

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS CENTROS DE
SALUD DEL DISTRITO DE JAÉN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

**Autores : Bach. Humberto Cubas Quevedo
Bach. Greisy Lisett Rangel Yajamanco**

Asesor : Ing. Juan Alberto Moreto Contreras

JAÉN - PERÚ, SETIEMBRE, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 04 de OCTUBRE del año 2019, siendo las 12:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: MG. ZADITH NANCY GARRIDO CAMPAÑA

Secretario: MG. MARCO ANTONIO AÉVIRRE CAMACHO

Vocal: ING. WILMER ROJAS PINTADO, para evaluar la Sustentación de:

- () Trabajo de Investigación
(☒) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS CENTROS DE SALUD DEL DISTRITO DE JAEN

presentado por Estudiante /Egresado o Bachiller. HUMBERTO CUBAS QUEVEDO Y GREISY LISET RANGEL YAJAMANCO

de la Carrera Profesional de INGENIERIA CIVIL de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(☒) Aprobar () Desaprobar (☒) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (<u>15</u>) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 13:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Presidente



Secretario



Vocal

ÍNDICE

RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Situación problemática	11
1.2. Justificación.....	12
1.3. Antecedentes	12
1.4. Bases teóricas	15
1.4.1. Sismo	15
1.4.1.1. Definición.....	15
1.4.1.2. Clasificación de los sismos	15
1.4.2. Ondas sísmicas	16
1.4.3. Vulnerabilidad sísmica	17
II. OBJETIVOS.....	19
2.1. General	19
2.2. Específicos	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Ubicación geográfica.....	20
3.2. Población y muestra	21
3.2.1. Población.....	21
3.2.2. Muestra.....	21
3.3. Tipo de investigación	21
3.4. Línea de investigación.....	21
3.5. Fuentes de información	21
3.6. Hipótesis.....	22
3.7. Variables.....	22
3.7.1. Variables dependientes.....	22
3.7.2. Variables independientes.....	22
3.8. Método	22
3.8.1. Descripción de los parámetros del método del índice de vulnerabilidad	23
3.8.2. Descripción del método del ISH (Índice de Seguridad de hospitales)	32
3.9. Técnicas.....	37

3.10.	Procedimiento de recolección de datos	38
3.10.1.	Etapa N°01: Elaboración de guías de evaluación.....	38
3.10.2.	Etapa N°02: Recolección de expedientes técnicos.....	38
3.10.3.	Etapa N°03: Solicitud de permiso	39
3.10.4.	Etapa N°04: Toma de datos de cada establecimiento de salud	39
3.10.5.	Etapa N°05: Elaboración de planos de cada establecimiento.....	42
IV.	RESULTADOS.....	43
4.1.	Resultados de la ficha técnica por el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini.....	43
4.1.1.	Centro de Salud de Magllanal.	43
4.1.2.	Centro de Salud de Fila Alta.	60
4.1.3.	Centro de Salud de Morro Solar.....	69
4.1.4.	Puesto de Salud de Chambamontera	98
4.1.5.	Puesto de Salud Los Sauces	110
4.2.	Resultados de la ficha técnica por el método del modelo matemático ISH.	112
4.2.1.	Centro de Salud de Magllanal.	112
4.2.2.	Centro de Salud de Fila Alta.	114
4.2.3.	Centro de Salud de Morro Solar.....	116
4.2.4.	Puesto de Salud de Chambamontera	118
4.2.5.	Puesto de Salud de Los Sauces.....	120
V.	DISCUSIÓN.....	124
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
6.1.	Conclusiones	126
6.2.	Recomendaciones.....	127
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
	AGRADECIMIENTO.....	131
	DEDICATORIA	¡Error! Marcador no definido.
	ANEXOS.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los Centros de Salud.....	20
Tabla 2. Escala de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini para edificaciones de concreto armado ..	24
Tabla 3. Interpolación lineal para el método	24
Tabla 4. Rangos de Índices de Vulnerabilidad.....	25
Tabla 5. Fórmulas para tabulación de respuestas de la categoría estructural.	32
Tabla 6. Categorías según el índice de seguridad.	33
Tabla 7. Calificación por módulos del parámetro N°01 del CS - 01.....	43
Tabla 8. Calificación por módulos del parámetro N°02 del CS - 01.....	44
Tabla 9. Áreas resistentes en X	45
Tabla 10. Áreas resistentes en Y	45
Tabla 11. Áreas resistentes en X	47
Tabla 12. Áreas resistentes en Y	47
Tabla 13. Áreas resistentes en X	49
Tabla 14. Áreas resistentes en Y	49
Tabla 15. Áreas resistentes en X	51
Tabla 16. Áreas resistentes en Y	51
Tabla 17. Calificación por módulos del parámetro N°03 del CS - 01.....	52
Tabla 18. Calificación por módulos del parámetro N°04 del CS - 01.....	53
Tabla 19. Calificación por módulos del parámetro N°05 del CS - 01.....	53
Tabla 20. Calificación por módulos del parámetro N°6 del CS - 01.....	55
Tabla 21. Calificación por módulos del parámetro N°7 del CS - 01.....	55
Tabla 22. Calificación por módulos del parámetro N°8 del CS - 01.....	56
Tabla 23. Calificación por módulos del parámetro N°9 del CS - 01.....	56
Tabla 24. Calificación por módulos del parámetro N°10 del CS - 01.....	57
Tabla 25. Calificación por módulos del parámetro N°11 del CS - 01.....	58
Tabla 26. Evaluación índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para CS-01	59
Tabla 27. Nivel de vulnerabilidad por módulo del CS – 01.....	59
Tabla 28. Calificación del parámetro N°01 del CS - 02.....	60
Tabla 29. Calificación del parámetro N°02 del CS - 02.....	60
Tabla 30. Áreas resistentes en X	62
Tabla 31. Áreas resistentes en Y	62
Tabla 32. Calificación del parámetro N°03 del CS - 02.....	63
Tabla 33. Calificación del parámetro N°04 del CS - 02.....	64
Tabla 34. Calificación del parámetro N°05 del CS - 02.....	64
Tabla 35. Calificación del parámetro N°06 del CS - 02.....	65
Tabla 36. Calificación del parámetro N°07 del CS - 02.....	66
Tabla 37. Calificación del parámetro N°08 del CS - 02.....	66
Tabla 38. Calificación del parámetro N°09 del CS - 02.....	67
Tabla 39. Calificación del parámetro N°10 del CS - 02.....	67
Tabla 40. Calificación del parámetro N°11 del CS – 02.....	68
Tabla 41. Evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para CS-02	69
Tabla 42. Nivel de vulnerabilidad por módulo del CS – 02.....	69
Tabla 43. Calificación por módulos del parámetro N°01 del CS – 03.....	70
Tabla 44. Calificación por módulos del parámetro N°02 del CS – 03.....	70
Tabla 45. Áreas Resistentes en X.....	71

Tabla 46. Áreas resistentes en Y	71
Tabla 47. Áreas Resistentes en X.....	74
Tabla 48. Áreas resistentes en Y	74
Tabla 49. Áreas resistentes en X.....	76
Tabla 50. Áreas resistentes en Y	76
Tabla 51. Áreas resistentes en X.....	78
Tabla 52. Áreas resistentes en Y	78
Tabla 53. Áreas resistentes en X.....	81
Tabla 54. Áreas resistentes en Y	81
Tabla 55. Áreas resistentes en X.....	83
Tabla 56. Áreas resistentes en Y	83
Tabla 57. Áreas resistentes en X.....	85
Tabla 58. Áreas resistentes en Y	85
Tabla 59. Calificación por módulos del parámetro N°03 del CS – 03.....	86
Tabla 60. Calificación por módulos del parámetro N°04 del CS – 03.....	87
Tabla 61. Calificación por módulos del parámetro N°05 del CS – 03.....	89
Tabla 62. Calificación por módulos del parámetro N°6 del CS - 03.....	91
Tabla 63. Calificación por módulos del parámetro N°7 del CS - 03.....	92
Tabla 64. Calificación por módulos del parámetro N°8 del CS - 03.....	92
Tabla 65. Calificación por módulos del parámetro N°9 del CS - 03.....	93
Tabla 66. Calificación por módulos del parámetro N°10 del CS - 03.....	94
Tabla 67. Calificación por módulos del parámetro N°11 del CS - 03.....	96
Tabla 68. Evaluación índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para CS-03.....	97
Tabla 69. Nivel de vulnerabilidad por módulo del CS – 03.....	97
Tabla 70. Calificación por módulos del parámetro N°01 del CS – 04.....	98
Tabla 71. Calificación por módulos del parámetro N°02 del CS – 04.....	98
Tabla 72. Áreas Resistentes en X.....	99
Tabla 73. Áreas resistentes en Y	99
Tabla 74. Área resistente en X.	101
Tabla 75. Área resistente en Y.	101
Tabla 76. Calificación por módulos del parámetro N°03 del CS – 04.....	103
Tabla 77. Calificación por módulos del parámetro N°04 del CS – 04.....	103
Tabla 78. Calificación por módulos del parámetro N°05 del CS – 04.....	104
Tabla 79. Calificación por módulos del parámetro N°6 del CS – 04.....	105
Tabla 80. Calificación por módulos del parámetro N°7 del CS – 04.....	105
Tabla 81. Calificación por módulos del parámetro N°8 del CS – 04.....	106
Tabla 82. Calificación por módulos del parámetro N°9 del CS – 04.....	107
Tabla 83. Calificación por módulos del parámetro N°10 del CS – 04.....	108
Tabla 84. Calificación por módulos del parámetro N°11 del CS – 04.....	110
Tabla 85. Evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para CS-04.....	110
Tabla 86. Nivel de vulnerabilidad por módulo del CS – 04.....	110
Tabla 87. Grado de seguridad estructural CS – 01.....	112
Tabla 88. Tabulación de las respuestas de acuerdo a la categoría del CS - 01	112
Tabla 89. Factores de seguridad final e índices para el CS - 01.....	113
Tabla 90. Calificación de categoría por módulos del CS – 01	113
Tabla 91. Grado de seguridad estructural CS – 02.....	114
Tabla 92. Tabulación de las respuestas de acuerdo a la categoría del CS - 02	114

Tabla 93. Factores de seguridad final e índices para el CS - 02.....	115
Tabla 94. Calificación de categoría por módulos del CS – 02	115
Tabla 95. Grado de seguridad estructural CS – 03.....	116
Tabla 96. Tabulación de las respuestas de acuerdo a la categoría del CS - 03	117
Tabla 97. Factores de seguridad final e índices para el CS - 03.....	117
Tabla 98. Calificación de categoría por módulos del CS - 03.....	117
Tabla 99. Grado de seguridad estructural CS – 04.....	118
Tabla 100. Tabulación de las respuestas de acuerdo a la categoría del CS – 04.....	119
Tabla 101. Factores de seguridad final e índices para el CS – 04.....	119
Tabla 102. Calificación de categoría por módulos del CS – 04.....	119
Tabla 103. Grado de seguridad estructural CS – 05.....	120
Tabla 104. Tabulación de las respuestas de acuerdo a la categoría del CS – 05.....	120
Tabla 105. Factores de seguridad final e índices para el CS – 05.....	121
Tabla 106. Calificación de categoría por módulos del CS – 05.....	121

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Configuración en planta de la estructura	29
Figura 2. Configuración en altura.	30
Figura 3. Toma de datos de expedientes técnicos.	38
Figura 4. Revisión de planos existentes.	38
Figura 5. Existe gran humedad en la parte superior de la columna en unión con la losa.	39
Figura 6. Las vigas de madera y la losa están en mal estado debido a las filtraciones que existe. .	39
Figura 7. Gran humedad que afecta al muro de ladrillo.	40
Figura 8. Grietas de 3mm de abertura en muros de la edificación.	40
Figura 9. Muros de drywall y tubo cuadrado de acero para columnas.	40
Figura 10. Se observa que los muros y el falso techo son de planchas metálicas.	40
Figura 11. Losa de techo de caña brava con mortero y vigas de madera.	41
Figura 12. Cubierta de calamina y vigas de madera.	41
Figura 13. Cubierta de calamina con vigas tipo tijeral.	41
Figura 14. Muros de ladrillo, columnas y vigas de concreto armado.	41
Figura 15. Toma de medidas para la constatación con algunos de los planos existentes.	41
Figura 16. Medida de alféizar de la ventana exterior.	41
Figura 17. Toma de medidas en ambientes interiores.	42
Figura 18. Registrando de medidas de los ambientes interiores.	42
Figura 19. Ubicación de los módulos en el Centro de Salud Magllanal	43
Figura 20. Plano en planta M – 01 del CS - 01	44
Figura 21. Plano en planta M – 02 del CS - 01	46
Figura 22. Plano en planta M – 03 del CS - 01	48
Figura 23. Plano en planta M – 04 del CS – 01.	50
Figura 24. Conexión entre el diafragma y elementos estructurales es eficaz, en uno de los ambientes interiores.	53
Figura 25. Tanque elevado que no se encuentra conectado al sistema resistente	57
Figura 26. Escalera sin una buena conexión.	57
Figura 27. Filtración de agua en la losa de las edificaciones.	58
Figura 28. Humedad y desprendimiento del material en el muro.	58
Figura 29. Gran humedad en la parte inferior de la edificación.	58
Figura 30. Fisuras de más de 1mm de abert	58
Figura 31. Ubicación del único módulo en el C.S Fila Alta.	60
Figura 32. Plano en planta M – 01 del CS – 02.	61
Figura 33. Empuje directo del suelo a la edificación.	64
Figura 34. Se logra observar un vacío en la parte central de la edificación.	64
Figura 35. Configuración en elevación del C.S – 02.	65
Figura 36. Cubierta de calamina.	66
Figura 37. Tanque elevado mal conectado.	67
Figura 38. Fisuras entre la losa aligerada y viga.	68
Figura 39. Agrietamiento de vereda por falta de junta de dilatación.	68
Figura 40. Levantamiento de cerámica en una parte de la edificación.	68
Figura 41. Ubicación de los módulos en el C.S Morro Solar	69
Figura 42. Plano en planta M – 01	71
Figura 43. Plano en planta M – 02	73

Figura 44. Plano en planta M – 03	75
Figura 45. Plano en planta M – 04	77
Figura 46. Plano en planta M – 04	80
Figura 47. Plano en planta M – 04	82
Figura 48. Afloramiento de agua que afecta a la cimentación de la edificación.	87
Figura 49. Conexión entre el diafragma y elementos estructurales es eficaz.	88
Figura 50. Módulo que no cuenta con diafragma.	88
Figura 51. El sistema de diafragmas horizontales se encuentre mal conectado al sistema resistente vertical por falta de un elemento vertical.	89
Figura 52. Conexión deficiente de la escalera con sus elementos estructurales y contrapasos que sobrepasan la altura máxima.	94
Figura 53. Parapeto deficiente con altura de 60cm de altura y sin barandas de protección.	94
Figura 54. y Figura 55. Agrietamiento transversal de muros, de más de 2 mm de abertura.	95
Figura 56. Deterioro del muro a causa del agrietamiento.	95
figura 57. Agrietamiento de pisos por falta juntas de dilatación.	95
Figura 58. Desprendimiento del material tarrajeo de losa a causa de filtraciones de agua.	96
Figura 59. Se observa que el acabado de cerámico ha sido afectado por la grieta transversal.	96
Figura 60. Deterioro de muro por humedad exterior.	96
Figura 61. Humedad constante por afloramiento de agua en la parte exterior de las edificaciones.	96
Figura 62. Ubicación de los módulos en el C.S Chambamontera	98
Figura 63. Plano en planta M – 01	99
Figura 64. Plano en planta M – 02	101
Figura 65. Conexión entre el diafragma y elemento estructural deficiente.	104
Figura 66. Conexión entre el diafragma y elemento estructural eficaz.	104
Figura 67. Cubierta de eternit.	106
Figura 68. Cubierta de Calamina (Zinc) con vigas de madera.	107
Figura 69. Muro con deficiencias en el asentado de ladrillo.	107
Figura 70. Escaleras que no cuenta con elementos de apoyo estructural, ni barandas de seguridad.	108
Figura 71. y Figura 72. Deterioro de materiales por filtraciones de agua de lluvia.	109
Figura 73. Fisuramiento en el muro de la edificación.	109
Figura 74. Humedad debido a filtraciones	109
Figura 75. Desprendimiento de recubrimiento en columna.	109
Figura 76. Desprendimiento de cubierta.	109
Figura 77. Nivel de Vulnerabilidad Sísmica por centro de salud.	111
Figura 78. Nivel de vulnerabilidad sísmica de los centros de salud estudiados.	111
Figura 79. Gráfico de porcentajes según el grado de seguridad estructural del CS -01	113
Figura 80. Gráfico de índice de seguridad y vulnerabilidad por módulos del CS - 01	114
Figura 81. Gráfico de porcentajes según el grado de seguridad estructural del CS -02	115
Figura 82. Gráfico de índice de seguridad y vulnerabilidad por módulos del CS – 02	116
Figura 83. Gráfico de porcentajes según el grado de seguridad estructural del CS -03	118
Figura 84. Gráfico de índice de seguridad y vulnerabilidad por módulos del CS – 03	118
Figura 85. Gráfico de porcentajes según el grado de seguridad estructural del CS - 04	119
Figura 86. Gráfico de índice de seguridad y vulnerabilidad por módulos del CS – 04	120
Figura 87. Gráfico de porcentajes según el grado de seguridad estructural del CS -05	121
Figura 88. Gráfico de índice de seguridad y vulnerabilidad por módulos del CS – 05	122
Figura 89. Seguridad estructural por centro de salud.	122

Figura 90. Resumen total de seguridad estructural.	122
Figura 91. Índice de seguridad estructural por centro de salud.	123
Figura 92. Resumen de índices de los centros de salud estudiados.	123
Figura 93. Ubicación de los Centros de Salud estudiados.	133
Figura 94. Membrete de plano donde se aprecia el año la antigüedad (1988) del primer módulo de CS - 03.	136
Figura 95. Placa de inauguración del CS - 04.	136
Figura 96. Centro de Salud de Magllanal en estudio.	152
Figura 97. y Figura 98. Agua de lluvia acumulada y hongos en techo de losa aligerada, causantes de deterioro de losa por filtraciones.	152
Figura 99. y Figura 100. Juntas deficientes entre módulos, causante de filtraciones de agua de lluvia en las edificaciones.	152
Figura 101. y Figura 102. Adaptación de puerta en uno de los muros.	153
Figura 103. Centro de Salud de Fila Alta en estudio.	153
Figura 104. Atrio en la edificación del único módulo.	153
Figura 105. Hongos almacenados a causa de lluvia, que ocasionan filtraciones en los ambiente	153
Figura 106. Deficiente o falta de vaciado de columna en parapeto.	154
Figura 107. Configuración en elevación deficiente.	154
Figura 108. y Figura 109. Remodelaciones de ambientes con vidrio, aluminio y madera.	154
Figura 110. y Figura 111. Centro de Salud de Morro Solar en estudio.	154
Figura 112 y Figura 113. Abundante afloramiento de agua subterránea hacia la superficie.	155
Figura 114. y Figura 115. M - 01 módulo más afectado por la humedad.	155
Figura 116. Cerco perimétrico sin diseño estructural.	155
Figura 117. Estructuras en mal estado en cerco perimétrico.	155
Figura 118. Centro de Salud de Chambamontera en estudio.	156
Figura 119. y Figura 120. Diseño de la escalera que no cumple con especificaciones técnicas. .	156
Figura 121. y Figura 122. Presencia de humedad en sobrecimientos.	156
Figura 123. Figura 124. Falso techo en estado deteriorado.	157
Figura 125. Centro de Salud Los Sauces en estudio.	157
Figura 126. y Figura 127. Módulos de material prefabricado Drywall y planchas metálicas.	157
Figura 128. y Figura 129. El CS - 05 no cuenta con cerco perimétrico.	158

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en determinar el índice de vulnerabilidad sísmica e índice de seguridad estructural en cinco establecimientos de salud del distrito de Jaén, mencionados en el desarrollo de la investigación, para ello el diagnóstico comprendió en evaluar la vulnerabilidad sísmica por el método de índice de vulnerabilidad desarrollado por Benedetti-Petrini, propuesta por un grupo de investigadores italianos en 1982, que fue desarrollada a partir de la información de daño en edificios originados por terremotos desde 1976; y para el índice de seguridad hospitalaria se realizó mediante el modelo matemático del ISH (Índice de Seguridad de Hospitales) elaborado por la OMS y OPS, que ha sido adaptada a la realidad de la zona, donde se determina el nivel de seguridad (bajo, medio, alto). Para ambos métodos se evaluó teniendo en cuenta las características más importantes tanto estructurales y no estructurales de construcción de manera visual, fotográfica y mediciones necesarias para su respectiva evaluación. Encontrándose además que las construcciones presentan diferentes problemas en su proceso constructivo estructural dando a entender que no hay un adecuado control y supervisión por parte de las entidades responsables haciendo que estas edificaciones sean más vulnerables ante un fenómeno de origen sísmico.

PALABRAS CLAVES: Vulnerabilidad Sísmica, Centros de Salud, Índice de Seguridad Estructural.

ABSTRACT

This research consisted of determining the seismic vulnerability index and structural safety index in five health establishments in Jaen district, mentioned in the development of the research, for this purpose , the diagnosis understood in assessing seismic vulnerability by the vulnerability index method developed by Benedetti-Petrini, proposed for a group of Italian researchers in 1982, which was developed from information on damage to buildings caused by earthquakes since 1976; and for the hospital safety index was carried out using the HSI (Hospital Safety Index) mathematical model developed by WHO and PAHO, which has been adapted to the reality of the area, where the level of security (low, medium, high) was determined. For both methods it was evaluated taking into account the most important structural and non-structural characteristics of construction in a visual, photographic way and measurements necessary for their respective evaluation. Furthermore, it was found that the constructions present different problems in their structural construction process implying that there wasn't an adequate control and supervision by the responsible entities making these buildings more vulnerable to a phenomenon of seismic origin.

KEYWORDS: Seismic Vulnerability, Health Centers, Structural Safety Index.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problemática

Durante visitas efectuadas a edificaciones de los centros de salud y para verificación del estado actual de las estructuras de los centros de salud del distrito de Jaén – Cajamarca, se pudo confirmar según datos de la DISA – JAÉN (*ver anexo 3. Documentos y placas que hacen mención el año de construcción de tres centros de salud en estudio*), que algunas de las edificaciones su periodo de construcción data de la década de los 90, donde éstas han sido construidas sin un diseño sismo resistente y que fueron diseñadas solamente para atender cargas de gravedad. Ante esto surgen dudas, con respecto a la seguridad que ofrecen estas edificaciones para la atención durante los horarios de consulta externa o una emergencia.

Por lo dicho inicialmente algunas de las estructuras no se rigen con la normatividad de los establecimientos de salud, ya que son edificaciones categorizados por la norma E.030 como esenciales, cuya función no debe ser interrumpida prontamente después de ocurrido un sismo, además, de la necesidad de servir de atención temporal a las personas que han sufrido accidentes por acción del sismo motivo por el cual es importante evaluar la vulnerabilidad sísmicas de éstas edificaciones.

Problema de investigación

¿Qué nivel de vulnerabilidad presenta los componentes estructurales de los centros de salud del distrito de Jaén ante un evento sísmico de gran magnitud?

Para poder responder a la pregunta principal se plantean las siguientes preguntas: ¿Qué nivel de vulnerabilidad presenta los elementos estructurales: vigas, columnas y diafragmas de los centros de salud de la provincia de Jaén ante un evento sísmico de gran magnitud? ¿Qué factores están asociados a los niveles de vulnerabilidad que presentan los elementos estructurales de los centros de salud de la provincia de Jaén ante un evento sísmico de gran magnitud?

1.2. Justificación

Los seres humanos han entendido la importancia de estar prevenidos ante cualquier evento natural o antrópico que pueda afectar la salud, hechos adversos que son prácticamente imposibles de predecir cómo, sismos, entre otros

Debido al impedimento de pronosticar estos eventos, esta investigación se realiza con la intención de contribuir al conocimiento existente sobre el estudio de la vulnerabilidad sísmica en establecimientos de salud, considerando el aspecto estructural; ya que se debe estar prevenidos para afrontar con rapidez todo lo que esto conlleva. Es aquí donde se ve reflejada el estudio a ejecutar para poder categorizar las estructuras, si se encuentran en alta, media o baja vulnerabilidad y tomar las mitigaciones o acciones pertinentes.

Encontrándose el distrito de Jaén según la norma peruana actual sismo resistente NTE – 030 en la zona 2, presentando ésta zona aceleraciones de 0.25g, en consecuencia, se le califica como una zona de sismicidad media.

Ésta investigación es necesaria para prevenir mayores daños que puede sufrir una estructura ante un evento sísmico, ya que las edificaciones de centros de salud son esenciales por lo tanto su funcionamiento debe ser inmediata después de un fenómeno destructivo de gran intensidad; esto implica la estabilidad de la estructura, la disponibilidad permanente de servicios básicos y la organización interior de la unidad de salud.

Es de beneficio para la población de Jaén, porque de no existir un lugar de atención con un funcionamiento adecuado después de ocurrido un sismo, no habría donde acudir y en consecuencia habría mayores pérdidas de vidas humanas por falta de atención médica inmediata.

1.3. Antecedentes

Caballero, (Citado por UNDRO, 1979) Durante décadas de los años 1960 y 1970 surgen las primeras técnicas de evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones existentes denominados técnicas de Screening, las cuales se constituyeron en la base para métodos desarrollados posteriormente, entre ellos se encuentran: Whitman (1972), Okada Y Bresler (1976, ATC – 21, entre otros. Para la década de 1980 El Organismo de las Naciones Unidas encargado de la atención de desastres, UNDRO y la UNESCO definieron los términos de amenaza,

vulnerabilidad y Riesgo, de tal manera que permite comprender y reconocer con más claridad los problemas asociados a fenómenos naturales.(Caballero, 2007, p. 18)

El método Italiano fue el primer método en utilizar un índice de vulnerabilidad para evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones. En 1982 un grupo de investigadores Italianos desarrolló una metodología denominada metodología del índice de vulnerabilidad a partir de la información de daño en edificios provocados por terremotos desde 1976, después del terremoto de Friuli. A partir de ésta información se elaboró una gran base de datos. En dichos estudios empezaron a utilizarse formularios de inspección de daños, que fueron luego mejorados, y que son la base que se utilizan hoy en día. (Martinez, 2014, p.33)

Respecto al índice de vulnerabilidad, Quispe (2004), estableció rangos de índice de vulnerabilidad según escala de valorización de vulnerabilidad, los cuales son $0 < Iv \text{ norm.} < 20$ BAJA, $20 \leq Iv \text{ norm.} < 40$ MEDIA y $Iv \text{ norm.} \geq 40$ ALTA.

(Llanos & Vidal, 2003) En la tesis “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de escuelas públicas de Cali: una propuesta metodológica”, menciona que se logró determinar que un alto porcentaje (56%) de las 70 escuelas de la población estudiada son altamente vulnerables, indicando una necesidad apremiante de realizar evaluaciones analíticas a cada una de ellas para su posterior intervención. (...). Partiendo de la buena representatividad de la población estudiada, se identificó que los problemas asociados al deterioro físico de las edificaciones, fallas en muros, asentamientos en los suelos, son una situación generalizada en las escuelas de Cali. (p.153)

La actividad sísmica presente en el Perú tiene su origen en el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, el mismo que se produce con una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999). Este proceso es responsable de la ocurrencia de los sismos que con diversas magnitudes se producen frente a la línea de costa y a profundidades menores a 60 km, todos asociados al contacto sismo génico interplaca. (...). El último gran sismo con origen en el proceso de convergencia de placas, ocurrió el día 15 de agosto de 2007 con una magnitud de 7.0ML (escala de Richter) y 7.9Mw (escala Momento), denominado como “el sismo de Pisco” debido a que su epicentro fue ubicado a 60

km al Oeste de esta ciudad. El sismo produjo daños importantes, llegándose a evaluar una intensidad del orden de VII en la escala de Mercalli Modificada (MM). (Geofisico & Cndg, 2007, p.05)

(Gómez & Loayza, 2014) En la tesis “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de centros de salud del distrito de Ayacucho” analizaron la vulnerabilidad sísmica de tres Centros de Salud del distrito de Ayacucho con el método del índice de Vulnerabilidad, llegando a los siguientes resultados, que de los tres Centros de Salud evaluados se encontró el de Conchopata y Santa Elena tienen una vulnerabilidad baja mientras que el Centro de Salud de Belén tiene una vulnerabilidad media. Y finalmente se observó que, en el Centro de Salud de Belén, el tercer nivel no se realizó con asesoría técnica por lo que esto hace que su vulnerabilidad sea mayor. (p.99)

Aguinaga, (2018) En la tesis “Análisis del índice de vulnerabilidad en el hospital docente Belén de Lambayeque en el año 2016”, en ésta investigación después de evaluar el índice de vulnerabilidad estructural, no estructural y funcional por el modelo matemático ISH se llegó a la siguiente conclusión: el índice de seguridad hospitalaria quedó determinado, con una alta probabilidad de que colapse ante un evento natural, siendo catalogado como alto o muy vulnerable(...). Se determinó también que existe vulnerabilidad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación, con una probabilidad media, que colapse ante un desastre natural.(pp. 22–23)

Cholán, (2018) En su tesis “Vulnerabilidad sísmica del sector B y D del hospital regional de Cajamarca” evaluó el grado de vulnerabilidad sísmica del Sector B y D del HRC, teniendo en cuenta que en edificaciones esenciales como son los establecimientos de salud, su función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo; por lo cual se formula la hipótesis de que la vulnerabilidad sísmica sea alta y las vulnerabilidades estructural, no estructural y funcional, también sean altas y se concluyó que el sector B muestra una vulnerabilidad media y el sector D una vulnerabilidad baja para el componente organizativo y funcional de sus áreas críticas. (p. 106)

1.4. Bases teóricas

1.4.1. Sismo

1.4.1.1. Definición

Sismo es el proceso de generación y liberación de energía para posteriormente propagarse en forma de ondas por el interior de la tierra. Al llegar a la superficie, estas ondas son registradas por las estaciones sísmicas y percibidas por la población y por las estructuras. Instituto Geofísico del Perú (2019).

