasificados como “B” y un 72.73 % como “A”, con lo cual se logra disminuir los niveles de vulnerabilidad. Todos estos resultados nos hacen concluir que los EE.SS., Categoría I de la Red de Salud de San Román presentan un comportamiento regular ante un evento sísmico. Finalmente, se espera que con los resultados obtenidos se logre ampliar el panorama del conocimiento actual de vulnerabilidad sísmica en la que se encuentra los EE.SS., de salud categorizadas como esenciales de nuestra región.

Palabras Clave: Condiciones de funcionamiento, Evaluación de componentes, Riesgo de colapso, Seguridad hospitalaria, Vulnerabilidad estructural.



ABSTRACT

The present study is a quantitative research and its objective is to evaluate the seismic vulnerability of Health Centers classified as Category I of the San Roman Health Network. For this purpose, eleven (11) EE.SS., were evaluated, applying the following methodologies: ISH (Hospital Safety Index), FEMA P-154 and Hirosawa. The results obtained show that for the ISH methodology, 9.09% of the EE.SS., are classified as “A”, 81.82% as “B” and 9.09% classified as “C”. For FEMA P-154 there are 58.33 % of SS with a low probability of collapse and 41.66 % with a medium condition. On the other hand, for Hirosawa, 42.86 % of the evaluated structures present unpredictable behavior in a seismic event and 57.14 % present safe behavior. In addition, it was possible to demonstrate that there is similarity between the FEMA P-154 and Hirosawa methodology, whose results obtained vary by 1.19 %. On the other hand, it is shown that with the implementation of the improvement plans, 27.27% of the health facilities would be classified as “B” and 72.73% as “A”, thus reducing the levels of vulnerability. All these results lead us to conclude that the EE.SS., Category I of the San Roman Health Network have a regular behavior in the event of a seismic event. Finally, it is hoped that the results obtained will help to broaden the panorama of current knowledge of seismic vulnerability of the health facilities categorized as essential in our region.

Keywords: Operating conditions, Component assessment, Collapse risk, Hospital safety, Structural vulnerability.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

San Román forma parte de las trece (13) provincias pertenecientes a la región Puno. Concentrando el mayor número de habitantes, por lo mismo existe una gran demanda de servicios de salud los mismos que son atendidos por la Red de Salud de San Román. Sin embargo, la realidad evidencia que no se cuenta con la infraestructura necesaria y la existente se encuentra expuesta a la influencia geográfica del denominado “Cinturón de fuego del pacífico”.

Además, a nivel regional como lo menciona Quispe & Nuñez (s.f.) “los sismos en la región Puno, no es un fenómeno recurrente, sin embargo, no está ajena a este fenómeno natural (...). Esto debido a la presencia de sismicidad concentrada principalmente en la parte sur de esta región la misma que se encontraría asociada a sistemas de fallas presentes como el sistema de fallas Urcos, Sicuani, Ayaviri y al sistema de Cusco, Lagunillas, Mañazo” (p. 15). Siendo el mayor movimiento sísmico registrado en la región fue el producido el 26 de mayo de 2022 de magnitud 6.9 cuyo foco está ubicado a 20 Km al NE de Ayaviri, reportado por el IGP.

Esta situación nos hace afirmar que toda la infraestructura pública de la Red de Salud de San Román ha estado expuesta en diferente intensidad al fenómeno sísmico a lo largo de toda su vida. Además, sumado a este contexto estudios realizado el MINSA (2011) evidencia que un 68 % de EE.SS., a nivel nacional no cuentan con la infraestructura de acuerdo a su categoría y un 95 % no cuenta con los ambientes físicos adecuados y equipamiento.



Por otro lado, estudios realizados como el de Safina (2002) evidencia que los diferentes sucesos sísmicos ocurridos a lo largo del tiempo han demostrado que existe un alto grado de vulnerabilidad de EE.SS. Esto se debe a que muchos de estos establecimientos han sufrido un colapso estructural o funcional, lo que las hace incapaces de prestar la atención que deberían en situaciones críticas de emergencia.

Todo esto no demuestra que existe una problemática importante en nuestra región, esta es conocer la vulnerabilidad sísmica de los EE.SS. Particularmente para esta investigación la pregunta: ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de la condición del componente estructural, no estructural y funcional de los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román, 2023?

Siendo posible que exista alta vulnerabilidad sísmica en la condición los componentes que garantizan el funcionamiento de los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.

Por ello esta investigación pretende identificar los niveles de vulnerabilidad existentes y poder establecer medidas de prevención como planes de mejora que ayuden a disminuir la problemática existente. Reduciendo así el impacto de un futuro evento sísmico que pueda afectar a los EE.SS., que pertenecen a la Red de Salud de San Román.

Esta idea es compartida por autores como López (2021) que menciona que conocer el nivel de riesgo sísmico de los EE.SS., permitirá tomar medidas tempranas de que puedan disminuir los efectos del desastre. Toda esta información será mucha utilidad para nuestra sociedad.



1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de la condición del componente estructural, no estructural y funcional de los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román - 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es potencial que tiene la aplicación de la metodología ISH (Índice de seguridad hospitalaria), FEMA P-154 y Método Hirosawa en la evaluación de vulnerabilidad sísmica en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román?
- ¿Cuál es la diferencia que existe en el comportamiento sísmico obtenido al aplicar los diferentes métodos de evaluación de vulnerabilidad sísmica en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román?
- ¿Cuál es la herramienta más eficiente para mejorar la condición del componente estructural, no estructural y funcional que ayuden a disminuir la vulnerabilidad sísmica en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román?

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Hipótesis general

- Es posible que exista alta vulnerabilidad sísmica de la condición del componente estructural, no estructural y funcional de los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.



1.3.2. Hipótesis específicas

- Existe alto potencial de aplicación de la metodología ISH (Índice de seguridad hospitalaria), FEMA P-154 y Método Hirosawa en la evaluación de vulnerabilidad sísmica en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.
- Los valores de comportamiento sísmico obtenidos presentan similitud al aplicar los diferentes métodos de evaluación de vulnerabilidad sísmica en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.
- La aplicación de planes de mejora para la condición del componente estructural, no estructural y funcional disminuirán la vulnerabilidad sísmica en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Tavera (2020) afirma que: “De acuerdo a la historia sísmica del Perú, se puede afirmar que toda la población ha sido testigo, en el tiempo, de la ocurrencia continua de sismos de gran magnitud y, por lo tanto, afectados en diferente grado” (p. 17). El mismo Tavera (2021) alerta a la población sobre la posibilidad de un sismo importante cercano a la costa central de Perú (8.5 M), razón por la que debemos estar preparados.

Esta proyección sísmica debe recordarnos que los EE.SS., pertenecen al grupo de edificaciones esenciales, clasificado así por la NTP E.030 Diseño Sismorresistente. Kuroiwa (1996) menciona que “los hospitales y otras facilidades de salud deben ser adecuadamente protegidas contra todos los fenómenos naturales que los amenacen (...).



Idealmente deben seguir prestando servicios a la comunidad, durante y después de la ocurrencia de un evento destructivo” (p. 03).

Esta misma norma ubica a San Román en la zona sísmica 3 de nuestro territorio nacional, lo cual debería causarnos preocupación pues aún no se conoce el alcance que tendrá este sismo de gran magnitud sobre nuestra región.

Por otro lado, estudios realizados por la OPS (2000) menciona que durante los últimos setenta años la actividad sísmica ha afectado significativamente a los establecimientos de salud a lo largo de todo el Perú.

Por lo que en la actualidad es necesario conocer el estado vulnerabilidad en el que se encuentran funcionando los EE.SS. Por ese mismo motivo a lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes metodologías y enfoques destinados a la evaluación sísmica de diferentes tipos de estructuras. Siendo una de estas la infraestructura hospitalaria y han permitido conocer los diferentes niveles la vulnerabilidad sísmica existente. Sirviendo como herramienta para la toma medidas rápidas de prevención frente a desastres.

Es por eso que es importante conocer el nivel vulnerabilidad sísmica existente. Pues en base a esta información se podrán tomar medidas de prevención que aseguren el funcionamiento de los Centros Salud de la Red San Román; denominados por Vignolo et al. (2011) “el nivel más cercano a la población (...). Es la puerta de ingreso al sistema de salud” (p. 12).

Sabiendo que según el INEI (2018), Puno es el noveno más poblado del país y dentro de este la provincia con mayor cantidad de población es San Román, representando (26.2 %) de la población de total del departamento. Y a nivel salud toda esta población pertenece al ámbito acción de la red de salud de San Román compuesta por 47 Centros



de Salud de la Categoría I, clasificados así de acuerdo la norma técnica N° 021-MINSA/DGSP del año 2004 “Categorías de Establecimientos del Sector Salud”, los cuales deben garantizar y cubrir la demanda existente de servicio de salud.

Finalmente debemos decir que esta investigación puede ser el primer paso para ampliar el conocimiento del estado situacional local de vulnerabilidad de los EE.SS., de primer nivel. Pudiendo los resultados obtenidos ser usados como antecedente para futuros planes de prevención y mitigación ejecutados por entes locales, autoridad regional de Salud y el MINSA.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

- Evaluar la vulnerabilidad sísmica de la condición del componente estructural, no estructural y funcional de los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román, 2023.

1.5.2. Objetivo específico

- Evaluar la vulnerabilidad sísmica aplicando la metodología ISH (Índice de seguridad hospitalaria), FEMA P-154 y Método Hirosawa en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.
- Analizar el comportamiento sísmico que se obtienen aplicando los diferentes métodos de evaluación de vulnerabilidad sísmica en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.
- Establecer planes de mejora para la condición del componente estructural, no estructural y funcional que disminuyan la vulnerabilidad sísmica en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

INTERNACIONAL

Safina (2002) realizó el estudio de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales, en la cual destaca que este tipo de edificaciones cumplen un rol importante durante emergencias causadas por terremotos y otros desastres, por lo cual requiere un conjunto de requisitos específicos compatibles a su importancia que permitan la adaptación de las edificaciones antiguas y la construcción de las nuevas. Además, menciona que es imperativo abordar la investigación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales desde una visión global, teniendo en cuenta tanto la vulnerabilidad física y funcional.

Gómez (2017) hace hincapié en la necesidad de evaluar la seguridad hospitalaria porque estas instalaciones son componentes vitales de la infraestructura de salud (...). Llega a la conclusión de que la evaluación de la seguridad hospitalaria permite identificar los factores externos e internos que podrían comprometer su capacidad de respuesta y que es preciso reconocer, evaluar y gestionar. Finalmente, recomienda desarrollar evaluaciones periódicas de seguridad hospitalaria para garantizar que las actividades planificadas se ejecutan correctamente.

NACIONAL

López (2021) logró evaluar 83 EE.SS., Categoría I de la red de Arequipa, utilizando un muestreo del tipo estratificado para un nivel de confianza de 95 %.



Concluyendo que el 80 % de EE.SS., califican con nivel medio y en otro lado un 20% presenta un nivel alto de riesgo, para las cuales se deberán presentar propuestas urgentes que permitan reducción del riesgo.

Soto (2018) determinó que el enfoque más reservado para evaluar la vulnerabilidad sísmica de una infraestructura educativa comparando las metodologías FEMA 154, Hirosawa y Demanda-Resistencia. Recomendando la aplicación de estas en la evaluación de hospitales y centros educativos con sistema estructural de albañilería que presenten fallas de tipo columna corta en su estructura.

Palomino & Tamayo (2016) evaluó el riesgo sísmico de los hospitales de Lima Metropolitana utilizando un enfoque probabilístico, teniendo en cuenta las pérdidas económicas probables. Usando inspecciones in situ y la asistencia de dispositivos móviles para recopilar datos sobre la infraestructura hospitalaria. Además, debido a la existencia de gran número de edificios existentes se aplicó metodología analítica, simplificada y aproximada para evaluar las tipologías estructurales existentes. Finalmente, se usa el software CAPRA-GIS para calcular las pérdidas probables según la filosofía de evaluación CAPRA.

LOCAL

Chambi (2021) utilizando un estudio análisis cuantitativo, realizo pruebas de esclerometría para evaluar elementos estructurales, estudio de suelos y análisis estructural con el uso de ETABS 2019 para comparar derivas con los valores propuestos por la Norma E-030. Finalmente, recomienda realizar estudios exhaustivos de diferentes tipos de estructuras para conocer su vulnerabilidad y sugerir reforzamiento. Además, fomentar



la aplicación de método Hirosawa, ya que se trata de un enfoque fiable y útil que ya goza de reconocimiento de aplicación en Japón.

Quehwarucho & Nina (2018) identificó el ISH del Centro de Salud de Primer Nivel I-3 de Kelluyo. Los resultados obtenidos lo sitúan en la categoría «C» según los parámetros de la OPS. Además, menciona la existencia de peligros críticos frente a sismos y fuertes lluvias presentes en la zona. Finalmente se propuso un nuevo plan arquitectónico y diseño de elementos estructurales.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Establecimiento de salud

MINSA (2011) lo define como: “Son aquellos que realizan atención en régimen ambulatorio o de internamiento con fines de prevención, promoción, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, para mantener o restablecer el estado de salud de las personas” (p. 08).

2.2.2. Clasificación de establecimientos de salud

Dependiendo del tipo de servicio prestado, pueden ser:

- a) ***Establecimiento de salud sin internamiento:*** Brinda atención ambulatoria e integral, promoción, prevención y gestión de actividades de cuidado de la salud.
- b) ***Establecimiento de salud con internamiento:*** Ofrece servicios de atención de diferentes especialidades. Además, proporciona más de doce (12) horas de asistencia y soporte de salud, procedimientos clínicos o quirúrgicos y servicios de atención especializada.



2.2.3. Categorización de establecimientos de salud

MINSA (2011) la caracteriza según su grado de complejidad y las funciones que desempeña para atender las necesidades de la comunidad.

En ese entender la norma que organiza y clasifica los EE.SS., es la NTS N° 021-MINSA/DGSP-V.03 “Categorías de Establecimientos del Sector Salud”.

2.2.4. Nivel de atención

Para MINSA (2011) “Constituye una forma de organización de la oferta de los servicios de salud, en la cual se relacionan la magnitud de las necesidades de salud de la población con la capacidad resolutive” (p. 10).

El MINSA reconoce 3 niveles:

- c) **Primer nivel de atención:** Es el punto inicio para ingresar al sistema de atención médica pública, desarrollando actividades de prevención, promoción y control de la salud. Brinda servicios de baja complejidad.
- d) **Segundo nivel de atención:** Desarrolla cuidados más completos y de mayor grado de especialización para solucionar problemas de salud referidas del primer nivel.
- e) **Tercer nivel de atención:** Este es el nivel máximo del sistema de salud público de nuestro país.

Estos niveles de atención se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1*Niveles de atención MINSA.*

Nivel	Categoría	Servicio
1°	I-1	Atención general básica
	I-2	
	I-3	
	I-4	
2°	II-1	Atención general
	II-2	
	II-E	Atención especializada
3°	III-1	Atención general
	III-E	Atención especializada
	III-2	

Nota: Adaptado de “NTS - Categorías de Establecimientos del Sector Salud”, 2011, p. 12.

Así mismo la Tabla 2 muestra las diferentes denominaciones que tienen en el Perú, haciendo énfasis en los EE.SS., Categoría I en la que se centra esta investigación.

Tabla 2*EE.SS. según sus categorías*

EE.SS.	Denominación (D.S. 013-2006 SA)	Categoría
Sin internamiento	Consultorio de profesionales de la salud (no médico cirujano)	I-1
	Puesto de salud o posta de salud (con profesional de salud no médico cirujano)	
	Consultorio médico (con médico cirujano con o sin especialidad)	I-2
	Puesto de salud o posta de salud (con médico cirujano)	



EE.SS.	Denominación (D.S. 013-2006 SA)	Categoría
	Centro de salud	
	Centro médico	
	Centro médico especializado	I-3
	Policlínico	
	Centro odontológico	
Con	Centro de salud con camas de internamiento	
internamiento	Centro médico con camas de internamiento	I-4

Nota: Adaptado de “Norma técnica - Categorías de Establecimientos del Sector Salud”, 2011, p. 119.

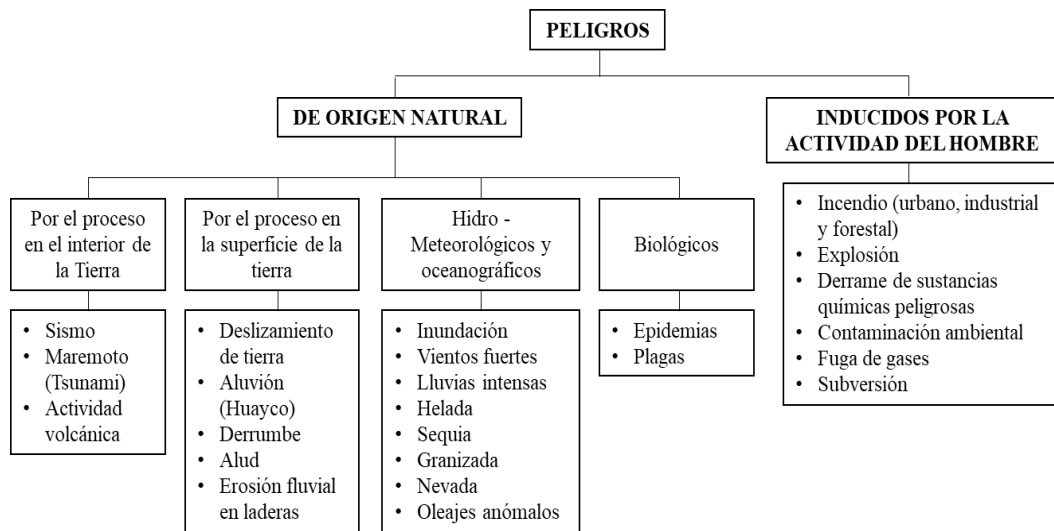
2.2.5. Peligro sísmico

Para INDECI (2006) “El peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente.” (p. 13)

Además, por su procedencia, puede ocurrir de forma natural o por la actividad humana. Estos orígenes se muestran de manera amplia en la Figura 1.

Figura 1

Clasificación de los principales peligros



Nota: Adaptado de “Manual Básico para la Estimación del Riesgo”, 2006, p. 13.

2.2.6. Evento sísmico

PREDES (2019) lo caracteriza como un movimiento provocado por la fricción de las placas tectónicas y/o reactivaciones geológicas que ocasionan la ruptura de la corteza terrestre provocando liberación de energía.

Por otro lado, para INDECI (2006) “Es la liberación súbita de energía mecánica generada por el movimiento de grandes columnas de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior y, se propaga en forma de vibraciones, a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externos o internos de la Tierra” (p. 14).

De esta misma manera INDECI (2006) menciona que en función a su intensidad pueden clasificarse como: leve, mediana y alta intensidad.

2.2.6.1 Escala Sismológica de Mercalli Modificada (MM)

Bernal et al. (2002) mencionan que: “Esta escala se compone de 12 grados que describen los efectos y daños que podría producir el sismo, así el grado I equivale a un sismo que prácticamente no es percibido en superficie; mientras que, el de grado XII produciría la destrucción parcial de la Tierra” (p. 41). Las magnitudes propuestas por Mercalli se observan en la Tabla 3.

Tabla 3

Escala de Mercalli Modificada

Grado	Descripción
I – Muy débil	Detectado por instrumentos micro sísmicos.
II – Débil	Algunas personas lo pueden percibir (generalmente en las que están en reposo).
III – Leve	Perceptible por pocas personas (generalmente en edificios de gran altura).
IV – Moderado	La mayor cantidad de personas percibe el movimiento dentro de los edificios.
V - Poco fuerte	Sacudida sentida por todas las personas ubicadas en una zona.
VI – Fuerte	Sacudida que causa daños menores, sobre todo en viviendas construidas con materiales ligeros.
VII - Muy fuerte	Las estructuras bien construidas sufren daños leves o moderados. Los edificios mal construidos sufren daños importantes.
VIII – Destructivo	Daños menores en edificios especiales. Las estructuras ordinarias, bien construidas pueden sufrir daños importantes o incluso derrumbarse.



Grado	Descripción
	Genera pánico en las personas. Daños
IX - Muy destructivo	observables en estructuras especializadas y se aprecian algunos derrumbes.
X – Desastroso	Destrucción de edificios bien construidos. Pocas estructuras de albañilería permanecen sin
XI - Muy desastroso	colapsar. Estructuras como puentes están destruidos.
XII – Catastrófico	Destrucción total con pocos supervivientes.

Nota: Adaptado “Mercalli Modificada: Conoce la escala sísmica que mide la intensidad del daño de un sismo” recuperado de: [“https://peru21.pe/ciencia/mercalli-modificada-escala-sismica-mide-intensidad-dano-sismo-480588-noticia/”](https://peru21.pe/ciencia/mercalli-modificada-escala-sismica-mide-intensidad-dano-sismo-480588-noticia/)

2.2.7. Vulnerabilidad sísmica

Para OPS (s.f.) “Es una medida de la susceptibilidad o predisposición intrínseca de los elementos expuestos a una amenaza a sufrir un daño o una pérdida. Estos elementos pueden ser las estructuras, los elementos no estructurales, las personas y sus actividades colectivas. La vulnerabilidad está generalmente expresada en términos de daños o pérdidas potenciales que se espera se presenten de acuerdo con el grado de severidad o intensidad del fenómeno ante el cual el elemento está expuesto” (p. 05).

Por otro lado, Safina (2002) lo define como la susceptibilidad a la que se encuentra expuesto las estructuras de forma individual o grupal a la ocurrencia de un terremoto desastroso.

2.2.8. Vulnerabilidad sísmica de establecimientos de salud

Para OMS & OPS (2018) la vulnerabilidad de un EE.SS., depende de una cantidad de factores esenciales. La infraestructura capaz de resistir su exposición



a toda clase de amenaza, la conservación al daño del equipo médico y la capacidad de su personal a prestar atención medica frente a un desastre.

2.2.8.1 Vulnerabilidad Estructural

Safina (2002) lo define como la susceptibilidad que presentan las componentes estructurales a sufrir daños sísmicos.

Además, para la OPS (2010) esta vulnerabilidad debe ser evaluada considerando el sistema estructural, composición e historial de exposición a riesgos medioambientales y/o de otro tipo.

2.2.8.2 Vulnerabilidad No Estructural

Safina (2002) lo define como el potencial de daño a causa de los movimientos sísmicos de los componentes no estructurales. Incluye los elementos electromecánicos y arquitectónicos que garantizan el funcionamiento del EE.SS.

En esa misma idea OPS (2010) considera que su vulnerabilidad está asociada a aspectos como: líneas vitales, componentes arquitectónicos, vías de acceso y circulación tanto interior como exterior.

2.2.8.3 Vulnerabilidad Funcional

Safina (2002) lo define como la predisposición al aumento de demanda de servicios y la disminución de su capacidad para responder esta demanda producto de una emergencia o desastre.



Para OPS (2010) esta se relaciona al nivel de organización, ejecución de las estrategias, accesibilidad de los recursos y nivel capacitación del personal.

2.2.9. Métodos usados para evaluar la vulnerabilidad sísmica

En las siguientes líneas, describiremos brevemente las metodologías que han sido desarrolladas y aplicadas en el Perú y el mundo.

2.2.9.1 Determinación de la vulnerabilidad estructural en instalaciones hospitalarias

Propuesta por Lazares & Rios (1996) es de tipo cualitativa, donde se presentan una serie de etapas para evaluar de manera rápida, fácil y no requiere de muchos recursos económica las condiciones de vulnerabilidad estructural de hospitales en caso de actividad sísmica.

2.2.9.2 Evaluación visual rápida de estructuras a potenciales peligros sísmicos

Este método ha sido propuesto por la Applied Technology Council ATC (2015) y corresponde al informe P-154 de FEMA cuya metodología se basa en un diagnóstico visual rápido de edificios con potencial de riesgo sísmico en base a un esquema de puntuación que varía de acuerdo al ámbito geográfico.



2.2.9.3 Directrices para evaluar la susceptibilidad sísmica

hospitalaria

Propuesta por la NSET con el apoyo de la OMS como una técnica para evaluar hospitales.

Según (Palomino & Tamayo, 2016) “la metodología propuesta por NSET está basada en los tipos, sistemas estructurales y componentes no estructurales de instalaciones hospitalarias. La herramienta fue desarrollada para ser usada en Nepal, sin embargo, se propone la extensión de su uso para otros países del Sur de Asia que tengan condiciones similares.” (p. 09)

2.2.9.4 Evaluación inicial de la susceptibilidad de EE.SS., en el Perú

Propuesto por Reque (2006) como una metodología del MINSA. Esta metodología evalúa por separado los bloques de un EE.SS., revisando la información existente actual y realizando una inspección rápida de manera cualitativa a sus componentes hospitalarios y asignando un determinado puntaje de acuerdo al daño y vulnerabilidad existente.

2.2.9.5 Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH)

Elaborado por OMS & OPS (2018) publicado en 2008 con el apoyo de expertos nacionales de diferentes campos. Aplicado en más de 3500 establecimientos de diferentes países. La metodológica comprende la verificación de 151 variables de los componentes hospitalarios. Además, cabe mencionar que su aplicación es posible de forma individual o



colectiva para diferentes hospitales del sector público o privado ubicados en un área de influencia específica.

2.2.9.6 Método Hirosawa

Según OPS (2000) “El método propuesto por Hirosawa es utilizado oficialmente en Japón por el Ministerio de Construcción en la evaluación de la seguridad sísmica de edificios de hormigón armado. El método recomienda tres niveles de evaluación, que van de lo simple a lo detallado, y se basa en el análisis del comportamiento sísmico de cada piso del edificio en las direcciones principales de la planta” (p. 118).

CAPÍTULO III

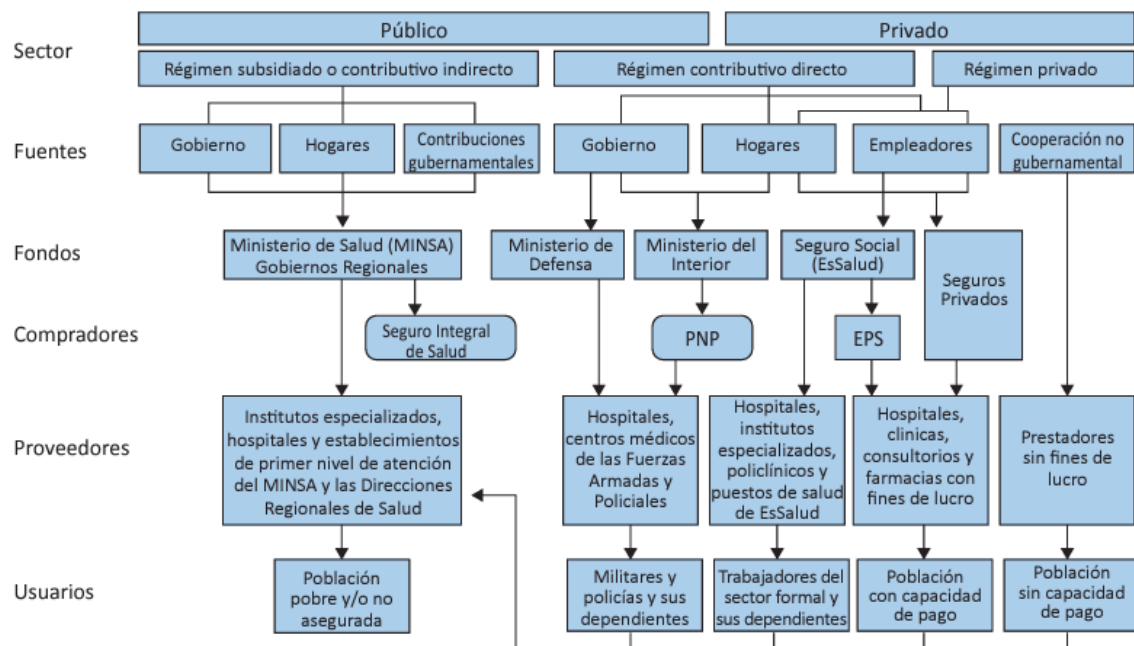
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

En el Perú el sistema público de salud es dirigido por el MINSA, cuya misión es buscar la cobertura de salud de todo el país. Por ello busca atender la demanda de servicio de salud existente, el MINSA ha descentralizado sus órganos de atención a lo largo de todas las regiones de nuestro país. La Figura 2 nos muestra de manera amplia la organización del sistema de salud.

Figura 2

Estructura del sistema de salud del Perú

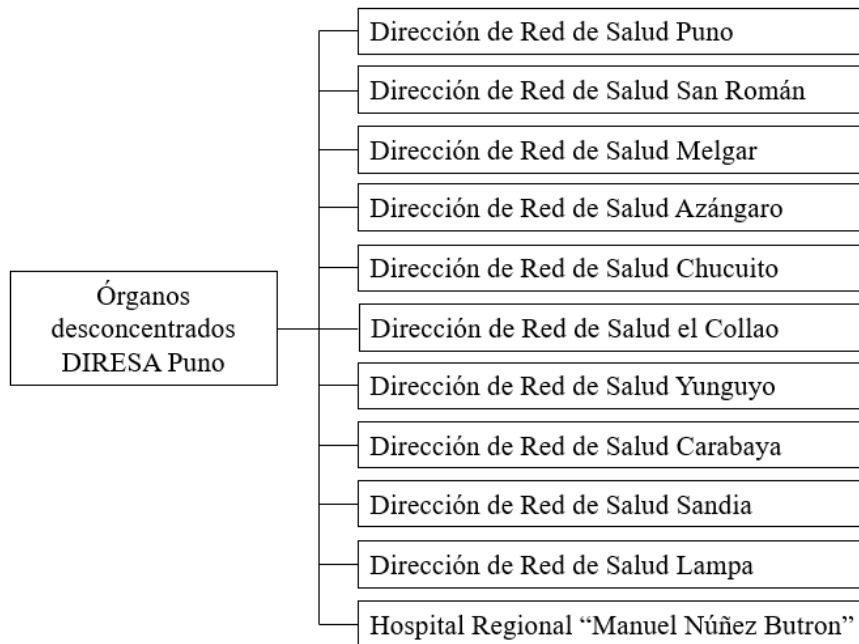


Nota: Recuperado de “El Sistema de Salud del Perú: situación actual y estrategias para orientar la extensión de la cobertura contributiva”, 2013, p. 44.

A nivel regional el órgano descentralizado que administra el sistema de salud es la Dirección Regional de Salud (DIRESA), la cual a su vez se divide en órganos desconcentrados denominados Dirección Red de Salud como se presenta en la Figura 3.

Figura 3

Órganos desconcentrados DIRESA Puno



Nota: Adaptado de: <https://www.diresapuno.gob.pe/estructura-organica/>.

En este contexto podemos decir que esta investigación estudia el ámbito de la Dirección de Red de Salud de San Román, que tiene como sede Juliaca. Además, esta Red de Salud está integrado por 06 microrredes, teniendo como EE.SS., de referencia al Hospital Categoría II-2 Carlos Monje Medrano. Esto último se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Estructura desconcentrada de la DIRESA PUNO

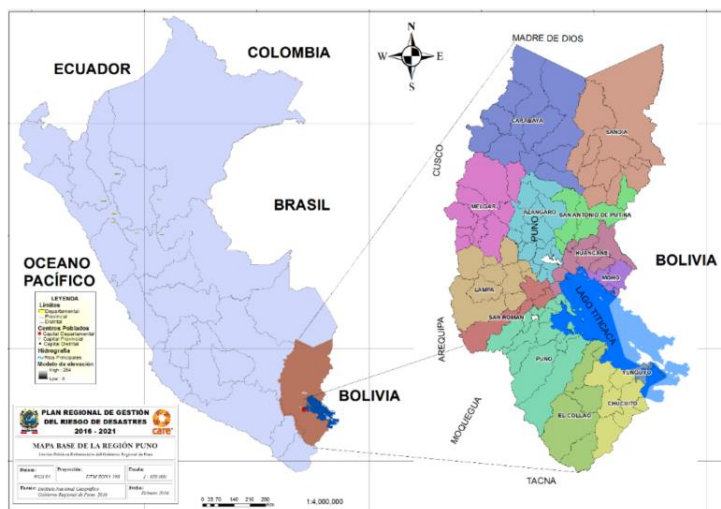


Nota: Elaboración propia.

Entonces podemos decir que el lugar de estudio está situado en el departamento de Puno (ver Figura 6).

Figura 5

Ubicación geográfica de la región Puno

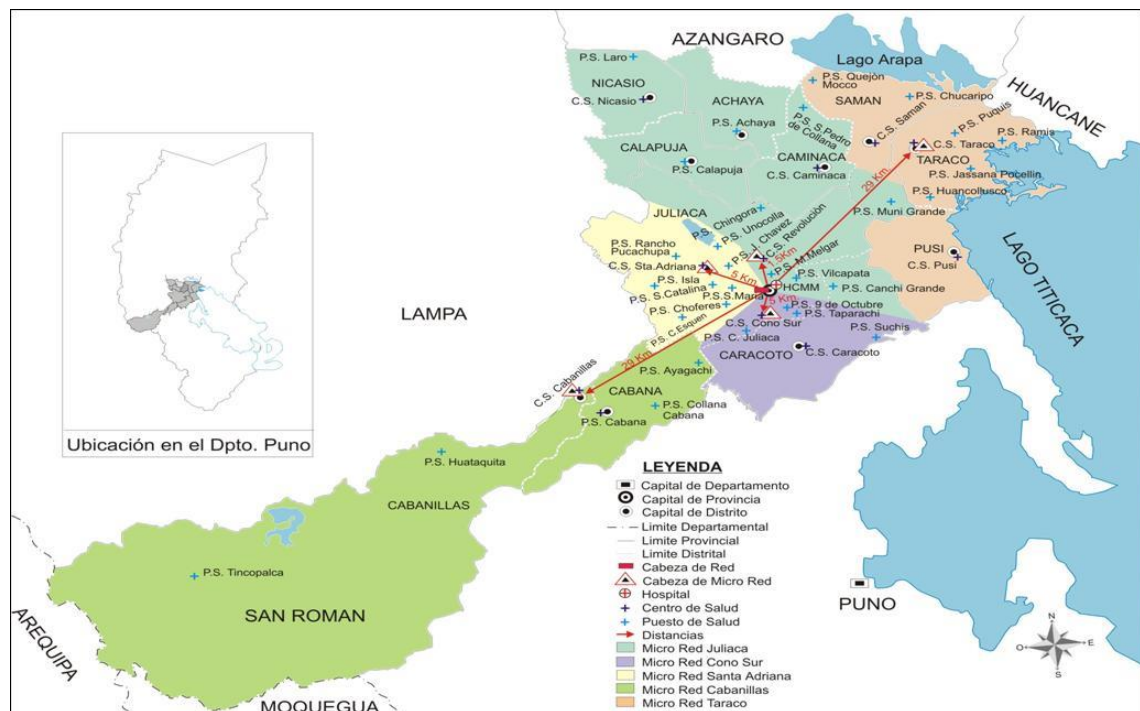


Nota: Recuperado de “Plan de Contingencia por Sismo Región Puno”, p. 6.

El ámbito de estudio corresponde a la red de salud de San Román, cuya extensión la integran las provincias de San Román, Lampa, Azángaro y Huancané. Particularmente para desarrollar esta investigación se enfocó en los EE.SS., de la provincia de San Román (ver Figura 6).

Figura 6

Distribución geográfica de la red de salud San Román



Nota: Recuperado de 16 de Julio. de 2024, de <https://www.monografias.com/trabajos97/plan-estrategico-red-salud-san-roman/plan-estrategico-red-salud-san-roman>.

La población que conforma la Red de Salud de San Román está compuesta de cuarenta y siete (47) establecimientos de salud de Categoría I (ver Anexo 02). Siendo para Arias & Covinos (2021) un grupo infinito o finito de sujetos con rasgos comparables o compartidos se denomina población.



3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de investigación

Debido a que los resultados de vulnerabilidad sísmica se obtuvieron gracias a la información existente, mediciones y cálculos obtenidos de la estructura de los EE.SS., el presente trabajo es una investigación del tipo cuantitativa. Para Hernández et al. (2014) este método establece patrones de comportamiento y pone a prueba ideas mediante la recopilación de datos y la comprobación de hipótesis basadas en el análisis estadístico y la medición numérica. Es secuencial y probatorio pues no podemos saltarnos o evitar pasos porque cada uno viene antes del siguiente.

Por otro lado, debemos mencionar que la recolección de datos de información fue tomada entre los meses de diciembre 2023 – abril 2024, por lo que también es un tipo de investigación Transversal. Para Arias & Covinos (2021) “este diseño recoge los datos en un solo momento y solo una vez. Es como tomar una foto o una radiografía para luego describirlas en la investigación, pueden tener alcances exploratorios, descriptivos y correlaciones” (p. 78).