1.4.1.2. Clasificación de los sismos

DINAPRE (2006), señala que los sismos por su intensidad se clasifican en: Baja intensidad (temblores que no causan daño: con intensidad entre los grados III, IV y V grados de la escala Mercalli Modificada), de Moderada y Alta intensidad (terremotos: con intensidad entre los grados VI y VII de la escala Mercalli Modificada). Este fenómeno puede ser originado por procesos volcánicos. (p.14)

“Se pueden clasificar también, en base a su origen, en naturales y artificiales”. Peuyodjona , (2017) afirma que los sismos de origen natural pueden ser de tres tipos:

a. Sismos tectónicos

Son aquellos producidos por la interacción de placas tectónicas. Se ha definido dos tipos: los interplaca, ocasionados por una fricción en las zonas de contacto entre las placas, y los intraplaca que se presentan lejos de los límites de placas conocidos. Estos sismos resultan de la deformación continental por el choque entre placas. (Peuyodjona, 2017, p.30)

b. Sismos volcánicos

“Estos acompañan a las erupciones volcánicas y son ocasionados principalmente por el fracturamiento de rocas debido al movimiento del magma”.(Peuyodjona, 2017, p.30).

c. Sismos de colapso

“Son los producidos por derrumbamiento de techos de cavernas y minas. Generalmente estos sismos ocurren cerca de la superficie y se llegan a sentir en un área reducida”.(Peuyodjona, 2017, p.30).

1.4.2. Ondas sísmicas

“Las ondas sísmicas transmiten parte de la energía que se libera en el foco al producirse el terremoto, son básicamente de dos tipos: ondas internas o de volumen y ondas superficiales”.(Herráiz, 1997, p. 12)

1.4.2.1. Ondas Internas o de volumen

a. Ondas P

Las ondas P, también denominadas ondas primarias, ondas de compresión u ondas longitudinales, son ondas que comprimen y expanden las rocas en la dirección de la propagación de la onda. Este movimiento ondular es similar al generado por las cuerdas vocales humanas cuando mueven el aire para producir sonidos. Ya que los sólidos, los líquidos y los gases no experimentan un cambio de volumen cuando se los comprime, recuperan elásticamente su forma original cuando cesa la fuerza actuante. Esta propiedad permite a las ondas P viajar a través de estos materiales. (Carhuallanqui & Medina, 2019, p.25)

b. Ondas S

Las ondas S, conocidas también como ondas secundarias, ondas de corte o cizallamiento u ondas transversales, causan deformaciones por corte cuando viajan a través del material. Ya que los fluidos (aire y líquidos) no tienen rigidez al corte, no pueden transmitir las ondas S. El movimiento de una partícula individual es perpendicular a la dirección en la que viajan las ondas S. Por lo tanto, la dirección del movimiento de las partículas permite dividir a las ondas S según dos componentes: las ondas SV (plano de movimiento vertical) y las ondas SH (plano de movimiento horizontal). (Carhuallanqui & Medina, 2019, pp.25)

1.4.2.2. Ondas superficiales

“Aquellas que viajan a través de la superficie de la Tierra. Estas ondas son las que causan el mayor daño a edificaciones y a cualquier tipo de obras civiles” (Carhuallanqui & Medina, 2019, pp.26)

a. Las ondas Love

“Exhiben un complejo patrón de movimiento horizontal del terreno, produciendo vibraciones perpendiculares a la dirección de transmisión de la carga”. (Carhuallanqui & Medina, 2019, p.26).

b. Las ondas Rayleigh

“Se asemejan al movimiento de rodamiento que caracteriza a las olas del mar, las partículas vibran en un plano vertical, siguiendo una trayectoria elíptica. Su efecto es de compresión, dilatación y cizalla”. (Carhuallanqui & Medina, 2019, p.27).

1.4.3. Vulnerabilidad sísmica

1.4.3.1. Definición

Es la propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su comportamiento, que puede entenderse como predisposición intrínseca de un elemento o grupo de elementos expuesto a ser afectado o ser susceptible a sufrir daño, ante la ocurrencia de un evento sísmico determinado. (Córdova, 2014, p.21)

1.4.3.2. Clasificación de la vulnerabilidad sísmica

a. Según la forma de estimación del grado de daño esperado en las estructuras:

Vulnerabilidad observada:

Peuyodjona (Citado por Wong, 2012) especifica que la vulnerabilidad observada ha sido derivada de la observación de los daños posteriores a un terremoto y del análisis estadístico de los mismos para algún tipo definido de estructura. El estudio de este tipo de vulnerabilidad se aplica generalmente en zonas de alta sismicidad, en donde se han realizado investigaciones de daños post-evento para sismos de diversa intensidad, a través de lo cual se ha llegado a establecer empíricamente, para diferentes categorías de edificaciones, las correspondientes funciones de vulnerabilidad. A esta están asociados los métodos subjetivos o cualitativos de evaluación. (p.26)

Vulnerabilidad calculada:

Peuyodjona (Citado por Wong, 2012) detalla que la vulnerabilidad que ha sido derivada de un análisis matemático mediante un modelo estructural o mediante ensayos de laboratorio de modelos a escala reducida, y cuyos resultados han sido expresados en términos probabilísticos. Esta clase de procedimiento se utiliza en zonas de baja o moderada sismicidad, o simplemente donde no se han practicado

estudios post-evento, ahí la evaluación del daño ha tenido que hacerse necesariamente a través de la simulación matemática del comportamiento sísmico de las edificaciones, lo cual supone la generación de modelos estructurales y, probablemente, de acelerogramas sintéticos. (p.26)

Vulnerabilidad Híbrida:

“La vulnerabilidad híbrida combina las dos técnicas de estudios anteriores, ya sea para completar las puntuaciones de daño en cierto dominio de intensidades sísmicas, o ya sea con miras a la calibración de los modelos de predicción”. (Peuyodjona citado por Wong, 2012, p.26)

b. Según los elementos a evaluar:

Vulnerabilidad estructural:

Peuyodjona (citado por Wong, 2012) señala que la vulnerabilidad estructural está relacionada con el nivel de daños que pueden experimentar los elementos estructurales de una construcción. Se determina que un edificio es sísmicamente vulnerable si no cumple con los reglamentos vigentes para construcciones sismo resistentes y con los criterios actuales de ingeniería sismo resistente, o si un análisis determina que el sistema estructural no es apto para resistir las acciones sísmicas y es susceptible de sufrir daño severo o aún de colapsar debido a un sismo. (p.27)

Vulnerabilidad no estructural:

“Está relacionada con el nivel de daños que pueden experimentar los elementos no estructurales (muros divisorios, carpintería, objetos, equipos, falsos techos, etc.)”. (Peuyodjona citado por Wong, 2012, p.27).

Vulnerabilidad funcional:

“Está relacionada con los elementos que permiten el normal funcionamiento de una construcción como son las redes de agua, energéticas, telefónicas, alcantarillado y vías de acceso, sistemas contra incendio, etc.”. (Peuyodjona citado por Wong, 2012, p.27).

II. OBJETIVOS

2.1. General

Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica que presentan los centros de salud del distrito de Jaén ante un evento sísmico de gran magnitud.

2.2. Específicos

- a. Medir el índice de vulnerabilidad de los centros de salud del distrito de Jaén
- b. Medir el índice de seguridad de los centros de Salud del distrito de Jaén
- c. Determinar qué factores están asociados a los niveles de vulnerabilidad que presentan los centros de salud del distrito de Jaén ante un evento sísmico de gran magnitud.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica

Este proyecto de investigación se realizó en el departamento de Cajamarca, provincia y distrito de Jaén; en cinco centros de Salud.

A continuación, se muestra una tabla de la ubicación de los Centros de Salud en los cuales se desarrolló la investigación, a éstos se les establecerá un código para identificarlas y será CS – 01: Centro de Salud de Magllanal, CS – 02: Centro de Salud Fila Alta, CS – 03: Centro de Salud de Morro Solar, CS – 04: Centro de Salud de Chambamontera y el CS – 05: Centro de Salud de Los Sauces. También se presenta una imagen en donde se han ubicado los cinco centros de estudiados para tener referencia visual donde se ubica cada uno de ellos. (*Ver anexo 1. Ubicación de los centros de salud donde se realizó la investigación.*)

Tabla 1. *Ubicación de los Centros de Salud*

UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE SALUD EN ESTUDIO			
PARAMETRO	VALOR	COORDENADAS	
Hemisferio	Sur	UTM	
Huso	17		
Franja	M		
Datum	WGS - 84		
CÓDIGO	UBICACIÓN	COORDENADAS	ELEVACIÓN
CS – 01	Calle Las Almendras - Sector Magllanal	E: 741967.24 N: 9369072.16	742 m.s.n.m
CS – 02	Jirón Francisco de Miranda - Localidad Fila Alta	E: 745097.00 N: 9365672.00	750 m.s.n.m
CS – 03	Calle Alfredo Bastos - Sector Morro Solar	E: 742979.82 N: 9368082.88	725 m.s.n.m
CS – 04	Carretera a la Palma Central - C.P Chambamontera	E: 731329.75 N: 9352903.93	1640 m.s.n.m
CS – 05	Calle 25 de Octubre - Urbanización Los Sauces	E: 731329.75 N: 9352903.93	736 m.s.n.m

FUENTE: Elaboración propia

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Los centros de salud del distrito de Jaén

3.2.2. Muestra

Los centros de salud del distrito de Jaén que se encuentran en la categoría I – 3 y I – 4 (*Ver anexo 2. Categorización de los establecimientos de salud del distrito de Jaén 2019*).

3.3. Tipo de investigación

3.3.1. Según su finalidad

Es aplicada, porque tiene el propósito de evaluar la vulnerabilidad sísmica de los centros de salud del distrito de Jaén, se difundirá los resultados obtenidos para que los involucrados en esta actividad puedan tomar acciones si fuese necesario y solucionar ésta problemática.

3.3.2. Según su diseño

Es descriptiva, porque se evalúa las características e identifica el nivel de vulnerabilidad ante un evento sísmico.

3.3.3. Según su enfoque

Es cualitativa, porque es un método aproximado propuesto por Benedetti-Petrini, para la evaluación sísmica de la vulnerabilidad de edificaciones existentes y el método del ISH. Ya que se realiza una calificación subjetiva de los edificios apoyándose en cálculos simplificados identificando los parámetros más relevantes que controlan el daño estructural.

3.4. Línea de investigación

Mecánica y análisis estructural.

3.5. Fuentes de información

- Fuente primaria: Aquellas que han sido registradas en los parámetros de estudio evaluados en cada establecimiento de Salud estudiado.
- Fuente Secundaria: Información citada de diferentes fuentes bibliográficas artículos, monográficas, libros y otras fuentes de información relacionada con investigaciones sobre

vulnerabilidad sísmica por el método de Benedetti Petrini y también investigaciones sobre el índice de seguridad hospitalaria (ISH).

3.6. Hipótesis

Los centros de salud del distrito de Jaén de la categoría I – 3 y I – 4 presentan un nivel de Vulnerabilidad Sísmica de “MEDIO” a “ALTO” y un nivel de seguridad estructural de “MEDIA” a “BAJA”.

3.7. Variables

3.7.1. Variables dependientes

Nivel de vulnerabilidad sísmica.

3.7.2. Variables independientes

Los parámetros utilizados para determinar la vulnerabilidad sísmica.

3.8. Método

El método del conocimiento será el descriptivo, inductivo - deductivo y análisis - síntesis.

La metodología propuesta para esta investigación consiste en evaluar la vulnerabilidad sísmica por el método de índice de vulnerabilidad desarrollado por Benedetti-Petrini y el modelo matemático del ISH, que ha sido adaptada a la realidad de la zona, donde se determina el nivel de vulnerabilidad (bajo, medio, alto), en el cual se trabajará con la normativa vigente para las concordancias respectivas:

- NTE.020: Cargas.
- NTE.030: Diseño Sismo resistente.
- NTE.050: Suelos y Cimentaciones
- NTE.060: Concreto Armado.
- NTE.070: Albañilería.
- Guía para la Evaluación de Hospitales Medianos y Pequeños (OPS)

¿Por qué utilizar el método de Índice de vulnerabilidad de vulnerabilidad y el modelo matemático del ISH?

El método del índice de vulnerabilidad por Benedetti – Petrini, hemos considerado conveniente utilizarlo en ésta investigación por su evaluación rápida y sencilla donde éste método ha sido ampliamente utilizado en Italia durante los últimos 18 años y su gran

aceptación en Perú ha quedado demostrado por GNDT (Grupo Nazionale per la Difesa Dei Terremoti) que lo adoptado para los planes de mitigación de desastres a nivel gubernamental.

El instrumento de la guía de evaluación del modelo matemático de ISH fue creada en el año 2008 en Washigton DC. La confiabilidad de éste instrumento ha sido analizada por diversos expertos a nivel mundial; en el Perú esta guía se utilizó para estudios en el Instituto Nacional del Niño (2014), en el Hospital Regional de Ica (2011) y en el Hospital Docente Belén de Lambayeque (2016) teniendo ésta guía un nivel de confianza del 95%.

3.8.1. Descripción de los parámetros del método del índice de vulnerabilidad

Este método del índice de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini consta de un formulario de once parámetros para edificaciones de adobe, albañilería y concreto armado cada uno de ellos con el propósito de proporcionar al observador de campo un criterio de selección.

Para éste proyecto de investigación las edificaciones a evaluar son de concreto armado; en la cual el método considera a cada parámetro una serie de instrucciones designando con las letras A, B y C, atribuyéndole a cada uno de ellas un valor de vulnerabilidad diferente.

Algunas de las razones que se tomaron en cuenta para elegir esta metodología fueron:

- Está fundamentada en datos reales.
- Se tiene la experiencia de haberse aplicado a diferentes ciudades de Italia con buenos resultados y consecuentemente se adoptó oficialmente por un organismo gubernamental llamado Gruppo Nazionale Per La Difesa Dei Terremoti (GNDT).

Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras en este caso de concreto armado, se obtiene mediante una suma ponderada de los valores numéricos que expresan la “calidad sísmica” de cada uno de los parámetros estructurales que juegan un papel importante en el comportamiento sísmico de las estructuras. A cada parámetro se le atribuye, durante las observaciones de campo, una de las tres calificaciones A, B y C; siguiendo una serie de instrucciones detalladas. Una vez evaluado cada parámetro se realiza una suma ponderada utilizando los factores de peso, para obtener el índice de vulnerabilidad final mediante la siguiente expresión:

$$I = 100. \frac{(\sum_{i=1}^{11} k_i * W_i) + 1}{34} \dots\dots\dots \text{Ec. 01}$$

Donde:

I_V : Índice de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini

K_i : Valor numérico del índice de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini

W_i : Coeficiente de Peso del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini

En esta investigación se trabajó con los onces parámetros originales no se añadió ningún parámetro adicional al del índice de vulnerabilidad.

Tabla 2. *Escala de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini para edificaciones de concreto armado*

<i>i</i>	Parámetro	<i>Ki A</i>	<i>KiB</i>	<i>Ki C</i>	<i>Wi</i>
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4.0
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1.0
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1.0
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1.0
5	Diafragmas horizontales	0	1	2	1.0
6	Configuración en planta	0	1	2	1.0
7	Configuración en elevación	0	1	2	2.0
8	Conexión entre elementos críticos	0	1	2	1.0
9	Elementos de baja ductilidad	0	1	2	1.0
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1.0
11	Estado de conservación	0	1	2	1.0

FUENTE: (Benedetti & Petrini, 1984)

Una vez calculado el índice de vulnerabilidad (I_V), el cual varía de 0 a 94.12, según la metodología por Benedetti – Petrini, se realiza una interpolación lineal para obtener un índice de vulnerabilidad normalizado, en un rango de 0 a 100:

Tabla 3. *Interpolación lineal para el método*

Interpolación lineal	
0	0
I_V	I_{Vn}
94.12	100

FUENTE: Elaboración propia

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos se definieron los rangos de vulnerabilidad que se tomaron en cuenta de Quispe N. (2004).

Tabla 4. *Rangos de Índices de Vulnerabilidad.*

Escala de valorización de la Vulnerabilidad	
Vulnerabilidad	Vulnerabilidad
$0 < I_v \text{ norm.} < 20$	BAJA
$20 \leq I_v \text{ norm.} < 40$	MEDIA
$I_v \text{ norm.} \geq 40$	ALTA

FUENTE: (Quispe, 2004)

3.8.1.1. Parámetro N°01: Tipo y organización del sistema resistente.

La aplicación de la norma de diseño Sismo resistente es muy importante, pues dicho parámetro analiza las características del sistema resistente y también se considera la participación de un profesional con experiencia.

Por lo tanto, el parámetro 1, se asignará de acuerdo a los puntos descritos a continuación:

- A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica.
- B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica.
- C. Sin asesoría técnica.

3.8.1.2. Parámetro N°02: Calidad del sistema resistente.

La atribución de una edificación a una de las tres clases se efectúa en función de dos factores:

- El tipo de material y la forma de los elementos que constituyen la mampostería.
 - Segundo, la homogeneidad del material y de las piezas (bloques, ladrillos – cemento, ya sean pre fabricados, cocidos o con un leve refuerzo) por toda el área del muro.
- A. Año de construcción mayor a 1997 y asesoría técnica
 - B. Año de construcción menor a 1997 y asesoría técnica
 - C. Sin asesoría técnica

3.8.1.3. Parámetro N°03: Resistencia convencional.

Para estructuras de concreto armado la evaluación requiere del cálculo del coeficiente “ α_h ”, que representa la relación de la fuerza resistente y la fuerza de diseño mediante las siguientes relaciones:

- Determinar A_x y A_y que son las áreas totales resistentes de muros (m^2) en la dirección X e Y respectivamente, cuyo valor para este trabajo se inferirá de los estudios realizados. Cuando los paneles resistentes no siguen las direcciones ortogonales x o y, sino que forman un ángulo b diferente de cero con dichos ejes, los valores de A_x y de A_y se evalúan multiplicando dichas áreas por $(\cos b)^2$.
- Determinar la resistencia cortante menos favorable, considerando la menor área de muros en un plano en el primer piso de la edificación. La resistencia cortante se calcula como:

$$V_r = \min(A_x, A_y) * \tau \dots\dots\dots \text{Ec. 02}$$

Donde τ es el valor de la resistencia a cortante de los elementos del sistema resistente, cuyo valor se calcula en ensayos experimentales de muestras de los edificios de estudio.

Para este trabajo se utilizó $v = 15 \text{ t/m}^2$ para mampostería confinada.

- Calcular el peso de la edificación que es resistido por la estructura (W), lo cual será la contribución tanto del peso de los muros, peso de los pisos y cubiertas.

$$W = N * (A_x + A_y) * H * P_m + N * C_x * H * P_{co} + M * P_s * A_t + A_c * P_c \dots \text{Ec.03}$$

En donde:

A_t = Área total construida en Planta

N = Número de pisos

A_x, A_y = área de muros en X e Y

H = Altura promedio

P_m = Peso específico de la mampostería)

P_{co} = Peso específico del concreto)

P_s = Peso por unidad de área del diafragma horizontal

M = Número de diafragmas horizontales

A_c = área total de cubierta

Pc = Peso por unidad de cubierta

τ_m = Resistencia al corte de los muros

τ_c = Resistencia al corte del concreto

Valores para Pm:

Para mampostería de ladrillo solido se utilizará 1.8 t/m³.

Valores para Ps:

Para valores de aligerados se utilizará 0.3 t/m².

Valores para Pc

Para valores de coberturas de teja se utilizará 0.16 t/m².

Para valores de coberturas de zinc se utilizará 0.03 t/m².

Para el valor del área de cubierta se considera un 20% más del área construida, debido a los aleros y pendientes que tienen las viviendas de la zona, este incremento solo será para construcciones que tienen pendientes.

Calcular el coeficiente sísmico resistente CSR, es decir, el porcentaje del peso de la edificación que es resistido por la estructura, como cortante horizontal en la dirección más desfavorable.

$$CSR = \frac{V_r}{W} \dots\dots\dots \text{Ec. 04}$$

- Calcular el coeficiente sísmico exigido CSE el cual será el valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado, tal como menciona el reglamento Sismo resistente.

Para albañilería (E – 030):

$$CSE = \frac{ZUCS}{R} \dots\dots\dots \text{Ec. 05}$$

- Calcular la demanda de ductilidad DD como la relación:

$$DD = \frac{CSE}{CSR} \dots\dots\dots \text{Ec. 06}$$

- Calcular el Coeficiente α_h

$$\alpha_h = \frac{CSR}{CSE} \dots\dots\dots \text{Ec. 07}$$

Para los módulos con techo de losa aligerada hemos supuesto un peso (W) por piso de 1tn/m2.

Se podrá clasificar con la siguiente adaptación:

- A. Edificio con $\alpha_h \geq 1.20$
- B. Edificio con $0.6 \leq \alpha_h \leq 1.20$
- C. Edificio con $\alpha_h \leq 0.60$

3.8.1.4. Parámetro N°04: Posición del edificio y cimentación

Para ello se tiene en cuenta algunos aspectos, tales como:

- La consistencia y la pendiente del terreno.
 - La eventual ubicación de la cimentación a diferente cota.
 - La presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
 - Presencia de humedad, sales, etc.
- A. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño Sismo resistente E – 030.
 - B. Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño Sismo resistente E – 030. Presencia de sales y humedad.
 - C. Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad.

3.8.1.5. Parámetro N°05: Diafragmas horizontales.

La calidad del sistema resistente del piso tiene una considerable importancia al influir en el buen funcionamiento de los elementos resistentes verticales.

- A. Edificación con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:
 - Ausencia de planos a desnivel
 - La deformabilidad del diafragma es despreciable (ideal de concreto)
 - La conexión entre el diafragma y elementos estructurales es eficaz.

B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.

3.8.1.6. Parámetro N°06: Configuración en planta.

El comportamiento sísmico de un edificio depende en parte de la forma en planta del mismo. La asignación de las edificaciones posibles se puede explicar definiendo los parámetros $\beta_1 = a/L$ y $\beta_2 = b/L$, donde:

a: Representa la dimensión menor del edificio.

L: Representa la dimensión mayor del edificio.

b: Representa la dimensión de los elementos que sobresalgan de las dimensiones principales a y L de la planta.

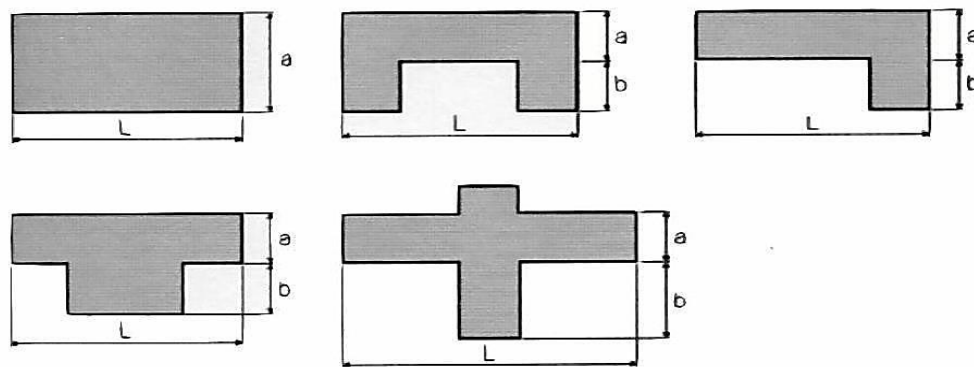


Figura 1. Configuración en planta de la estructura

FUENTE: Ulises Mena H. (Tesis UPC-España)

El método evalúa la condición de simetría en planta de los edificios, proponiendo los valores más altos del parámetro cuando las dimensiones en planta se asemejan a secciones cuadradas, sin protuberancias adicionales y castigando las secciones excesivamente alargadas o con protuberancias demasiado grandes, las cuales pueden provocar problemas de torsión en planta y concentraciones de esfuerzos en las esquinas y en los elementos más alejados de los centros de gravedad y rigidez. Y las clases de los parámetros se definieron de la siguiente manera:

A. Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$.

B. Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.25$.

C. Edificio con $0.4 > \beta_1$ o $0.25 < \beta_2$

3.8.1.7. Parámetro N°07: Configuración en elevación.

La irregularidad en elevación de edificios de concreto armado suele estar determinada por configuraciones como la presentada en la figura adjunta. Para evaluar dicho parámetro se consideran las dimensiones de H y T, cuya relación se utiliza para evaluar este parámetro. Se puede apreciar fácilmente, que el método califica favorablemente la existencia de variaciones excesivas en la masa de dos pisos consecutivos. Por lo tanto, evaluación de éste parámetro se realiza utilizando la variación de la altura en el edificio, es decir, los valores de la altura mínima (obtenido de H-T) y máxima del edificio (H). El valor del parámetro se obtiene calculando RL que es la relación entre las dos alturas o altura promedio del edificio.

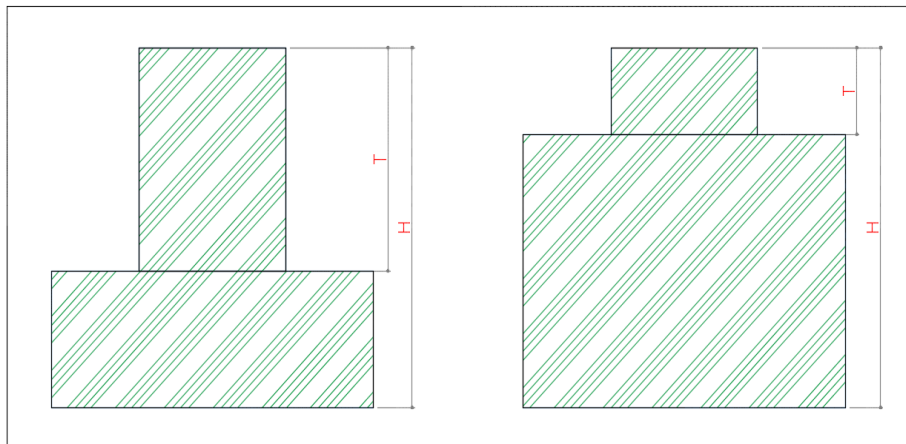


Figura 2. Configuración en altura.

FUENTE: Ulises Mena H. (Tesis UPC-España)

- A. Edificio con $RL > 0.66$
- B. Edificio con $0.33 < RL \leq 0.66$
- C. Edificio con $RL \leq 0.33$ Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

3.8.1.8. Parámetro N°08: Distancia máxima entre muros o columnas.

Para edificios de concreto armado, analiza el tipo de conexión entre elementos críticos resaltando la importancia que tienen las uniones vigas – columnas o losa – columnas; por lo tanto, tomaremos en cuenta determinando la presencia de asesoría técnica y el año de construcción.

- A. Año de construcción mayor 1997 y con asistencia técnica.

- B. Año de construcción menor 1997 y con asistencia técnica.
- C. Sin asistencia técnica.

3.8.1.9. Parámetro 9: Tipo de cubierta.

Para el proyecto que estamos trabajando con concreto armado la influencia del tipo de cubierta en el comportamiento sísmico de un edificio es muy importante, factores como su tipología y peso determinan dicho comportamiento.

Según las observaciones de campo se pudieron apreciar dos tipos de cubiertas: eternit y calamina; y combinaciones entre estas.

- A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y material liviano. Edificación con cubierta plana.
- B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.
- C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.

3.8.1.10. Parámetro 10: Elementos no estructurales.

Se tiene en cuenta con este parámetro la presencia de balcones, cornisas, parapetos, tanques elevados o cualquier otro elemento no estructural que pueda causar daño. Se trata de un parámetro secundario para fines de evaluación de la vulnerabilidad.

- A. Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.
- B. Edificio con parapetos mal conectados al sistema resistente.
- C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construido, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones.

3.8.1.11. Parámetro 11: Estado de conservación.

Para éste último, este parámetro, enteramente subjetivo califica de una manera visual la presencia de desperfectos internos de la estructura, así como posibles irregularidades como productos de fallos en el proceso constructivo.

- A. Buen estado.

- B. Ligeramente dañado.
- C. Mal estado de conservación.

3.8.2. Descripción del método del ISH (Índice de Seguridad de hospitales)

Para este método se tomó los parámetros establecidos del modelo matemático del ISH de los cuales analiza el índice de seguridad de hospitales en el aspecto estructural, no estructural y funcional, para la presente investigación solo se tomó datos para el análisis estructural en el cual consta de 13 parámetros.

Teniendo cada parámetro un peso establecido, se considera los tres primeros parámetros con un equivalente del 25% de seguridad debido a antecedentes de la edificación y los 10 parámetros restantes con un 75% seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación.

Según los datos tomados de campo se podrá clasificar, si se encuentra en un grado seguridad B = Bajo, M = Medio o A = Alto por parámetro en la guía de evaluación; luego se debe hacer una tabulación de las respuestas de la categoría estructural descritas a continuación:

Tabla 5. *Fórmulas para tabulación de respuestas de la categoría estructural.*

CATEGORIA	ALTA		ALTA
	PROBALIDAD DE NO FUNCIONAR	PROBABLEMENTE FUNCIONE	PROBABILIDAD DE FUNCIONAR
ESTRUCTURAL	$0.25 * (\sum \text{Bajo } 1,2,3) + 0.75 * (\sum \text{Bajo } 4 \text{ al } 13)$	$0.25 * (\sum \text{Medio } 1,2,3) + 0.75 * (\sum \text{Medio } 4 \text{ al } 13)$	$0.25 * (\sum \text{Alta } 1,2,3) + 0.75 * (\sum \text{Alta } 4 \text{ al } 13)$

FUENTE: (*Modelo_matematico_ISHMP FINAL*, n.d.)