También se utilizó conceptos teóricos, metodologías existentes y la aplicación de normativa peruana relacionada al área de estructuras, por lo cual es una investigación Pura o Básica. Como lo menciona Tamayo (2001) esta “se apoya dentro de un contexto teórico y su propósito fundamental es el de desarrollar teoría mediante el descubrimiento de amplias generalizaciones o principios” (p. 42).



Por último, esta investigación compara y analiza el comportamiento sísmico obtenido de los EE.SS., por lo que también es una investigación Analítica. Pineda et al. (1994) este tipo de investigación “es un procedimiento más complejo con respecto a la investigación descriptiva, que consiste fundamentalmente en establecer la comparación de variables entre grupos de estudio y de control sin aplicar o manipular las variables, estudiando estas según se dan naturalmente en los grupos. Además, se refiere a la proposición de hipótesis que el investigador trata de probar o negar” (p. 27).

3.2.2. Nivel de investigación

El objetivo de este estudio es conocer el comportamiento sísmico de los componentes de los EE.SS., estudiados, por ello es una investigación de nivel Explicativo. Como lo menciona Alfaro (2012) “en este nivel el investigador conoce y da a conocer las causas o factores que han dado origen o han condicionado la existencia y naturaleza del hecho o fenómeno en estudio” (p. 17).

3.2.3. Método de recolección de datos

Se usa el modelo cuantitativo, debido a que se busca identificar los factores que causan vulnerabilidad sísmica en la estructura de los EE.SS. Para Bautista (2009) “Se basa en la medición de características o propiedades de los fenómenos, cosas o personas. Facilita la formación de conceptos sobre hechos o fenómenos tomando como base las mediciones, que luego interpreta el investigador” (p. 37).

La técnica que se usa para recolección de datos es la observación (inspección in situ). El instrumento de recolección de datos utilizado es el Formulario 2 del método ISH (ver Anexo 04) y el formato de evaluación FEMA



P-154 (ver Anexo 05), ambos son considerados como fichas de observación. Para Arias & Covinos (2021) “la ficha de observación se utiliza cuando el investigador quiere medir, analizar o evaluar un objetivo en específico; es decir, obtener información de dicho objeto” (p. 88).

Para el tratamiento de los datos, se usan tablas, gráficos y/o medidas de resumen utilizando estadística analítica.

Finalmente, para el tratamiento de los datos, análisis e interpretación de resultados y la presentación de gráficos se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2021.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población de estudio

Para Alfaro (2012) “es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación” (p. 53).

La población que conforma la red de salud estudiada se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4

Composición de la Red de Salud San Román

Micro Red	Cantidad
Con sur	Categoría I-1: 02 CS/PS
	Categoría I-2: 02 CS/PS
	Categoría I-3: 01 CS/PS
	Categoría I-4: 01 CS/PS



Micro Red	Cantidad
Juliaca	Categoría I-1: 05 CS/PS
	Categoría I-2: 03 CS/PS
	Categoría I-3: 03 CS/PS
Santa Adriana	Categoría I-1: 01 CS/PS
	Categoría I-2: 06 CS/PS
	Categoría I-3: 01 CS/PS
	Categoría I-4: 01 CS/PS
Taraco	Categoría I-1: 04 CS/PS
	Categoría I-3: 01 CS/PS
	Categoría I-4: 01 CS/PS
Cabanillas	Categoría I-1: 04 CS/PS
	Categoría I-3: 02 CS/PS
Samán	Categoría I-1: 06 CS/PS
	Categoría I-2: 02 CS/PS
	Categoría I-3: 01 CS/PS

Nota: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 4, la Red de Salud San Román brinda servicios en los cuatro (04) niveles de atención de la Categoría I. Por esta razón la población total del estudio está compuesta por cuarenta y siete (47) EE.SS. agrupados y presentados en la Tabla 5.

Tabla 5

Agrupación de EE.SS. por categoría

Categoría	N° de CS/PS
I-1	22
I-2	13
I-3	09
I-4	03
TOTAL	47

Nota: Elaboración propia.



3.3.2. Muestra de estudio

Para Alfaro (2012) “es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población” (p. 53).

En ese entender, debemos mencionar que esta investigación se utiliza el método de muestreo no probabilístico. Para Pineda et al. (1994) este tipo de muestreo puede utilizarse en investigaciones cuantitativas y cualitativas. El muestreo “intencional o deliberado” y el “accidental o de conveniencia” son dos ejemplos de estos tipos de muestreo.

Dentro de ese contexto tenemos que mencionar que la selección de los elementos de muestreo fue intencional y por conveniencia para el investigador. Según Bautista (2009) “El investigador obtiene información de unidades de población escogidas de acuerdo a criterios preestablecidos, seleccionando representantes” (p. 37).

Es por esta razón que durante el desarrollo del presente proyecto se realizó una verificación preliminar de los EE.SS., con el fin visualizar si se cumplen con requisitos necesarios que faciliten su investigación, estos requisitos fueron:

- Condición de antigüedad
- Acceso a estudios de terreno de fundación
- Ubicación geográfica
- Ubicación frente a zonas influenciadas por sismos



Por otro lado, es necesario mencionar que el aspecto geográfico, económico y logístico fueron limitantes para poder evaluar la totalidad de EE.SS. Sin embargo, con el espíritu investigativo de poder realizarla con la mayor amplitud posible, se seleccionaron once 11 (CS/PS) como nuestra muestra para estudiar (ver Tabla 6).

Tabla 6

Muestra de estudio Red de Salud San Román

Categoría	N° de CS/PS
I-1	05
I-2	03
I-3	02
I-4	01
TOTAL	11

Nota: Elaboración propia.

Así mismo la distribución de estos EE.SS., de acuerdo a micro redes se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7

Distribución de muestra de estudio

Ítem	Micro Red	CS/PS	Categoría
1	Juliaca	P.S. Chingora	I-1
2	Cono Sur	P.S. Collana Juliaca	I-1
3	Cabanillas	P.S. Ayagachi	I-1
4	Cabanillas	P.S. Collana Cabana	I-1
5	Cabanillas	P.S. Huataquita	I-1
6	Santa Adriana	P.S. Isla	I-2
7	Santa Adriana	P.S. Rancho Pucachupa	I-2
8	Santa Adriana	P.S. Unocolla	I-2



Ítem	Micro Red	CS/PS	Categoría
9	Juliaca	P.S. Mariano Melgar	I-3
10	Cabanillas	C.S. Cabana	I-3
11	Santa Adriana	C.S. Santa Adriana	I-4

Nota: Elaboración propia.

Finalmente tenemos que mencionar que la información como dirección, ubicación local y geográfica se puede apreciarse de manera más amplia en el Anexo 3.

3.4. MÉTODO, INSTRUMENTOS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

3.4.1. Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH)

Este método fue propuesto en 2008 por la OPS en colaboración con la OMS, forma parte de un conjunto de iniciativas a escala local, nacional e internacional para optimizar el rendimiento de infraestructura hospitalaria en caso de catástrofes.

OMS & OPS (2018) menciona que es “Un instrumento de diagnóstico rápido y de bajo costo que evalúa la probabilidad de que un hospital siga funcionando en caso de emergencias o desastres. La evaluación permite obtener información útil acerca de las debilidades y fortalezas del hospital, y determinar las medidas necesarias para mejorar la seguridad y la capacidad de gestión de emergencias y desastres del establecimiento” (p. 08).

Además, menciona que “el índice de seguridad hospitalaria puede aplicarse de manera individual o colectiva a una red de hospitales públicos o privados o dentro de una zona administrativa o geográfica” (p. 09).



En el Perú este método ha sido adoptado y ha venido siendo aplicado en la evaluación de diferentes hospitales por medio de convenio realizados por el MINSA e instituciones como la UNI a través del CISMID. Actualmente normado por la Resolución Ministerial N° 055-2024/MINSA, la cual establece los criterios técnicos para aplicar el método ISH. Por lo cual este método tiene validez para ser aplicado dentro de nuestro territorio nacional.

Quehwarucho & Nina (2018) menciona que “La OPS desarrollo dos instrumentos de evaluación, el primer instrumento sirve para la evaluación del Índice de Seguridad en establecimientos de salud de Categorías tipo II – 1, II – 2, III – 1 y III – 2, que son los Hospitales e Institutos Especializados, verificando el nivel de seguridad de 145 aspectos o variables. El segundo instrumento sirve para la evaluación de establecimientos menores de categorías tipo I – 1, I – 2, I – 3 e I – 4, que son Puestos de Salud, Centros de Salud, Policlínicos, Clínicas, etc. Con menos de 20 camas o sin hospitalización, verificando el nivel de seguridad de 93 variables del establecimiento de salud en sus componentes estructurales, no estructurales y funcionales” (p. 47).

En ese contexto este estudio utiliza el segundo instrumento de evaluación ISH, dividido en cuatro (04) módulos o componentes propuestos por la OPS. Debemos de mencionar que los conceptos y criterios que toma esta metodología pueden ser revisados con mayor amplitud en “ISH: Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad, (2010).” Sin embargo, presentamos algunos de los criterios usados de manera resumida en las líneas siguientes:



1. Factores relacionados a la geografía

Este módulo identifica peligros externos e internos que comprometan el funcionamiento del EE.SS. Además, propiedades geotecnicas del suelo de fundación.

Según la OPS (2010) este módulo está compuesto de la siguiente forma:

- Amenazas
 - Geológicos
 - Hidrometeorológicos
 - Sociales
 - Sanitario-ecológicos
 - Químico-tecnológicos
- Características geotécnicas

2. Aspectos estructurales

Este módulo examina si el establecimiento de salud ha sufrido daño en el pasado y/o reparado. Además, se reconoce riesgos relacionados a la estructura, el estado de los materiales interiores y exteriores que puedan afectar su adecuado funcionamiento.

Según OPS (2010) los puntos que aborda este módulo son:

2.1 Antecedentes de la instalación de salud

- OPS (2010) “Verifique si existe dictamen estructural que indique que el grado de seguridad ha sido comprometido y en qué nivel. Si no existiera, averigüe si luego de un evento, se presentaron



fisuras, asentamientos en la edificación, si se evidenció alteración en su estructura o si no se presentaron daños” (p. 32).

- OPS (2010) “Producto de las necesidades que se van presentando, muchas veces los establecimientos sufren modificaciones y éstas se hacen sin tomar en cuenta las afectaciones que puedan crear las mismas ante una determinada amenaza o peligro en el futuro, haciendo sufrir a la instalación de salud y a sus ocupantes debido a las nuevas vulnerabilidades generadas” (p. 33)

2.2 Sistema estructural y tipo de material usado.

- OPS (2010) “Se debe verificar si en la edificación sanitaria se observan deterioros, tales como pérdida de recubrimiento, grietas o hundimientos de elementos estructurales” (p. 34).
- OPS (2010) “Dentro de la calidad de la construcción se requiere establecer si la edificación ha sido construida con requisitos de calidad y resistencia de los materiales y si se observa que se encuentra en buenas condiciones de mantenimiento” (p. 36).
- OPS (2010) “El evaluador debe verificar cuidadosamente si existen elementos no estructurales que pueden, por su peso (tanto del edificio en sí, como del equipo, mobiliario y usuarios, para el caso de establecimientos de más de un nivel) y rigidez, afectar el desempeño de algunos elementos estructurales poniendo en peligro la estabilidad estructural de la edificación” (p. 38).



- OPS (2010) “La proximidad de los edificios sanitarios puede acarrear diversos problemas, dependiendo del fenómeno natural que los pueda afectar” (p. 38).
- OPS (2010) “Verifique las líneas de resistencia, considerando pórticos, muros portantes, ejes de columnas y vigas, entre otros” (p. 40).
- OPS (2010) “verificar en el inmueble mediante la observación in situ y la revisión de los planos estructurales las características de las conexiones estructurales, para poder establecer un criterio más preciso sobre las mismas, principalmente en zonas sísmicas” (p. 41).
- OPS (2010) “Evalúe el estado de la cimentación. Si se dispone de planos, verifique el material empleado y la profundidad e identifique evidencias de hundimiento, fisuras en los pisos y posible asentamiento. Si no se cuenta con ellos, asuma un nivel bajo de seguridad” (p. 43).
- OPS (2010) “Verificar la forma regular de la edificación, que la estructura sea uniforme y la presencia de elementos que pueden causar torsión” (p. 44).
- OPS (2010) “El evaluador debe identificar la presencia de discontinuidad; masas concentradas; pisos o columnas cortas” (p. 45).
- OPS (2010) “Se requiere saber si el establecimiento de salud está adecuadamente diseñado -desde el punto de vista estructural- para soportar los fenómenos a los que puede verse sometido, o si se han



implementado las medidas preventivas o correctivas necesarias para mejorar su grado de seguridad” (p. 46).

3. Aspectos no estructurales

Este módulo examina los componentes que forman parte del sistema arquitectónico del EE.SS. Se evalúa el estado de líneas vitales, equipo médico, suministros, mobiliario, accesos y otros.

Según la OPS (2010) los puntos que aborda son los siguientes:

- Líneas vitales
 - Electricidad
 - Telecomunicación
 - Gases medicinales
 - Agua y desagüe
 - Drenaje pluvial
- Sistemas electromecánicos y de calefacción.
- Mobiliario
- Equipamiento médico y de laboratorio
- Componentes arquitectónicos

4. Aspectos funcionales

Se evalúa la preparación del EE.SS., personal y operaciones esenciales para seguir funcionando en medio de una emergencia o una circunstancia catastrófica.

Para OPS (2010) los puntos que aborda son los siguientes:



- Organización de comité de desastres
- Planes frente a desastres internos y externos
- Planes de contingencia
- Planes para el mantenimiento preventivo y correctivo
- Accesibilidad de medicamentos, suministros, herramientas y equipos para emergencias

3.4.1.1 Formulario de Evaluación

La metodología ISH comprende la aplicación de tres (03) formularios los cuales serán llenados durante la evaluación de EE.SS. A continuación, se presenta brevemente su contenido:

- **Formulario 1:** “Datos informativos generales”

Está compuesto por datos generales, capacidad de tratamiento y capacidad operativa.

- **Formulario 2:** “Ficha de evaluación del grado de seguridad”

Esta se dividió en cuatro (04) módulos, compuesto por 93 aspectos o variables (preguntas a responder) de evaluación, los cuales conforman una lista de verificación del método ISH. Este Formulario puede apreciarse de manera amplia en el Anexo 4.

- Amenazas geográficas
- Seguridad estructural (12 variables)
- Seguridad no estructural (43 variables)
- Seguridad funcional (38 variables)

Como se puede observar cada módulo o componente de evaluación consta de una cantidad determinada de aspectos o variables, las cuales se muestran en forma de preguntas a responder y que deberán ser marcadas según el nivel de seguridad encontrado. La estructura del Formulario 2 se muestra a continuación:

Figura 7

Estructura de Formulario 2 del método ISH

2. Aspectos relacionados con la seguridad estructural del establecimiento de salud (marcar con X donde corresponda).				Módulo o componente	
2.1 Seguridad debido a antecedentes de la instalación de salud	Grado de seguridad			Observaciones	Sub Módulo
	Bajo	Medio	Alto		
1. ¿El establecimiento ha sufrido daños estructurales? Verificar si existe dictamen estructural que indique que el grado de seguridad ha sido comprometido y en qué nivel. Si no existiera, averiguar si luego de un evento, se presentaron fisuras, asentamientos en la edificación, si se evidenció alteración en su estructura o si no se presentaron daños. Si no han ocurrido daños dejar en blanco. B, daños mayores; M, daños moderados; A, daños menores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Variable

Nota: Recortado de “Índice Seguridad Hospitalaria - Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad”, 2010, p. 118.

De la misma forma tenemos que definir como módulo a la unidad fundamental que asegura el funcionamiento del EE.SS., y que puede ser evaluado de manera independiente. Sub módulo como el conjunto de elementos hospitalarios que funcionan de forma coordinada. Y por último las variables de evaluación, que son las interrogantes de seguridad que debemos responder para conocer el grado de seguridad evaluado.

- **Formulario 3:** “Plan de acción para elevar el grado de seguridad”

Presenta estrategias para optimizar los puntos más bajos de la evaluación de vulnerabilidad. Además de facilitar la orientación progresiva de los recursos hacia la solución de los problemas



identificados, este plan pretende llevar a cabo la ejecución de acciones a corto, medio y largo plazo.

3.4.1.2 Modelo Matemático

Según MINSA (2024) “es una hoja de cálculo que contiene una serie de fórmulas que asignan valores a los componentes estructural, no estructural y gestión de emergencias y desastres. Los cálculos se basan en la forma como los evaluadores calificaron cada punto y la importancia relativa de estos en cada módulo y en la seguridad global del establecimiento de salud en casos de emergencias y desastres” (p. 05).

3.4.1.3 Pesos Relativos de Evaluación

Según OMS & OPS (2018) todos los puntos de evaluación se agrupan en submódulos, los cuales forman a la vez los módulos componentes de evaluación.

Este estudio aplica el Modelo 1 de evaluación propuesto por OMS & OPS (2018) donde “Los valores de los componentes estructurales representan el 50 % de los valores totales del índice, los no estructurales, el 30 %; y la capacidad funcional, el 20 %.” (p. 28)

“La suma de los resultados ponderados de los tres módulos proporciona una clasificación de la seguridad hospitalaria expresada como la probabilidad (porcentaje) de que el establecimiento pueda funcionar en caso de emergencias o desastres.” (p. 32)

Por ende, el valor que se asigna a cada punto es multiplicado por el peso relativo de cada submódulo, dentro del cual la sumatoria debe ser 100 %. De la misma forma cada submódulo se pondera para obtener el resultado de evaluación de cada módulo.

Finalmente, estos valores ubican al EE.SS., dentro de rangos de seguridad, los cuales le asignan una clasificación. En la Tabla 8 podemos apreciar los rangos para la clasificación de la metodología ISH.

Tabla 8

Rangos de clasificación ISH

Índice de seguridad	Clasificación	Acciones
0 – 0.35	C	Hay que intervenir de inmediato. Las capacidades actuales de seguridad y respuesta frente a desastres son inadecuadas para salvaguardar la vida de sus ocupantes.
0.36 – 0.65	B	Las intervenciones deben ser a corto plazo. La seguridad de los pacientes y los empleados, la capacidad de funcionamiento del hospital está en peligro.
0.66 – 1	A	El hospital seguirá funcionando. Sin embargo, se aconseja seguir reforzando su seguridad y se adopte medidas para mantener sus niveles.

Nota: Recuperado de “Índice de Seguridad Hospitalaria Guía de Evaluadores”, 2018, p. 33.



3.4.2. Metodología FEMA P-154

ATC (2015) menciona que este método denominado como rapid visual screening (RVS) o inspección visual rápida, es un procedimiento diseñado para encontrar, listar e inspeccionar las estructuras que puedan ser sísmicamente peligrosas.

Para Soto (2018) básicamente “este método se basa en la observación y un sistema de puntuación “S”, que depende del tipo de estructura, tipo de suelo, uso y ocupación de la estructura” (p. 50).

Vizconde (2004) menciona que “fundamentalmente el puntaje S es un estimado de la probabilidad o posibilidad de que un edificio colapse si los movimientos del terreno ocurren iguales o mayores al máximo sismo considerado. Estos estimados de puntaje están basados en límites observados y datos analíticos y la probabilidad de colapso es por consiguiente aproximada” (p. 107).

3.4.2.1 Procedimiento de Aplicación del método FEMA P -154

De acuerdo al manual ATC (2015) para aplicar este enfoque es necesario seguir los siguientes ítems:

1. Revisar la información existente del edificio.
2. Recorrer la estructura identificando el número de pisos, forma y realizar esquemas de distribución arquitectónica usando de la ficha.
3. Tomar diferentes fotografías de la estructura.
4. Revisar la documentación existente sobre su capacidad de ocupación.
5. Identificar la condición de suelo de fundación.

6. Identificar problemas de colindancia, irregularidades y peligros potenciales de la caída de elementos del exterior.
7. Consignar comentarios finales sobre condiciones o circunstancias inusuales encontradas.
8. Identificar el material de construcción y sistema estructural comparándolo con las propuestas FEMA de tipos de estructuras.
9. Marcar en la ficha de evaluación los modificadores de puntuación atribuidos a la estructura identificada.
10. Calcular la Puntuación Final de Nivel 1 “S_{L1}”.
11. Complementar la sección de resumen situada en la parte inferior de la ficha de evaluación.

3.4.2.2 Formulario de Recolección de Datos

Según ATC (2015) para iniciar el llenado del formulario del método inicia identificando el tipo de edificación presente. La Tabla 9 nos muestra la variedad de edificaciones propuestas por la metodología.

Tabla 9

Tipología de edificaciones según FEMA P-154

Ítem	Tipo	Descripción
1	W1	Estructuras unifamiliares o multifamiliares de madera de uno o varios niveles.
2	W1A	Viviendas residenciales de varios niveles con Estructura de madera, área mayor a 279 m ² .
3	W2	Centros comerciales e industriales con sistemas de madera, área mayor a 465 m ² .
4	S1 (MRF)	Pórticos de acero con resistencia a momento.



Ítem	Tipo	Descripción
5	S2 (BR)	Estructura de acero con arriostres.
6	S3 (LM)	Estructuras metálicas ligeras.
7	S4 (RC SW)	Estructura de acero y muros de corte de concreto armado.
8	S5 (URM INF)	Estructura de acero con muros de albañilería no reforzada.
9	C1 (MRF)	Estructura de concreto armado con resistencia a momento.
10	C2 (SW)	Estructura con placas de concreto armado.
11	C3 (URM INF)	Estructura de concreto armado con muros de albañilería no reforzada.
12	PC1 (TU)	Estructura tipo tilt-up.
13	PC2	Estructuras prefabricadas de concreto armado.
14	RM1 (FD)	Estructura de albañilería reforzada con diafragmas flexibles.
15	RM2 (RD)	Estructura de albañilería reforzada con diafragmas rígidos.
16	URM	Estructura de muros de carga de mampostería no reforzada.
17	MH	Viviendas prefabricadas

Nota: Adaptado de “Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards”, 2015, p. 20.

Posteriormente se asignan modificadores de puntaje en función a la tipología de construcción. Las características que afectan positivamente al edificio tienen modificadores positivos y aumentan la puntuación. Y por el otro lado los modificadores negativos disminuyen la puntuación final.

Tabla 10

Modificadores del comportamiento sísmico

Modificador	Descripción
Irregularidad vertical	Tipo de elevación, muros inclinados, elementos que no son continuos, estructura en pendiente, piso blando, etc.
Irregularidad de la planta	Resistencia lateral, rigidez excéntrica y planta en forma irregular.
Pre - Código	Estructuras diseñadas y construidas antes del año en que se promulgaron y pusieron en vigor las directrices de diseño sísmico. Esto ocurrió en Perú en la década de 1970.
Post - Benchmark	Estructuras diseñadas y construidas tras la adopción y aplicación de normativas importantes para aplicación de códigos sísmicos.
Tipo de suelo	Se asignará puntaje según el tipo de suelo de fundación identificado durante la inspección o revisión de información.

Nota: Adaptado de “Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards, item 3.15 Score Modifiers”, 2015, p. 53.

3.4.2.3 Determinación de la Puntuación Final

ATC (2015) el puntaje final de evaluación calcula aplicando los modificadores de puntaje según los atributos del edificio y sumándolos verticalmente. El resultado obtenido se documenta en la línea inferior del formulario de evaluación.

Debemos mencionar que si el evaluador no está seguro del tipo de edificación FEMA presentado en la metodología, deberá intentar eliminar todos los tipos de edificación poco probables. Si el evaluador sigue



teniendo varias opciones, se calculará S para los tipos de edificios restantes y se seleccionará la puntuación más baja.

3.4.3. Metodología Hirosawa

Según OPS (2000) “el método propuesto por Hirosawa es utilizado oficialmente en Japón por el Ministerio de Construcción en la evaluación de la seguridad sísmica de edificios de hormigón armado. El método recomienda tres niveles de evaluación, que van de lo simple a lo detallado, y se basa en el análisis del comportamiento sísmico de cada piso del edificio en las direcciones principales de la planta” (p. 118).

3.4.3.1 Procedimiento de aplicación del método Hirosawa

A continuación, se detallan los conceptos que utiliza la metodología Hirosawa para lo cual nos basaremos la publicación “Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud”, OPS, 2000, p. 118.

Según OPS (2000) el método entiende que la vulnerabilidad se establece bajo dos (02) condiciones:

- Si, $I_s \geq I_{s0}$, el rendimiento sísmico seguro.
- Si, $I_s < I_{s0}$, el rendimiento sísmico es incierto.

3.4.3.2 Determinación de I_s (Índice de vulnerabilidad estructural)

Este índice se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_s = E_0 * S_D * T \quad (1)$$

E_0 : Índice de comportamiento estructural básico de la estructura

S_D : Índice de configuración de la estructura

T : Índice de deterioro de la estructura

Determinación de E_0

Para OPS (2000) “Se determina a partir de un cálculo simple de la resistencia última de corte de cada piso. Esta resistencia se calcula para cada dirección de la planta por la suma de los productos del área de la sección transversal de un muro o columna y de su resistencia de corte, reduciendo este producto por un factor (α) que considera la presencia de elementos que alcanzan su resistencia a un nivel de deformación menor que el resto de los elementos sismorresistentes...” (p. 118). Este índice depende de un coeficiente que está relacionado con la resistencia (C) y la ductilidad (F).

$$E_0 = \alpha * C * F \quad (2)$$

Para los cálculos de este índice sísmico se debe clasificar los elementos verticales como sigue:

- Columnas de concreto armado
- Muros (concreto armado, albañilería armada o confinada)

Dando como resultado una fórmula ampliada, de la siguiente manera:

$$E_0 = \frac{n_p + 1}{n_p + i} * \{\alpha_1 * (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c\} * F \quad (3)$$

Esta expresión utiliza el factor de reducción resistente (α_i) propuestos en la Tabla 11, numero de nivel (n_p) y los índices de resistencia de muros (C_{mar} , C_{sc} , C_a , C_{ma} , C_w y C_c). Para poder conocer de manera amplia el uso de estos índices se recomienda revisar la publicación de OPS (2000).

Tabla 11

Valores de los coeficientes α_i

Tipo	α_1	α_2	α_3	Módulo de falla
A	1.0	0.7	0.5	El fallo se controla mediante muros de albañilería restringidos, no reforzados o parcialmente contenidos.
B	0.0	1.0	0.7	El fallo se controla por medio de muros de corte de concreto armado.
C	0.0	0.0	1.0	El fallo se controla con columnas de concreto armado.

Nota: Recuperado de “Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud”, 2000, p. 120.

Para OPS (2000) la relación entre el coeficiente de corte basal y el coeficiente de corte del piso (i), está representado en el término $(n_{p+1})/(n_{p+i})$ en función del peso del edificio por sobre el nivel evaluado.

Además, OPS (2000) explica cómo se han calculado los índices de resistencia (C) utilizando la cantidad y el tipo de refuerzo que se encuentran en los muros de concreto armado usados en Chile, lo que

incluye ajustes de las expresiones usadas por Hirosawa. La resistencia a la fisuración diagonal propuesta por Iglesias y Raymondi (1990) para muros de albañilería usa las siguientes expresiones:

$$C_{mar} = \frac{0.6 \cdot 0.85 \cdot \tau_o \cdot \sum A_{mar}}{\sum_{j=i}^{np} W_j} \quad (4)$$

$$C_{SG} = \frac{f_c}{200} * \frac{15 \cdot \sum A_{SG}}{\sum_{j=i}^{np} W_j} \quad (5)$$

$$C_{ma} = \frac{0.6 \cdot (0.45 \cdot \tau_o + 0.25 \cdot \sigma_o) \cdot \sum A_{ma}}{\sum_{j=i}^{np} W_j} \quad (6)$$

$$C_w = \frac{f_c}{200} * \frac{30 \cdot \sum A_{m1} + 20 \cdot \sum A_{m2} + 12 \cdot \sum A_{m3} + 10 \cdot \sum A_{m4}}{\sum_{j=i}^{np} W_j} \quad (7)$$

$$C_c = \frac{f_c}{200} * \frac{10 \cdot \sum A_{c1} + 7 \cdot \sum A_{c2}}{\sum_{j=i}^{np} W_j} \quad (8)$$

En estos cálculos se emplearán áreas en cm^2 , tensiones y resistencias en kg/cm^2 y pesos en kg. La resistencia al corte será expresada en kg/cm^2 .

Determinación de S_D

Para OPS (2000) este coeficiente se calcula en función al rendimiento sísmico influenciado por su irregularidad, rigidez y composición de su masa distribuida.

Además, OPS (2000) menciona para determinar S_D se deberá revisar la documentación estructural y deberá de complementarse con una inspección in situ.

Hirosawa sugiere utilizar las siguientes fórmulas:

$$S_D = q_1 * q_2 * q_3 \dots * q_8 \quad (9)$$

Donde:

$$q_i = \{1.0 - (1 - G_i) * R_i\} \text{ para } i = 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8. \quad (10)$$

$$q_i = \{1.2 - (1 - G_i) * R_i\} \text{ para } i = 6 \quad (11)$$

Los valores de G_i y R_i se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12

Valores de G_i y R_i

Items (q_i)	G_i			R_i
	1.0	0.9	0.8	
Regularidad	Regular (a_1)	Mediano (a_2)	Irregular (a_3)	1.0
Relación largo – ancho	$B \leq 5$	$5 < B \leq 8$	$B > 8$	0.5
Contratación de planta	$0.8 \leq c$	$0.55 < c \leq 0.8$	$C < 0.5$	0.5
Atrio o patio interior	$R_{ap} = 0.1$	$0.1 < R_{ap} \leq 0.1$	$0.3 < R_{ap}$	0.5
Excentricidad de atrio o patio interior	$f_1 = 0.4$ $f_2 = 0.1$	$f_1 \leq 0.4$ $0.1 < f_2 \leq 0.3$	$0.4 < f_1$ $0.4 < f_2$	0.25
Subterráneo	$1.0 \leq R_{as}$	$0.5 < R_{as} \leq 1.0$	$R_{as} < 0.5$	1.0

Items (q_i)	G_i			R_i
	1.0	0.9	0.8	
Junta de dilatación	$0.01 \leq s$	$0.005 < s \leq 0.01$	$s < 0.005$	0.5
Uniformidad de altura de piso	$0.8 \leq R_h$	$0.7 < R_h \leq 0.8$	$R_h < 0.7$	0.5

Nota: Recuperado de “Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud”, 2000, p. 124.

Determinación de T

Según OPS (2000) “Este índice cuantifica los efectos que produce el deterioro de la estructura debido al paso del tiempo o bien a la acción de sismos pasados u otras acciones que puedan haberla afectado. El índice se calcula a partir de la información obtenida de las visitas al edificio y de la información que proporcione el propietario” (p. 126). Para su determinación se usará la Tabla 13.

Tabla 13

Deformación permanente (T_1)

Característica	T_1
Debido al asentamiento diferencial, el edificio se inclina.	0.7
La estructura está construida con relleno artificial.	0.9
Debido a deformaciones anteriores, el edificio ha sido reparado.	0.9
Existe deformación evidente en su estructura.	0.9

Característica	T ₁
No hay indicios de deformidad.	1.0

Nota: Recuperado de “Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud”, 2000, p. 126.

Tabla 14

Grietas en muros o columnas por corrosión del acero (T₂)

Característica	T ₂
Existencia de filtración y refuerzos de acero corroídos.	0.8
Hay fisuras claramente visibles inclinadas en las columnas.	0.9
Los muros tienen grietas evidentes.	0.9
Tiene filtraciones, pero los refuerzos no están corroídos.	0.9
No hay ninguno de los indicios.	1.0

Nota: Recuperado de “Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud”, 2000, p. 126.

Tabla 15

Incendio (T₃)

Característica	T ₃
No fue restaurado tras un incendio.	0.7
Fue suficientemente restaurado tras un incendio.	0.8
Nunca ha experimentado un incendio	1.0

Nota: Recuperado de “Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud”, 2000, p. 127.

Tabla 16

Uso del bloque (T₄)

Característica	T₄
Mantiene almacenados los productos químicos.	0.8
No mantiene almacenados los productos químicos.	1.0

Nota: Recuperado de “Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud”, 2000, p. 120.

Tabla 17

Tipo de daño estructural (T₅)

Característica	T₅
Graves daños a la estructura	0.8
Fuertes daños a la estructura	0.9
Ligeros daños a la estructura	1.0

Nota: Recuperado de “Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud”, 2000, p. 120.

3.4.3.3 Cálculo del I_{so} (índice de juicio estructural)

Para su determinación usaremos la siguiente expresión:

$$I_{so} = E_{so} * Z * G * U \quad (12)$$

Donde:

E_{so}: Resistencia sísmica básica

Z: Factor de zona sísmica.

G: Factores topográficos y geotécnicas.

U: Factor de uso.



Según OPS (2000) su cálculo se basa en experiencias sufridas a edificios después de eventos sísmicos de gran magnitud. Se sugiere que, esta resistencia se calcule tomando en cuenta factores que genera un alto peligro sísmico mencionados por la norma, afectado un factor de reducción (R) de acuerdo al tipo de estructura.

El factor G toma en cuenta los factores geográficos de la zona de estudio. Podrá ser 1.0 para terrenos planos y 1.1 para zonas en ladera.

El factor de uso U de la estructura tomara los valores propuestos por la normativa peruana.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Estudio del terreno de fundación

Para el desarrollo de este estudio se realizó la exploración del terreno de fundación como parte de la recolección de información de los EE.SS., los resultados obtenidos puede observarse en el Anexo 6.

En la Tabla 18 se presentan los resultados de clasificación obtenidos según NTP E.050 Suelos y Cimentaciones, los cuales evidencian que el 54.55 % de EE.SS., están construidos sobre suelos cohesivos, destacando los suelos arcillosos (CL), limos (ML) y limos arcillosos (ML-CL). Por el otro lado existe 45.45 % clasificados como fricciantes, dentro de los cuales destaca las arenas limosas (SM), arenas pobremente graduadas (SP) y arenas bien graduadas limosas (SW–SM)

Tabla 18

Características del terreno de fundación de EE.SS.

Item	Micro Red	EE.SS.	Categ.	Clasificación SUCS
1	Cono Sur	P.S. Collana Juliaca	I-1	SW-SM
2	Cabanillas	P.S. Collana Cabana	I-1	ML
3	Cabanillas	P.S. Ayagachi	I-1	SP
4	Cabanillas	C.S. Cabana	I-3	SM
5	Santa Adriana	P.S. Unocolla	I-2	SM
6	Juliaca	P.S. Chingora	I-1	CL

Item	Micro Red	EE.SS.	Categ.	Clasificación SUCS
7	Cabanillas	P.S. Huataquita	I-1	SM
8	Juliaca	P.S. Mariano Melgar	I-3	ML
9	Santa Adriana	P.S. Isla	I-2	ML-CL
10	Santa Adriana	P.S. Rancho Pucachupa	I-2	CL
11	Santa Adriana	C.S. Santa Adriana	I-4	CL

Nota: Elaboración propia.

Por otro lado, la Tabla 19 muestra las consideraciones que plantea Gonzales de Vallejo (2004) para diferenciar la cohesividad de los suelos según su Límite de Plasticidad (IP).

Tabla 19

Características de suelos según IP

IP	Características	Tipo de Suelos	Cohesividad
0	No plástico	Arenoso	No cohesivo
<7	Baja plasticidad	Limoso	Parcialmente cohesivo
7-17	Plasticidad media	Arcillo – limoso	Cohesivo
>17	Alta plasticidad	Arcilla	Cohesivo

Nota: Adaptado de “Ingeniería geológica, Gonzales de Vallejo”, 2004.

Bajo estas consideraciones en la Tabla 20 podemos apreciar que un 17 % de EE.SS., presenta baja plasticidad, 66 % plasticidad media y 17 % presentan alta plasticidad, siendo esta muestra la del P.S. Rancho Pucachupa que presenta mayor capacidad de deformación frente a las cargas.

Tabla 20*Valores de IP de muestras de EE.SS.*

Ítem	Micro Red	EE.SS.	Categ.	IP	Característica
1	Cabanillas	P.S. Collana Cabana	I-1	8	Plasticidad media
2	Juliaca	P.S. Chingora	I-1	15.9	Plasticidad media
3	Juliaca	P.S. Mariano Melgar	I-3	14.6	Plasticidad media
4	Santa Adriana	P.S. Isla	I-2	5.6	Baja plasticidad
5	Santa Adriana	P.S. Rancho Pucachupa	I-2	18	Alta plasticidad
6	Santa Adriana	C.S. Santa Adriana	I-4	9.7	Plasticidad media

Nota: Elaboración propia.

La Tabla 21 nos presenta los resultados obtenidos de capacidad de carga del terreno de fundación. Estos valores muestran que los suelos friccionantes presentan mayor capacidad de carga en comparación a las muestras obtenidas de suelos cohesivos.