Luego se debe considerar una ponderación vertical de 1.00, porque solo se tomó el análisis estructural considerándose el mismo al 100% obteniendo los mismos datos de tabla 5; en seguida se realiza una ponderación horizontal con valores de 1,2 y 4 siendo uno el extremo horizontal inferior y cuatro el extremo horizontal superior para hacer multiplicados por cada grado de seguridad y dividirlos entre 100 y obtener el factor de seguridad para cada grado.

Para obtener el índice de seguridad final se resta el factor de seguridad menos el extremo horizontal inferior y esto dividirlo entre el rango que vendría hacer la diferencia del extremo horizontal superior y el extremo horizontal inferior.

Finalmente, para clasificar automáticamente el índice específico A, B y C (donde C corresponde a una puntuación de 0 a 0.35; B, a una de 0.36 a 0.65, y A, a una de 0.66 a 1), para proporcionar según la clasificación de seguridad de hospitales, se da recomendaciones generales sobre la manera de corregir las deficiencias.

Tabla 6. *Categorías según el índice de seguridad.*

Índice de seguridad	Categoría	¿Qué se tiene que hacer?
0 - 0.35	C	Se requieren medidas urgentes de manera inmediata, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento no son suficientes para proteger la vida de los pacientes y el personal durante y después de un desastre.
0.36 - 0.65	B	Se requieren medidas necesarias a corto plazo, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento pueden potencialmente poner en riesgo a los pacientes, el personal y su funcionamiento durante y después de un desastre.
0.66 - 1	A	Aunque es probable que el establecimiento continúe funcionando en caso de desastres, se recomienda continuar con medidas para mejorar la capacidad de respuesta y ejecutar medidas preventivas en el mediano y largo plazo, para mejorar el nivel de seguridad frente a desastres.

FUENTE:(OMS . OPS, 2018)

Y para el índice de inseguridad o vulnerabilidad se toma la diferencia del extremo horizontal superior y factor de seguridad final dividido entre el rango.

A continuación, la descripción de cada uno de los parámetros establecidos:

3.8.2.1.Daños estructurales debido a eventos adversos:

Verificar si existe algún dictamen estructural que indique que el grado de seguridad ha sido comprometido y en qué grado. Si no existiera, averigüe si luego de un evento (tomar como referencia el fenómeno natural que generó mayor impacto en la zona donde está ubicado el hospital), se presentaron fisuras, asentamientos en la edificación, si se evidenció alteración en su estructura o si no se presentaron daños. Si no han ocurrido fenómenos naturales, dejar en blanco.

B. Daños mayores

M. Daños moderados

A. Daños menores

3.8.2.2. Estándares de construcción y reparación.

Verificar si se han realizado reparaciones o nuevas construcciones que afectaron la edificación.

B. Reparaciones o construcciones importantes con evidencia de estar mal hechas (por ejemplo, sin considerar las normas, una reparación mal hecha de un muro portante, construcción de un edificio muy junto, ausencia de documentación sustentadora, etc.)

M. Reparaciones o construcciones menores sin considerar las normas;

A. Reparaciones o construcciones han sido bien hechas (por ejemplo, colocando columnas y/ o vigas) o no han sido necesarias.

3.8.2.3. Remodelación o adaptación que afectan la estructura.

Verificar si se han realizado modificaciones que afectaron la edificación.

B: remodelaciones o adaptaciones importantes con evidencia de estar mal hechas (por ejemplo, sin considerar las normas, eliminación de un muro portante, abertura de ventanas, ausencia de documentación sustentadora, etc.);

M: remodelaciones o adaptaciones menores sin considerar las normas (por ejemplo, aberturas para puertas y ventanas pequeñas);

A: remodelaciones o adaptaciones han sido bien hechas o no han sido necesarias.

3.8.2.4. Estado de la edificación

Verificar grietas, hundimientos, pérdida de recubrimiento.

B. Deteriorada por meteorización o exposición al ambiente, con grietas en las zonas de especial cuidado (ver de acuerdo cada material de construcción) y con evidencia de hundimiento.

M. Presenta uno o dos de los casos mencionados, o es construida con tierra en zona sísmico génico o propenso a inundaciones.

A. Sana, no se observan deterioro, grietas ni hundimientos.

3.8.2.5. Materiales de construcción de la estructura

Verificar si los elementos cuyos materiales se encuentran en mal estado son estructurales.

B. Si se presenta uno o más de lo siguiente: oxidada con escamas o grietas mayores de 3 mm, agrietamiento diagonal en muros, deformaciones perceptibles en elementos de acero/madera, o falta de elementos en conexiones, pérdida de sección.

M. Si se presenta uno o más de lo siguiente: grietas entre 1 y 3 mm u óxido en forma de polvo, grietas diagonales incipientes en muro o, falta de algunos elementos en conexiones de estructuras en acero y madera.

A. Grietas menores de 1 mm y no hay óxido en el concreto, grietas mínimas en los muros, deformaciones imperceptibles.

3.8.2.6. Interacción de los elementos no estructurales con la estructura

Verificar si: las ventanas ocasionan columnas cortas; existencia de elementos no estructurales que impidan el buen funcionamiento de las juntas de dilatación; adición de un peso de forma puntual (por ejemplo, un tanque de agua) no contemplado en el diseño estructural de la edificación, etc.

B. Se presentan dos o más de estos casos contemplados en la guía, o similares.

M. Se presenta sólo uno de estos casos o similares.

A. No se presenta ninguno de estos casos ni similares.

3.8.2.7. Proximidad de los edificios

Verificar el espacio de separación entre edificios. Si solamente existe amenaza sísmica, considere las siguientes opciones:

B: los edificios están unidos o presentan una separación menor de 25 mm (1 pulgada).

M: la separación entre edificios es de 25 a 100 mm (1 a 4 pulgadas);

A: la separación entre edificios es de más de 100 mm (4 pulgadas).

Si existe amenaza de fuertes vientos, considere las siguientes opciones:

B: los edificios presentan una separación menor de 5m.

M: la separación entre edificios es de 5 a 15 m.;

A: la separación entre edificios es mayor a 15 m. Si existen ambas amenazas, considere la más desfavorable.

3.8.2.8. Redundancia estructural

Verificar las líneas de resistencia, considerando pórticos, muros portantes, ejes de columnas y vigas, entre otros.

B. Menos de tres líneas de resistencia en cada dirección;

M. Tres líneas de resistencia en cada dirección o líneas con orientación no ortogonal;

A. Más de tres líneas de resistencia en cada dirección ortogonal del edificio.

3.8.2.9. Detallamiento estructural incluyendo conexiones

Verificar el estado de las uniones entre elementos estructurales, identificando fisuras en los nudos o desprendimiento de materiales en esa zona y el año de construcción del hospital (adecuación a norma vigente).

B. Conexiones en mal estado o que no cumplen con las normativas vigentes.

M. Conexiones en buen estado, pero no adecuadas a la norma vigente.

A. Conexiones en buen estado y adecuadas a la norma vigente.

3.8.2.10. Seguridad de los cimientos o fundaciones

Evaluar 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.

B. Si es de piedra o no se sabe.

M. Si es de concreto, tiene una profundidad menor de 0,60 m y hay evidencia de afectación.

A. Si es de concreto, tiene una profundidad mayor de 0,60 m y no hay evidencias de afectación.

3.8.2.11. Irregularidades en planta

Verificar la forma de la edificación, que la estructura sea uniforme (por ejemplo, que se respeten las juntas sísmicas, que no haya patios en el interior del edificio, que las columnas y elementos portantes conserven ejes, etc.) y la presencia de elementos que pueden causar torsión (por ejemplo, tanques de agua ubicados en un extremo de la cubierta).

B. Se presentan las tres o, por lo menos, dos de las opciones (formas no regulares, estructura no uniforme en la planta o presencia de elementos que pueden causar torsión).

M. Se presenta una de las opciones.

A. No se presenta ninguna de las opciones.

3.8.2.12. Irregularidades en elevación

Identificar la presencia de discontinuidad (por ejemplo, diferentes materiales de construcción empleados en los diferentes niveles, que el segundo piso sobresale del primero, etc.); masas concentradas (por ejemplo, tanques de agua ubicados sobre el techo); pisos blandos (por ejemplo, pisos de diferente altura ya sea por lobby, estacionamiento, sala de espera) o columnas cortas.

B: Se presentan las tres o, por lo menos, dos de las opciones (el edificio presenta discontinuidad, masas concentradas, pisos blandos y columnas cortas).

M: Se presenta, aunque sea una de las alternativas.

A: No se presenta ninguna de las opciones.

Adecuación de la estructura a otros eventos adversos.

3.8.2.13. Adecuación de la estructura a otros eventos adversos

De acuerdo con las orientaciones del capítulo segundo (ubicación geográfica) y a las medidas de prevención o mitigación que se hayan implementado, verificar la capacidad del hospital en su conjunto, para enfrentar las diferentes amenazas a las que se encuentra expuesto (no considerando los sismos y los fuertes vientos).

B. No contempla la adecuación frente a los otros fenómenos presentes en la zona donde está ubicado el hospital;

M. Adecuación media frente a los otros fenómenos.

A. Adecuación completa frente a los otros fenómenos que los pueden afectar.

3.9. Técnicas

La técnica que se utilizó en la investigación fue: el análisis documental, bibliográfico y de campo (observación directa).

Los instrumentos principales serán los planos de cada centro de salud y guías de evaluación del índice de vulnerabilidad y guías de evaluación del índice de seguridad de hospitales.

3.10. Procedimiento de recolección de datos

3.10.1. Etapa N°01: Elaboración de guías de evaluación

En la primera etapa ya teniendo los 11 parámetros se elaboró la ficha técnica de índice de vulnerabilidad, atribuyendo a cada parámetro una serie de instrucciones a cada letra o calificación A, B y C. (Ver *anexo 4. Guía de evaluación del índice de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini*); igual para para el modelo matemático del ISH ya teniendo los 13 parámetros establecidos por el mismo. (Ver *anexo 5. Guía de evaluación del índice de seguridad de hospitales (ISH)*).

3.10.2. Etapa N°02: Recolección de expedientes técnicos

En ésta etapa se presentó una solicitud a la DISA (Dirección regional de la salud) – JAÉN y la GERENCIA SUB - REGIONAL JAÉN, solicitando una copia de los expedientes técnicos de cada establecimiento de salud en los que se iba a ejecutar el proyecto de investigación, por ser de mucha importancia y facilitarnos el trabajo; obteniendo parte de los expedientes en copia física. (Ver *anexo 1. Solicitud a la DISA (Dirección regional de la salud) – JAÉN y a la GERENCIA SUB - REGIONAL JAÉN*).



Figura 3. Toma de datos de expedientes técnicos.



Figura 4. Revisión de planos existentes.

3.10.3. Etapa N°03: Solicitud de permiso

La DISA – JAÉN en manera de apoyo, elaboró una carta de presentación de personal para conocimiento de la realización del proyecto, y ser presentada a cada gerente de los establecimientos de salud y puedan facilitar el ingreso para la verificación del estado actual de las estructuras existentes de dichos establecimientos. (Ver anexo 7. Carta de presentación de personal para conocimiento de la realización del proyecto de investigación).

3.10.4. Etapa N°04: Toma de datos de cada establecimiento de salud

a. Determinación de la situación actual

Se realizó la verificación de las estructuras en el estado en el que se encuentran e identificar si existe algún dictamen estructural que indique que el grado de seguridad ha sido comprometido y en qué grado.



Figura 5. Existe gran humedad en la parte superior de la columna en unión con la losa.



Figura 6. Las vigas de madera y la losa están en mal estado debido a las filtraciones que existe.



Figura 7. Gran humedad que afecta al muro de ladrillo.



Figura 8. Grietas de 3mm de abertura en muros de la edificación.

b. Identificación de los materiales de construcción

Se reconoció los materiales con los que fueron construidos dichos establecimientos.



Figura 9. Muros de drywall y tubo cuadrado de acero para columnas.



Figura 10. Se observa que los muros y el falso techo son de planchas metálicas.



Figura 11. Losa de techo de caña brava con mortero y vigas de madera.



Figura 12. Cubierta de calamina y vigas de madera.



Figura 13. Cubierta de calamina con vigas tipo tijeral.



Figura 14. Muros de ladrillo, columnas y vigas de concreto armado

a. Toma de medidas de los establecimientos de salud



Figura 15. Toma de medidas para la constatación con algunos de los planos existentes.



Figura 16. Medida de alféizar de la ventana exterior.



Figura 17. Toma de medidas en ambientes interiores.



Figura 18. Registrando de medidas de los ambientes interiores.

3.10.5. Etapa N°05: Elaboración de planos de cada establecimiento

Se realizó los planos tomando en cuenta los planos existentes, pero con las medidas y ambientes interiores actuales, ya que la mayoría de ellos fueron modificados, (división de ambientes con material prefabricado o ruptura de muros para colocar puertas) u otros ambientes añadidos con material prefabricado externamente a los módulos de concreto armado.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de la ficha técnica por el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini

4.1.1. Centro de Salud de Magllanal.

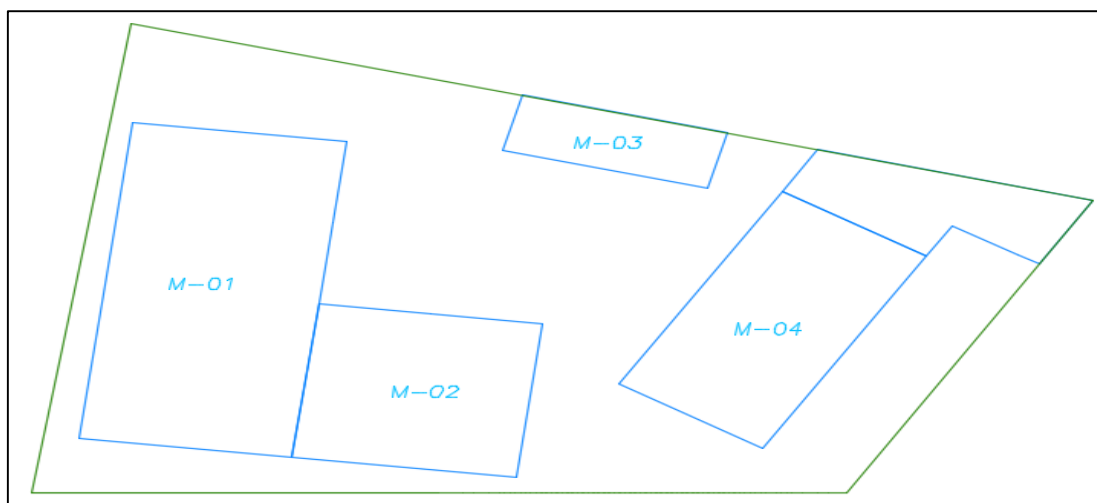


Figura 19. Ubicación de los módulos en el Centro de Salud Magllanal

a. Parámetro N°01: Tipo y organización

Este centro de salud consta de cuatro módulos: para los M - 01 y M - 02 se le atribuyó la letra A, ya que el año en que fue construido es el 2013; el M - 03 fue construido el año 2014, entonces también se le asignará la calificación A, y finalmente el M - 04 se le asignó la calificación B, por ser un módulo construido en el año 1994.

Tabla 7. Calificación por módulos del parámetro N°01 del CS - 01

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS - 01	M - 01	X		
	M - 02	X		
	M - 03	X		
	M - 04		X	

FUENTE: Elaboración propia

b. Parámetro N°02: Calidad del sistema resistente

Según los parámetros de Benedetti – Petrini este parámetro se toma el mismo que el parámetro N°01.

Tabla 8. Calificación por módulos del parámetro N°02 del CS - 01

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-01	M - 01	X		
	M - 02	X		
	M - 03	X		
	M - 04		X	

FUENTE: Elaboración propia.

c. Parámetro N°03: Resistencia convencional.

- Módulo 1 (M – 01)

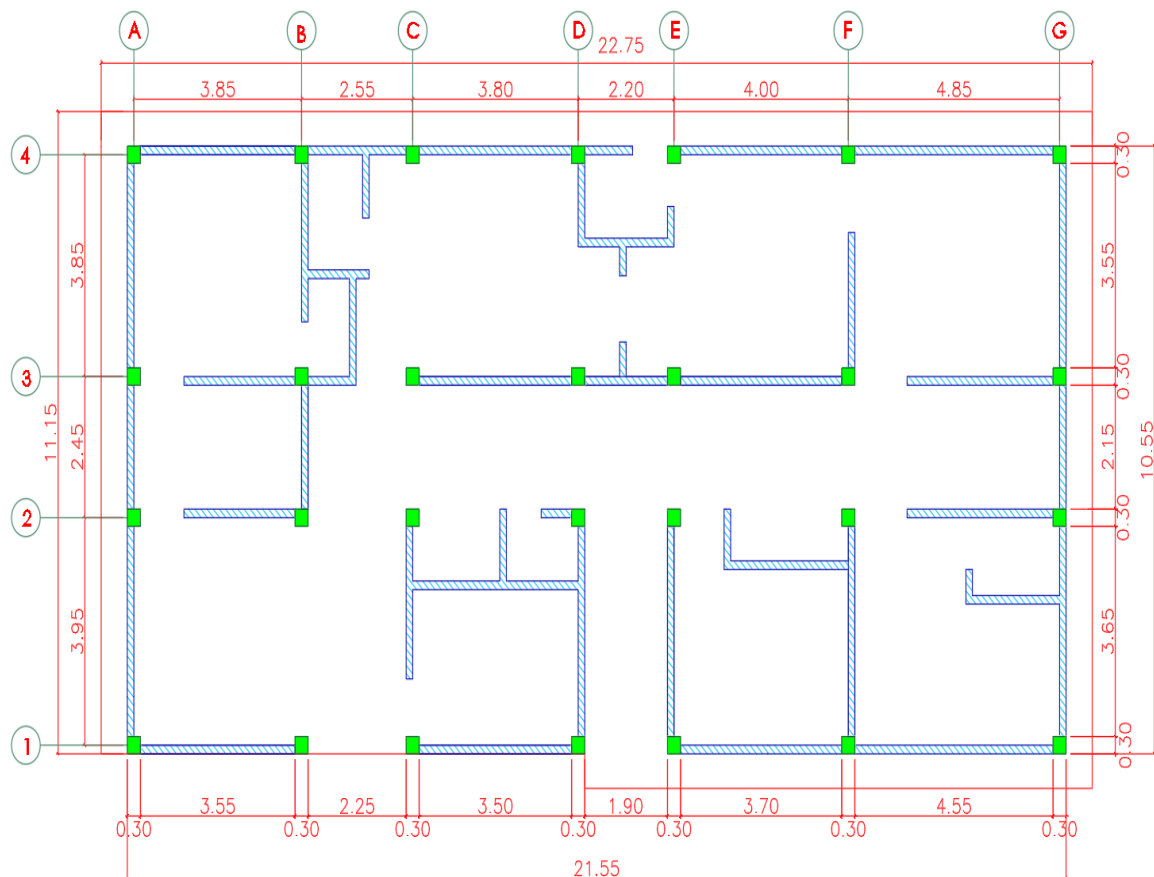


Figura 20. Plano en planta M – 01 del CS - 01

Tabla 9. Áreas resistentes en X

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				2.520
Cx 1	28	0.30	0.30	2.520

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 10. Áreas resistentes en Y

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				2.520
Cy 1	28	0.30	0.30	2.520

FUENTE: Elaboración propia

At (Área total construida en Planta)	At = 260.65 m2
N (número de pisos)	N = 1
Cx (área de concreto en X)	Cx = 2.52 m2
Cy (área de concreto en Y)	Cy = 2.52 m2
H (altura promedio)	H = 3.20 m
M (número de diafragmas horizontales)	M = 1
Ac (área total de cubierta)	Ac = 0.00 m2
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc = 0.03 tn/m2
τ_c (resistencia al corte del concreto)	$\tau_c = 70$ tn/m2
(S) Suelo	S = 1.40
(U) Uso	U = 1.50
(Z) Zona Sísmica	Z = 0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C = 2.50
(R) Coeficiente de reducción sísmica	R = 8

1.00 Vr = Resistencia cortante menos favorable
 $V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$
Vr = 176.400

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = A_t * M + A_c * P_c$$

$$W = 260.650$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 0.677$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$CSE = 0.164$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\alpha_h = 4.125$$

Por lo tanto para el M - 01 le corresponde la calificación A, porque el valor de α_h : 4.125 es mayor que 1.20.

- Módulo 2 (M – 02)

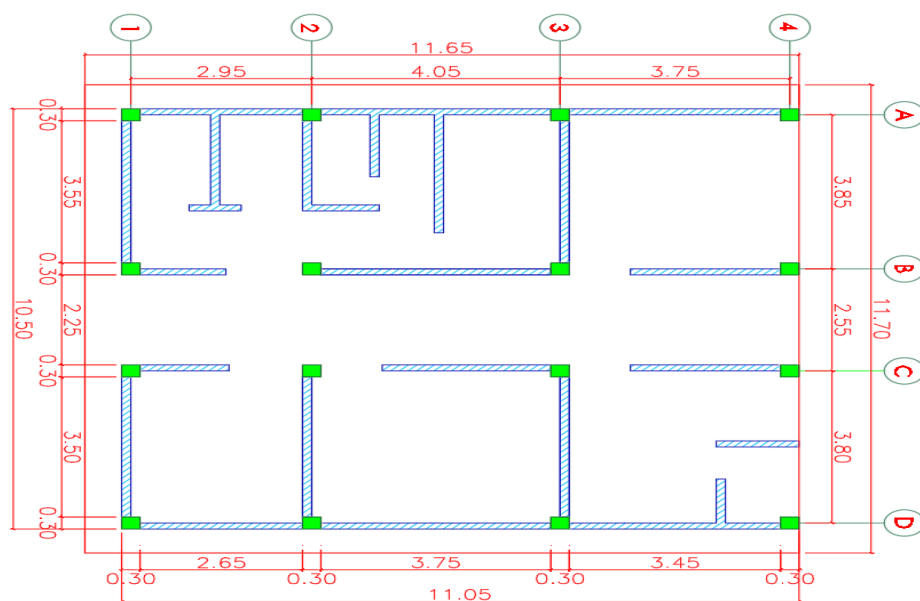


Figura 21. Plano en planta M – 02 del CS - 01

Tabla 11. Áreas resistentes en X

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				1.440
Cx 1	16	0.30	0.30	1.440

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 12. Áreas resistentes en Y

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				1.440
Cy 1	16	0.30	0.30	1.440

FUENTE: Elaboración propia

At (Área total construida en Planta)	At = 136.31 m ²
N (número de pisos)	N = 1
Cx (área de concreto en X)	Cx = 1.44 m ²
Cy (área de concreto en Y)	Cy = 1.44 m ²
H (altura promedio)	H = 3.20 m
M (número de diafragmas horizontales)	M = 1
Ac (área total de cubierta)	Ac = 0.00 m ²
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc = 0.03 tn/m ²
τ _c (resistencia al corte del concreto)	τ _c = 70 tn/m ²
(S) Suelo	S = 1.40
(U) Uso	U = 1.50
(Z) Zona Sísmica	Z = 0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C = 2.50
(R) Coeficiente de reducción sísmica	R = 8

1.00 Vr = Resistencia cortante menos favorable
Vr = min(Ax;Ay)* τ
Vr = 100.80

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = A_t * M + A_c * P_c$$

$$W = 136.310$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 0.739$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$CSE = 0.164$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\alpha_h = 4.507$$

Por lo tanto, para el M - 02 le corresponde la calificación A, porque el valor de α_h : 4.507 es mayor que 1.20.

- Módulo 3 (M-03)

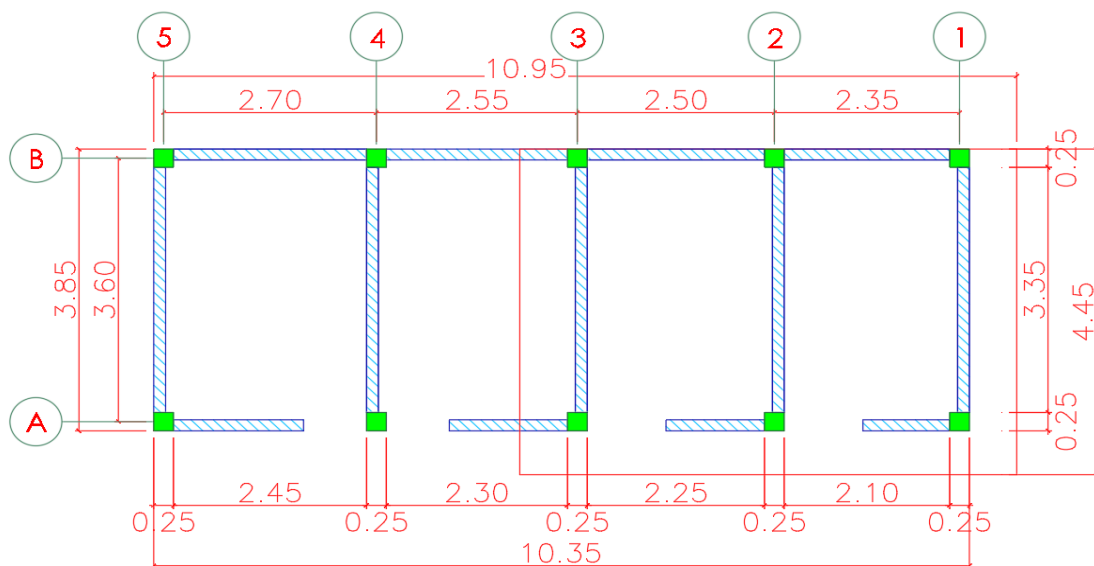


Figura 22. Plano en planta M – 03 del CS - 01

Tabla 13. Áreas resistentes en X

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.625
Cx 1	10	0.25	0.25	0.625

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 14. Áreas resistentes en Y

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.625
Cy 1	10	0.25	0.25	0.625

FUENTE: Elaboración propia

At (Área total construida en Planta)	At =	28.062 m2
N (número de pisos)	N =	1
Cx (área de concreto en X)	Cx =	0.63 m2
Cy (área de concreto en Y)	Cy =	0.63 m2
H (altura promedio)	H =	3.20 m
M (número de diafragmas horizontales)	M =	1
Ac (área total de cubierta)	Ac =	0.00 m2
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc =	0.03 tn/m2
τ_c (resistencia al corte del concreto)	$\tau_c =$	70 tn/m2
(S) Suelo	S =	1.40
(U) Uso	U =	1.50
(Z) Zona Sísmica	Z =	0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C =	2.50
(R)Coeficiente de reducción sísmica	R =	8

1.00 V_r = Resistencia cortante menos favorable

$$V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$$

$$V_r = 43.750$$

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = A_t * M + A_c * P_c$$

$$W = 28.062$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 1.559$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$CSE = 0.164$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\alpha_h = 9.503$$

Por lo tanto, para el M - 03 le corresponde la calificación A, porque el valor de α_h : 9.503 es mayor que 1.20.

- Módulo 4 (M - 04)

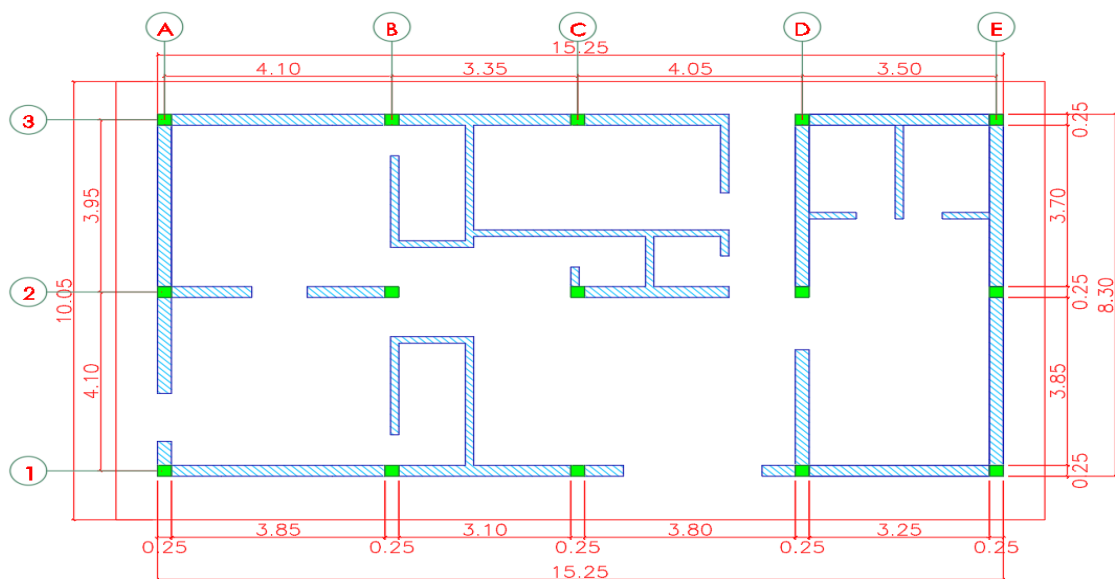


Figura 23. Plano en planta M - 04 del CS - 01

Tabla 15. Áreas resistentes en X

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.938
Cx 1	15	0.25	0.25	0.938

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 16. Áreas resistentes en Y

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.938
Cy 1	15	0.25	0.25	0.938

FUENTE: Elaboración propia

At (Área total construida en Planta)	At = 168.349 m ²
N (número de pisos)	N = 2
Cx (área de concreto en X)	Cx = 0.94 m ²
Cy (área de concreto en Y)	Cy = 0.94 m ²
H (altura promedio)	H = 3.20 m
M (número de diafragmas horizontales)	M = 2
Ac (área total de cubierta)	Ac = 0.00 m ²
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc = 0.03 tn/m ²
τ _c (resistencia al corte del concreto)	τ _c = 70 tn/m ²
(S) Suelo	S = 1.40
(U) Uso	U = 1.50
(Z) Zona Sísmica	Z = 0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C = 2.50
(R)Coeficiente de reducción sísmica	R = 8

1.00 Vr = Resistencia cortante menos favorable
Vr = min(Ax;Ay)* τ
Vr = 65.625

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = A_t \cdot M + A_c \cdot P_c$$

$$W = 336.698$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 0.195$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$CSE = 0.164$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\alpha_h = 1.188$$

Por lo tanto, para el M - 04 le corresponde la calificación B, porque el valor de α_h : 1.188 se encuentra entre los valores de 0.6 a 1.20.