Tabla 21*Valores de Capacidad de carga de EE.SS.*

Ítem	Micro Red	EE.SS.	Categ.	Capacidad de carga (Kg/cm ²)
1	Cono Sur	P.S. Collana Juliaca	I-1	3.523
2	Cabanillas	P.S. Collana Cabana	I-1	1.339
3	Cabanillas	P.S. Ayagachi	I-1	3.523
4	Cabanillas	C.S. Cabana	I-3	1.750
5	Santa Adriana	P.S. Unocolla	I-2	3.717



Ítem	Micro Red	EE.SS.	Categ.	Capacidad de carga (Kg/cm ²)
6	Juliaca	P.S. Chingora	I-1	1.309
7	Cabanillas	P.S. Huataquita	I-1	3.957
8	Juliaca	P.S. Mariano Melgar	I-3	0.803
9	Santa Adriana	P.S. Isla	I-2	1.043
10	Santa Adriana	P.S. Rancho Pucachupa	I-2	1.754
11	Santa Adriana	C.S. Santa Adriana	I-4	1.005

Nota: Elaboración propia.

Finalmente podemos decir que los estudios del terreno de fundación realizados en los EE.SS., muestran la existencia de suelos que según Alva Hurtado (s. f.) pueden ser considerados como de consistencia rígida y muy rígida (ver Tabla 22).

Tabla 22

Consistencia de los suelos

Consistencia Relativa	Resistencia a la compresión no confinada (Kg/cm ²)
Muy blanda	0 – 0.25
Blanda	0.25 – 0.50
Media	0.50 – 1.00
Rígida	1.00 – 2.00
Muy rígida	2.00 – 4.00
Dura	> 4.00

Nota: Recuperado de “Diseño de Cimentaciones, Alva Hurtado, s.ºf, p. 18.”

4.1.2. Evaluación de vulnerabilidad sísmica por el método del ISH

Los resultados del Formulario 2 de la metodología del ISH se muestran a continuación.

Los EE.SS., Categoría I-1 evaluados muestran que un 80 % de estos se encuentran dentro de la clasificación “B”, lo que indicaría que se encuentran en una condición regular y que se requiere de intervención a corto plazo. Por otro lado, existe un 20 % de se encuentran con clasificación “C”, siendo este en particular el P.S. Chingora perteneciente a la micro red de salud Juliaca por lo que requiere intervenciones urgentes de seguridad, puesto que su condición actual pone en riesgo la seguridad de sus ocupantes, equipos e insumos. Estos resultados se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23

Clasificación ISH de EE.SS. categoría I-1

Ítem	EE.SS.	Categ.	Índice de Seguridad	Índice de vulnerabilidad	Clasificación
1	P.S. Chingora	I-1	0.19	0.81	C
2	P.S. Collana Juliaca	I-1	0.42	0.58	B
3	P.S. Ayagachi	I-1	0.45	0.55	B
4	P.S. Collana Cabana	I-1	0.61	0.39	B
5	P.S. Huataquita	I-1	0.46	0.54	B

Nota: Elaboración propia.

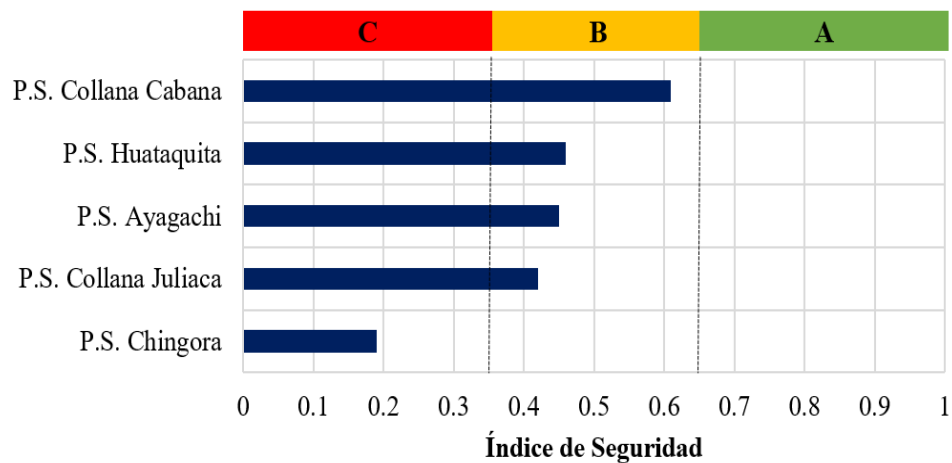
Otro punto importante a mencionar es que la metodología del ISH contempla para la clasificación “B” valores del índice seguridad del rango 0.35 – 0.65, por lo que podemos afirmar que EE.SS., con valores menores y cercanos a

0.35 deben ser considerados o tratados dentro de las prioridades de intervención.

Estos valores de clasificación se presentan de una mejor forma en la Figura 8.

Figura 8

Índice de seguridad de EE.SS. Categoría I-1



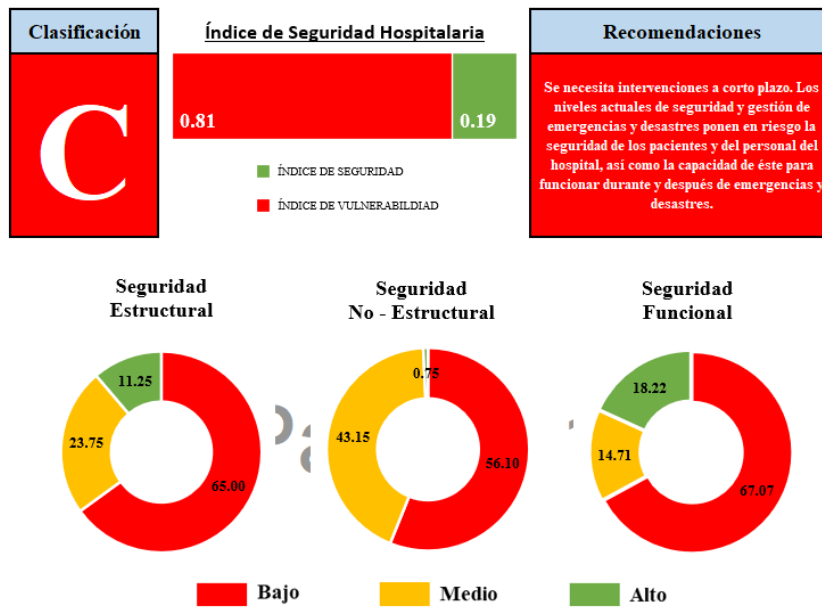
Nota: Elaboración propia.

Al revisar la Figura 8 podemos decir que el P.S. Collana Juliaca con calificación de 0.42 de índice de seguridad presenta un valor muy cercano a la frontera de la clasificación “C”. Esto podría indicarnos que, si no se toman medidas de intervención a corto plazo para mejorar su nivel de seguridad su calificación irá bajando a la clase “C”, lo que podría implicar mayor complejidad y costo de intervención para su mejora.

A continuación, se muestran las Figuras 9, 10, 11, 12 y 13 donde se presentan los resultados individuales obtenidos al aplicar el Formulario 2 del ISH para EE.SS., Categoría I-1.

Figura 9

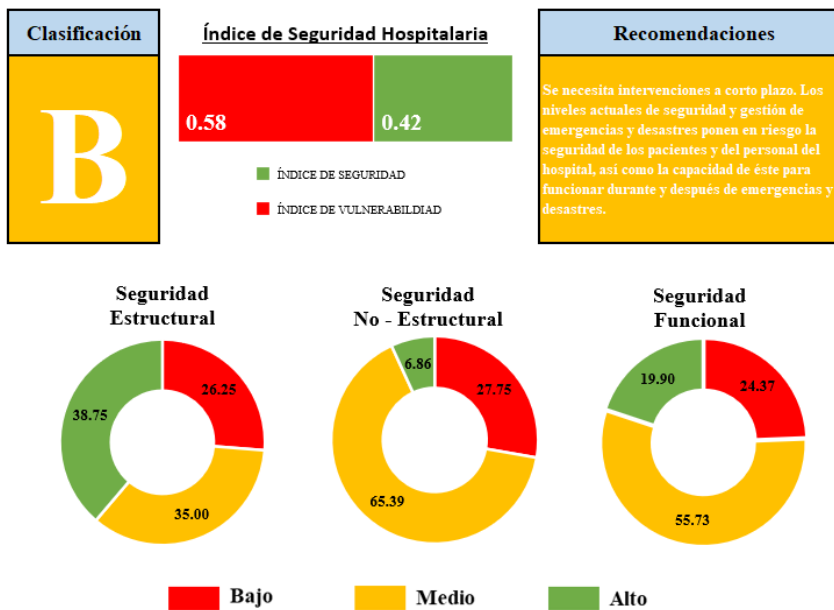
ISH P.S. Chingora



Nota: Elaboración propia.

Figura 10

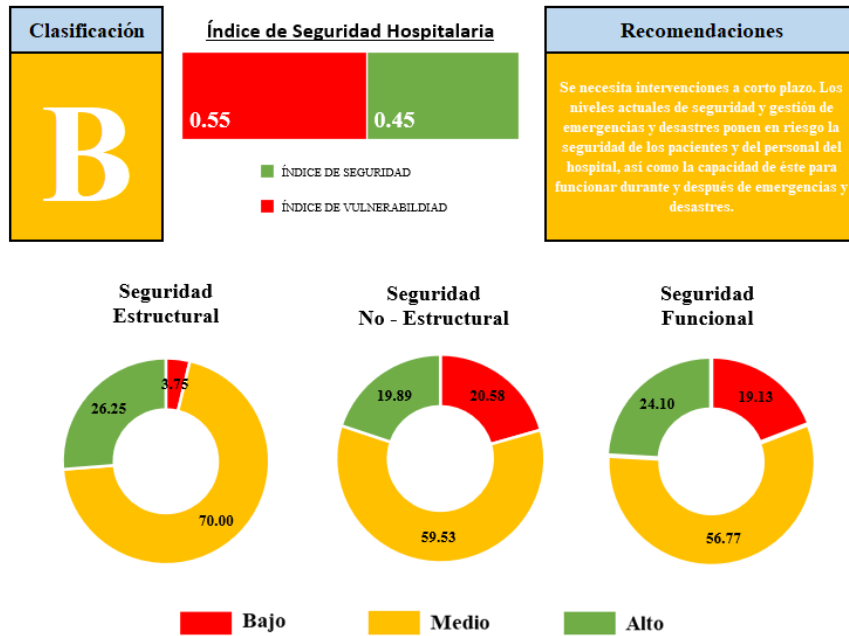
ISH P.S. Collana Juliaca



Nota: Elaboración propia.

Figura 11

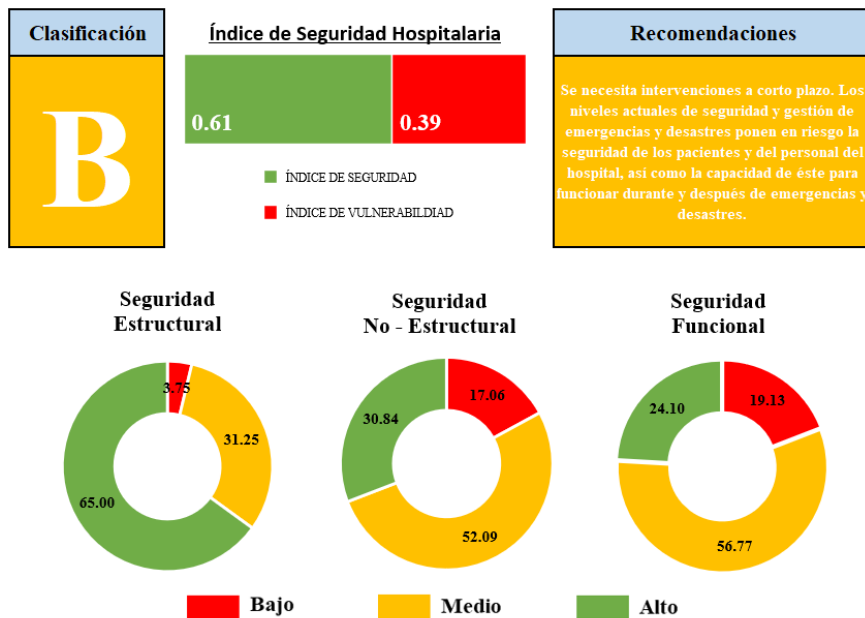
ISH P.S. Ayagachi



Nota: Elaboración propia.

Figura 12

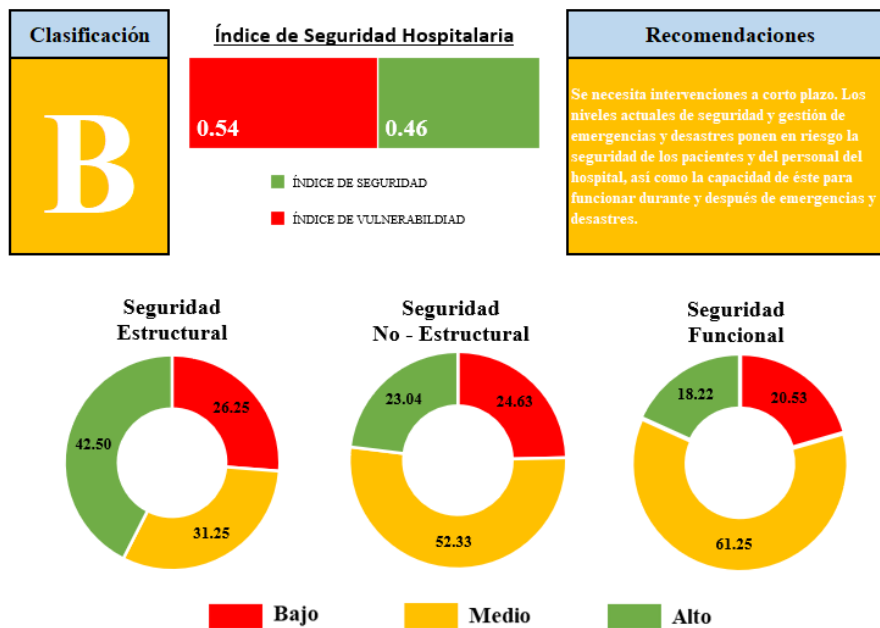
ISH P.S. Collana Cabana



Nota: Elaboración propia.

Figura 13

ISH P.S. Huataquita



Nota: Elaboración propia.

Los EE.SS., Categoría I-2 evaluados muestran que un 66.67 % se encuentran clasificados dentro de la categoría “B”, condición la cual requiere de intervenciones a corto plazo. Y por otro lado 33.33% clasificados como “A”, donde destaca el P.S. Unocolla perteneciente a la micro red de Santa Adriana que evidencia mejores niveles de seguridad.

Estos valores se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24

Clasificación ISH de EE.SS. Categoría I-2

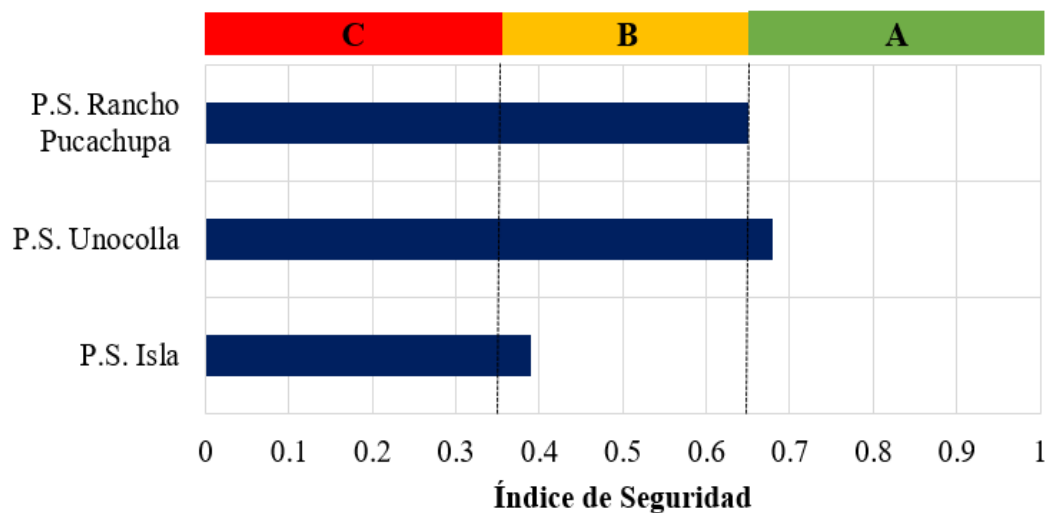
Item	EE.SS.	Categ.	Índice de Seguridad	Índice de vulnerabilidad	Clasificación
6	P.S. Isla	I-2	0.39	0.61	B
7	P.S. Rancho Pucachupa	I-2	0.65	0.35	B
8	P.S. Unocolla	I-2	0.68	0.32	A

Nota: Elaboración propia.

La Figura 14 muestra que el P.S. Unocolla presenta alto nivel de seguridad. Además, se encuentra en buen estado de conservación y funcionamiento, por lo que podemos decir que un factor importante para obtener esta calificación fue su conservación debido a su año de construcción (2015).

Figura 14

Índice de seguridad de EE.SS. Categoría I-2

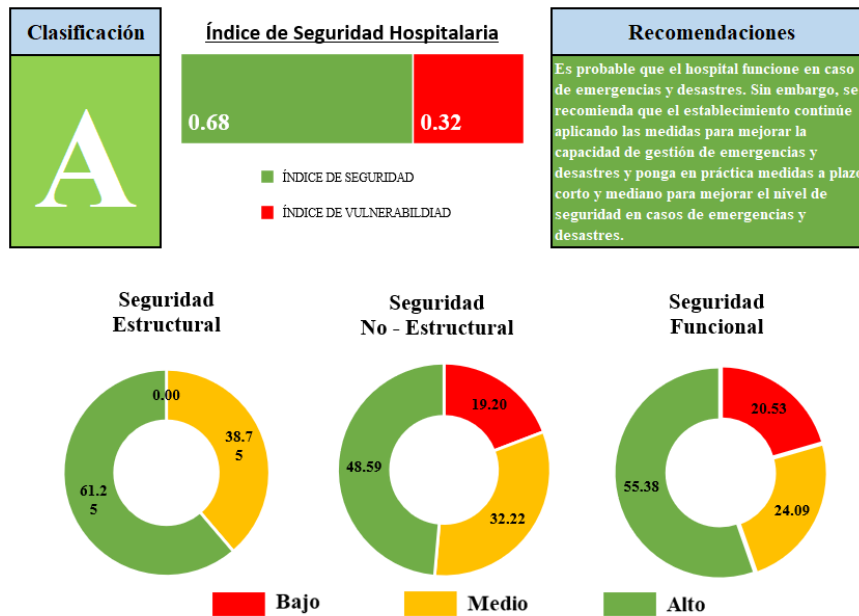


Nota: Elaboración propia.

A continuación, se muestran las Figuras 15, 16 y 17 que presentan los resultados individuales de calificación ISH para EE.SS., Categoría I-2.

Figura 15

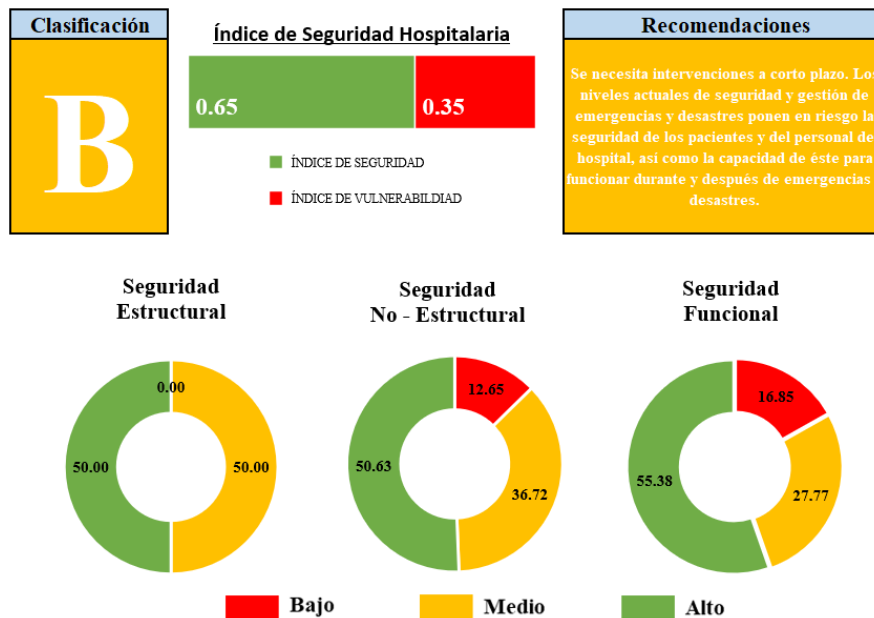
ISH P.S. Unocolla



Nota: Elaboración propia.

Figura 16

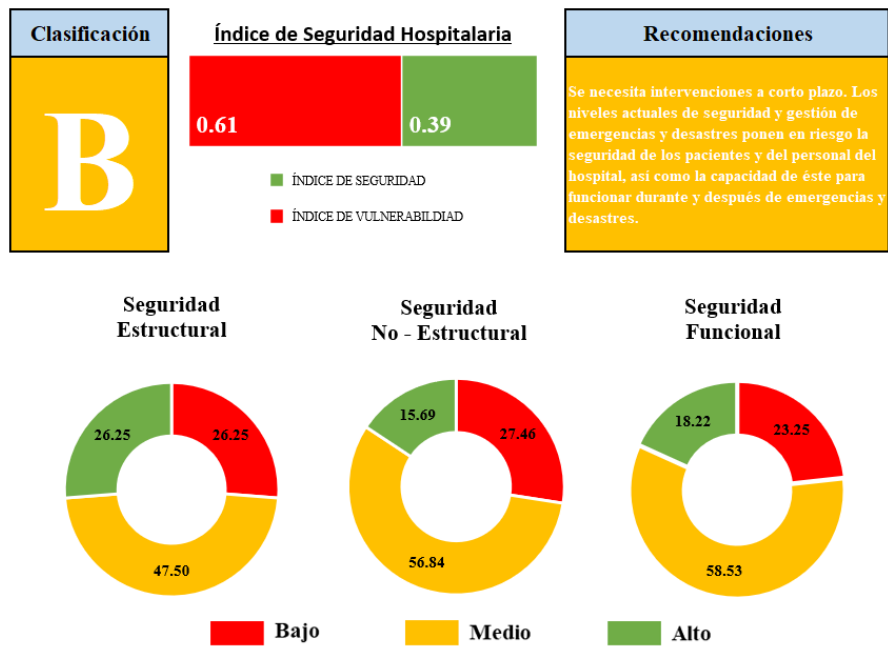
ISH P.S. Rancho Pucachupa



Nota: Elaboración propia.

Figura 17

ISH P.S. Isla



Nota: Elaboración propia.

Los EE.SS., Categoría I-3 evaluados muestran que un 100% se encuentran clasificados como “B”, condición en la que se requiere intervenciones a corto plazo. Estos resultados de evaluación se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25

Clasificación ISH de EE.SS. Categoría I-3

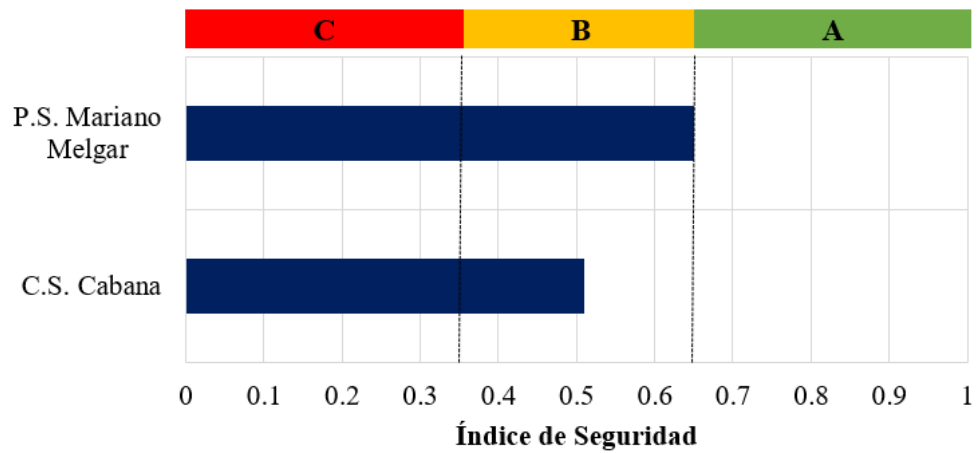
Ítem	EE.SS.	Categ.	Índice de Seguridad	Índice de vulnerabilidad	Clasificación
9	P.S. Mariano Melgar	I-3	0.65	0.35	B
10	C.S. Cabana	I-3	0.51	0.49	B

Nota: Elaboración propia.

La Figura 18 nos presenta índices de seguridad mayores e iguales a 0.50, encontrándose fuera de la frontera del nivel de seguridad bajo.

Figura 18

Índice de seguridad de EE.SS. Categoría I-3.

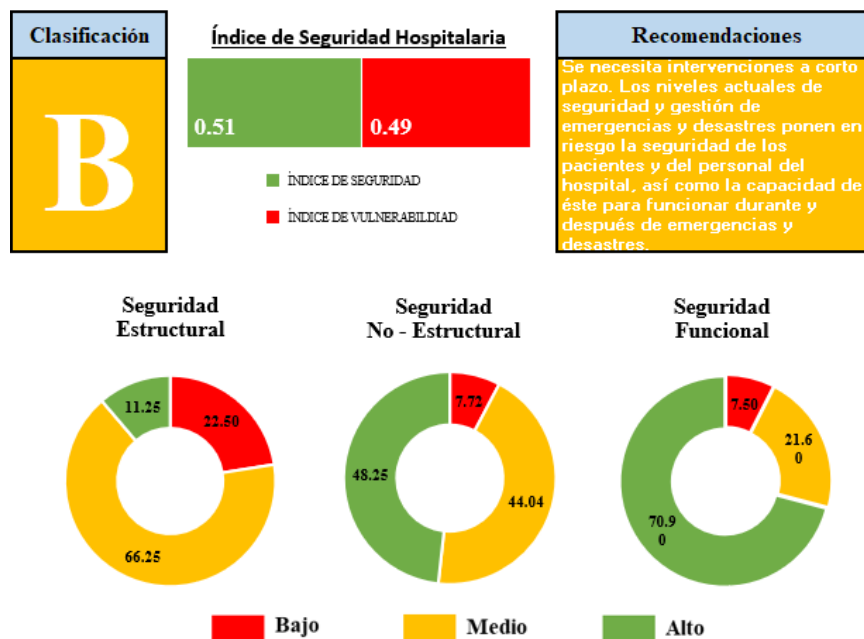


Nota: Elaboración propia.

A continuación, se presentan las Figuras 19 y 20 que presentan los resultados individuales correspondientes a la calificación ISH para EE.SS. Categoría I-3.

Figura 19

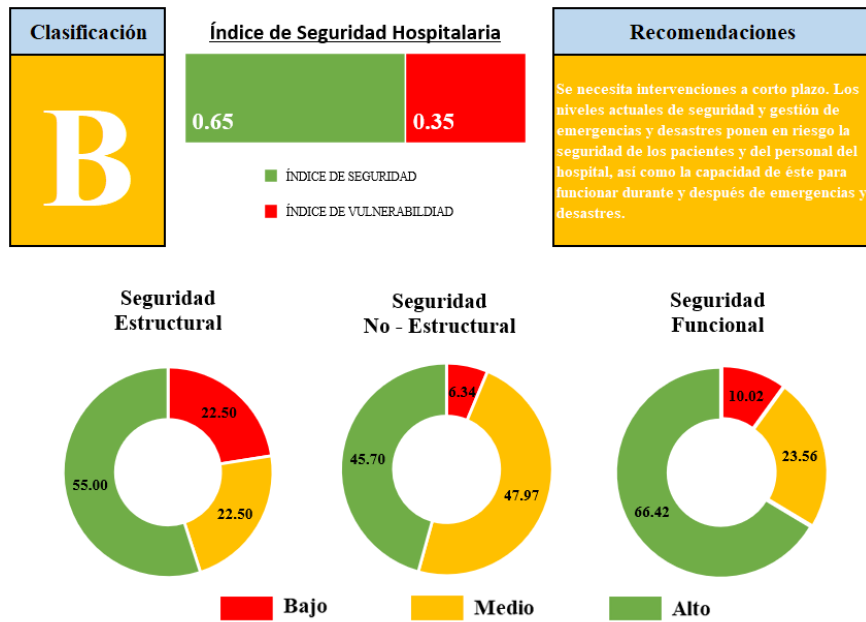
ISH C.S. Cabana



Nota: Elaboración propia.

Figura 20

ISH P.S. Mariano Melgar



Nota: Elaboración propia.

Por último los EE.SS., Categoría I-4 evaluados muestran que un 100% se encuentran clasificados como “B”, condición la cual requiere intervenciones a corto plazo. Estos valores se presentan en la Tabla 26.

Tabla 26

Clasificación ISH de EE.SS. Categoría I-4

Ítem	EE.SS.	Categ.	Índice de Seguridad	Índice de vulnerabilidad	Clasificación
11	C.S. Santa Adriana	I-4	0.46	0.54	B
		I-4	0.56	0.44	B

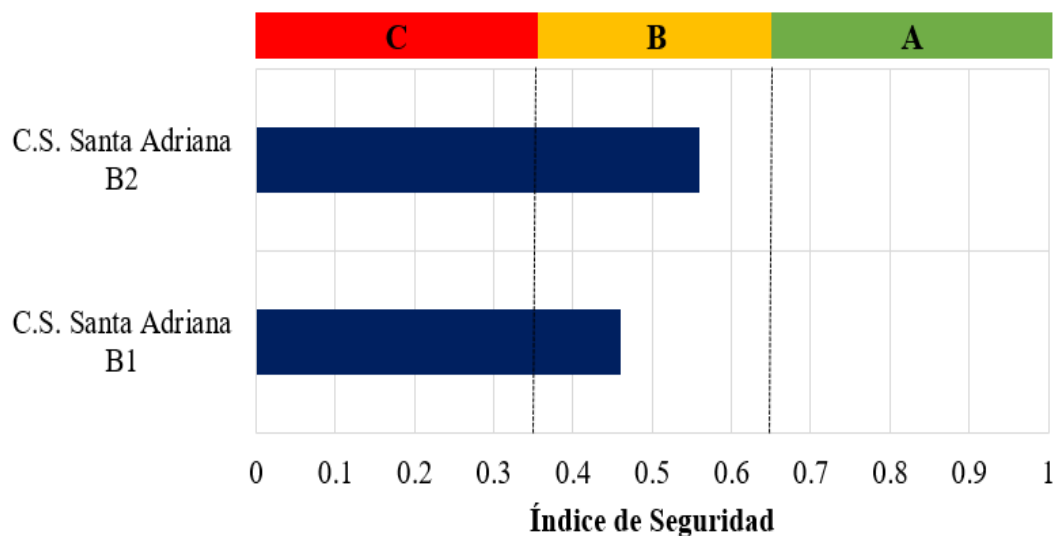
Nota: Elaboración propia.

Debemos mencionar que el C.S. Santa Adriana está compuesto por dos (02) bloques de infraestructura construidos en diferentes periodos de tiempo, por

lo cual la evaluación ISH se realizó de manera independiente. Los resultados obtenidos de índices de seguridad son 0.46 - 0.56 lo que evidencia una condición regular de funcionamiento frente a desastres los cuales se muestran en la Figura 21.

Figura 21

Índice de seguridad de EE.SS. Categoría I-4



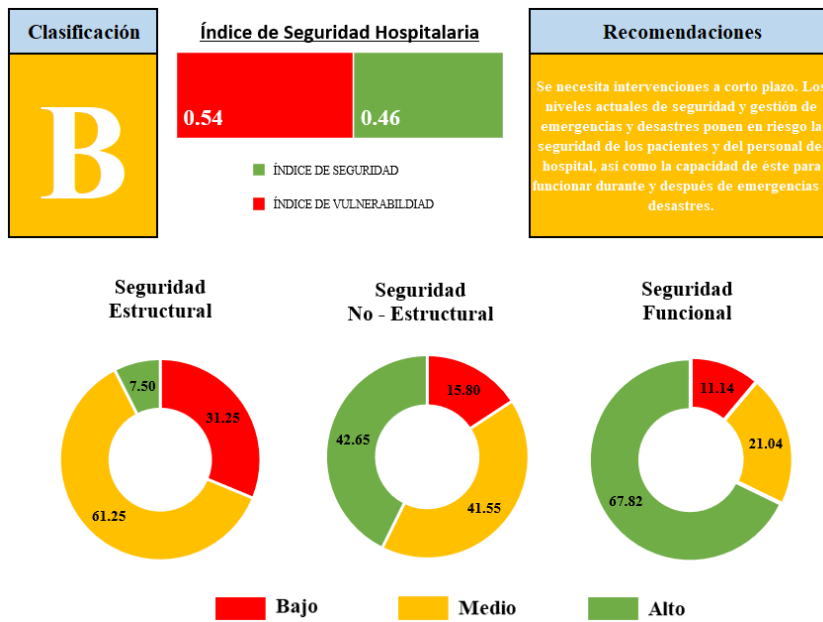
Nota: Elaboración propia.

La Figura 21 muestra que el ISH del bloque al cual se denominó como B1 tiene un valor de 0.41 de ISH. Sin embargo, debido a la Categoría del EE.SS., y siendo este un valor cercano al 0.35 de nivel de seguridad bajo, se deberá de considera este bloque como prioridad para mejorar los niveles de seguridad sus componentes.

A continuación, se muestra las Figuras 22 y 23 que presentan los resultados individuales correspondientes a la calificación ISH para EE.SS., Categoría I-4.

Figura 22

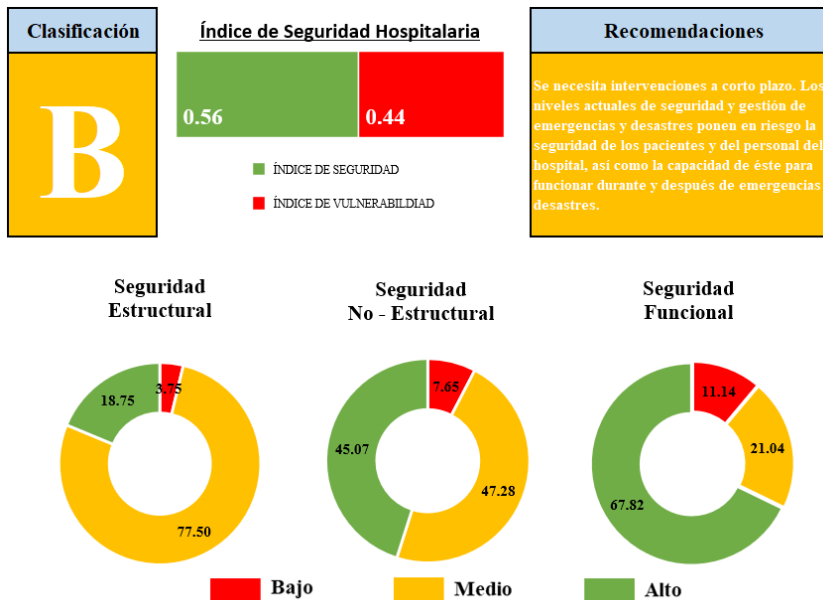
ISH C.S. Santa Adriana bloque B1



Nota: Elaboración propia.

Figura 23

ISH C.S. Santa Adriana bloque B2



Nota: Elaboración propia.

Por último, en la Figura 24 presenta un resumen general de evaluación ISH, concluyéndose que existe un 9.09 % de EE.SS., con clasificación “C” que requieren la intervención y mejora urgente de sus componentes de seguridad. 81.82% están clasificados como “B”, condición que podría considerarse como regular pero que requiere de una intervención a mediano plazo para conservar y mejorar sus condiciones de seguridad. Y por último 9.09 % de EE.SS., con clasificación “A”.

Figura 24

Resumen de resultados de clasificación ISH

	NIVEL DE SEGURIDAD ISH		
	BAJA	MEDIA	ALTA
P.S. Chingora (I-1)	C	B	A
P.S. Collana Juliaca (I-1)	C	B	A
P.S. Ayagachi (I-1)	C	B	A
P.S. Huataquita (I-1)	C	B	A
P.S. Collana Cabana (I-1)	C	B	A
P.S. Isla (I-2)	C	B	A
P.S. Unocolla (I-2)	C	B	A
P.S. Rancho Pucachupa (I-2)	C	B	A
C.S. Cabana (I-3)	C	B	A
P.S. Mariano Melgar (I-3)	C	B	A
C.S. Santa Adriana B1 (I-4)	C	B	A
C.S. Santa Adriana B2 (I-4)	C	B	A
	9.09%	81.82%	9.09%

Nota: Elaboración propia.