Tabla 17. Calificación por módulos del parámetro N°03 del CS - 01

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-01	M - 01	X		
	M - 02	X		
	M - 03	X		
	M - 04		X	

FUENTE: Elaboración propia

d. Parámetro N°04: Posición del edificio y cimentación

Para la calificación de éste parámetro se tomó en cuenta la pendiente, teniendo en este centro de Salud la pendiente mínima en los cuatro módulos, ubicándose la cimentación a una sola cota en un suelo intermedio y sin presencia de sales; por lo tanto, le asignamos la letra A.

Tabla 18. Calificación por módulos del parámetro N°04 del CS - 01

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-01	M - 01	X		
	M - 02	X		
	M - 03	X		
	M - 04	X		

FUENTE: Elaboración propia

e. Parámetro N°05: Diafragmas horizontales.

Para los cuatro módulos, no presentan deformabilidad del diafragma, ausencia de planos a desnivel y la conexión entre el diafragma y elementos estructurales es eficaz, por lo tanto, le corresponde una calificación A.

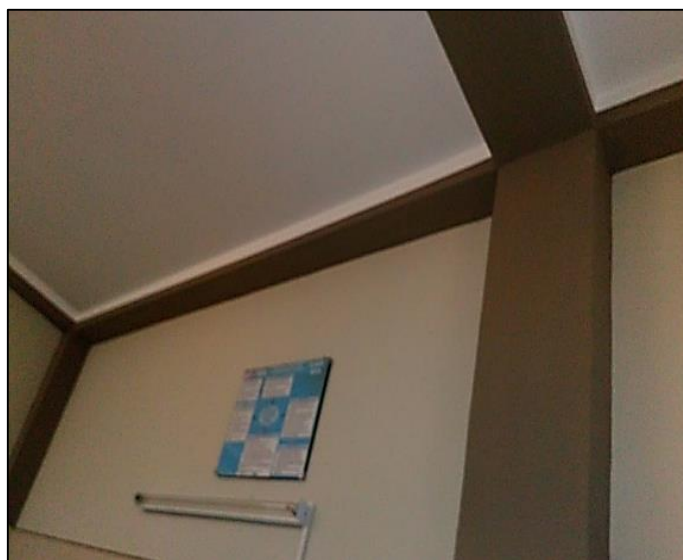


Figura 24. Conexión entre el diafragma y elementos estructurales es eficaz, en uno de los ambientes interiores.

Tabla 19. Calificación por módulos del parámetro N°05 del CS - 01

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-01	M - 01	X		
	M - 02	X		
	M - 03	X		
	M - 04	X		

FUENTE: Elaboración propia

f. Parámetro N°06: Configuración en planta

- **Módulo 1 (M – 01)**

Dimensiones	
a	10.55m
L	21.55m
b	0.00m
$\beta_1 =$	0.49m
$\beta_2 =$	0.00m

Por lo tanto, para el M - 01 le corresponde la calificación B.

- **Módulo 2 (M – 02)**

Dimensiones	
a	10.50m
L	11.05m
b	0.00m
$\beta_1 =$	0.95m
$\beta_2 =$	0.00m

Por lo tanto, para el M - 02 le corresponde la calificación A.

- **Módulo 3 (M – 03)**

Dimensiones	
a	3.85m
L	10.35m
b	0.00m
$\beta_1 =$	0.37m
$\beta_2 =$	0.00m

Por lo tanto, para el M - 03 le corresponde la calificación C.

- **Módulo 4 (M – 04)**

Dimensiones	
a	8.30m
L	15.25m
b	0.00m
$\beta_1 =$	0.54m
$\beta_2 =$	0.00m

Por lo tanto, para el M - 04 le corresponde la calificación B.

Tabla 20. *Calificación por módulos del parámetro N°6 del CS - 01*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-01	M – 01		X	
	M – 02	X		
	M – 03			X
	M – 04		X	

FUENTE: Elaboración propia

g. Parámetro N°07: Configuración en Elevación

Para los módulos M – 01, M- 02 y M – 03 son de un nivel, por lo tanto:

$$RL = \frac{3.20m - 0m}{3.2} = 1$$

El módulo M – 04 es de dos niveles y en ambos pisos presenta la misma altura de entre piso, por lo tanto:

$$RL = \frac{6.40m - 0 m}{6.4} = 1$$

Entonces M – 01, M- 02, M - 03 y M – 04 son estructuras que presentan RL=1, por lo tanto, la calificación que le corresponde será “A”.

Tabla 21. *Calificación por módulos del parámetro N°7 del CS - 01*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-01	M - 01	X		
	M - 02	X		
	M - 03	X		
	M - 04	X		

FUENTE: Elaboración propia

h. Parámetro N°08: Distancia máxima entre muros y columnas

La distancia entre columnas se tendrá en cuenta determinando la presencia de asesoría técnica y el año de construcción, por lo tanto, la calificación de éste parámetro será:

Tabla 22. *Calificación por módulos del parámetro N°8 del CS - 01*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-01	M - 01	X		
	M - 02	X		
	M - 03	X		
	M - 04		X	

FUENTE: Elaboración propia

i. Parámetro N°09: Tipo de cubierta.

La cubierta de los cuatro módulos está compuesta por una losa aligerada, el vaciado de las mismas es monolítico con las vigas, según la inspección visual y con cubierta plana, por lo tanto, las cuatro edificaciones tienen una calificación A.

Tabla 23. *Calificación por módulos del parámetro N°9 del CS - 01*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-01	M - 01	X		
	M - 02	X		
	M - 03	X		
	M - 04	X		

FUENTE: Elaboración propia

j. Parámetro N°10: Elementos no estructurales

Para el M -01, M -02 y M – 03, se le asignará la calificación A, por no tener elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente; y para el M – 04 se le asignará la calificación C, por tener un tanque elevado de agua mal conectado y una escalera con conexión deficiente, que puede fallar en caso de un evento sísmico.



Figura 25. Tanque elevado que no se encuentra conectado al sistema resistente



Figura 26. Escalera sin una buena conexión.

Tabla 24. Calificación por módulos del parámetro N°10 del CS - 01

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-01	M - 01	X		
	M - 02	X		
	M - 03	X		
	M - 04			X

FUENTE: Elaboración propia

a. Parámetro 11: Estado de conservación.

Como éste parámetro es netamente cualitativo hemos optado para el M – 01, M – 02 y M - 04 una calificación B, ya que se encuentra ligeramente dañado por las filtraciones de agua que existe y fisuras en estos módulos; para el M – 03 se le asignó la calificación A, ya que se encuentra en un estado bueno sin ninguna deficiencia hasta el momento.



Figura 27. Filtración de agua en la losa de las edificaciones.



Figura 28. Humedad y desprendimiento del material en el muro.



Figura 29. Gran humedad en la parte inferior de la edificación.

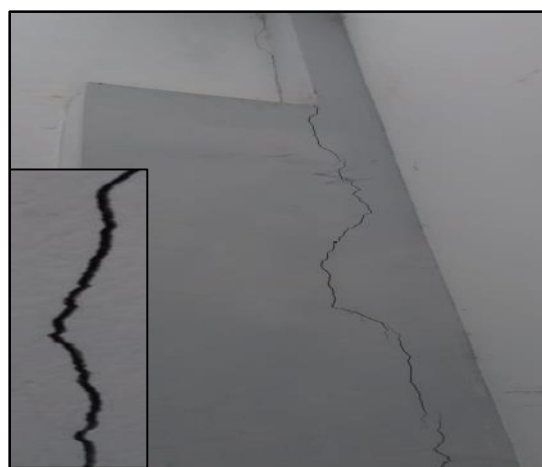


Figura 30. Fisuras de más de 1mm de abertura.

Tabla 25. Calificación por módulos del parámetro N°11 del CS - 01

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-01	M - 01		X	
	M - 02		X	
	M - 03	X		
	M - 04		X	

FUENTE: Elaboración propia

Resultados finales del CS – 01

Tabla 26. *Evaluación índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para CS-01*

i	Parámetro	K_iA	K_iB	K_iC	W_i	KW_i			
						M-01	M-02	M-03	M-04
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4	0	0	0	4
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1	0	0	0	1
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1	-1	-1	-1	0
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1	0	0	0	0
5	Diafragma horizontales	0	1	2	1	0	0	0	0
6	Configuración en planta	0	1	2	1	1	0	2	1
7	Configuración en elevación	0	1	3	2	0	0	0	0
8	Distancia máxima entre muros y columnas	0	1	2	1	0	0	0	1
9	Tipo de Cubierta	0	1	2	1	0	0	0	0
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1	0	0	0	2
11	Estados de conservación	0	1	2	1	1	1	0	1
IV (Índice de Vulnerabilidad)						5.88	2.94	5.88	32.4

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 27. *Nivel de vulnerabilidad por módulo del CS – 01*

CÓDIGO	MÓDULO	Iv	Ivn	NIVEL DE VULNERABILIDAD
CS - 01	M -01	5.88	6.24	BAJA
	M -02	2.94	3.12	BAJA
	M -03	5.88	6.24	BAJA
	M -04	32.4	34.42	MEDIA

FUENTE: Elaboración propia

4.1.2. Centro de Salud de Fila Alta.

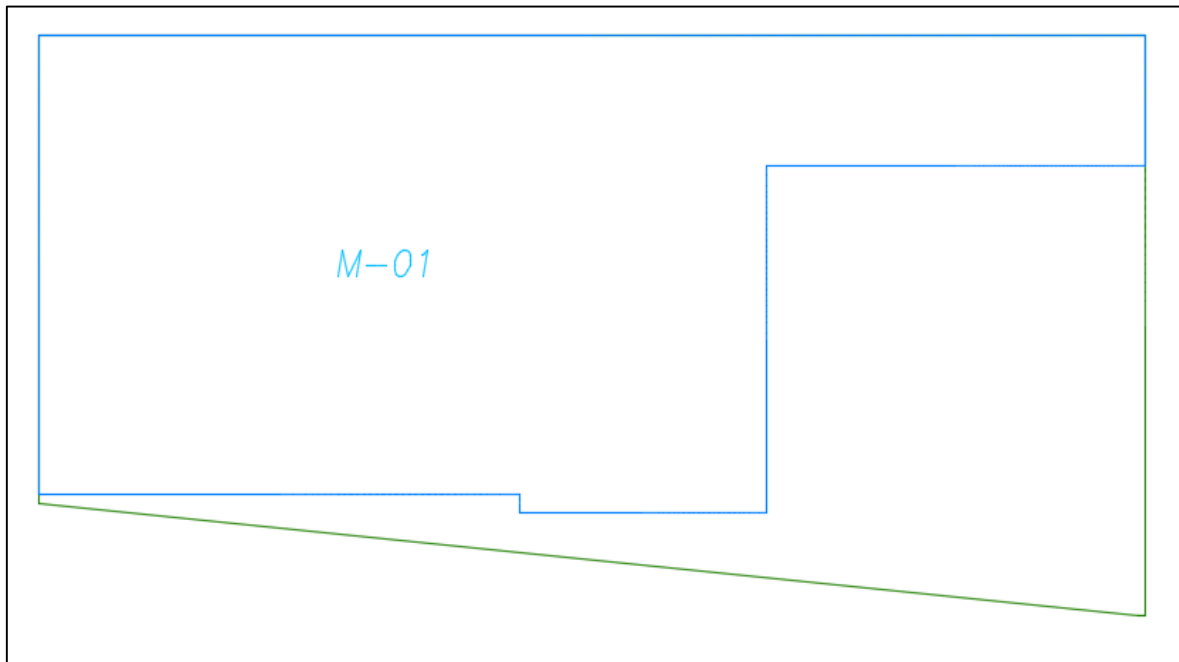


Figura 31. Ubicación del único módulo en el C.S Fila Alta.

a. Parámetro N°01: Tipo y organización

El centro de salud consta de un módulo, a éste módulo se le atribuyó la letra A, porque fue construido en el año 2006 con asistencia técnica.

Tabla 28. Calificación del parámetro N°01 del CS - 02

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-02	M - 01	X		

FUENTE: Elaboración propia

b. Parámetro N°02: Calidad del sistema resistente

Según los parámetros de Benedetti – Petrini este parámetro se toma el mismo que el parámetro N°01.

Tabla 29. Calificación del parámetro N°02 del CS - 02

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-02	M - 01	X		

FUENTE: Elaboración propia

c. Parámetro N°03: Resistencia convencional.

- Para el módulo 1 (M – 01)

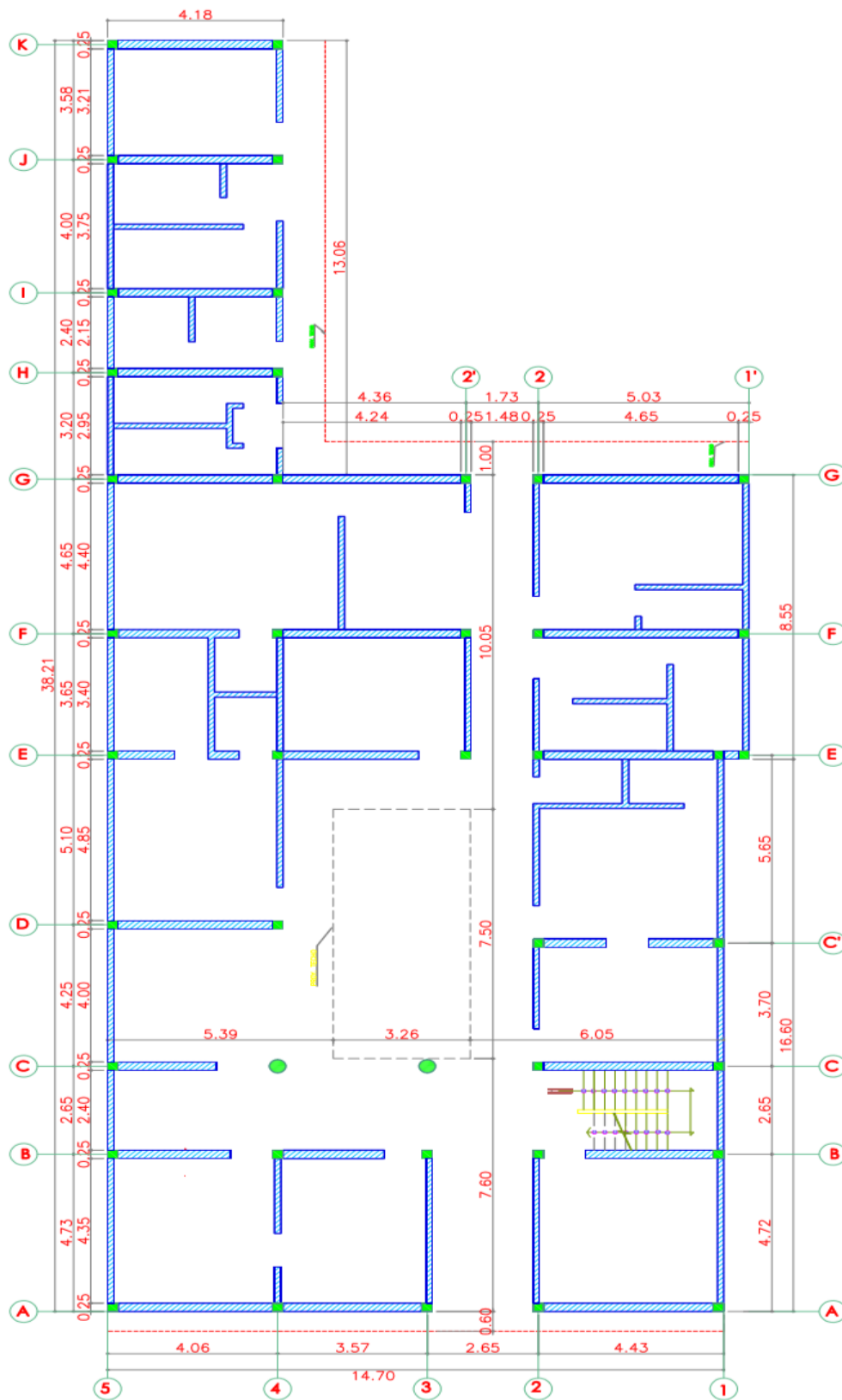


Figura 32. Plano en planta M – 01 del CS – 02.

Tabla 30. Áreas resistentes en X

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				2.688
Cx 1	43	0.25	0.25	2.688

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 31. Áreas resistentes en Y

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				2.688
Cy 1	43	0.25	0.25	2.688

FUENTE: Elaboración propia

At (Área total construida en Planta primer y segundo piso)	At =	669.072 m2
N (número de pisos)	N =	2
Cx (área de concreto en X)	Cx =	2.69 m2
Cy (área de concreto en Y)	Cy =	2.69 m2
H (altura promedio)	H =	3.20 m
M (número de diafragmas horizontales)	M =	1
Ac (área total de cubierta)	Ac =	50.00 m2
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc =	0.03 tn/m2
τ_c (resistencia al corte del concreto)	$\tau_c =$	70 tn/m2
(S) Suelo	S =	1.40
(U) Uso	U =	1.50
(Z) Zona Sísmica	Z =	0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C =	2.50
(R) Coeficiente de reducción sísmica	R =	8

1.00 V_r = Resistencia cortante menos favorable
 $V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$
 $V_r = 188.125$

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = A_t * M + A_c * P_c$$

$$W = 670.572$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 0.281$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$CSE = 0.164$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\alpha_h = 1.710$$

Por lo tanto, para el M - 01 le corresponde la calificación A, porque el valor de α_h : 1.710 es mayor que 1.20.

Tabla 32. *Calificación del parámetro N°03 del CS - 02*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-02	M - 01	X		

FUENTE: Elaboración propia

a. Parámetro N°04: Posición del edificio y cimentación

Este centro de salud tiene una pendiente mínima, ubicándose la cimentación a una sola cota en un suelo intermedio y sin presencia de sales, pero por tener presencia de un empuje debido a un no terraplén en una parte de la edificación como se puede apreciar en la figura 33; le asignamos la calificación B por no cumplir con uno de aspectos de la calificación A.



Figura 33. Empuje directo del suelo a la edificación.

Tabla 33. Calificación del parámetro N°04 del CS - 02

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-02	M - 01		X	

FUENTE: Elaboración propia

b. Parámetro N°05: Diafragmas horizontales.

Ésta edificación presenta buena conexión entre el diafragma y elementos estructurales, presenta losa aligerada, pero por tener un atrio el diafragma no se considera rígido por lo que es flexible, por ello le asignamos una calificación B.



Figura 34. Se logra observar un vacío en la parte central de la edificación.

Tabla 34. Calificación del parámetro N°05 del CS - 02

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-02	M - 01		X	

FUENTE: Elaboración propia

c. Parámetro N°06: Configuración en planta

- Módulo 1 (M – 01)

Dimensiones	
a	4.18m
b	10.52m
L	38.21m
$\beta_1 =$	0.40m
$\beta_2 =$	0.28m

Por lo tanto, para el M - 01 le corresponde la calificación C, porque los valores se encuentran entre estos rangos, edificio con $0.4 > \beta_1$ o $0.25 < \beta_2$.

Tabla 35. Calificación del parámetro N°06 del CS - 02

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-02	M - 01			X

FUENTE: Elaboración propia

d. Parámetro 7: Configuración en elevación.

Para el módulo M – 01, una parte es de un nivel y la otra es de dos niveles tal como se muestra en la figura 35, por lo tanto:

$$RL = \frac{6.40m - 3.2m}{6.4m} = 0.5$$



Figura 35. Configuración en elevación del C.S – 02

Tabla 36. *Calificación del parámetro N°07 del CS - 02*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-02	M - 01		X	

FUENTE: Elaboración propia

Entonces M – 01, es una estructura que presentan $RL=0.5$, por lo tanto, la calificación que le corresponde será “B”.

e. Parámetro N°08: Distancia máxima entre muros y columnas

La distancia entre columnas se tendrá en cuenta determinando la presencia de asesoría técnica y el año de construcción, por lo tanto, la calificación de éste parámetro será A.

Tabla 37. *Calificación del parámetro N°08 del CS - 02*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-02	M - 01	X		

FUENTE: Elaboración propia

f. Parámetro N°09: Tipo de cubierta.

La cubierta de la edificación gran parte está compuesta por una losa aligerada, el vaciado de las mismas es monolítico con las vigas según la inspección visual con cubierta plana, y otra parte está cubierta por calamina (zinc) por lo tanto la edificación tiene una calificación B, por tener también cubierta inestable de material liviano.



Figura 36. *Cubierta de calamina.*

Tabla 38. *Calificación del parámetro N°09 del CS - 02*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-02	M - 01		X	

FUENTE: Elaboración propia

g. Parámetro N°10: Elementos no estructurales

Para el M – 01 se le asignará la calificación C, por tener un tanque elevado de agua mal conectado, que puede desplomar en caso de un evento sísmico.



Figura 37. Tanque elevado mal conectado.

Tabla 39. *Calificación del parámetro N°10 del CS - 02*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-02	M - 01			X

FUENTE: Elaboración propia

h. Parámetro 11: Estado de conservación.

Como éste parámetro es netamente cualitativo hemos preferido para darle una calificación B, ya que se encuentra ligeramente dañado por las filtraciones de agua que existe, fisuras, agrietamientos.

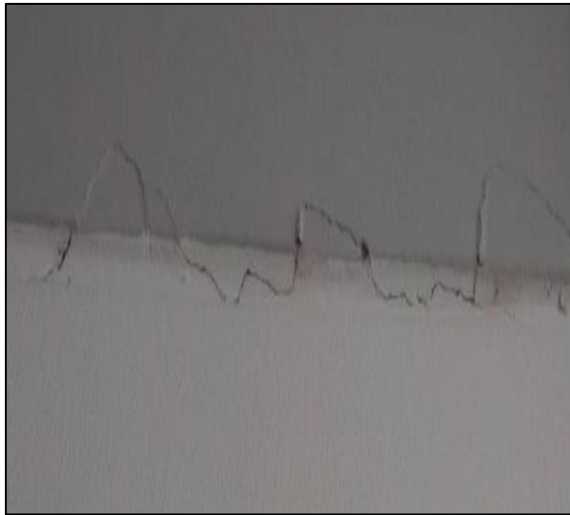


Figura 38. Fisuras entre la losa aligerada y viga.



Figura 39. Filtraciones en losa aligerada a causa de la acumulación de agua de lluvias.



Figura 39. Agrietamiento de vereda por falta de junta de dilatación.



Figura 40. Levantamiento de cerámica en una parte de la edificación

Tabla 40. Calificación del parámetro N°11 del CS – 02

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-02	M - 01		X	

FUENTE: Elaboración propia

Resultados finales del CS – 01

Tabla 41. *Evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para CS-02*

i	Parámetro	K_iA	K_iB	K_iC	W_i	$\frac{KW_i}{M-01}$
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4	0
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1	0
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1	1
5	Diafragma horizontales	0	1	2	1	1
6	Configuración en planta	0	1	2	1	2
7	Configuración en elevación	0	1	3	2	2
8	Distancia máxima entre muros y columnas	0	1	2	1	0
9	Tipo de Cubierta	0	1	2	1	1
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1	2
11	Estados de conservación	0	1	2	1	1
IV (Índice de Vulnerabilidad)						29.41

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 42. *Nivel de vulnerabilidad por módulo del CS – 02*

CÓDIGO	MÓDULO	Iv	Ivn	NIVEL DE VULNERABILIDAD
CS - 02	M -01	29.41	31.249	MEDIA

FUENTE: Elaboración propia

4.1.3. Centro de Salud de Morro Solar

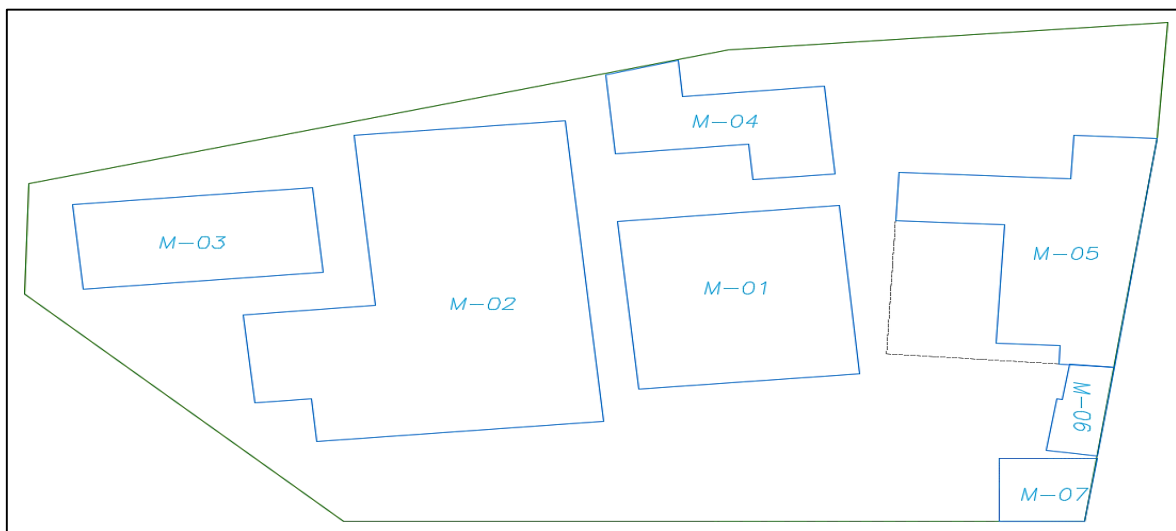


Figura 41. *Ubicación de los módulos en el C.S. Morro Solar*

a. Parámetro N°01: Tipo y organización

Este centro de salud consta de siete módulos: para el modulo M – 01 se le asigno la calificación B, puesto que fue construido en el año 1988 y con asesoría técnica; para los módulos y M – 02, M – 03, M – 04, M – 06, M – 07, se le atribuyó la calificación A, ya que el año en que fueron construidos es del año 2000 en adelante y con asesoría técnica y para el M – 05 se le asigno la calificación de la letra C, puesto que fue construido en el año 2003, pero sin asesoría técnica.

Tabla 43. *Calificación por módulos del parámetro N°01 del CS – 03*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS - 03	M – 01		X	
	M – 02	X		
	M – 03	X		
	M – 04	X		
	M – 05			X
	M – 06	X		
	M – 07	X		

FUENTE: Elaboración propia

b. Parámetro N°02: Calidad del sistema resistente

Para este parámetro se ha tenido en cuenta la calidad de los materiales utilizados, el proceso constructivo, el año de construcción y la asesoría técnica. La calificación para el M – 01 es la letra B, para los módulos M – 02, M – 03, M – 04, M – 06, M – 07, se le asigno la letra A y para el módulo M – 05 la letra C.

Tabla 44. *Calificación por módulos del parámetro N°02 del CS – 03*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-03	M – 01		X	
	M – 02	X		
	M – 03	X		
	M – 04	X		
	M – 05			X
	M – 06	X		
	M – 07	X		

FUENTE: Elaboración propia

c. **Parámetro N°03: Resistencia Convencional.**

- **Módulo 1 (M – 01)**

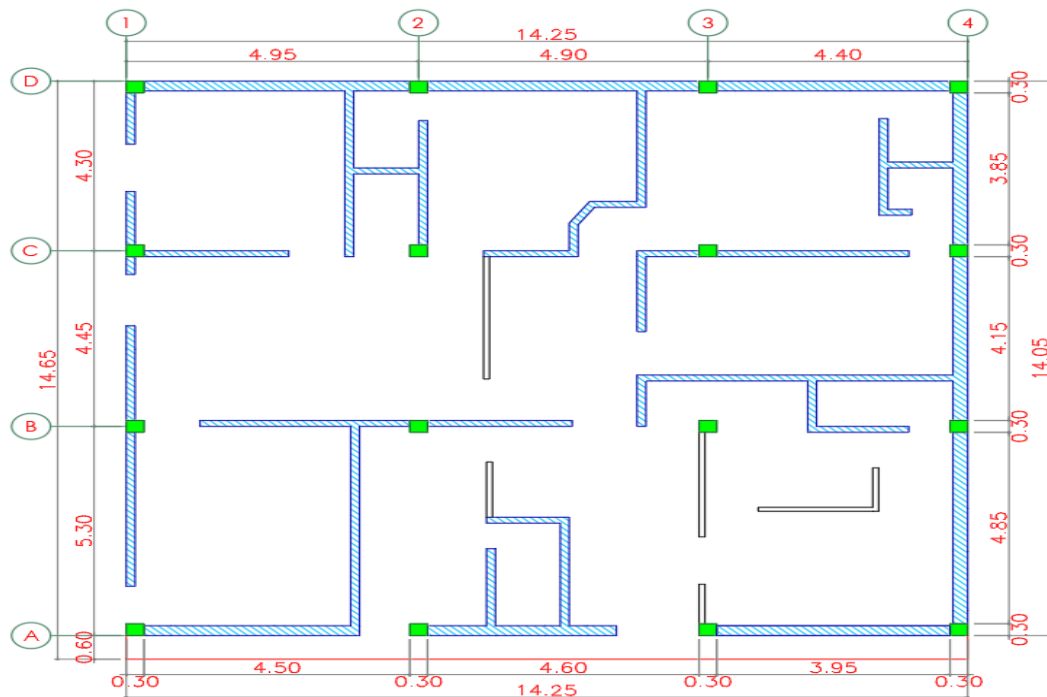


Figura 42. Plano en planta M – 01

Tabla 45. Áreas Resistentes en X

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				1.440
Cx 1	16	0.30	0.30	1.440

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 46. Áreas resistentes en Y

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				1.440
Cy 1	16	0.30	0.30	1.440

FUENTE: Elaboración propia.

At (Área total construida en Planta)	At =	208.76 m ²
N (número de pisos)	N =	3
Cx (área de concreto en X)	Cx =	1.44 m ²
Cy (área de concreto en Y)	Cy =	1.44 m ²
H (altura promedio)	H =	3.00 m

M (número de diafragmas horizontales)	M =	2
Ac (área total de cubierta)	Ac =	260.81 m ²
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc =	0.03 tn/m ²
τ_c (resistencia al corte del concreto)	$\tau_c =$	70 tn/m ²
(S) Suelo	S =	1.40
(U) Uso	U =	1.50
(Z) Zona Sísmica	Z =	0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C =	2.50
(R) Coeficiente de reducción sísmica	R =	8

1.00 V_r = Resistencia cortante menos favorable

$$V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$$

$$V_r = 100.800 \quad 100.800$$

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = A_t * M + A_c * P_c$$

$$W = 425.344$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 0.237$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$CSE = 0.164$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\alpha_h = 1.444$$

Por lo tanto, para el M - 01 le corresponde la letra A, porque el valor de α_h : **1.444** es mayor que 1.20.

- Módulo 2 (M – 02)

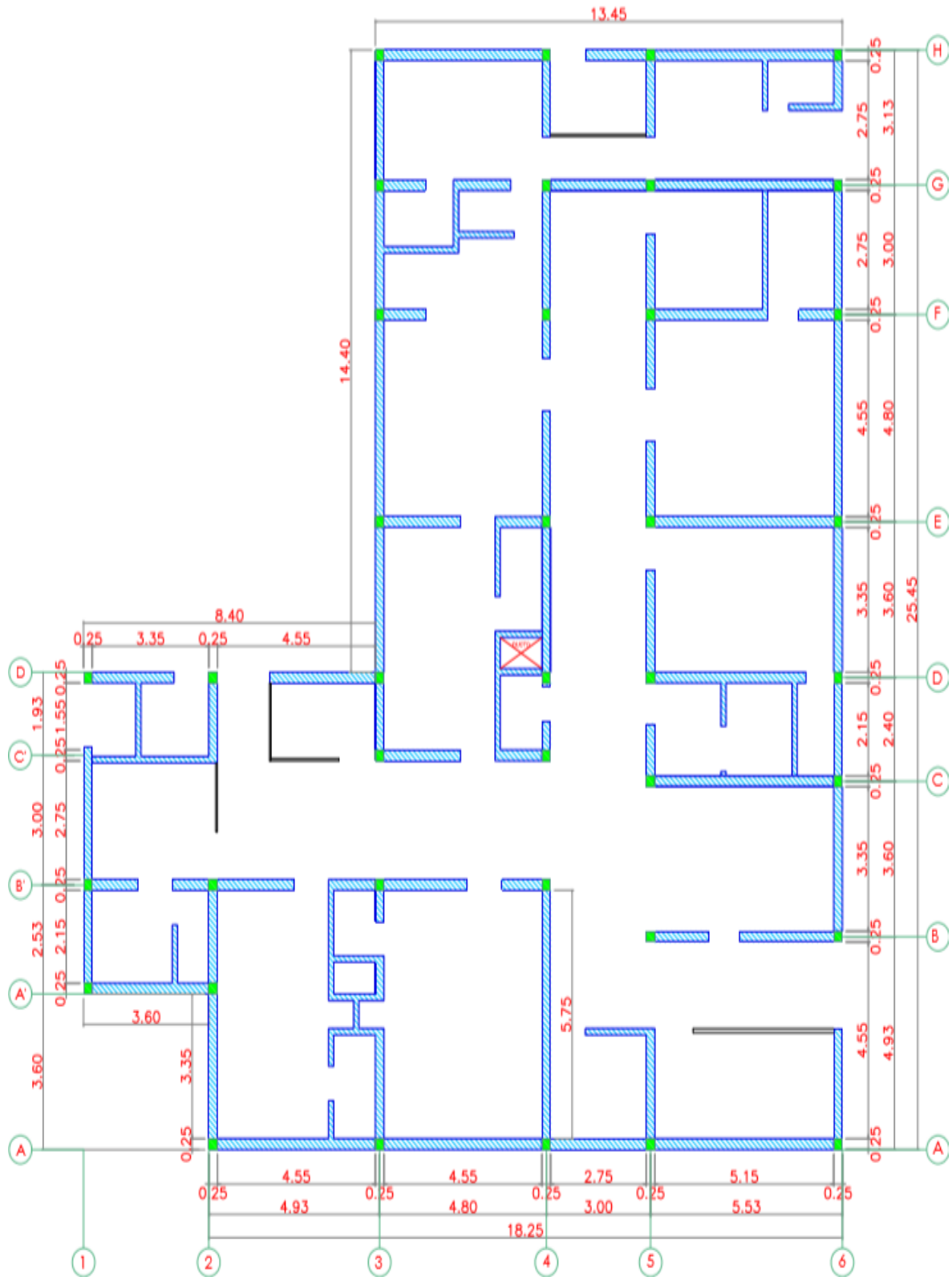


Figura 43. Plano en planta M – 02

Tabla 47. *Áreas Resistentes en X*

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				2.500
Cx 1	40	0.25	0.25	2.500

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 48. *Áreas resistentes en Y*

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				2.500
Cy 1	40	0.25	0.25	2.500

FUENTE: Elaboración Propia

At (Área total construida en Planta)	At =	428.30 m2
N (número de pisos)	N =	2
Cx (área de concreto en X)	Cx =	2.50 m2
Cy (área de concreto en Y)	Cy =	2.50 m2
H (altura promedio)	H =	3.20 m
M (número de diafragmas horizontales)	M =	2
Ac (área total de cubierta)	Ac =	0.00 m2
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc =	0.03 tn/m2
τ_c (resistencia al corte del concreto)	$\tau_c =$	70 tn/m2
(S) Suelo	S =	1.40
(U) Uso	U =	1.50
(Z) Zona Sísmica	Z =	0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C =	2.50
(R) Coeficiente de reducción sísmica	R =	8

1.00 Vr = Resistencia cortante menos favorable

$$V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$$

$$V_r = 175.00$$

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = A_t * M + A_c * P_c$$

$$W = 856.590$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 0.204$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$CSE = 0.164$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\alpha_h = 1.245$$

Por lo tanto para el M - 02 le corresponde la letra A, porque el valor de α_h : 1.245 es mayor que 1.20.

- Módulo 3 (M-03)

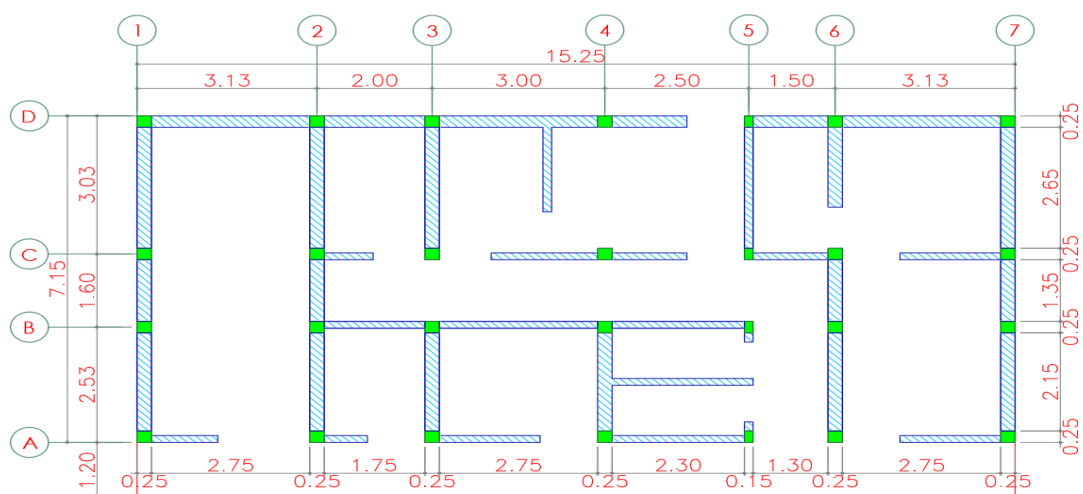


Figura 44. Plano en planta M - 03

Tabla 49. Áreas resistentes en X

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				1.750
Cx 1	28	0.25	0.25	1.75

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 50. Áreas resistentes en Y

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				1.75
Cy 1	28	0.25	0.25	1.75

FUENTE: Elaboración Propia

At (Área total construida en Planta)	At =	127.338 m2
N (número de pisos)	N =	1
Cx (área de concreto en X)	Cx =	1.75 m2
Cy (área de concreto en Y)	Cy =	1.75 m2
H (altura promedio)	H =	3.20 m
M (número de diafragmas horizontales)	M =	1
Ac (área total de cubierta)	Ac =	0.00 m2
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc =	0.03 tn/m2
τ_c (resistencia al corte del concreto)	$\tau_c =$	70 tn/m2
(S) Suelo	S =	1.40
(U) Uso	U =	1.50
(Z) Zona Sísmica	Z =	0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C =	2.50
(R)Coeficiente de reducción sísmica	R =	8

1.00 Vr = Resistencia cortante menos favorable

$$V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$$

$$V_r = 122.50$$

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = A_t * M + A_c * P_c$$

$$W = 127.338$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 0.962$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$CSE = 0.164$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\alpha_h = 5.864$$

Por lo tanto, para el M - 03 le corresponde la letra A, porque el valor de α_h : 5.864 es mayor que 1.20.

- Módulo 4 (M - 04)

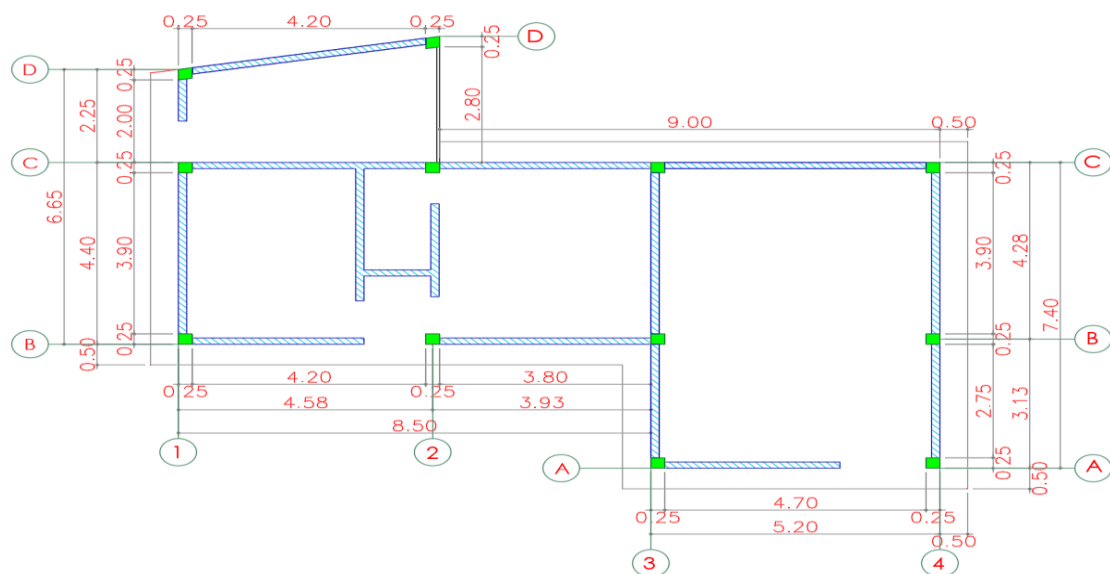


Figura 45. Plano en planta M - 04

Tabla 51. *Áreas resistentes en X*

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.750
Cx 1	12	0.25	0.25	0.750

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 52. *Áreas resistentes en Y*

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.750
Cy 1	12	0.25	0.25	0.750

FUENTE: Elaboración propia

At (Área total construida en Planta)	At =	108.914 m2
N (número de pisos)	N =	1
Cx (área de concreto en X)	Cx =	0.75 m2
Cy (área de concreto en Y)	Cy =	0.75 m2
H (altura promedio)	H =	3.10 m
M (número de diafragmas horizontales)	M =	1
Ac (área total de cubierta)	Ac =	0.00 m2
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc =	0.03 tn/m2
τ_c (resistencia al corte del concreto)	τ_c =	70 tn/m2
(S) Suelo	S =	1.40
(U) Uso	U =	1.50
(Z) Zona Sísmica	Z =	0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C =	2.50
(R)Coeficiente de reducción sísmica	R =	8

1.00 V_r = Resistencia cortante menos favorable

$$V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$$

$$\mathbf{V_r = 52.50}$$

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = A_t * M + A_c * P_c$$

$$\mathbf{W = 108.914}$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$\mathbf{CSR = 0.482}$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$\mathbf{CSE = 0.164}$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\mathbf{\alpha_h = 2.938}$$

Por lo tanto, para el M - 04 le corresponde la letra A, porque el valor de α_h : 2.938 es mayor que 1.20.

- **Módulo 5 (M – 05)**

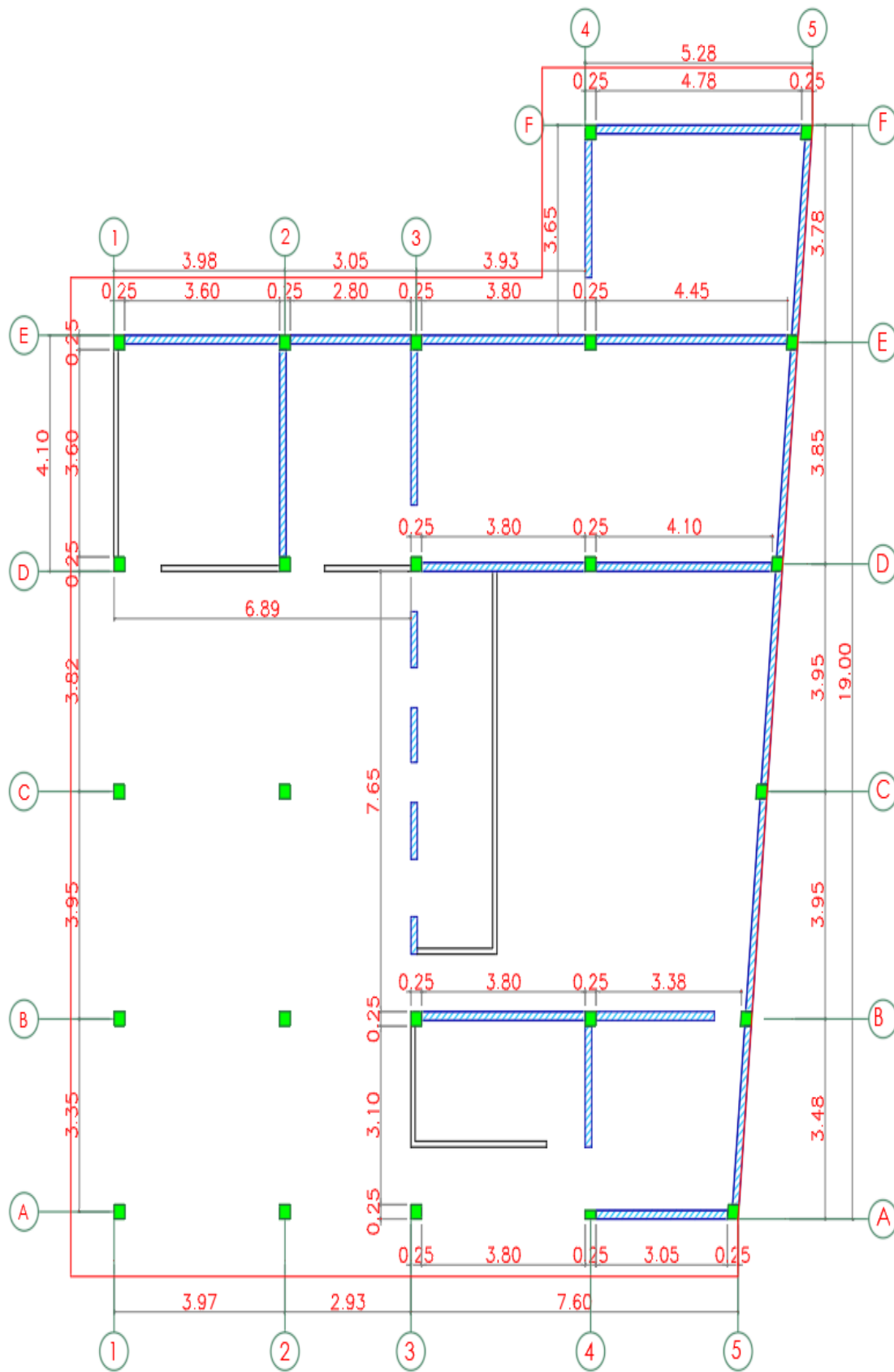


Figura 46. Plano en planta M-04

Tabla 53. *Áreas resistentes en X*

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				1.563
Cx 1	25	0.25	0.25	1.563

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 54. *Áreas resistentes en Y*

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				1.563
Cy 1	25	0.25	0.25	1.563

FUENTE: Elaboración propia

At (Área total construida en Planta)	At =	303.72 m ²
N (número de pisos)	N =	1
Cx (área de concreto en X)	Cx =	1.56 m ²
Cy (área de concreto en Y)	Cy =	1.56 m ²
H (altura promedio)	H =	2.75 m
Pco (Peso específico del concreto)	Pco =	2.40 tn/m ³
M (número de diafragmas horizontales)	M =	0
Ac (área total de cubierta)	Ac =	303.72 m ²
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc =	0.03 tn/m ²
τc (resistencia al corte del concreto)	τc =	70 tn/m ²
(S) Suelo	S =	1.40
(U) Uso	U =	1.50
(Z) Zona Sísmica	Z =	0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C =	2.50

(R) Coeficiente de reducción
sísmica

$$R = 8$$

1.00 V_r = Resistencia cortante menos favorable

$$V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$$

$$V_r = 109.375$$

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = N * C_x * H * P_{co} + A_c * P_c$$

$$W = 19.424$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 5.631$$

Cálculo del coeficiente sísmico exigido

4.00 CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$CSE = 0.164$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\alpha_h = 34.322$$

Por lo tanto, para el M - 04 le corresponde la letra A, porque el valor de α_h : 34.322 es mayor que 1.20.

- **Módulo 6 (M - 06)**

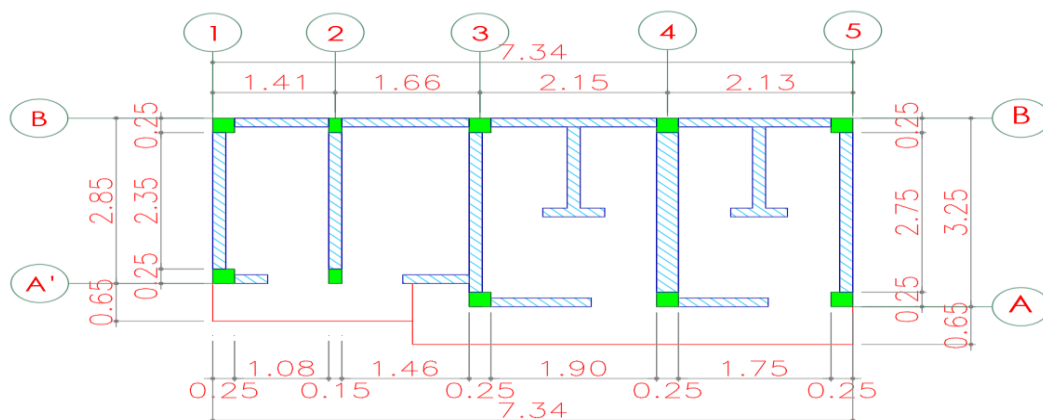


Figura 47. Plano en planta M - 04

Tabla 55. Áreas resistentes en X

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.575
Cx 1	8	0.25	0.25	0.500
Cx 2	2	0.15	0.25	0.075

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 56. Áreas resistentes en Y

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.575
Cy 1	8	0.25	0.25	0.500
Cy 2	2	0.25	0.15	0.075

FUENTE: Elaboración propia

At (Área total construida en Planta)	At =	27.71 m2
N (número de pisos)	N =	1
Cx (área de concreto en X)	Cx =	0.58 m2
Cy (área de concreto en Y)	Cy =	0.58 m2
H (altura promedio)	H =	2.50 m
M (número de diafragmas horizontales)	M =	1
Ac (área total de cubierta)	Ac =	0.00 m2
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc =	0.03 tn/m2
τ_c (resistencia al corte del concreto)	$\tau_c =$	70 tn/m2
(S) Suelo	S =	1.40
(U) Uso	U =	1.50
(Z) Zona Sísmica	Z =	0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C =	2.50
(R)Coeficiente de reducción sísmica	R =	8

$$V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$$

$$V_r = 40.250$$

$$W = A_t * M + A_c * P_c$$

$$W = 27.710$$

$$\text{CSR} = V_r/W$$

$$\text{CSR} = 1.453$$

$$\text{CSE} = \text{ZUCS}/R$$

$$\text{CSE} = 0.164$$

$$\alpha h = \text{CSR/CSE}$$

$$\alpha h = 8.854$$

Por lo tanto, para el M - 04 le corresponde la letra A, porque el valor de αh : 8.854 es mayor que 1.20.

- **Módulo 7 (M – 07)**

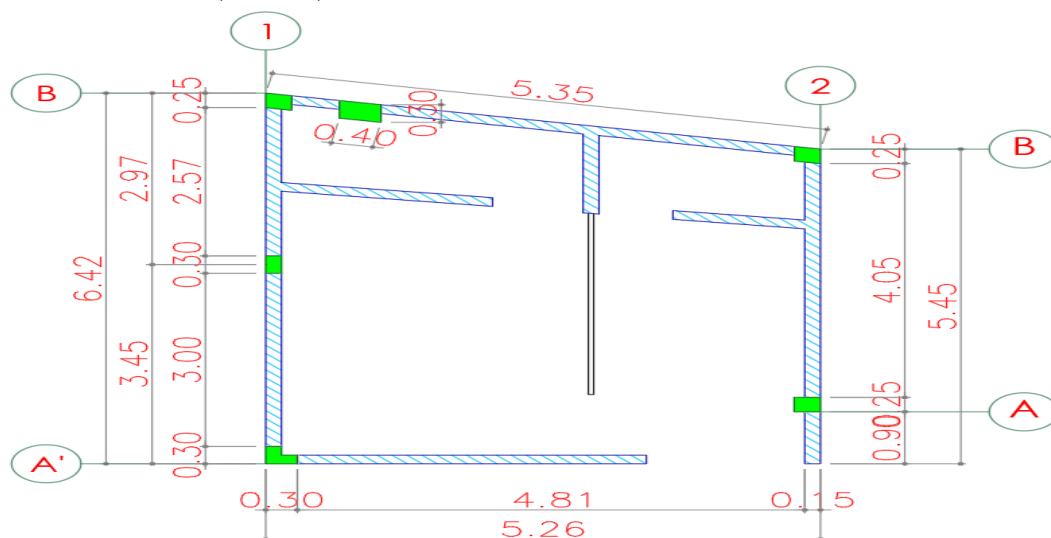


Figura 49. Plano en planta M – 04

Tabla 57. Áreas resistentes en X

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.398
Cx 1	3	0.25	0.25	0.188
Cx 2	2	0.15	0.30	0.090
Cx 3	1	0.40	0.30	0.120

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 58. Áreas resistentes en Y

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.398
Cx 1	3	0.25	0.25	0.188
Cx 2	2	0.3	0.15	0.090
Cx 3	1	0.30	0.40	0.120

FUENTE: Elaboración propia

At (Área total construida en Planta)	At =	31.218 m2
N (número de pisos)	N =	1
Cx (área de concreto en X)	Cx =	0.40 m2
Cy (área de concreto en Y)	Cy =	0.40 m2
H (altura promedio)	H =	3.25 m
M (número de diafragmas horizontales)	M =	1
Ac (área total de cubierta)	Ac =	31.22 m2
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc =	0.03 tn/m2
τ_c (resistencia al corte del concreto)	τ_c =	70 tn/m2
(S) Suelo	S =	1.40
(U) Uso	U =	1.50
(Z) Zona Sísmica	Z =	0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C =	2.50
(R)Coeficiente de reducción sísmica	R =	8

1.00 V_r = Resistencia cortante menos favorable

$$V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$$

$$V_r = 27.825$$

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = A_t * M + A_c * P_c$$

$$W = 32.155$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 0.865$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$CSE = 0.164$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\alpha_h = 5.275$$

Por lo tanto, para el M - 04 le corresponde la letra A, porque el valor de α_h : 5.275 es mayor que 1.20.

Tabla 59. Calificación por módulos del parámetro N°03 del CS – 03

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-03	M – 01	X		
	M – 02	X		
	M – 03	X		
	M – 04	X		
	M – 05	X		
	M – 06	X		
	M – 07	X		

FUENTE: Elaboración propia

d. Parámetro N°04: Posición del edificio y cimentación

Todos los módulos de este centro de salud están cimentados sobre un suelo blando debido a que hay humedad y afloramiento de agua, tiene una pendiente mínima y no hay presencia de sales, por lo tanto, la calificación asignada a los módulos M-01, M-02, M-03, M-04, M-06 y M-07 es la calificación C y el módulo M-05 lo calificamos también con la letra C por lo dicho anteriormente y además no contar con asesoría técnica.

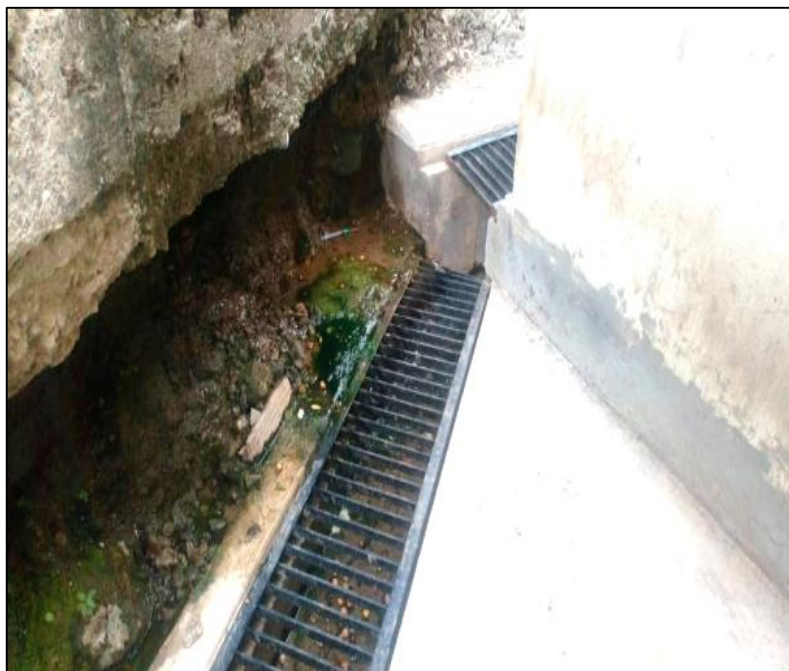


Figura 48. Afloramiento de agua que afecta a la cimentación de la edificación.

Tabla 60. Calificación por módulos del parámetro N°04 del CS – 03

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-03	M – 01			X
	M – 02			X
	M – 03			X
	M – 04			X
	M – 05			X
	M – 06			X
	M – 07			X

FUENTE: Elaboración propia

e. Parámetro N°05: Diafragmas horizontales.

Los módulos M-01, M-03, M-04, M-06 y M-7 no presentan deformabilidad del diafragma, ni ausencia de planos a desnivel y la conexión entre el diafragma y elementos estructurales es eficaz, por lo tanto, le corresponde una calificación A; el módulo M -02 le asignamos la calificación B por falta de un elemento vertical haciendo mal conexión al sistema resistente y para el módulo M-05 le asignamos la calificación C, por no tener diafragma.



Figura 49. Conexión entre el diafragma y elementos estructurales es eficaz.



Figura 50. Módulo que no cuenta con diafragma.



Figura 51. El sistema de diafragmas horizontales se encuentre mal conectado al sistema resistente vertical por falta de un elemento vertical.

Tabla 61. Calificación por módulos del parámetro N°05 del CS – 03

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-03	M – 01	X		
	M – 02		X	
	M – 03	X		
	M – 04	X		
	M – 05			X
	M – 06	X		
	M – 07	X		

FUENTE: Elaboración propia

f. Parámetro N°06: Configuración en planta.

- Módulo 1 (M – 01)

Dimensiones

a	14.05 m
L	14.25 m
b	0.00 m
$\beta_1 =$	0.99m
$\beta_2 =$	0.00m

Por lo tanto, para el M - 01 le corresponde la calificación A.

- **Módulo 2 (M – 02)**

Dimensiones

a	13.45 m
L	25.45 m
b	8.40 m
$\beta_1 =$	0.53
$\beta_2 =$	0.33

Por lo tanto, para el M - 02 le corresponde la calificación C.

- **Módulo 3 (M – 03)**

Dimensiones

a	7.15 m
L	15.25 m
b	0.00 m
$\beta_1 =$	0.47
$\beta_2 =$	0.00

Por lo tanto, para el M - 03 le corresponde la calificación B.

- **Módulo 4 (M – 04)**

Dimensiones

a	4.40 m
L	13.70 m
b	3.00 m
$\beta_1 =$	0.32
$\beta_2 =$	0.22

Por lo tanto, para el M - 04 le corresponde la calificación B.

- **Módulo 5 (M – 05)**

Dimensiones

a	7.60 m
L	19.00 m
b	6.90 m
$\beta_1 =$	0.40
$\beta_2 =$	0.36

Por lo tanto, para el M - 04 le corresponde la calificación C.

- **Módulo 6 (M – 06)**

Dimensiones

a	2.85 m
---	--------

L	7.34 m
b	0.40 m
$\beta_1 =$	0.39
$\beta_2 =$	0.05

Por lo tanto, para el M - 04 le corresponde la calificación A.

- **Módulo 7 (M – 07)**

Dimensiones	
a	5.26 m
L	6.42 m
b	0.00 m
$\beta_1 =$	0.82
$\beta_2 =$	0.00

Por lo tanto, para el M - 04 le corresponde la calificación A.

Tabla 62. *Calificación por módulos del parámetro N°6 del CS - 03*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-03	M – 01	X		
	M – 02			X
	M – 03		X	
	M – 04		X	
	M – 05			X
	M – 06	X		
	M – 07	X		

FUENTE: Elaboración propia

g. Parámetro N°07: Configuración en Elevación.

Para los módulos M – 03, M – 04, M – 05, M – 06 y M – 07, son de un nivel, por lo tanto:

$$RL = \frac{3.00m - 0m}{3.00m} = 1$$

Los módulos M – 01 y M – 02 es de dos niveles y en ambos pisos presenta la misma altura de entre piso, por lo tanto:

$$RL = \frac{6.40m - 0m}{6.4m} = 1$$

Se puede observar que todos los módulos son estructuras que presentan $RL=1$, por lo tanto, la calificación que le corresponde será “A”.

Tabla 63. *Calificación por módulos del parámetro N°7 del CS - 03*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-03	M – 01	X		
	M – 02	X		
	M – 03	X		
	M – 04	X		
	M – 05	X		
	M – 06	X		
	M – 07	X		

FUENTE: Elaboración propia

h. Parámetro N°08: Distancia máxima entre muros y columnas

Para la calificación de este parámetro se tendrá en cuenta el año de construcción y si conto o no con asesoría técnica.

Para el modulo M – 01 se le asigno la calificación B, puesto que fue construido en el año 1988 y con asesoría técnica; para los módulos M – 02, M – 03, M – 04, M – 06, M – 07, se le atribuyó la letra A, ya que el año en que fueron construidos es del año 2000 en adelante y con asesoría técnica y para el M – 05 se le asigno la calificación de la letra C, puesto que fue construido en el año 2003 y sin asesoría técnica.

Tabla 64. *Calificación por módulos del parámetro N°8 del CS - 03*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-03	M – 01		X	
	M – 02	X		
	M – 03	X		
	M – 04	X		
	M – 05			X
	M – 06	X		
	M – 07	X		

FUENTE: Elaboración propia

i. Parámetro N°09: Tipo de cubierta

Para la calificación de este parámetro se tendrá en cuenta el tipo material y en qué condiciones está, debe tener conexiones adecuadas y ser estable.

Para los módulos M – 01 y M – 05, presentan una cubierta de calamina con vigas de tipo tijeral y cuenta con conexiones deficientes por lo tanto se le califico con la calificación B.

Para los módulos M – 02, M – 03, M – 04, M – 06, no presentan cubierta por lo tanto le asignamos la calificación A

Para el modulo M – 07, presenta una cubierta de calamina inestable y en malas condiciones por lo tanto se le asigno la calificación C.

Tabla 65. Calificación por módulos del parámetro N°9 del CS - 03

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-03	M – 01		X	
	M – 02	X		
	M – 03	X		
	M – 04	X		
	M – 05		X	
	M – 06	X		
	M – 07			X

FUENTE: Elaboración propia

j. Parámetro N°10: Elementos no estructurales

Para el M – 01, presenta una escalera con conexión inadecuada y parapetos deficientes por lo tanto le asignamos la calificación C, para los módulos M – 02, M – 03, M – 04, M – 06 y M 07, se le asigno la letra A y para el modulo M – 05 se le asigno la calificación C, por tener elementos no estructurales mal contruidos.



Figura 52. Conexión deficiente de la escalera con sus elementos estructurales y contrapasos que sobrepasan la altura máxima.



Figura 53. Parapeto deficiente con altura de 60cm de altura y sin barandas de protección.

Tabla 66. Calificación por módulos del parámetro N°10 del CS - 03.

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-03	M – 01			X
	M – 02	X		
	M – 03	X		
	M – 04	X		
	M – 05			X
	M – 06	X		
	M – 07	X		

FUENTE: Elaboración propia

k. Parámetro 11: Estado de conservación

Como éste parámetro es netamente cualitativo hemos optado para el M – 01, M – 04, M – 05, M – 06 y M - 07 una calificación B, ya que se encuentra ligeramente dañado por tener filtraciones de agua y levantamiento de pisos debido a la falta de juntas; para el M – 03 se le asignó la calificación A, ya que se encuentra en un estado bueno sin ninguna deficiencia hasta el momento y el M – 02 se le asignó la calificación C por tener un agrietamiento con 3mm de abertura como se muestra en la figura 8. en los muros y bastante humedad en los mismos.

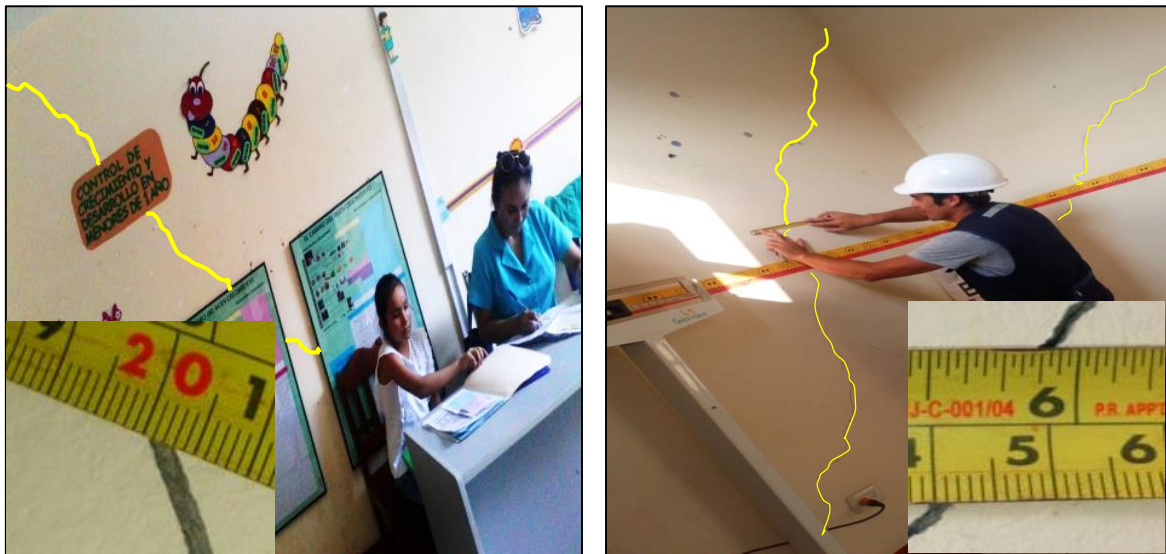


Figura 54. y Figura 55. Agrietamiento transversal de muros, de más de 2 mm de abertura.



Figura 56. Deterioro del muro a causa del agrietamiento.

figura 57. Agrietamiento de pisos por falta juntas de dilatación.



Figura 58. Desprendimiento del material tarrajeo de losa a causa de filtraciones de agua.



Figura 59. Se observa que el acabado de cerámico ha sido afectado por la grieta transversal.



Figura 60. Deterioro de muro por humedad exterior.



Figura 61. Humedad constante por afloramiento de agua en la parte exterior de las edificaciones.

Tabla 67. Calificación por módulos del parámetro N°11 del CS - 03

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-03	M – 01		X	
	M – 02			X
	M – 03	X		
	M – 04		X	
	M – 05		X	
	M – 06		X	
	M – 07		X	

FUENTE: Elaboración propia

Resultados finales del CS – 03

Tabla 68. *Evaluación índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para CS-03.*

i	Parámetro	K _i A	K _i B	K _i C	W _i	KWi						
						M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4	4	0	0	0	8	0	0
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1	1	0	0	0	2	0	0
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2
5	Diafragma horizontales	0	1	2	1	0	1	0	0	2	0	0
6	Configuración en planta	0	1	2	1	0	2	1	1	2	0	0
7	Configuración en elevación	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0
8	Distancia máxima entre muros y columnas	0	1	2	1	1	0	0	0	2	0	0
9	Tipo de Cubierta	0	1	2	1	1	0	0	0	1	0	2
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1	2	0	0	0	2	0	0
11	Estados de conservación	0	1	2	1	1	2	0	1	1	1	1
IV (Índice de Vulnerabilidad)						35.3	20.6	8.82	11.8	64.7	8.8	14.7

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 69. *Nivel de vulnerabilidad por módulo del CS – 03*

CÓDIGO	MÓDULO	I _v	I _v _n	VULNERABILIDAD SÍSMICA
CS - 03	M -01	35.29	37.499	MEDIA
	M -02	20.59	21.9	MEDIA
	M -03	8.82	9.4	BAJA
	M -04	11.8	12.500	BAJA
	M -05	64.7	68.748	ALTA
	M -06	8.8	9.375	BAJA
	M -07	14.7	15.625	BAJA

FUENTE: Elaboración propia

4.1.4. Puesto de Salud de Chambamontera

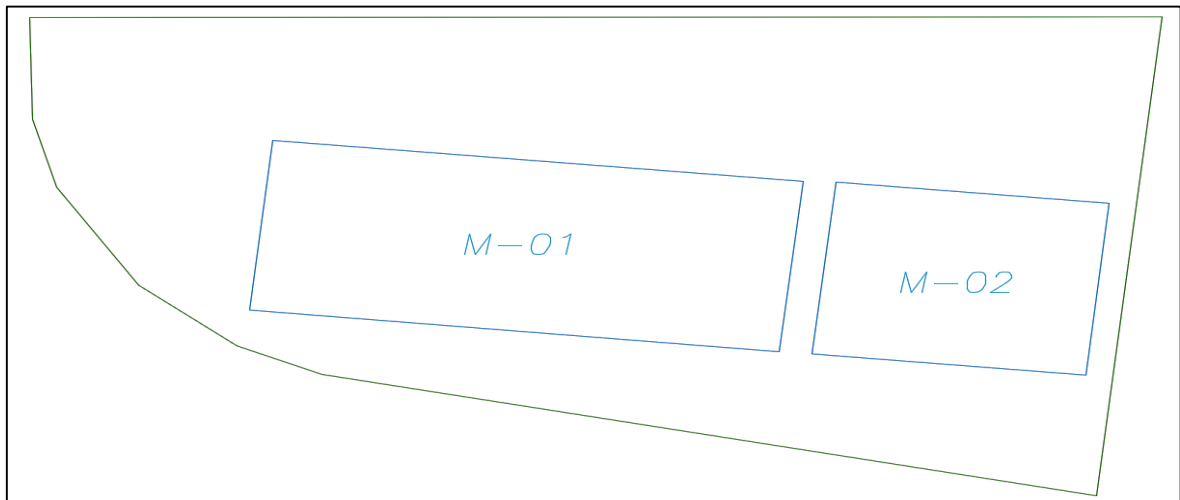


Figura 62. Ubicación de los módulos en el C.S. Chambamontera

a. Parámetro N°01: Tipo y organización

Este centro de salud consta de dos módulos: para el M – 01 se le asignó la calificación C, puesto que fue construido en el año 1988 y sin asesoría técnica y para el M – 02, se le atribuyó la calificación A, ya que fue construido en el año 2011 y con asesoría técnica.

Tabla 70. Calificación por módulos del parámetro N°01 del CS – 04

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-04	M – 01			X
	M – 02	X		

FUENTE: Elaboración propia

b. Parámetro N°02: Calidad del sistema resistente

Para este parámetro se ha tenido en cuenta la calidad de los materiales utilizados, el proceso constructivo, el año de construcción y la asesoría técnica.

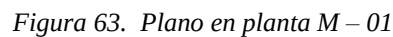
La calificación para el M – 01 es la letra C por no tener asesoría técnica y para el M – 02 la letra A.

Tabla 71. Calificación por módulos del parámetro N°02 del CS – 04

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-04	M – 01			X
	M – 02	X		

FUENTE: Elaboración propia

- **Módulo 1 (M – 01)**



ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				1.125
Cx 1	18	0.25	0.25	1.125

Tabla 73. Áreas resistentes en Y

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				1.125
Cy 1	18	0.25	0.25	1.125

99

M (número de diafragmas horizontales)	M =	0
Ac (área total de cubierta)	Ac =	220.56 m ²
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc =	0.16 tn/m ²
τ_c (resistencia al corte del concreto)	$\tau_c =$	70 tn/m ²
(S) Suelo	S =	1.40
(U) Uso	U =	1.50
(Z) Zona Sísmica	Z =	0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C =	2.50
(R) Coeficiente de reducción sísmica	R =	8

1.00 V_r = Resistencia cortante menos favorable

$$V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$$

$$\mathbf{V_r = 78.750}$$

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = N * C_x * H * P_{co} + A_c * P_c$$

$$\mathbf{W = 43.660}$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$\mathbf{CSR = 1.804}$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS / R$$

$$\mathbf{CSE = 0.164}$$

6.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR / CSE$$

$$\mathbf{\alpha_h = 10.994}$$

Por lo tanto, para el M - 01 le corresponde a la calificación A, porque el valor de α_h : 2.306 es mayor que 1.20.

- **Módulo 2 (M – 02)**

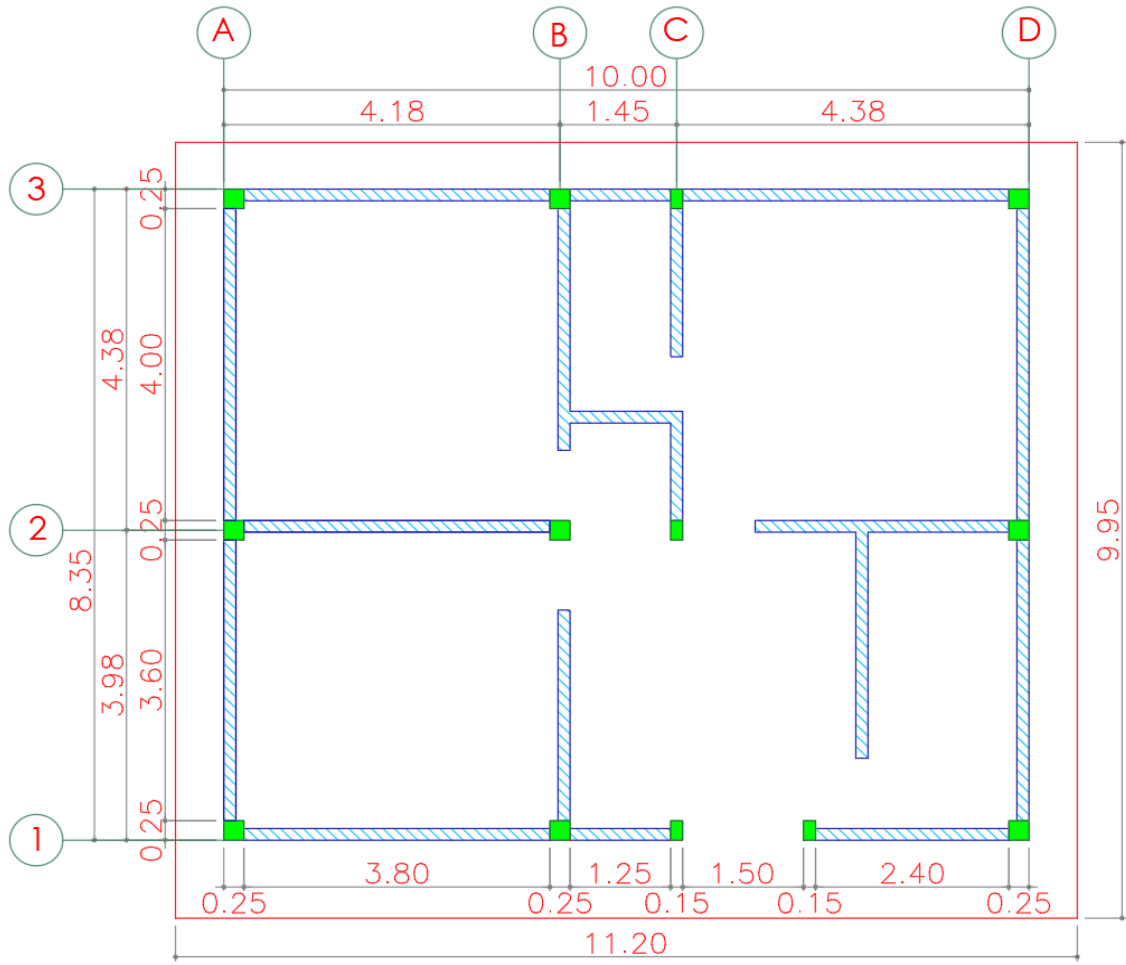


Figura 64. Plano en planta M-02

Tabla 74. Área resistente en X.

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.650
Cx 1	8	0.25	0.25	0.500
Cx2	4	0.25	0.15	0.150

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 75. Área resistente en Y.

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
Columnas				0.650
Cy 1	8	0.25	0.25	0.500
Cy 2	4	0.15	0.25	0.150

FUENTE: Elaboración propia

At (Área total construida en Planta)	At =	111.44 m ²
N (número de pisos)	N =	2
Cx (área de concreto en X)	Cx =	0.65 m ²
Cy (área de concreto en Y)	Cy =	0.65 m ²
H (altura promedio)	H =	3.00 m
Pco (Peso específico del concreto)	Pco =	2.40 tn/m ³
M (número de diafragmas horizontales)	M =	1
Ac (área total de cubierta)	Ac =	138.26 m ²
Pc (Peso por unidad de cubierta)	Pc =	0.03 tn/m ²
τc (resistencia al corte del concreto)	τc =	70 tn/m ²
(S) Suelo	S =	1.40
(U) Uso	U =	1.50
(Z) Zona Sísmica	Z =	0.25
(C) Coeficiente Sísmico	C =	2.50
(R) Coeficiente de reducción sísmica	R =	8

1.00 Vr = Resistencia cortante menos favorable

$$V_r = \min(A_x; A_y) * \tau$$

$$\mathbf{V_r = 45.500}$$

2.00 W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura:

$$W = A_t * M + A_c * P_c + C_x * H * P_{co}$$

$$\mathbf{W = 120.268}$$

3.00 Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$\mathbf{CSR = 0.378}$$

4.00 Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

$$CSE = ZUCS/R$$

$$CSE = 0.164$$

5.00 Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño (α_h)

$$\alpha_h = CSR/CSE$$

$$\alpha_h = 2.306$$

Por lo tanto, para el M - 02 le corresponde la letra A, porque el valor de α_h : 2.306 es mayor que 1.20.

Tabla 76. Calificación por módulos del parámetro N°03 del CS – 04

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-04	M – 01	X		
	M – 02	X		

FUENTE: Elaboración propia

d. Parámetro N°04: Posición del edificio y cimentación

Los módulos de este centro de salud están cimentados sobre un suelo blando debido a que hay humedad, tiene una pendiente media y no hay presencia de sales, por lo tanto, la calificación asignada a los módulos M-01, M-02, es la letra B.

Tabla 77. Calificación por módulos del parámetro N°04 del CS – 04

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-04	M – 01		X	
	M – 02		X	

FUENTE: Elaboración propia

e. Parámetro N°05: Diafragmas horizontales.

Para el M – 01, se le asignó una calificación C, porque la conexión entre el diafragma el elemento estructural es deficiente y también por la deformabilidad del diafragma. Para el M-02, no presentan deformabilidad del diafragma, ni ausencia de planos a desnivel y la conexión entre el diafragma y elementos estructurales es eficaz, por lo tanto, le corresponde una calificación A.



Figura 65. Conexión entre el diafragma y elemento estructural deficiente.

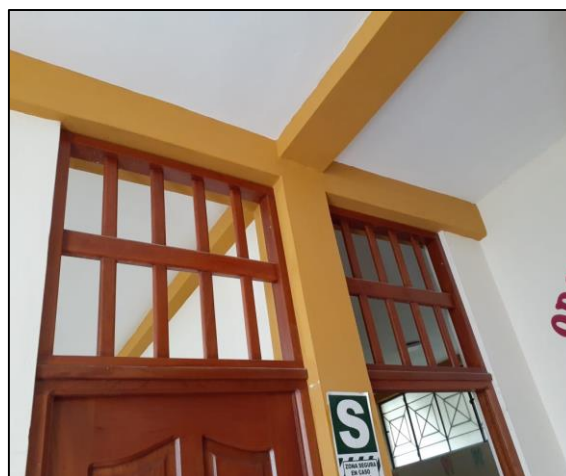


Figura 66. Conexión entre el diafragma y elemento estructural eficaz.

Tabla 78. Calificación por módulos del parámetro N°05 del CS – 04

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-04	M – 01			X
	M – 02	X		

FUENTE: Elaboración propia

f. Parámetro N°06: Configuración en planta

- Módulo 1 (M – 01)

Dimensiones

a	9.17 m
L	19.40 m
b	0.00 m

$$\beta_1 = 0.47$$

$$\beta_2 = 0.00$$

Por lo tanto, para el M - 01 le corresponde la calificación B.

- **Módulo 2 (M – 02)**

Dimensiones	
a	8.35 m
L	10.00 m
b	0.00 m
$\beta_1 =$	0.84
$\beta_2 =$	0.00

Por lo tanto, para el M - 02 le corresponde la calificación A.

Tabla 79. *Calificación por módulos del parámetro N°6 del CS – 04*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-04	M – 01		X	
	M – 02	X		

FUENTE: Elaboración propia

g. Parámetro N°07: Configuración en Elevación

Para el módulo M – 01, es de un nivel, por lo tanto:

$$RL = \frac{3.10\text{m} - 0\text{m}}{3.10\text{m}} = 1$$

Para el módulo M – 02 es de dos niveles y en ambos pisos presenta la misma altura de entre piso, por lo tanto:

$$RL = \frac{6.00\text{ m} - 0.00\text{ m}}{6.00\text{ m}} = 1$$

Se puede observar que los dos módulos son estructuras que presentan RL=1, por lo tanto, la calificación que le corresponde será “A”.

Tabla 80. *Calificación por módulos del parámetro N°7 del CS – 04*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-04	M – 01	X		
	M – 02	X		

FUENTE: Elaboración propia

h. Parámetro N°08: Distancia máxima entre muros y columnas

Para la calificación de este parámetro se tendrá en cuenta el año de construcción y si conto o no con asesoría técnica.

Para el modulo M – 01 se le asigno la calificación C, puesto que fue construido en el año 1998 y sin asesoría técnica; y para el módulo M – 02, se le atribuyó la letra A, fue construido en el año 2011 y con asesoría técnica.

Tabla 81. *Calificación por módulos del parámetro N°8 del CS – 04*

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-04	M – 01			X
	M – 02	X		

FUENTE: Elaboración propia

i. Parámetro N°09: Tipo de cubierta.

Para la calificación de este parámetro se tendrá en cuenta el tipo material y en qué condiciones esta, tener conexiones adecuadas y si es estable.

El M – 01 presenta una cubierta de eternit con viguetas de madera, y una base de techo de caña brava, cuenta con conexiones deficientes y es inestable por lo tanto se le califico con la letra C.

Para el M – 02, presenta una cubierta de calamina estable, con conexiones adecuadas y en buenas condiciones por lo tanto se le asignó la letra A.



Figura 67. *Cubierta de eternit.*



Figura 68. Cubierta de Calamina (Zinc) con vigas de madera.

Tabla 82. Calificación por módulos del parámetro N°9 del CS – 04

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-04	M – 01			X
	M – 02	X		

FUENTE: Elaboración propia

j. Parámetro N°10: Elementos no estructurales

Para el M – 01 se le asignó la calificación B, por tener un asentado de ladrillo inadecuado y para el modulo M– 02 se le calificó también con la letra C, por presentar una escalera sin barandas con conexión inadecuada al sistema resistente.



Figura 69. Muro con deficiencias en el asentado de ladrillo.



Figura 70. Escaleras que no cuenta con elementos de apoyo estructural, ni barandas de seguridad.

Tabla 83. Calificación por módulos del parámetro N°10 del CS – 04

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-04	M – 01		X	
	M – 02			X

FUENTE: Elaboración propia

a. Parámetro 11: Estado de conservación

La calificación de este parámetro para el modulo M – 01, es C, puesto que se encuentra en mal estado de conservación por tener filtraciones de agua en el techo lo cual hace que el material se desprenda y la madera y la caña brava se deteriore más rápido, además hay desprendimiento y agrietamientos en muros. Para el modulo M – 02 se le asignó la calificación A, ya que se encuentra en un estado bueno sin ninguna deficiencia hasta el momento.



Figura 71. y Figura 72. Deterioro de materiales por filtraciones de agua de lluvia.



Figura 73. Fisuramiento en el muro de la edificación.



Figura 74. Humedad debido a filtraciones



Figura 75. Desprendimiento de recubrimiento en columna.



Figura 76. Desprendimiento de cubierta.

Tabla 84. Calificación por módulos del parámetro N°11 del CS – 04

CÓDIGO	N° DE MÓDULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
CS-04	M – 01			X
	M – 02	X		

FUENTE: Elaboración propia

Resultados finales del CS – 04

Tabla 85. Evaluación del índice de vulnerabilidad Benedetti - Petrini para CS-04

i	Parámetro	K_iA	K_iB	K_iC	W_i	KW_i	
						M -01	M-02
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4	8	0
2	Calidad del sistema resistente	0	1	2	1	2	0
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1	-1	-1
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1	1	1
5	Diafragma horizontales	0	1	2	1	2	0
6	Configuración en planta	0	1	2	1	1	0
7	Configuración en elevación	0	1	3	2	0	0
8	Distancia máxima entre muros y columnas	0	1	2	1	2	0
9	Tipo de Cubierta	0	1	2	1	2	0
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1	1	2
11	Estados de conservación	0	1	2	1	2	0
IV (Índice de Vulnerabilidad)						61.76	8.82

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 86. Nivel de vulnerabilidad por módulo del CS – 04

CÓDIGO	MÓDULO	I_v	I_{vn}	VULNERABILIDAD SÍSMICA
CS - 04	M -01	64.71	65.623	ALTA
	M -02	8.82	9.4	BAJA

FUENTE: Elaboración propia

4.1.5. Puesto de Salud Los Sauces

Este centro de salud es de material prefabricado en sus elementos estructurales por tanto no ha sido considerado para el método del índice de vulnerabilidad ya que solamente se han evaluado centros de salud cuyos elementos estructurales sean de concreto armado.

Resumen final de resultados por el método de Benedetti - Petrini

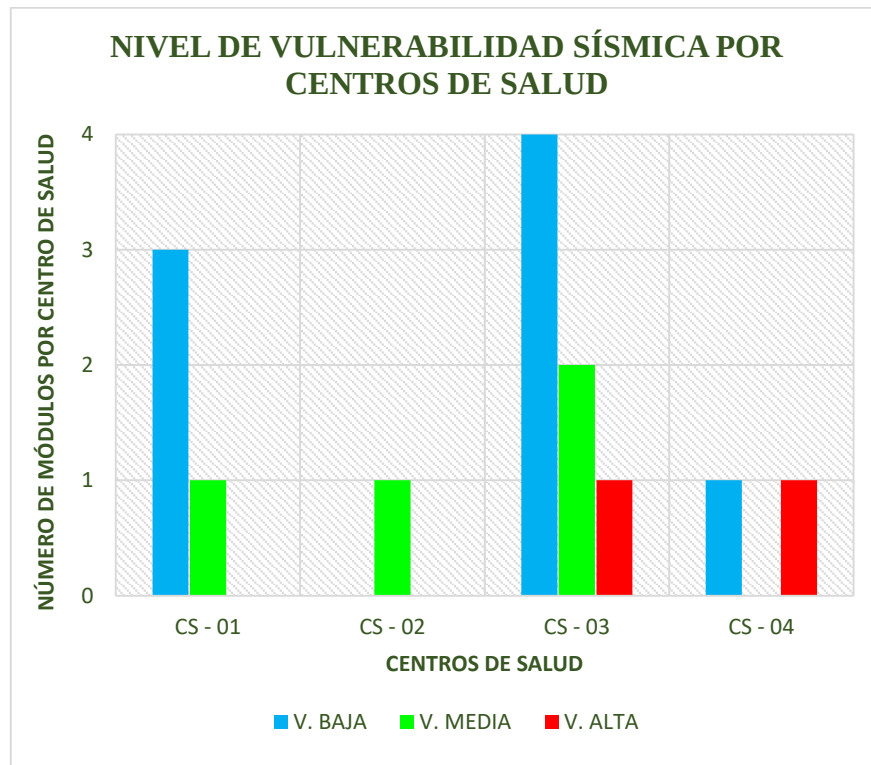


Figura 77. Nivel de Vulnerabilidad Sísmica por centro de salud.
FUENTE: Elaboración propia

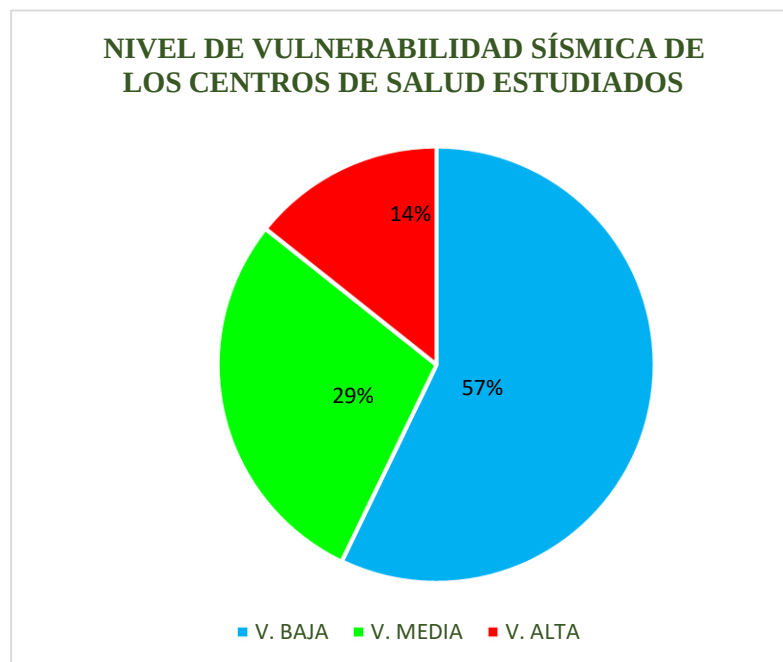


Figura 78. Nivel de vulnerabilidad sísmica de los centros de salud estudiados.
FUENTE: Elaboración propia

4.2. Resultados de la ficha técnica por el método del modelo matemático ISH.

4.2.1. Centro de Salud de Magllanal.

Tabla 87. Grado de seguridad estructural CS – 01.

GRADO DE SEGURIDAD POR PARÁMETROS													
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PESO	25	50	25	22	8	9	9	9	9	8	8	7	11
MÓDULO SEGURIDAD	25%							75%					
M - 01	Bajo									8			
	Medio				22	8	9	9	9		8	7	11
	Alto	25	50	25					9				
M - 02	Bajo									8			
	Medio				22	8	9	9	9	9	8	7	11
	Alto	25	50	25									
M - 03	Bajo								9	8	8		
	Medio						9		9			7	
	Alto	25	50	25	22	8		9					11
M - 04	Bajo					8	9			8	8	7	
	Medio		50	25	22				9	9			11
	Alto	25						9					

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 88. Tabulación de las respuestas de acuerdo a la categoría del CS - 01

SEGURIDAD ESTRUCTURAL				
MÓDULO	Alta probabilidad de no funcionar (BAJA)	Probablemente funcione (MEDIA)	Alta probabilidad de funcionar (ALTA)	Total
M - 01	6.00	62.25	31.75	100
M - 02	6.00	69.00	25.00	100
M - 03	18.75	18.75	62.50	100
M - 04	30.00	57.00	13.00	100

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 89. Factores de seguridad final e índices para el CS - 01

Ponderación horizontal		Factores de seguridad			
		M -01	M-02	M -03	M-04
Alta probabilidad de no funcionar	1	0.06	0.06	0.19	0.30
Probablemente funcione	2	1.25	1.38	0.38	1.14
Alta probabilidad de funcionar	4	1.27	1.00	2.50	0.52
Factor de seguridad Final		2.58	2.44	3.06	1.96
Índices					
Índice de seguridad		0.53	0.48	0.69	0.32
Índice de vulnerabilidad		0.48	0.52	0.31	0.68

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 90. Calificación de categoría por módulos del CS – 01

CATEGORÍA POR MÓDULOS	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
M - 01	B
M - 02	B
M - 03	A
M - 04	C

FUENTE: Elaboración propia

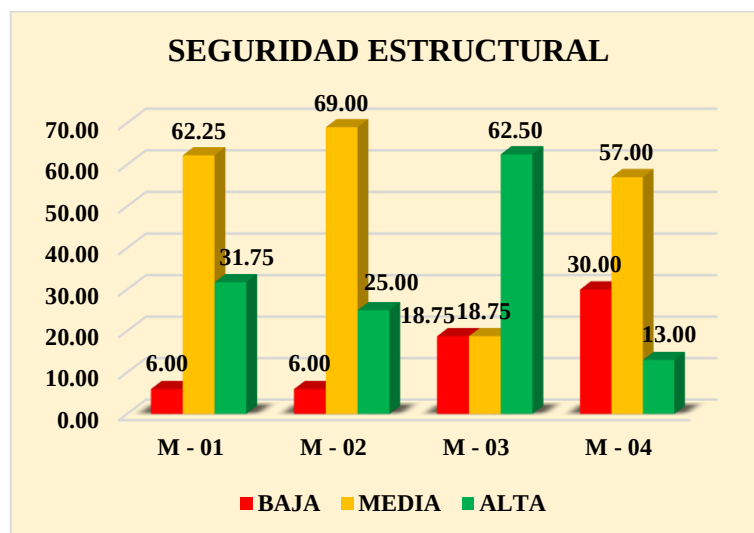


Figura 79. Gráfico de porcentajes según el grado de seguridad estructural del CS -01

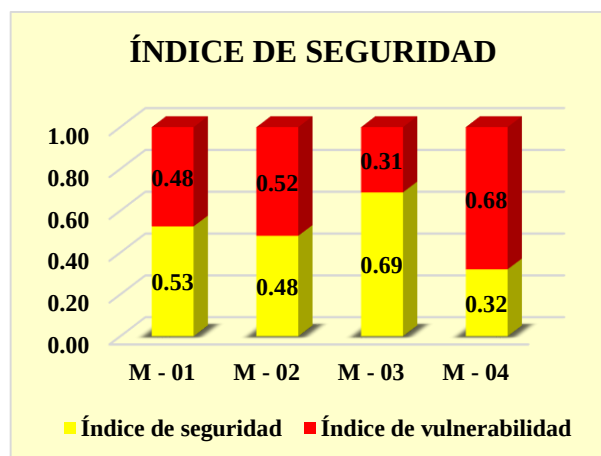


Figura 80. Gráfico de índice de seguridad y vulnerabilidad por módulos del CS - 01

4.2.2. Centro de Salud de Fila Alta.

Tabla 91. Grado de seguridad estructural CS – 02

GRADO DE SEGURIDAD POR PARÁMETROS													
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PESO	25	50	25	22	8	9	9	9	9	8	8	7	11
MÓDULO	SEGURIDAD					75%							
M - 01	Bajo					9	9				8	7	
	Medio		50		22	8							11
	Alto	25		25				9	9	8			

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 92. Tabulación de las respuestas de acuerdo a la categoría del CS - 02

SEGURIDAD ESTRUCTURAL				
MÓDULO	Alta probabilidad de no funcionar (BAJA)	Probablemente funcione (MEDIA)	Alta probabilidad de funcionar (ALTA)	Total
M - 01	24.75	43.25	32.00	100

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 93. Factores de seguridad final e índices para el CS - 02

Ponderación horizontal		Factores de seguridad
		M - 01
Alta probabilidad de no funcionar	1	0.25
Probablemente funcione	2	0.87
Alta probabilidad de funcionar	4	1.28
Factor de seguridad Final		2.39
Índices		
Índice de seguridad		0.46
Índice de vulnerabilidad		0.54

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 94. Calificación de categoría por módulos del CS – 02

CATEGORÍA POR MÓDULOS	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
M - 01	B

FUENTE: Elaboración propia

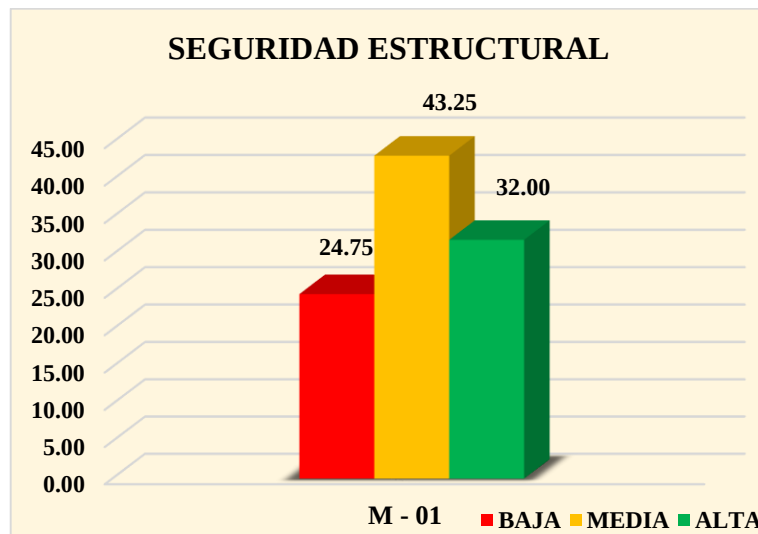


Figura 81. Gráfico de porcentajes según el grado de seguridad estructural del CS -02

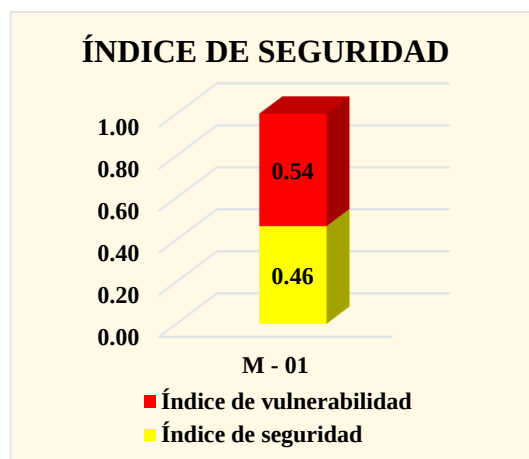


Figura 82. Gráfico de índice de seguridad y vulnerabilidad por módulos del CS – 02

4.2.3. Centro de Salud de Morro Solar.

Tabla 95. Grado de seguridad estructural CS – 03

GRADO DE SEGURIDAD POR PARÁMETROS														
PARÁMETRO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PESO		25	50	25	22	8	9	9	9	9	8	8	7	11
MÓDULO	SEGURIDAD	25%					75%							
M - 01	Bajo		50	25			9			9	8			
	Medio				22	8						8	7	11
	Alto	25						9	9					
M - 02	Bajo		50			8					8	8		
	Medio			25	22		9			9			7	11
	Alto	25						9	9					
M - 03	Bajo										8			
	Medio				22		9					8	7	11
	Alto	25	50	25		8		9	9	9				
M - 04	Bajo								9		8			
	Medio		50	25	22		9			9		8	7	11
	Alto	25				8		9						
M - 05	Bajo		50	25		8					8	8		
	Medio				22			9	9	9			7	11
	Alto	25					9							
M - 06	Bajo								9		8			
	Medio							9		9		8	7	11
	Alto	25	50	25	22	8	9							
M - 07	Bajo					8			9	9	8			
	Medio		50	25			9					8	7	11
	Alto	25			22			9						

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 96. *Tabulación de las respuestas de acuerdo a la categoría del CS - 03*

SEGURIDAD ESTRUCTURAL				
MÓDULO	Alta probabilidad de no funcionar (BAJA)	Probablemente funcione (MEDIA)	Alta probabilidad de funcionar (ALTA)	Total
M - 01	38.25	42.00	19.75	100
M - 02	30.50	49.75	19.75	100
M - 03	6.00	42.75	51.25	100
M - 04	12.75	68.25	19.00	100
M - 05	36.75	50.25	13.00	100
M - 06	12.75	33.00	54.25	100
M - 07	25.50	45.00	29.50	100

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 97. *Factores de seguridad final e índices para el CS - 03*

Ponderación horizontal	Factores de seguridad							
		M -01	M-02	M -03	M-04	M -05	M-06	M -07
Alta probabilidad de no funcionar	1	0.38	0.31	0.06	0.13	0.37	0.13	0.26
Probablemente funcione	2	0.84	1.00	0.86	1.37	1.01	0.66	0.90
Alta probabilidad de funcionar	4	0.79	0.79	2.05	0.76	0.52	2.17	1.18
Factor de seguridad Final		2.01	2.09	2.97	2.25	1.89	2.96	2.34
Índices								
Índice de seguridad		0.34	0.36	0.66	0.42	0.30	0.65	0.45
Índice de vulnerabilidad		0.66	0.64	0.35	0.58	0.70	0.35	0.56

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 98. *Calificación de categoría por módulos del CS - 03*

CATEGORÍA POR MÓDULOS	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
M - 01	C
M - 02	B
M - 03	A
M - 04	B
M - 05	C
M - 06	A
M - 07	B

FUENTE: Elaboración propia

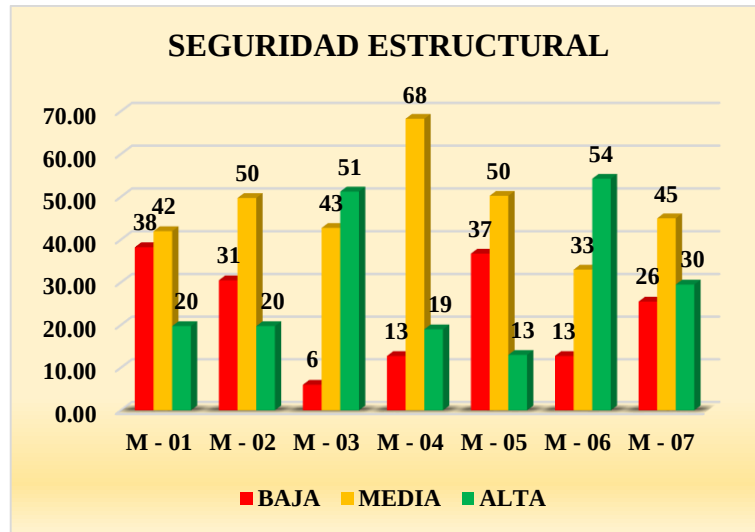


Figura 83. Gráfico de porcentajes según el grado de seguridad estructural del CS -03

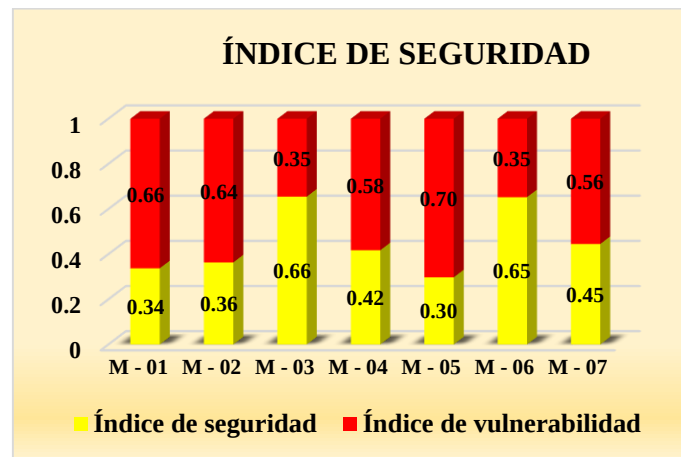


Figura 84. Gráfico de índice de seguridad y vulnerabilidad por módulos del CS – 03

4.2.4. Puesto de Salud de Chambamontera

Tabla 99. Grado de seguridad estructural CS – 04.

GRADO DE SEGURIDAD POR PARÁMETROS														
PARÁMETRO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PESO		25	50	25	22	8	9	9	9	9	8	8	7	11
MÓDULO	SEGURIDAD	25%					75%							
M - 01	Bajo				22	8				9	8			
	Medio		50	25			9	9				8	7	11
	Alto	25						9						
M - 02	Bajo										8			
	Medio		50			8	9	9				8	7	11
	Alto	25		25	22			9	9					

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 100. Tabulación de las respuestas de acuerdo a la categoría del CS – 04.

SEGURIDAD ESTRUCTURAL				
MÓDULO	Alta probabilidad de no funcionar (BAJA)	Probablemente funcione (MEDIA)	Alta probabilidad de funcionar (ALTA)	Total
M - 01	35.25	51.75	13.00	100
M - 02	6.00	51.50	42.50	100

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 101. Factores de seguridad final e índices para el CS – 04.

Ponderación horizontal		Factores de seguridad	
		M -01	M-02
Alta probabilidad de no funcionar	1	0.35	0.06
Probablemente funcione	2	1.04	1.03
Alta probabilidad de funcionar	4	0.52	1.7
Factor de seguridad Final		1.91	2.79
Índices			
Índice de seguridad		0.30	0.60
Índice de vulnerabilidad		0.70	0.40

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 102. Calificación de categoría por módulos del CS – 04.

CATEGORÍA POR MÓDULOS	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
M - 01	C
M - 02	B

FUENTE: Elaboración propia

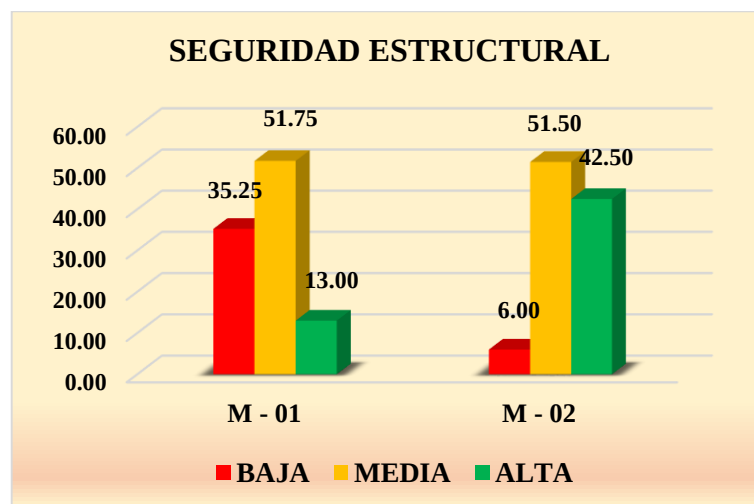


Figura 85. Gráfico de porcentajes según el grado de seguridad estructural del CS - 04.

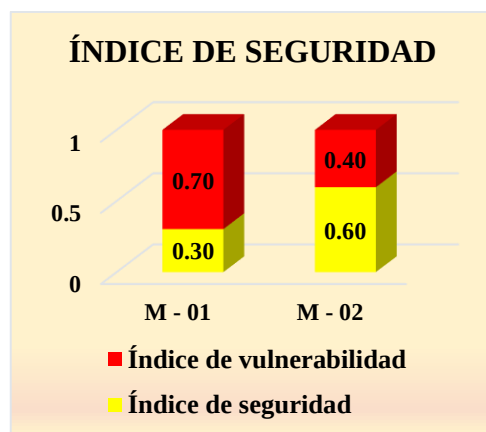


Figura 86. Gráfico de índice de seguridad y vulnerabilidad por módulos del CS – 04.

4.2.5. Puesto de Salud de Los Sauces

Tabla 103. Grado de seguridad estructural CS – 05.

GRADO DE SEGURIDAD POR PARÁMETROS													
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PESO	25	50	25	22	8	9	9	9	9	8	8	7	11
MÓDULO SEGURIDAD	25%						75%						
M - 01	Bajo				8			9		8			
	Medio			22									11
	Alto	25	50	25			9	9		9		8	7
M - 02	Bajo				8			9		8			
	Medio			22					9		8		11
	Alto	25	50	25			9	9				7	
M - 03	Bajo							9		8			
	Medio			22	8				9		8		11
	Alto	25	50	25			9	9				7	

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 104. Tabulación de las respuestas de acuerdo a la categoría del CS – 05.

SEGURIDAD ESTRUCTURAL				
MÓDULO	Alta probabilidad de no funcionar (BAJA)	Probablemente funcione (MEDIA)	Alta probabilidad de funcionar (ALTA)	Total
M - 01	18.75	24.75	56.50	100
M - 02	18.75	37.50	43.75	100
M - 03	12.75	43.50	43.75	100

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 105. Factores de seguridad final e índices para el CS – 05.

Ponderación horizontal		Factores de seguridad		
		M -01	M-02	M -03
Alta probabilidad de no funcionar	1	0.19	0.19	0.13
Probablemente funcione	2	0.50	0.75	0.87
Alta probabilidad de funcionar	4	2.26	1.75	1.75
Factor de seguridad Final		2.94	2.69	2.75
Índices				
Índice de seguridad		0.65	0.56	0.58
Índice de vulnerabilidad		0.35	0.44	0.42

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 106. Calificación de categoría por módulos del CS – 05

CATEGORÍA POR MÓDULOS	
MÓDULO	CALIFICACIÓN
M - 01	B
M - 02	B
M - 03	B

FUENTE: Elaboración propia

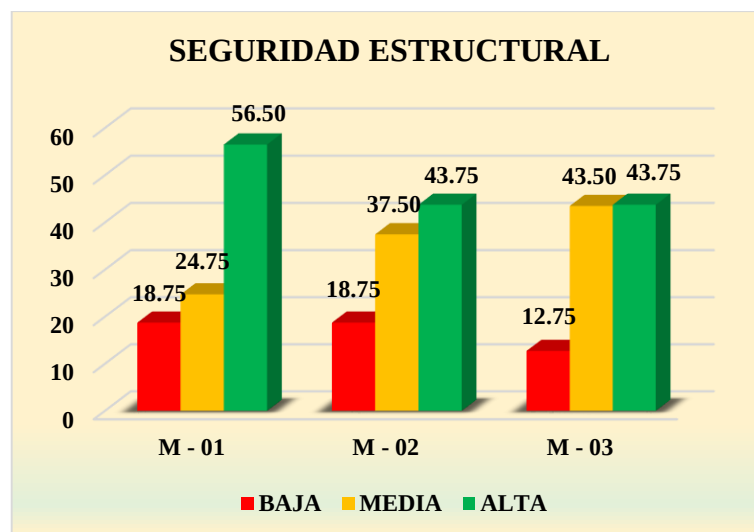


Figura 87. Gráfico de porcentajes según el grado de seguridad estructural del CS -05.

FUENTE: Elaboración propia

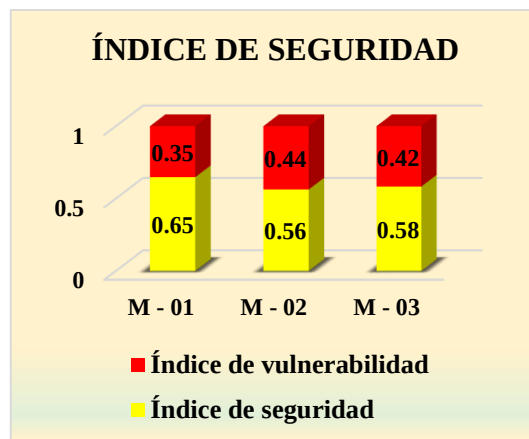


Figura 88. Gráfico de índice de seguridad y vulnerabilidad por módulos del CS – 05.

FUENTE: Elaboración propia

Resumen final de resultados por gráficos del método ISH

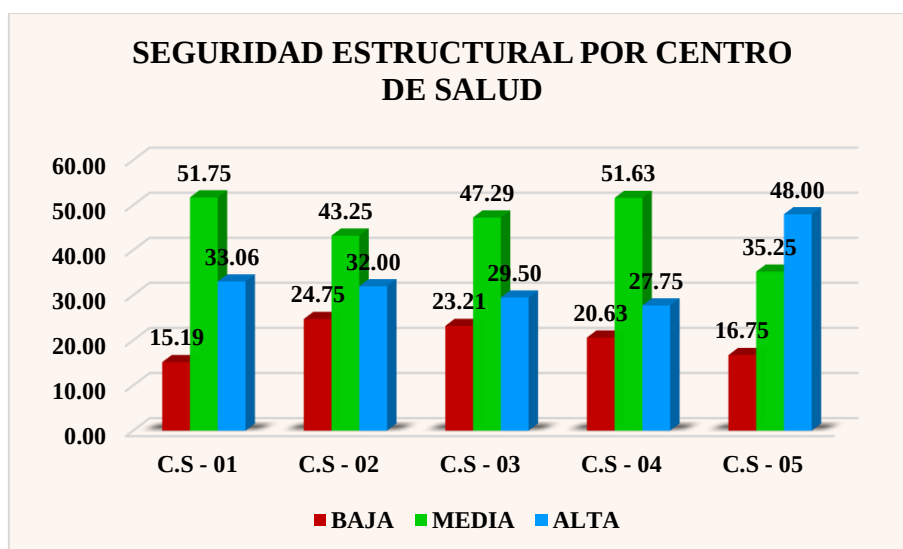


Figura 89. Seguridad estructural por centro de salud.

FUENTE: Elaboración propia

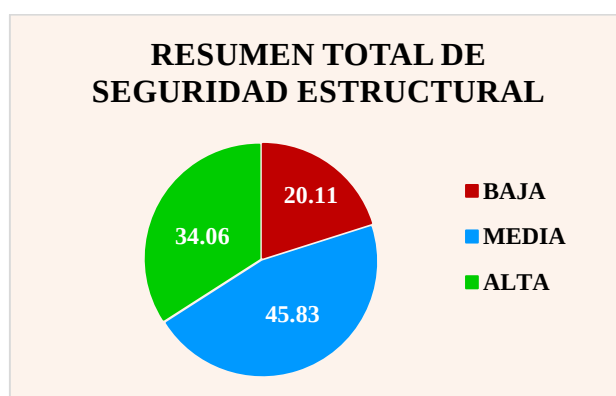


Figura 90. Resumen total de seguridad estructural.

FUENTE: Elaboración propia

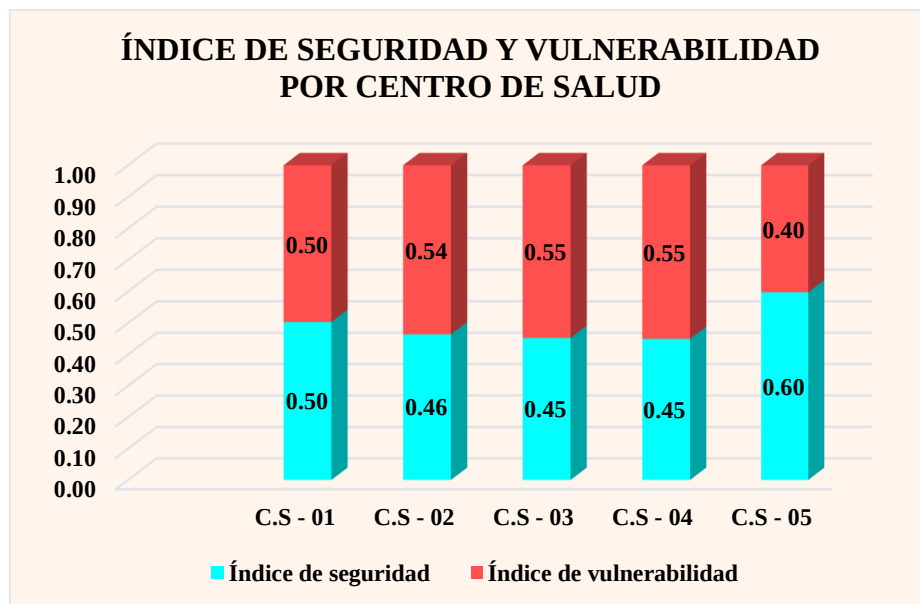


Figura 91. Índice de seguridad estructural por centro de salud.

FUENTE: Elaboración propia

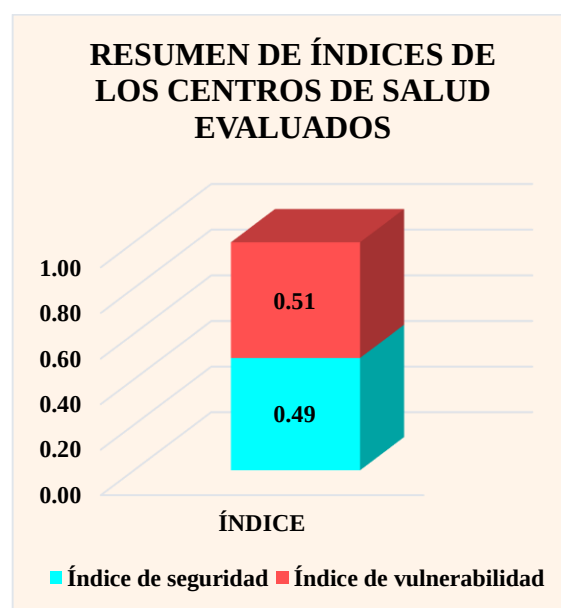


Figura 92. Resumen de índices de los centros de salud estudiados.

FUENTE: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Los establecimientos de salud evaluados presentan construcciones de hasta 30 años de antigüedad y hasta 05 años las más recientes, donde todos los módulos son asignados a la atención y bienestar de la población. La mayor parte de módulos son de un piso, pero con el transcurrir de los años y el crecimiento poblacional se ha venido realizando construcciones y remodelaciones de manera desordenada alterando así el funcionamiento de las estructuras y poniendo en peligro la vida.

En la evaluación de los once parámetros de Benedetti y Petrini se hizo una inspección al estado actual de las estructuras de todos los centros de salud, obteniendo que los módulos más antiguos de los centros de salud tienen una vulnerabilidad entre ALTA – MEDIA, esto indica que en dichas estructuras pueden ocurrir daños importantes ocasionando accidentes debido a caídas de los materiales utilizados y dejando algunos ambientes inhabilitados o fuera de funcionamiento, por tanto no es adecuada su utilización, y los módulos construidos más recientes están en una vulnerabilidad entre MEDIA – BAJA.

En el método de índice de seguridad hospitalaria (ISH) se evaluó la parte de seguridad estructural el cual consta de trece parámetros permitiendo así calcular el nivel de seguridad obteniendo que los módulos de los centros de salud más antiguos tienen un nivel de seguridad estructural BAJA, peligrando la vida de los ocupantes (personal médico y pacientes), debiendo tomar medidas preventivas de manera urgente e inmediata ya que no es suficientes para proteger la vidas de los pacientes y el personal durante y después de un desastre, para los módulos que tienen un nivel de seguridad estructural MEDIA se debe tomar acciones necesarias a corto plazo ya que puede poner en riesgo a los pacientes , el personal y su funcionamiento y para los módulos de seguridad estructural ALTA que son tres, aunque es probable que continúe funcionando en caso de desastres se debe continuar con medidas para mejorar la capacidad de respuesta.

De acuerdo a los resultados obtenidos por ambos métodos se pudo observar que se obtienen resultados similares en gran parte puesto que para la evaluación de estructuras consideran las características más importantes que puedan verse afectadas por un evento sísmico.

En investigaciones anteriores realizadas a centros de salud y hospitales evaluados por ambos métodos se obtuvieron resultados parecidos a las tesis que se consideran como referencias bibliográficas, es así que se obtuvo vulnerabilidad alta y seguridad baja en aquellas edificaciones más antiguas, así tenemos: en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica realizada a tres centros de salud por el método de índice de vulnerabilidad en el distrito de Ayacucho se obtuvo que las vulnerabilidades de dos centros de salud eran BAJA y un centro de salud con vulnerabilidad ALTA. Además, en el estudio realizado al sector B y D del hospital regional de Cajamarca por el modelo matemático ISH se obtuvo que el grado de vulnerabilidad del sector B es media y el grado de vulnerabilidad del sector D fue BAJA, siendo de vital importancia conocer cuan vulnerables estos establecimientos puesto que son edificaciones esenciales y en función a estos estudios tomar acciones necesarias para reducir los daños que puedan ocasionar un fenómeno sísmico.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- a.** Se determinó el índice de vulnerabilidad sísmica de los centros de salud por el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti Petrini, donde se obtuvo que el CS – 01 tiene tres módulos con vulnerabilidad BAJA y uno módulo con vulnerabilidad MEDIA, el CS – 02 tiene una vulnerabilidad MEDIA, el CS – 03 tiene cuatro módulos con vulnerabilidad BAJA, dos con vulnerabilidad MEDIA y uno con ALTA y el CS – 04 tiene un módulo con vulnerabilidad ALTA y otro con vulnerabilidad BAJA.
- b.** Se determinó el índice de seguridad estructural por el método del modelo matemático del (ISH), obteniendo que el CS – 01 tiene un nivel de seguridad estructural de 15.19 % en BAJA, 51.75 en MEDIA y 33.06 en ALTA, el CS – 02 tiene un nivel de seguridad de 24.75% en BAJA, 43.25% en MEDIA y 32.00% en ALTA, el CS – 03 tiene un nivel de seguridad de 23.43% en BAJA, 47.00% en MEDIA y 29.57% en ALTA, el CS – 04 tiene un nivel de seguridad de 20.63% en BAJA, 51.63% en MEDIA y 27.75% en ALTA y finalmente para el CS – 05 tiene una seguridad de 16.75% en BAJA, 35.25% en MEDIA Y 48.00% en ALTA.
- c.** Algunos de los módulos de los centros de salud fueron diseñados con la norma Sismo resistente E 030 del año 1977 y 1997 por lo tanto los resultados van a diferir en hacer una comparación o evaluación con la norma actual.
- d.** Los elementos estructurales están asociados a factores como la falta de arriostramiento en muros de albañilería, siendo estos los causantes de columna corta; a elementos no estructurales mal conectados generando cargas adicionales y no tomados en cuenta para el diseño sismo resistente, a la antigüedad que tiene la edificación, el tipo de material utilizado, al incumplimiento de la normatividad y a una inadecuada supervisión en su ejecución.

- e. El uso de los métodos de índice de vulnerabilidad y el índice de seguridad son efectivos y se aplican a nivel mundial ya que se obtienen resultados óptimos dando a conocer en qué situación o cuan vulnerables se encuentran las edificaciones y así tomar precauciones para reducir los daños frente a un desastre.

6.2. Recomendaciones

- a. Según la escala de valorización de la vulnerabilidad de Quispe (2018), planteamos que si el $I_{vn} \geq 50$ éstas estructuras deben ser demolidas y por ende proyectar una construcción nueva.
- b. Cada establecimiento de salud debe contar con un plan de riesgos de desastres para así tomar precauciones y reducir los daños que puedan ser ocasionados por un fenómeno destructivo.
- c. Supervisar que se cumpla la normatividad tanto en el diseño y en su respectiva ejecución.
- d. Tomar medidas urgentes en las áreas donde el índice de seguridad es bajo ya que son las partes más vulnerables a que la estructura sufra graves daños pudiendo quedar fuera de servicio. Es así que:
 - Para el centro de salud Magllanal, el M – 04, reforzar con columnas la escalera además no se debe construir sobre los niveles existentes.
 - Para el centro de salud Morro Solar los el M – 05, debe ser demolido porque presenta un índice de vulnerabilidad de 68.65 y es mayor a 50, son construcciones antiguas y sus ambientes no son los adecuados para la atención.
 - Para el centro de salud de Chambamontera el M – 01, tiene una vulnerabilidad de 65.62 y debe demolerse ya que es mayor a 50, sus materiales están deteriorados por la misma antigüedad que tienen cumpliendo con su vida útil además ya no garantizan una estructura resistente y segura.

- Para el centro de salud de Los Sauces por ser prefabricado a pesar que tiene una seguridad alta la estructura no es la adecuada para brindar servicios de salud y no cumple con los requisitos de una edificación esencial.
- En el centro de salud de Fila Alta se debe realizar trabajos de protección contra el empuje que ejerce el suelo a la edificación y también contra la humedad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguinaga Pérez, J. O. (2018). *ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD EN EL HOSPITAL DOCENTE BELÉN DE LAMBAYEQUE EN EL AÑO 2016*.
- Caballero Guerrero, A. R. (2007). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica por medio del método del índice de vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica. Tesis de maestría*. Retrieved from <http://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/105>
- Carhuallanqui Flores, F., & Medina Fernández, G. E. (2019). *VULNERABILIDAD SISMICA APLICANDO LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI Y PETRINI EN LOS EDIFICIOS DE LA CIUDAD DE TÚMAN*. Universidad Nacional “Pedro Ruiz gallo.”
- Cholán Caruajulca, T. E. (2018). *VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SECTOR B Y D DEL HOSPITAL REGIONAL DE CAJAMARCA*.
- Córdova Rojas, C. (2014). Seminario De Promoción De La Normatividad Para El Diseño Y Construcción De Edificaciones Seguras. *Norma Técnica E030*, 47.
- DINAPRE, D. N. de prevención. (2006). *Manual Básico para la estimación de riesgos*. 1–75.
- Geofisico, I., & Cndg, D. D. S. (2007). *Instituto geofisico del peru*. 2007.
- Gómez Prado, W., & Loayza Yañez, A. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica (Universidad Nacional de Huancavelica; Vol. 3). Retrieved from <file:///C:/Users/lexav/Desktop/Integrador/TP - UNH CIVIL 0025.pdf>
- Herráiz Sarachaga, M. (1997). *CONCEPTOS BÁSICOS DE SÍSMOLOGÍA PARA INGENIEROS*. Lima.
- instituto-geofísico-del-perú. (2019). *Conceptos-Básicos*. Retrieved from <https://portal.igp.gob.pe/conceptos-basicos>
- Llanos López, L. L., & Vidal Gómez, L. M. (2003). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ESCUELAS PÚBLICAS DE CALI: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA*. UNIVERSIDAD DEL VALLE.
- Martinez Cuevas, S. (2014). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA URBANA BASADA EN TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS Y DISPOSICIÓN URBANA DE LA EDIFICACIÓN. APLICACIÓN EN LA CIUDAD DE LORCA, REGIÓN DE MURCIA*.
- Modelo_matematico_ISHMP FINAL*. (n.d.).

- Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de la Salud. (2018). *Índice de seguridad hospitalaria. Guía para evaluadores*.
- Peuyodjona Luuli, N. N. (2017). *Trabajo de Diploma Dedicatoria*. UNIVERSIDAD DE CAMAGÜEY.
- Quispe Auccapuclla, N. L., & Quispe Auccapuclla, N. L. (2004). *Evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de ayacucho*.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, por brindarnos salud y las energías necesarias para poder culminar nuestro proyecto de investigación en este largo y fructífero trayecto.

A la Universidad Nacional de Jaén, por el apoyo brindado en toda nuestra formación profesional.

A los gerentes o jefes de cada centro de salud involucrado en el proyecto, por la confianza depositada en nosotros, por el apoyo constante y más aún por las facilidades brindadas en cada uno de ellos.

A nuestro asesor, Ing. Juan Alberto Contreras Moreto por su paciencia, apoyo y su orientación, le agradecemos por su generosidad al brindarnos la oportunidad de acudir a su capacidad.

DEDICATORIA

Dios, quién supo guiarme por el camino indicado en todo momento, darme las fuerzas necesarias para poder salir adelante y no desmayar ante cualquier obstáculo presentado, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder nunca la dignidad y humildad.

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional para alcanzar uno de mis objetivos trazados.

Humberto

A Dios, por darme la fortaleza, las fuerzas y el valor, quién con su bendición derramada ha logrado que pueda culminar esta gran etapa en mi vida.

A mis padres, Edita y Eliseo por sus incansables esfuerzos y sacrificio que han realizado por mí, quienes siempre me han cuidado con amor y paciencia, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien; mi madre por sus sabios consejos para dirigir mi vida.

A mis hermanos Keyla y Yeferson, por su apoyo incondicional, y compartir conmigo cada etapa de mi vida.

Greisy Lisett

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de los centros de salud donde se realizó la investigación



Figura 93. Ubicación de los Centros de Salud estudiados.

FUENTE: Google Earth – Setiembre 2019

Anexo 2. Categorización de los establecimientos de salud del distrito de Jaén 2019

Dirección de Salud Jaén Oficina de Estadística e Informática Establecimientos de Salud según Provincia y Distrito Año 2019										
Nº	Cod_dis a	Cod_red	Cod_mi c	Tipo	Quintiles	Categoría	Ubigeo	Cod_2000 RENAE	Establecimiento	
RED	I	Jaén								
							Distrito de Jaén			
1	07	15	00	1	2 (muy pobre)	II - 1	060801101	000004210	Hospital General de Jaén	
2	07	15	01	2	2 (muy pobre)	I - 4	060801201	000004211	C.S. Morro Solar	
3	07	15	03	2	2 (muy pobre)	I - 3	060801202	000004212	C.S. Magllanal	
4	07	15	01	2	2 (muy pobre)	I - 3	060801203	000004213	C.S. Fila Alta	
5	07	15	02	2	2 (muy pobre)	I - 3	060801204	000004219	C.S. Chambamontera	
6	07	15	01	3	2 (muy pobre)	I - 1	060801302	000004214	P.S. Las Naranjas	
7	07	15	01	3	2 (muy pobre)	I - 1	060801303	000004215	P.S. Chamaya	
8	07	15	03	3	2 (muy pobre)	c/médico	I - 2	060801304	000004216	P.S. Cascarilla
9	07	15	02	3	2 (muy pobre)		I - 1	060801305	000004217	P.S. Tabacal de Jaén
10	07	15	02	3	2 (muy pobre)		I - 1	060801306	000004218	P.S. Vista Alegre de Zonanga
11	07	15	01	3	2 (muy pobre)		I - 1	060801308	000004220	P.S. Palma Central
12	07	15	01	3	2 (muy pobre)		I - 1	060801309	000004221	P.S. Valillo
13	07	15	03	3	2 (muy pobre)		I - 1	060801310	000004222	P.S. Alto Vista Alegre
14	07	15	03	3	2 (muy pobre)		I - 1	060801311	000006994	P.S. Loma Santa
15	07	15	01	3	2 (muy pobre)		I - 1	060801312	000007024	P.S. San Martín de Porres
16	07	15	01	3	2 (muy pobre)	c/médico	I - 2	060801313	000007168	P.S. Montegrande
17	07	15	02	3	2 (muy pobre)		I - 1	060801314	000010007	P.S. Granadillas
18	07	15	01	3	2 (muy pobre)		I - 1	060801315	000010804	P.S. Puente Zonanga
19	07	15	03	3	2 (muy pobre)		I - 1	060801316	000015392	P.S. San José de la Alianza
20	07	15	03	3	2 (muy pobre)		I - 1	060801317	000016137	P.S. Rinconada Lajeña
21	07	15	03	3	3 (muy pobre)		I - 1	060801318	000024719	P.S. La Virginia
22	07	15	01	2	2 (muy pobre)		I - 3	060801205	C.S. LOS SAUCES	

FUENTE: Dirección de Salud Jaén - 2019

Anexo 3.

**Documentos y
placas que hacen
mención el año de
construcción de
tres centros de
salud en estudio.**

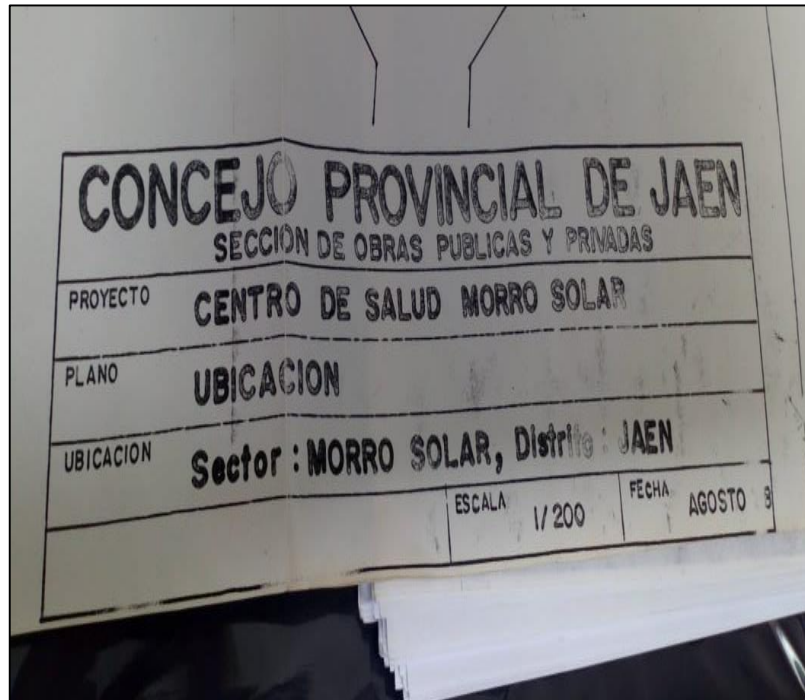


Figura 94. Membrete de plano donde se aprecia el año la antigüedad (1988) del primer módulo de CS - 03.



Figura 95. Placa de inauguración del CS - 04.

N° de Registro	N° de Folio
0155	01
V. B. - Rúbrica del Fedatario	

MEMORIA DESCRIPTIVA

Convenio N° : 0319935595
Proyecto : CONSTRUCCIÓN POSTA MEDICA - MAGLLANAL

Tomando como fuente la información del expediente del convenio antes citado, se ha preparado la siguiente Memoria Descriptiva

I PARTE: GENERALIDADES

1. UBICACIÓN

Departamento: Cajamarca
Provincia: Jaén
Distrito: Jaén
Localidad: Magllanai

2. OBJETIVOS

El objetivo de este Proyecto es dar Seguridad y Protección a la población en general con la construcción de una Posta Medica que garantizan un buen servicio medico.

II PARTE: ANTECEDENTES

3. DESTINO DE LA OBRA

La obra está destinada a Infraestructura Social - Sector Salud

4. FECHA DE APROBACIÓN

29/10/93

5. FECHA DE TERMINACIÓN (fecha de suscripción del Acta de Terminación)

03 de Junio de 1994

6. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo para ejecutar la obra fue de 03 meses

7. MODALIDAD DE EJECUCIÓN (Administración Directa-Por Contrata)

La obra la ejecuto el Núcleo Ejecutor por Administración Directa

8. PROCEDIMIENTO DE LIQUIDACIÓN (Por Oficio - Regularmente)

La obra se liquido Regularmente

ARCHIVO DE PROYECTOS MAGLLANAL
ARQUITECTO
[Firma]

Anexo 4. Guía de evaluación del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini.

	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MÉTODO DEL MODELO MATEMÁTICO ISH GUÍA DE EVALUACIÓN PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL	
<u>INDICE DE VULNERABILIDAD</u>		
DATOS GENERALES Nombre del C.S.: Año de construcción Sótanos N° total de pisos Autoconstrucción		
PARAMETROS:		
PARAMETRO 1: Tipo y organización del sistema resistente		
Presencia de: Asistido por un profesional afin Año de construcción menor a 1997 Clase: 		
PARAMETRO 2: Calidad del sistema resistente		
Presencia de: Asistido por un profesional afin Año de construcción menor a 1997 Clase: 		
PARAMETRO 3: Resistencia convencional		
Area total construida en planta (At) :		
Número de pisos		
Áreas totales resistentes de muros en X (Ax)		
Áreas totales resistentes de muro en Y (Ay)		
Áreas de concreto en X (Cx)		
Áreas de concreto en Y (Cy)		
Altura promedio (H)		
Peso específico de la mampostería (Pm)		
Peso específico del concreto (Pco)		
Peso por unidad de área del diafragma horizontal (Ps)		
Número de diafragmas horizontales (M)		
Área total de la cubierta (Ac)		
Peso por unidad de cubierta (Pc)		
Resistencia al corte de los muros (τ_m)		
Resistencia al corte del concreto (τ_c)		
Suelo (s)		
Uso (U)		
Zona sísmica (Z)		
Coeficiente Sísmico (C.)		
Coeficiente de reducción sísmica (R)		
Periodo del suelo (Tp)		

Cálculo de la resistencia cortante (VR) menos favorable: $VR = \min(Ax Ay) \cdot \tau_m$ VR = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura: $W = N(Ax + Ay) \cdot H \cdot P_m + M \cdot P_s \cdot A_t + A_c \cdot P_c$ W = Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR: $CSR = VR/W$ CSR = Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE: $CSE = zucs/R$ Relación entre la fuerza resistente y la fuerza del diseño (α_h) $\alpha_h = CSR/CSE$
PARAMETRO 4: Posición del Edificio y de la cimentación
Edificación cimentada Sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño. Sismorresistente E – 030. Cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño Sismorresistente E – 030. Presencia de sales y humedad. Sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales y humedad. Clase: _____
PARAMETRO 5: Diafragma Horizontal
Presencia de: Edificación con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones: . Ausencia de planos a desnivel . Losa de Concreto . Conexión entre el diafragma y los muros es Efixas Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A. Clase: _____
PARAMETRO 6: Configuración en Planta
No se observa pretuverancias a = L = $\beta_1 = a/L$ $\beta_1 =$
PARAMETRO 7: Configuración en Elevación
H = T = $RL = (H - T)/H$
PARAMETRO 8: Espaciamiento máximo entre los muros
Presencia de: Asistido por un profesional afin Año de construcción menor a 1997 Clase : _____

PARAMETRO 9: Tipo de cubierta			
Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y material liviano. Edificación con cubierta plana Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.			
PARAMETRO 10: Elementos no estructurales			
Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente. Edificio con parapetos mal conectados al sistema resistente. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura.			
PARAMETRO 11: Estado de conservación			
En que estado se encuentra la construcción	BUEN 	REGULAR 	MAL ESTADO

Anexo 5. Guía de evaluación del índice de seguridad de hospitales (ISH).



**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA
MÉTODO DEL MODELO MATEMÁTICO ISH
GUÍA DE EVALUACIÓN PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL**



1. DAÑOS ESTRUCTURALES DEBIDO A EVENTOS ADVERSOS.

verificar:

Dictamen estructural que indique que el grado de seguridad ha sido comprometido después de un evento

Si no existiera lo anterior, considerar si luego de un evento se presentaron fisuras, asentamientos

No se presentaron daños luego de un evento sísmico

NOTA: Dejar en blanco si no han ocurrido fenómenos naturales.

2. ESTÁNDARES DE CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN.

Verificar si se han realizado reparaciones o nuevas construcciones que afectaron la edificación.

Reparaciones o construcciones importantes con evidencia de estar mal hechas

Reparaciones o construcciones menores sin considerar las normas

Reparaciones o construcciones han sido bien hechas

3. REMODELACIÓN O ADAPTACIÓN QUE AFECTAN LA ESTRUCTURA.

Verificar si se han realizado modificaciones que afectaron la edificación.

Remodelaciones o adaptaciones importantes con evidencia de estar mal hechas

Remodelaciones o adaptaciones menores sin considerar las normas

Remodelaciones o adaptaciones han sido bien hechas o no han sido necesarias.

4. ESTADO DE LA EDIFICACIÓN

Verificar si existe:

Grietas

Hundimientos

Perdida de recubrimiento

Presenta Daños

Deteriorada por meteorización o exposición al ambiente, con grietas en las zonas de especial cuidado (ver de acuerdo cada material de construcción) y con evidencia de hundimiento.

Presenta uno o dos de los casos mencionados, o es construida con tierra en zona sísmica o propensa a inundaciones.

Sana, no se observan deterioro, grietas ni hundimientos.

5. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Verificar si los elementos cuyos materiales se encuentran en mal estado son estructurales.

Si se presenta uno o más de lo siguiente: Marcar "B"

Oxidada con escamas

Grietas mayores de 3 mm

Agrietamiento diagonal en muros

Deformaciones perceptibles en elementos de acero/madera

Falta de elementos en conexiones

Pérdida de sección

Si se presenta uno o más de lo siguiente: marcar "M"

Grietas entre 1 y 3 mm

Oxido en forma de polvo

Grietas diagonales incipientes en muro

Falta de algunos elementos en conexiones de estructuras en acero y madera

Marcar "A" si se presenta lo siguiente

Grietas menores de 1 mm

No hay óxido en el concreto

Grietas mínimas en los muros

Deformaciones imperceptibles en elementos de acero y madera

11.	IRREGULARIDADES EN PLANTA	
	Verificar la forma de la edificación Para que la estructura sea uniforme a. Se respetan las juntas sísmicas ☐ b. No haya patios en el interior del edificio ☐ c. Las columnas y elementos portantes conserven ejes ☐ Presencia de elementos que pueden causar torsión a. Tanques de agua ubicados en un extremo de la cubierta ☐ <i>B, se presentan las tres o, por lo menos, dos de las opciones (formas no regulares, estructura no uniforme en la planta o presencia de elementos que pueden causar torsión)</i> <i>M, se presenta una de las opciones</i> <i>A, no se presenta ninguna de las opciones.</i>	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
12.	IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN	
	Identificar: La presencia de discontinuidad a. Diferentes materiales de construcción empleados en los diferentes niveles ☐ b. Que el segundo piso sobresale del primero ☐ Masas concentradas a. Tanques de agua ubicados sobre el techo ☐ Pisos blandos a. Pisos de diferente altura ya sea por lobby, estacionamiento, sala de espera ☐ Columnas cortas ☐ <i>B, se presentan las tres o, por lo menos, dos de las opciones (el edificio presenta discontinuidad, masas concentradas, pisos blandos y columnas cortas)</i> <i>M, se presenta aunque sea una de las alternativas</i> <i>A, no se presenta ninguna de las opciones.</i>	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
13.	ADECUACIÓN DE LA ESTRUCTURA A OTROS EVENTOS ADVERSOS	
	De acuerdo con las orientaciones del capítulo segundo (ubicación geográfica) y a las medidas de prevención o mitigación que se hayan implementado verificar la capacidad del hospital en su conjunto, para enfrentar las diferentes amenazas a las que se encuentra expuesto (no considerando los sismos y los fuertes vientos). <i>B, No contempla la adecuación frente a los otros fenómenos presentes en la zona donde está ubicado el hospital</i> <i>M, Adecuación media frente a los otros fenómenos</i> <i>A, Adecuación completa frente a los otros fenómenos que los pueden afectar.</i>	

**Anexo 6. Solicitud
a la DISA
(Dirección
regional de la
salud) – JAÉN y
la GERENCIA
SUB -
REGIONAL
JAÉN.**

Jaén, 06 de Junio del 2019.

SEÑOR:
DR. EDWIN YOBER GAVIDIA OLIVERA
DIRECTOR DE LA DISA JAÉN

ATENCIÓN:
LIC. JIMY TARCIS PALACIOS GUEVARA
JEFE DE LA UNIDAD DE PATRIMONIO DE LA DISA JAÉN

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA			
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA			
TRABAJE DOCUMENTARIO CAJAMARCA			
Registro N°:	4662287	Recor:	1139
Fecha:	06 JUN 2019	Folios:	1
Firma:			
Observaciones:			

ASUNTO: SOLICITO COPIA DE EXPEDIENTES TÉCNICOS DE LOS SIGUIENTES CENTROS DE SALUD: C.S. LOS SAUCES, C.S. FILA ALTA, C.S. MAGLLANAL, C.S. CHAMBAMOMTERA Y EL C.S. MORRO SOLAR.

Bach. Cubas Quevedo Humberto, identificado con DNI N° 47489530 y Bach. Rangel Yajamanco Greisy Lisett, identificado con DNI N° 71236831, Egresados de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, ante usted con el debido respeto nos presentamos y exponemos:

Que, por motivo de llevar a cabo nuestro proyecto de tesis titulado "vulnerabilidad sísmica de los centros de salud del distrito de Jaén" requerimos la información de dichos centros de salud mencionados anteriormente, siendo de mucha importancia para poder realizar de manera apropiada nuestra investigación, por tal motivo, solicito se nos pueda brindar copia de cada uno de los expedientes técnicos.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a Ud. Acceder a mi petición por ser de justicia

Atentamente.



Cubas Quevedo Humberto
DNI. N° 47489530



Rangel Yajamanco Greisy Lisett
DNI. N° 71236831

MAD : 4688049.

Jaén, 21 de Junio del 2019

SEÑOR:
EC. EVER GARCIA VERA
GERENTE SUB REGIONAL JAÉN



ASUNTO: SOLICITO COPIA DE EXPEDIENTES TÉCNICOS DE LOS
SIGUIENTES CENTROS DE SALUD: EE.SS LOS SAUCES, EE.SS
FILA ALTA, EE.SS MAGLLANAL, EE.SS CHAMBAMONTERA Y
EL EE.SS MORRO SOLAR

Bach. Cubas Quevedo Humberto, identificado con DNI° 47489530 Y Bach. Rangel
Yajamanco Greisy Lisett, identificado con DNI° 71236831, egresados de la facultad de
Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, ante usted con el debido respeto nos
presentamos y expresamos lo siguiente:

Que por motivo de llevar a cabo nuestro proyecto de tesis titulado “vulnerabilidad
sísmica de los centros de salud del distrito de Jaén”, requerimos la información de dichos
establecimientos de salud mencionados anteriormente, siendo de mucha importancia para poder
realizar de manera apropiada nuestra investigación, y habiendo presentado una solicitud a la DISA
– JAÉN por dicha información respondiendo que los expedientes técnicos se encuentran en la
Gerencia Sub regional Jaén, por tal motivo, solicito se nos pueda brindar una copia digital de cada
uno de ellos.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a Ud. Acceder a nuestra petición por ser de justicia

Atentamente.


Cubas Quevedo Humberto
DNI° 47489530


Rangel Yajamanco Greisy Lisett
DNI° 71236831

Anexo 7. Carta de presentación de personal para conocimiento de la realización del proyecto de investigación.



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION DE SALUD JAEN
DIRECCION EJECUTIVA DE ADMINISTRACION



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

MAD.Nº4711529

Jaén, 01 de Julio del 2019

CARTA Nº 067 -2019- GR.CAJ/DSRSJ-D.G/D.ADM.

Señor:

Gerente del Centro de Salud Los Sauces
Gerente del Centro de Salud Fila Alta
Gerente del Centro de Salud Magillanal
Gerente del Centro de Salud Chambamontera
Gerente del Centro de Salud Morro Solar



ASUNTO: PRESENTACIÓN DE PERSONAL

Mediante el presente me dirijo a Usted para saludarle cordialmente, al mismo tiempo hacer la presentación de los señores **RANGEL YAJAMANCO GREISY LISETT**, identificada con DNI Nº71236831, con celular Nº976587677 y **CUBAS QUEVEDO HUMBERTO**, identificado con DNI Nº47489530, con celular Nº921108332, ambos Bachilleres de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Personal que estará realizando la verificación de las estructuras existentes de dicho Centro de Salud, ya que dicha información servirá para realizar su proyecto de tesis titulado "Vulnerabilidad Sísmica de los Centros de Salud del Distrito de Jaén; por lo que se solicita brindar las facilidades.

Esperando contar con su atención al presente, aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración y estima.

Atentamente,

JNH/DADM
Tqt/sec
C.c.
Archivo

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCION DE SALUD JAEN
Diana Judith Zapatero Diaz
OBSTETRA - C.O.P. 9176
JEFA DEL C.S. FILA ALTA
23/7/19

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCION DE SALUD JAEN
Mg. C.F.C. Javier Neyra Nuñez
MAT. N° 04-2706
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCION DE SALUD JAEN
Magdalena Batón Rentería
LIC. OBSTETRICIA
C.O.P. 28008

3-7-19

Jr. BOLIVIA Nº 1560 - TEL.EF. 076 -432583 FAX. 076- 431154 -



Anexo 8. Panel Fotográfico

Anexo 6.1. CENTRO DE SALUD MAGLLANAL (CS – 01)



Figura 96. Centro de Salud de Magllanal en estudio.



Figura 97. y Figura 98. Agua de lluvia acumulada y hongos en techo de losa aligerada, causantes de deterioro de losa por filtraciones.



Figura 99. y Figura 100. Juntas deficientes entre módulos, causante de filtraciones de agua de lluvia en las edificaciones.



Figura 101. y Figura 102. Adaptación de puerta en uno de los muros.

Anexo 6.2. CENTRO DE SALUD FILA ALTA (CS – 02)



Figura 103. Centro de Salud de Fila Alta en estudio.



Figura 104. Atrio en la edificación del único módulo.



Figura 105. Hongos almacenados a causa de lluvia, que ocasionan filtraciones en los ambiente



Figura 106. Deficiente o falta de vaciado de columna en parapeto.



Figura 107. Configuración en elevación deficiente.



Figura 108. y Figura 109. Remodelaciones de ambientes con vidrio, aluminio y madera.

Anexo 6.3. CENTRO DE SALUD MORRO SOLAR (CS – 03)



Figura 110. y Figura 111. Centro de Salud de Morro Solar en estudio.



Figura 112 y Figura 113. Abundante afloramiento de agua subterránea hacia la superficie.



Figura 114. y Figura 115. M - 01 módulo más afectado por la humedad.



Figura 116. Cerco perimétrico sin diseño estructural.



Figura 117. Estructuras en mal estado en cerco perimétrico.

Anexo 6.4. CENTRO DE SALUD CHAMBAMONTERA (CS – 04)



Figura 118. Centro de Salud de Chambamontera en estudio.



Figura 119. y Figura 120. Diseño de la escalera que no cumple con especificaciones técnicas.



Figura 121. y Figura 122. Presencia de humedad en sobrecimientos.



Figura 123. Figura 124. Falso techo en estado deteriorado.

Anexo 6.5. CENTRO DE SALUD LOS SAUCES (CS – 05)



Figura 125. Centro de Salud Los Sauces en estudio.



Figura 126. y Figura 127. Módulos de material prefabricado Drywall y planchas metálicas.



Figura 128. y Figura 129. El CS - 05 no cuenta con cerco perimétrico.