4.1.3. Evaluación de vulnerabilidad por método FEMA P-154

Antes de presentar los resultados obtenidos por este método debemos presentar lo dicho por Vizconde Campos (2004) el cual menciona que “fundamentalmente el puntaje S es un estimado de la probabilidad o posibilidad

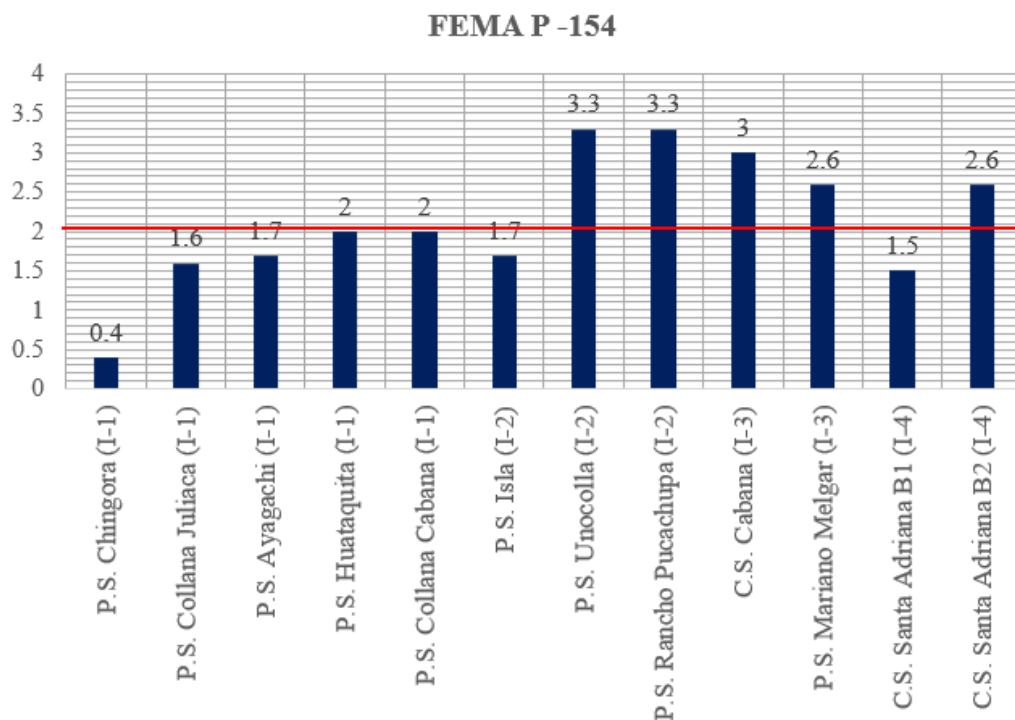
de que un edificio colapse si los movimientos del terreno ocurren iguales o mayores al máximo sismo considerado. Estos estimados de puntaje están basados en límites observados y datos analíticos y la probabilidad de colapso es por consiguiente aproximada.” (p. 107)

Los resultados obtenidos al aplicar la ficha FEMA P-154 para evaluar los EE.SS. de la Red de Salud de San Román se muestran en la Figura 25.

Además, se menciona que un valor “S” de dos (02) es sugerido como un límite aceptable. Es decir que una puntuación igual o menor a dos (02) requerirá un estudio más detallado de vulnerabilidad sísmica debido al bajo nivel de seguridad presente, mientras que valores mayores significarían todo lo contrario.

Figura 25

Puntaje final de evaluación FEMA P-154



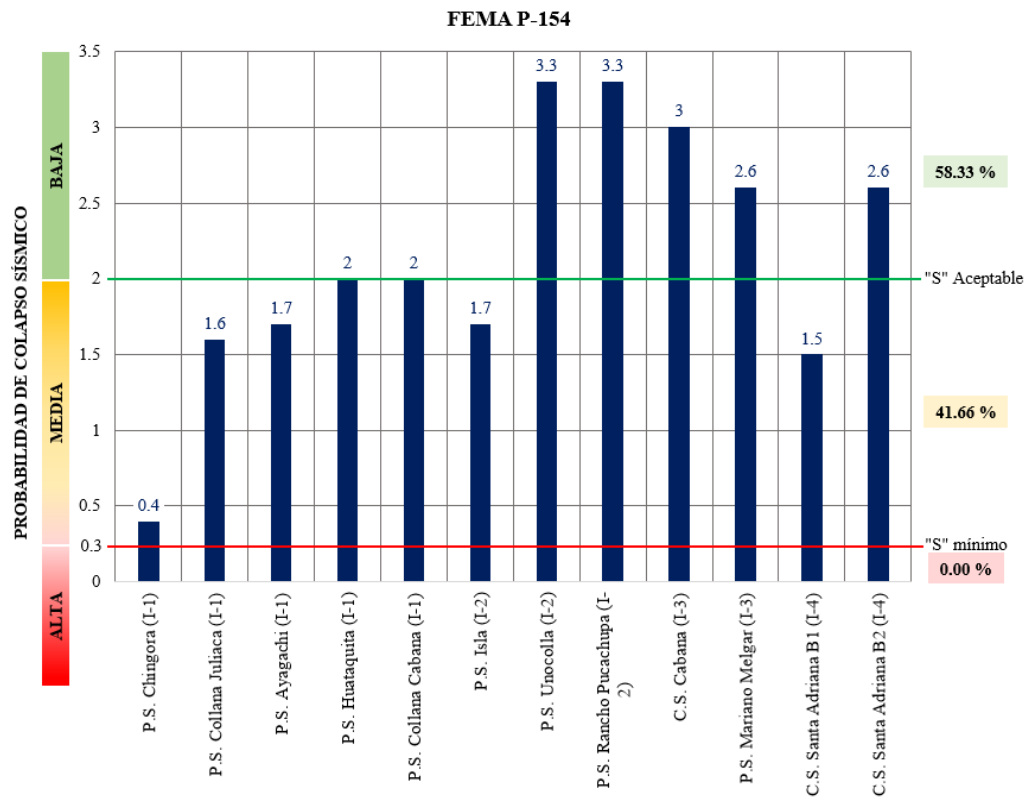
Nota: Elaboración propia.

En ese entender la Figura 25 nos presenta que de acuerdo a las consideraciones mencionadas líneas arriba el 41.66 % de los EE.SS., presentan un puntaje mayor al aceptable ($S > 2$) y el 16.66 % presentan un puntaje aceptable ($S = 2$), lo que nos indica que existe una baja probabilidad de colapso. Por el otro lado 41.66 % presenta una condición media de probabilidad de colapso.

Dentro de estos porcentajes debemos mencionar que existe un 8.33 % el cual corresponde al P.S. Chingora el cual se encuentra dentro del rango al cual podemos considerar como alta probabilidad de colapso frente a un movimiento sísmico (ver Figura 26) y que requería una evaluación especializada para verificar su condición de funcionamiento.

Figura 26

Resumen de resultados FEMA P-154



Nota: Elaboración propia.

4.1.4. Evaluación de vulnerabilidad por método Hirosawa

Los resultados que se obtuvieron nos muestran que el 27.27 % de los EE.SS., son vulnerables, lo que se podría entender que presentan un comportamiento desconocido ante un fenómeno sísmico, por lo que es inseguro. Por el otro lado 36.36 % presentarán un buen comportamiento sísmico, por lo que se podría decir que son seguros y no vulnerables. Estos resultados se presentan en la Tabla 27.

Tabla 27

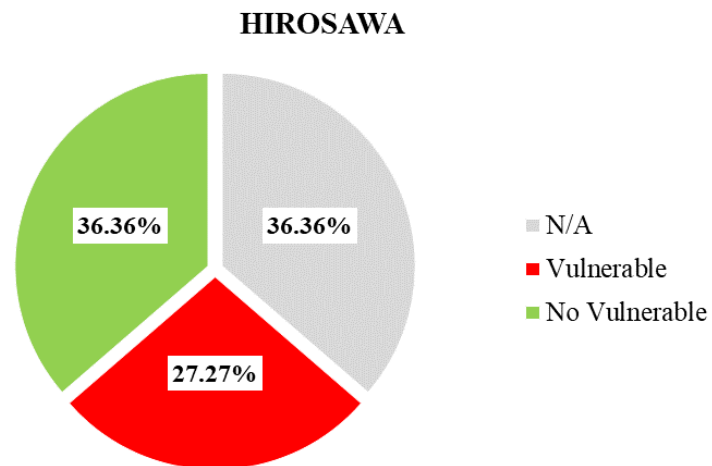
Resultados de evaluación método Hirosawa

Ítem	EE.SS.	Sistema Estructural	Año de Const.	Is	Iso	Resultado
1	P.S. Huataquita	Albañ./Aport.	2008	0.99	0.75	No Vulnerable
2	P.S. Collana Cabana	Albañ./Aport.	2014	0.97	2.01	Vulnerable
3	P.S. Unocolla	Aporticado	2015	0.82	0.75	No Vulnerable
4	P.S. Rancho Pucachupa	Aporticado	2015	1.04	0.75	No Vulnerable
5	C.S. Cabana	Aporticado	2014	0.70	0.75	Vulnerable
6	P.S. Mariano Melgar	Aporticado	2012	0.95	0.75	No Vulnerable
7	C.S. Santa Adriana B1	Aporticado	1993	0.25	0.75	Vulnerable
	C.S. Santa Adriana B2	Aporticado	2009	0.14	0.75	

Nota: Elaboración propia.

Figura 27

Resumen de resultados Hirosawa para muestra de estudio



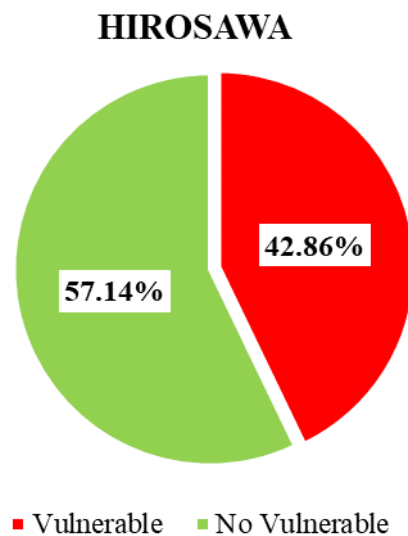
Nota: Elaboración propia.

Además, como muestra la Figura 27 existe un 36.36 % de EE.SS., los cuales no fueron considerados en la evaluación aplicando el método Hirosawa debido a su sistema de construcción (abobe).

Finalmente podemos decir que tomando solo en consideración los EE.SS., contemplados por la metodología Hirosawa existe un 42.86 % de EE.SS., que presentan un comportamiento desconocido, por lo que es vulnerables. Y por el otro lado 57.14 % presentan un comportamiento seguro y son considerados como no vulnerables. Estos porcentajes se presenta gráficamente en la Figura 28.

Figura 28

Resumen de resultados del método Hirosawa



Nota: Elaboración propia.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Evaluación de vulnerabilidad sísmica por el método del ISH

La metodología ISH ha permitido conocer las condiciones internas y externas de sus componentes. La aplicación del Formulario 2 nos permitió conocer puntualmente en base a 93 variables la capacidad que tienen de seguir prestando atención luego de sufrir un evento de desastroso. Así como lo menciona Safina (2002) se logró estudiar de manera global cada aspecto que influye en el funcionamiento de este tipo de edificaciones esenciales.

Así mismo debemos de mencionar que a pesar que el formulario está diseñado para evaluar EE.SS., de mediana y baja complejidad (Categorías I-1, I-2, I-3 y I-4) existentes variables que no se encontraron durante la evaluación, esto se debe a las condiciones diferentes en las que se encuentran funcionando cada uno de los EE.SS. Estas variables fueron dejadas sin calificación y en blanco de

acuerdo al procedimiento de llenado del formulario propuesto por la guía de evaluación de ISH.

Por otro lado, la influencia de antigüedad de la infraestructura del EE.SS., y su ubicación geográfica. Esto debido a que los resultados obtenidos evidencian que establecimientos de salud ubicados en zonas rurales presentan mayor antigüedad, menor estado de conservación de la estructura y por consecuencia menor calificación de ISH. Este contexto se puede apreciar en la Tabla 28.

Tabla 28

Zona de ubicación de EE.SS. evaluados por ISH

Ítem	EE.SS.	Catg.	Zona	Sistema Estructural	Año	Clasificación
1	P.S. Chingora	I-1	Rural	Adobe	1989	C
2	P.S. Collana Juliaca	I-1	Rural	Adobe	1962	B
3	P.S. Ayagachi	I-1	Rural	Adobe	1994	B
5	P.S. Huataquita	I-1	Rural	Albañ./Aport.	2008	B
4	P.S. Collana Cabana	I-1	Rural	Albañ./Aport.	2014	B
6	P.S. Isla	I-2	Rural	Adobe	1983	B
8	P.S. Unocolla	I-2	Rural	Aporticado	2015	A
7	P.S. Rancho Pucach.	I-2	Rural	Aporticado	2015	B
10	C.S. Cabana	I-3	Urbana	Aporticado	2014	B
9	P.S. Mariano Melgar	I-3	Urbana	Aporticado	2012	B
11	C.S. Santa Adriana	I-4	Urbana	Aporticado	1993	B
		I-4	Urbana	Aporticado	2009	

Nota: Elaboración propia.

Siguiendo con esa idea se logró entrevistar al personal médico encargado, el cual menciona que no existe un presupuesto destinado al mantenimiento y los trabajos como refacciones, reparaciones, pintura y otros, son gestionados por el



personal de salud frente a autoridades locales. Esto confirma porque existe poca conservación de la infraestructura y por ende su deterioro en el tiempo.

Finalmente, si comparamos estos resultados con los obtenidos por Quehwarucho & Nina (2018) quien obtuvo como valor de seguridad 0.32 para un EE.SS. Categoría I-3 clasificándolo como “C”, podemos decir que existe similitud en la condición de las variables encontradas. Esto podría evidenciar que a nivel regional los EE.SS., se encuentran en condición de vulnerabilidad sísmica debido a que los componentes estructural y no estructural presentan bajo nivel de seguridad.

Por otro lado, si lo comparamos con los resultados obtenidos por el estudio de López (2021) quien encontró que el 80% de EE.SS., presentan riesgo de nivel medio. Estos resultados no difieren a los encontrados en nuestra investigación por lo que podríamos afirmar que los EE.SS., de nuestro país cumplen parcialmente los requerimientos mínimos de seguridad estructural, no estructural y funcional solicitadas por la OPS para ser considerados como EE.SS., seguros frente a desastres.

Además, debemos mencionar que si los EE.SS., estudiado en la presente investigación implementan los planes de mejora propuestos en el Anexo 11, los cuales pretenden mejorar los niveles de seguridad considerados como “bajo” en la aplicación de Formulario 2 se podrían llegar a obtener los siguientes valores de clasificación ISH mostrados en la Figura 29.

Figura 29

Resultados de implementación de mejoras ISH

	NIVEL DE SEGURIDAD ISH		
	BAJA	MEDIA	ALTA
P.S. Chingora (I-1)	C	B	A
P.S. Collana Juliaca (I-1)	C	B	A
P.S. Ayagachi (I-1)	C	B	A
P.S. Huataquita (I-1)	C	B	A
P.S. Collana Cabana (I-1)	C	B	A
P.S. Isla (I-2)	C	B	A
P.S. Unocolla (I-2)	C	B	A
P.S. Rancho Pucachupa (I-2)	C	B	A
C.S. Cabana (I-3)	C	B	A
P.S. Mariano Melgar (I-3)	C	B	A
C.S. Santa Adriana B1 (I-4)	C	B	A
C.S. Santa Adriana B2 (I-4)	C	B	A
	0.00%	27.27%	72.73%

Nota: Elaboración propia.

4.2.2. Evaluación de vulnerabilidad por el método FEMA P-154

La aplicación del método FEMA P-154 permite evaluar de forma rápida la posibilidad de daño que puede sufrir un EE.SS., ante un evento sísmico. Esta metodología de aplicación internacional propuesta por el FEMA muestra resultados preliminares y poco detallados al momento de evaluar la condición de la infraestructura de EE.SS.

Por esa razón esta evaluación utiliza la ficha “Moderate Seismicity” ideal para zona sísmica en la que se encuentra nuestra región y en particular la Provincia de San Román ubicada en una zona de moderada sismicidad.

Es dentro de esta ficha donde se llenó la información general del EE.SS., fotografía, esquema, tipo de suelo, riesgos geológicos presentes, irregularidades,

riesgos exteriores e identificación del tipo de estructura. Para este último punto la metodología nos presenta una variedad de tipos de construcción identificados por FEMA los cuales son construcciones comunes para EE.UU. siendo esta una situación diferente a la de nuestro país.

Es por ello que antes de la asignación de puntajes se tuvo que adaptar estos tipos constructivos a la realidad nacional. Esta identificación (ver Tabla 29) se realizó usando la guía de evaluación FEMA P-154 y las recomendaciones de investigaciones previas realizadas por Vizconde (2004), Soto (2018) y otros.

Tabla 29

Tipos de construcciones FEMA usados para la evaluación.

Ítem	Tipo	Descripción	Sistema Estructural
1	C1 (MRF)	Estructura de concreto armado resistente a momentos.	Aporticado
2	C3 (URM INF)	Estructura de concreto armado con muros de albañilería no reforzada.	Albañilería Confinada
3	URM	Estructura de muros de carga de mampostería no reforzada	Adobe

Nota: Elaboración propia.

Un punto importante a mencionar son algunos factores identificados que afectan significativamente al puntaje final de evaluación. El primero es la identificación del tipo de suelo, es decir un suelo tipo A o B aumenta el puntaje y un suelo tipo E lo disminuye en relación a la cantidad de pisos. Para el caso de los EE.SS., evaluados en este estudio se logró identificar que existe un mayor porcentaje de suelos tipo D (rígido) lo que evidentemente no sumo ni resto a la puntuación final.

El segundo fue Pre-Code (EE.SS., contruidos antes de la implementación de normativas de diseño sísmico) y Post-Benchmark (EE.SS., contruidos después de la implementación de normativas sismorresistentes). Conociendo que en el Perú la primera normativa de relacionada a estructuras se publica en 1970 en la denominada como Reglamento Nacional de Construcciones, donde se incluye el Capítulo IV “Seguridad contra el efecto destructivo de los sismos”, lo que nos hace entender que las edificaciones contruidas posteriores a 1970 deberán tener un mayor puntaje y las construcciones que preceden este año sufrirán una disminución a su puntaje final. Esta condición se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30

Pre-Code y Post-Benchmark de EE.SS.

Ítem	EE.SS.	Cate g.	Año de construcción	Observación
1	P.S. Chingora	I-1	1989	Post-Benchmark
2	P.S. Collana Juliaca	I-1	1962	Pre-Code
3	P.S. Ayagachi	I-1	1994	Post-Benchmark
5	P.S. Huataquita	I-1	2008	Post-Benchmark
4	P.S. Collana Cabana	I-1	2014	Post-Benchmark
6	P.S. Isla	I-2	1983	Post-Benchmark
8	P.S. Unocolla	I-2	2015	Post-Benchmark
7	P.S. Rancho Pucachupa	I-2	2015	Post-Benchmark
10	C.S. Cabana	I-3	2014	Post-Benchmark
9	P.S. Mariano Melgar	I-3	2012	Post-Benchmark
11	C.S. Santa Adriana B1	I-4	1993	Post-Benchmark
	C.S. Santa Adriana B2	I-4	2009	Post-Benchmark

Nota: Elaboración propia.

Finalmente podemos decir que la metodología FEMA P-154 es una herramienta importante de evaluación rápida y de bajo costo. Sin embargo,

consideramos que existen factores como el estado de conservación y ubicación geográfica que no están siendo considerados por la ficha FEMA P-154, estos factores hubieran influido en el puntaje final “S”.

4.2.3. Evaluación de vulnerabilidad por método Hirosawa

La aplicación del método Hirosawa nos ha permitido conocer de forma cuantitativa la condición de vulnerabilidad existente en los EE.SS., de la red de salud de San Román. Uno de los aspectos a desatacar es la identificación del tipo de sistemas estructural encontrado (ver Tabla 31).

Tabla 31

Tipos de sistema estructural en EE.SS.

Sistema Estructural	%
Adobe	36.36
Albañilería confinada / Aporticado	18.18
Aporticado	45.45

Nota: Elaboración propia.

Observando la Tabla 31 podemos destacar que existe un mayor porcentaje (45.45 %) de uso del sistema aporticado, esto se debe a la complejidad arquitectónica que requiere la distribución de ambientes en los EE.SS., siendo este el sistema que mejor se adapta a estas necesidades arquitectónicas.

Por otro lado, mencionamos que los resultados obtenidos muestran que la metodología propuesta por Hirosawa presenta valores a los que podríamos considerar como más conservadores en comparación a otras metodologías usadas. Esto debido a que para comprender el comportamiento sísmico Hirosawa usa valores obtenidos del mismo sistema estructural, tipo de fallas y daños presentes

en la estructura lo que hace más real la evaluación. Los resultados se presentan en la Tabla 32.

Tabla 32

Resumen de resultados de la evaluación Hirosawa

Ítem	EE.SS.	Categ.	ISH	FEMA P-154	Hirosawa
1	P.S. Chingora	I-1	C	0.4	N/A
2	P.S. Collana Juliaca	I-1	B	1.6	N/A
3	P.S. Ayagachi	I-1	B	1.7	N/A
4	P.S. Huataquita	I-1	B	2.0	No Vulnerable
5	P.S. Collana Cabana	I-1	B	2.0	Vulnerable
6	P.S. Isla	I-2	B	1.7	N/A
7	P.S. Unocolla	I-2	A	3.3	No Vulnerable
8	P.S. Rancho Pucachupa	I-2	B	3.3	No Vulnerable
9	C.S. Cabana	I-3	B	3.0	Vulnerable
10	P.S. Mariano Melgar	I-3	B	2.6	No Vulnerable
11	C.S. Santa Adriana B1	I-4	B	1.5	Vulnerable
	C.S. Santa Adriana B2	I-4	B	2.6	

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, si comparamos los resultados obtenidos con la investigación realizada por Soto (2018), podemos decir que se coincide al decir que el método Hirosawa nos muestra resultados más conservadores de la estructura. Siendo este el método más adecuado para conocer la capacidad resistente de EE.SS., frente a eventos sísmicos.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS DESCRIPTIVA

En base a los resultados obtenidos de la evaluación de vulnerabilidad sísmica aplicando las metodologías ISH, FEMA P-154 y método Hirosawa podemos afirmar que



existe una condición de mediana vulnerabilidad sísmica de la condición del componente estructural, no estructural y funcional de los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román. Por lo que se descarta y niega la hipótesis planteada.

4.4. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

O.E. 1: Evaluar la vulnerabilidad sísmica aplicando la metodología ISH (Índice de seguridad hospitalaria), FEMA P-154 y Método Hirosawa en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.

Para el cumplimiento este objetivo con llevo diferentes etapas las cuales mencionaremos a continuación:

- **Búsqueda de fuentes de información de EE.SS.:** En esta etapa se buscó recopilar diferentes datos relacionados a los EE.SS., estudiados (ver Tabla 7). Con ese fin se realizó la visita y entrevista con el jefe de establecimiento, al cual se le solicitó el expediente técnico de construcción u otros documentos relacionados. Es necesario mencionar que durante esta etapa se pudo constatar que en ninguno de los casos se contaba con documentos relacionados a la construcción. Sin embargo, se logró obtener datos como: año de construcción, cartera de servicios, personal médico, plan de seguridad y otros de contenido general.
- **Estudio de terreno de fundación:** Estos datos se recopilaron in situ por medio exploración y extracción de muestras de suelo (ver Anexo 06). Los ensayos usados de bajo la norma E.050 Suelos y Cimentaciones, se desarrollaron en el Laboratorio de Suelos y Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Los resultados obtenidos de estudio de terreno de fundación se utilizaron para desarrollar las metodologías ISH (ver Anexo 4) y FEMA P-154 (ver Anexo 5).



- **Estudio de resistencia del concreto:** Para el desarrollo de esta etapa se llevó a cabo el ensayo de Esclerometría normado por NTP 339.181 en los EE.SS. (ver Anexo 07). Sin embargo, debemos mencionar que este ensayo no se logró realizar en la totalidad de EE.SS., debido a los procedimientos que conllevan su desarrollo, los cuales no fueron autorizados para su ejecución.
- **Levantamiento de planos de EE.SS.:** En esta etapa se realizó la toma de medidas de la estructura y posteriormente la generación sus planos (ver Anexo 12). Debemos de mencionar que el desarrollo de esta etapa fue fundamental para poder realizar la evaluación de los EE.SS., aplicando el método Hirosawa.
- **Aplicación de las metodologías propuestas:** Esta etapa se realizó una vez recopilados los datos de cada EE.SS. La aplicación de las metodologías ISH y FEMA P-154 se realizó in situ utilizando el Formulario 2 (ver Anexo 4) y la ficha FEMA P-154 (ver Anexo 5). Para dicho fin se verifico las condiciones internas y externas de cada EE.SS., esta verificación requirió la autorización y coordinación para el ingreso a los distintos ambientes, dentro de los cuales se llenó las fichas correspondientes y se tomaron fotografías de los aspectos evaluados. Los resultados obtenidos para la metodología ISH y FEMA P-154 se observan en la Figura 24 y Figura 26.

Por otro lado, la aplicación de la metodología Hirosawa conllevó un procedimiento que se llevó a cabo en gabinete. Los resultados que se obtuvieron se observan en la Figura 28.

O.E. 2: Analizar el comportamiento sísmico que se obtienen aplicando los diferentes métodos de evaluación de vulnerabilidad sísmica en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.



El cumplimiento de este objetivo se llevó a cabo durante los trabajos de gabinete posteriores a la aplicación in situ de las metodologías propuestas. Para poder observar de mejor forma la existencia de similitud en los resultados se utilizaron las Figuras 24, 25 y 28, en las cuales se pudo observar de manera grafica esta similitud.

O.E. 3: Establecer planes de mejora para la condición del componente estructural, no estructural y funcional que disminuyan la vulnerabilidad sísmica en los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.

El cumplimiento de este objetivo se llevó a cabo según las recomendaciones de la metodología ISH la cual propone la utilización del Formulario 3 (ver Anexo 11) dentro del cual se seleccionaron todas las variables que tuvieron una calificación de “baja seguridad”, para las cuales se proponen medidas de mejora. Estas propuestas se realizaron en función a las capacidades operativas de cada EE.SS. Para lo cual se usa una matriz que contempla la extensión, factibilidad y la importancia que tendrán estas mejorar para el funcionamiento de los EE.SS.

Los resultados que se podrían obtener luego implementar los planes de mejora propuestos en la presente investigación se muestran en la Figura 29.

O.G: Evaluar la vulnerabilidad sísmica de la condición del componente estructural, no estructural y funcional de los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.

Finalmente podemos decir que durante el desarrollo del presente proyecto de investigación se logró cumplir con todos los objetivos planteados. Se logro evaluar la vulnerabilidad sísmica de la condición del componente estructural, no estructural y funcional de los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román.



Ampliando de esta manera el panorama del conocimiento sobre la vulnerabilidad que existe en la infraestructura de salud de la región.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: La aplicación de la metodología ISH permitió determinar el nivel de seguridad desde un punto de vista global y por ende la clasificación final dependió de la suma del componente estructural (50 %), No estructural (30 %) y funcional (20 %). Los resultados obtenidos muestran que existe un 9.09 % clasificados como “A”, 81.82 % de los EE.SS., se encuentran clasificados como “B” lo que se podría definir como una condición regular y el 9.09 % clasificados como “C”, lo indicaría que requieren una intervención urgente para garantizar su seguridad y funcionamiento después de un desastre sísmico.

Por otro lado, la aplicación de la ficha de evaluación propuesta por el método FEMA P-154 permitió conocer que el 58.33 % de los EE.SS., presentan baja probabilidad de colapso y un 41.66 % presenta una condición media de probabilidad de colapso.

Por último, la aplicación de método Hirosawa nos muestra que el 42.86 % presentan comportamiento incierto frente a un evento sísmico y por el otro lado 57.14 % presentan comportamiento sísmico seguro.

SEGUNDA: Los resultados obtenidos de la evaluación demuestran que existe similitud entre metodología FEMA P-154 y Hirosawa, existiendo una variación porcentual de 1.19 % en los resultados mostrados. Siendo el método Hirosawa a que podríamos considerar como un método más conservador, pues los resultados obtenidos se basan en cálculos propios de la estructura evaluada.



TERCERA: Para mejorar la calificación ISH se utilizó el Formulario 3 (Anexo 11) propuesto en la R.M. N° 055-2024/MINSA por medio del cual se estableció actividades dentro de una matriz de prioridad para mejorar la puntuación de las variables calificadas como “baja seguridad”. Los resultados que podríamos obtener después de su aplicación mostrarían que un 27.27 % de EE.SS., pasarían a estar clasificados como “B” y un 72.73 % clasificados como “A”. Lo cual demostraría que se logra disminuir los niveles de vulnerabilidad sísmica de los EE.SS., estudiados.

CUARTA: Finalmente, podemos concluir que existen un nivel medio de vulnerabilidad sísmica de la condición del componente estructural, no estructural y funcional de los Centros de Salud Categoría I de la Red de Salud de San Román basándonos en los resultados obtenidos por el método Hirosawa.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda la aplicación del método Hirosawa para la evaluación de vulnerabilidad sísmica de diferentes tipos de edificaciones a nivel local, regional y nacional. Debido a que es un método rápido, confiable y sencillo de realizar.

SEGUNDA: Se recomienda que futuros proyectos de investigación complementen la aplicación de la metodología ISH para la evaluación de los EE.SS., de las micro redes Taraco y Samán para poder conocer de manera más amplia de panorama de vulnerabilidad existente en la Red de Salud de San Román. Sabiendo que este método se encuentra normalizado para su aplicación en nuestro país y que sirve como una herramienta importante para la evaluación de infraestructura del sistema de salud.

TERCERA: Se recomienda que futuros proyectos de investigación pueden complementar el presente estudio utilizando otros métodos de evaluación que permitan conocer desde diferentes puntos de vista la condición de vulnerabilidad sísmica del componente estructural, no estructural y funcional de los EE.SS. Red de Salud de San Román.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, C. (2012). “Metodología de la investigación científica aplicado a la ingeniería”.
- Alva, J. (s. f.). Diseño de Cimentaciones (3ra Edición). Fondo Editorial ICG.
- Arias González, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). Diseño y metodología de la Investigación (Enfoques Consulting EIRL, Ed.; 1a ed., Vol. 1). 2021.
www.tesisconjosearias.com
- ATC. (2015). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards (Third). www.ATCouncil.org
- Bautista, M. (2009). Manual de Metodología de Investigación (3ra Edición).
- Bernal, I., Tavera, H., & Antayhua, Y. (2002). Zonas Sismogénicas en Perú: Volúmenes de deformación, gráficos polares y zonificación preliminar (Vol. 93).
- Categorías de Establecimientos del Sector Salud, Pub. L. No. NT No 021-MINSA/DGSP V.03, 1 (2011). <http://www.minsa.gob.pe/transparencia/dge>
- Chambi, W. (2021). Vulnerabilidad Sísmica de Estructura con el Método Hirosawa del Hospital San Martin de Porres Macusani, Puno - 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. URI: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64806>
- “Directiva administrativa para la evaluación cualitativa de la vulnerabilidad de los establecimientos de salud del segundo y tercer nivel de atención ante emergencias y desastres” R.M. N° 055-2024, 1 (2024).
- 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 de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. URI: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/5497>
- Gómez, A. (2017). Evaluación de la gestión de seguridad hospitalaria y propuesta de un plan para la reducción de vulnerabilidad, en el Hospital de Especialidades José Carrasco Arteaga del IESS de la ciudad de Cuenca, empleando el Índice de



Seguridad Hospitalaria [Tesis de maestría, Universidad de Azuay]. URI:

<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6934>

Gonzales, L. L. (2004). Ingeniería Geológica (Isabel Capella, Ed.; Pearson Educación).

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). Metodología de la investigación (6a ed., Vol. 1). McGRAW-HILL. <https://www.uca.ac.cr/wp>

INDECI. (2006). Manual Básico para la Estimación del Riesgo. www.indeci.gob.pe

INEI. (2018). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Kuroiwa, J. (1996). Criterios, métodos y técnicas para localización de reducción de desastres. 1–26.

Lazares, L., & Ríos, J. (1996). Metodología para la determinación de la vulnerabilidad estructural de instalaciones hospitalarias. OPS/OMS.

López, M. (2021). Análisis de Riesgo Sísmico de los Establecimientos de Salud Categoría I de la Red Arequipa - Caylloma, en el marco de la Emergencia Sanitaria causada por el Covid 19 [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa Mará]. URI: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11297>

MINSA. (2011). Plan Nacional de Fortalecimiento del Primer Nivel de Atención. www.minsa.gob.pe

OMS, & OPS. (2018). Índice de Seguridad Hospitalaria Guía de Evaluadores (Segunda). www.paho.org

OPS. (s. f.). Guías para la Mitigación de Riesgos Naturales en las Instalaciones de la Salud de los Países de América Latina. Recuperado 8 de abril de 2024, de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/46158>

OPS. (2000). Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud. Organización Panamericana de la Salud.

OPS. (2010). Índice de Seguridad Hospitalaria - Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad (pp. 1–150).



- Palomino, J., & Tamayo, R. (2016). Evaluación Probabilista del Riesgo Sísmico de Hospitales en Lima con plataforma CAPRA [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. URI: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7262>
- Pineda, E., Alvarado, E., & Hernández, F. (1994). Metodología de la investigación: Manual para el Desarrollo de Personal de Salud (OPS, Ed.; 2a ed.). Organización Panamericana de la Salud.
- PREDES. (2019). Guía de Seguridad: ¡Qué hacer frente a los sismos! (pp. 1–12).
- Quehwarucho, E., & Nina, L. (2018). Determinación del Índice de Seguridad Hospitalaria en Establecimientos de mediana y baja complejidad [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. URI: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1212>
- Quispe, G., & Nuñez, Y. (s. f.). Plan de Contingencia por Sismo Región Puno.
- Raymondí, V. (1990). Anteproyecto de norma de diseño y cálculo de albañilería reforzada con pilares y cadenas. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- Reque, K. E. (2006). Diagnostico preliminar de la vulnerabilidad para establecimientos de salud en el Perú.
- Safina, S. (2002). Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico [Tesis doctoral, Universidad Politecnica de Catalunya]. En TDX (Tesis Doctorals en Xarxa). URI: <http://hdl.handle.net/2117/93538>
- Soto, E. (2018). Comparación de los métodos: FEMA 154, Hirosawa y Demanda-Resistencia para Evaluar Vulnerabilidad Sísmica en Infraestructura Educativa-Baños del Inca [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. URI: <https://hdl.handle.net/11537/13477>
- Tamayo, M. (2001). El proceso de la investigación científica. Limusa.
- Tavera, H. (2020). Análisis y Evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú. Informe Técnico N° 004-2020/IGP.



https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/4893/ESCENARIO_SISMICO_PERU_IGP2020.pdf

Tavera, H. (2021, mayo 26). IGP ante la OEA: “Se espera en el Perú un gran sismo 8.5 M y debemos estar preparados” - Noticias - Instituto Geofísico del Perú - Plataforma del Estado Peruano. Unidad Funcional de Comunicaciones.
<https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/495103-igp-ante-la-oea-se-espera-en-el-peru-un-gran-sismo-8-5-m-y-debemos-estar-preparados>

Vizconde, A. (2004). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de un Edificio Existente: Clínica San Miguel, Piura. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. URI:
<https://hdl.handle.net/11042/1367>



ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia.

ANEXO 2: Establecimientos de salud, categorización y recategorización 2008 – 2022,
Red de Salud San Román - Diresa Puno.

ANEXO 3: Ubicación de EE.SS. muestra de estudio.

ANEXO 04: Formulario 2 ISH.

ANEXO 05: Ficha de evaluación FEMA P-154.

ANEXO 06: Resumen de resultados de terreno de fundación de EE.SS.

ANEXO 07: Resultados de ensayo de Esclerometría.

ANEXO 08: Resultados de Evaluación ISH.

ANEXO 09: Resultados de Evaluación Ficha FEMA P-154.

ANEXO 10: Resultados de Evaluación Método Hirosawa.

ANEXO 11: Formulario 3 propuestas para mejorar ISH.

ANEXO 12: Planos de distribución de EE.SS.

ANEXO 13: Permisos obtenidos de la Red de Salud San Román.

ANEXO 14: Constancia de revisión lingüística.



ANEXO 15: Declaración jurada de autenticidad de tesis.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo FRANCYS OLIVER CONDOREI ARCE
identificado con DNI 71957711 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA EDIFICACIÓN DEL COMPONENTE
ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LOS CENTROS DE SALUD CATEGORÍA I
DE LA RED DE SALUD DE SAN ROMÁN, 2023 "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 11 de NOVIEMBRE del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 16: Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo FRANCYS OLIVER CONDOEL ARCE
identificado con DNI 74953744 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA CONDICIÓN DEL COMPONENTE ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LOS CENTROS DE SALUD CATEGORÍA I DE LA RED DE SALUD DE SAN ROMÁN, 2023"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 11 de NOVIEMBRE del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella