



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la
Urbanización José Lishner Tudela II etapa –Tumbes, aplicando
metodología Benedetti – Petrini**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Ortiz Sandoya, Jhon Willington (orcid.org/0000-0003-3937-0271)

Zarate Feijoo, Jean Edison (orcid.org/0000-0001-8439-0410)

ASESOR:

Mgtr. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (orcid.org/0000-0001-5207-4421)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA - PERÚ

2021

Dedicatoria

*A Dios, por la fortaleza y que me brinda
día a día*

*A mi familia, razón de ser y motivo de
todos mis esfuerzos*

Agradecimiento

*A nuestros padres por su amor, formación y
apoyo incondicional*

*A nuestras esposas e hijos por su amor,
comprensión e incentivo constante*

*A nuestros hermanos por estar ahí para
apoyarnos siempre.*

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de planos.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	19
3.2 Variable y su operacionalización.....	19
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	21
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	21
3.5 Procedimientos.....	22
3.6 Método de análisis de datos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS.....	51
ANEXOS.....	54

Índice de tablas

Tabla 1 escalas de vulnerabilidad sísmica para adobe y albañilería según el método de Benedetti-Petrini.....	10
Tabla 2 valores de esfuerzo cortante para muros de mampostería.....	12
Tabla 3 operacionalización de las variables.....	20
Tabla 4 técnicas e instrumentos para el recojo de información a aplicar.....	22
Tabla 5 factores adversos observados en las edificaciones C-1, C-20.....	39
Tabla 6 irregularidades observadas en la zona en estudio.....	43
Tabla 7 forma del terreno de las edificaciones analizadas.....	43
Tabla 8 medidas preventivas para reducir el índice de vulnerabilidad sísmica.....	44
Tabla 9 tabulado de áreas de muros para la edificación C-2.....	105

Índice de figuras

Figura 1 formas de planta de edificaciones.....	14
Figura 2 perfil en altura de la edificación	15
Figura 3 diseño de la investigación.....	19
Figura 4 vulnerabilidad sísmica de edificaciones seleccionadas en la Urb. José Lishner Tudela II etapa Tumbes.....	24
Figura 5 resultados encontrados para la observación del sistema resistente	25
Figura 6 fotografía que muestra un estadio del proceso constructivo de la edificación C-15.....	26
Figura 7 fotografía actual de la edificación C-1. Muestra muros sin confinar.....	26
Figura 8 resultados sobre la calidad del sistema resistente en las edificaciones estudiadas	27
Figura 9 edificación C-5 con buena calidad del sistema resistente.....	28
Figura 10 edificación C-11 con buena calidad del sistema resistente... ..	28
Figura 11 resultados de la evaluación de resistencia convencional para las edificaciones.....	29
Figura 12 edificación C-6 con problema de irregularidad de resistencia (en altura) ...	30
Figura 13 edificación C-4 sin aparentes irregularidades en planta o altura.....	30
Figura 14 resultados sobre el diafragma de las edificaciones observadas	31
Figura 15 en la edificación C-4 los diafragmas se aprecian completos, uniformes y bien logrados.....	32
Figura 16 edificación C-14 donde el diafragma no abarca la totalidad del 1er piso. Se le calificó con D	32
Figura 17 resultados para la configuración en planta	33
Figura 18 resultados de la evaluación en elevación de las viviendas	33
Figura 19 vivienda C-13 con muros sin columnas y/o confinamiento en el 2do nivel. 34	
Figura 20 edificación C-14 con una habitación de mampostería de dimensiones	34
Figura 21 resultados parámetro distanciamiento entre muros.....	35
Figura 22 correcta cercanía entre columnas de la edificación C-11 presupone la cercanía de muros transversales.....	36

Figura 23 acercamiento en la edificación C-4 no muestra muros transversales trabados en la pared lateral, infiriéndose que aquellos se encuentran únicamente en las columnas.....	36
Figura 24 resultados para el tipo de cubierta.....	37
Figura 25 edificación C-8 con cubierta en buen estado	37
Figura 26 edificación C-19 muestra una cubierta fijada de manera precaria al sistema resistente.....	38
Figura 27 resultados para los elementos no estructurales	38
Figura 28 edificación C-9 con maceteros en el parapeto del 3er nivel.....	39
Figura 29 elementos sueltos y cañas de Guayaquil sobre la losa en la edificación C-1. No hay columnas ni vigas.....	39
Figura 30 resultados para la observación del estado de conservación de la edificación.	40
Figura 31 muestra de una edificación (C-2) en buen estado de conservación	40
Figura 32 ejemplo de edificación (C-7) con mal mantenimiento.....	41
Figura 33 edificación C-2	104

Índice de planos

Plano 1 mapa geotécnico de la ciudad de Tumbes.....	101
Plano 2 ubicación de la zona estudiada en la ciudad de Tumbes.....	102
Plano 3 plano catastral y nivel de vulnerabilidad sísmica.....	103

Resumen

El prolongado silencio sísmico de más de 50 años en nuestro medio aunado a la autoconstrucción, zona sísmica y tipo de suelo configura una problemática de incertidumbre y riesgo por conocer si existen edificaciones que puedan implicar vidas y cuantiosos daños materiales, en caso de sismo. El método de evaluación de la vulnerabilidad sísmica empleado se basa en la observación de once características de edificaciones, sin embargo, su sencillez no le resta precisión y exactitud en sus resultados. Aplicado el método evaluativo en una pujante zona de expansión urbana en Tumbes y considerado además todos los modelos de edificaciones en la tipología de albañilería confinada observables en la zona en estudio, los resultados mostraron que la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones es mayoritariamente baja, seguido de un valor medio y en menor medida alto, explicándose, probablemente, este resultado por la evidente asesoría profesional desplegada en las numerosas edificaciones de relativa importancia en la zona. Este escenario positivo también tiene edificaciones, casi siempre de menor costo, autoconstruidas, que evidencian deficiencias y consecuente baja calificación en desempeño sismorresistente. Este escenario constituye uno de los puntos de interés por los resultados orientativos aquí mostrados, relevantes para las autoridades y comunidad organizada.

Palabras clave: vulnerabilidad sísmica, evaluación, Benedetti Petrini, Tumbes.

Abstract

The prolonged seismic silence of more than 50 years in our environment, together with the self-construction, seismic zone, and type of soil, constitutes a problem of uncertainty and risk to know if there are buildings that could imply live and considerable material damage, in the event of an earthquake. The seismic vulnerability assessment method used is based on the observation of eleven building characteristics, however, its simplicity does not detract from the precision and accuracy of its results. Applying the evaluative method in a thriving urban expansion area in Tumbes and also considering all the building models in the confined masonry typology observable in the area under study, the results showed that the seismic vulnerability of the buildings is mostly low, followed by a medium value and to a lesser extent high, probably this result being explained by the evident professional advice deployed in the numerous buildings of relative importance in the area. This positive scenario also has buildings, almost always of lower cost, self-built, which show deficiencies and a consequent low rating in earthquake-resistant performance. This scenario constitutes one of the points of interest due to the indicative results shown here, relevant to the authorities and the organized community.

Keywords: seismic vulnerability, evaluation, Benedetti Petrini, Tumbes.

I. INTRODUCCIÓN

Una inversión en vivienda es una de las más importantes que se puede realizar a título personal. En efecto, es un bien que se supone permanente, de muy larga duración y herencia por generaciones (Semana, 2021). En un escenario real, un sismo de mediana intensidad puede cambiarlo todo. En respuesta y previsión a ello, la ingeniería ha previsto técnicas y métodos para predecir el comportamiento de una edificación ante una demanda sísmica, brindando información veraz y confiable en este importante sentido.

El prolongado silencio sísmico en el Perú, 50 años, no es nada auspicioso (Diario Gestión, 2019). En el País, no se produce un sismo de consideración desde 1746 (275 años). Con esta cifra de años, la probabilidad de un sismo de consideración se ha incrementado de manera significativa. La pregunta no es si se producirá un sismo de magnitud, sino cuando. El silencio ha sido largo y los números indican que la ocurrencia pronta de un sismo de magnitud 8 es cada día más alta. En este escenario corresponde a los profesionales en ingeniería tomar medidas de prevención ante un evento de esta naturaleza y magnitud. La motivación está y los recursos técnicos también. En Tumbes, el último sismo de consideración ocurrió el 09.12.1970 con una intensidad de 7.2 grados (INDECI, 2006) y no tuvo cifras alarmantes en daños y víctimas por la escasa población y desarrollo urbano del momento. Pero hoy la situación es diferente, un sismo de esa magnitud sería un hecho significativo en la historia de esta parte del País.

En Tumbes no se tiene información obtenida con rigor científico acerca de la vulnerabilidad de sus edificaciones. El alto nivel de informalidad nacional (Banco Central de Reserva del Perú) se agudiza en esta región. La percepción es que la mayoría de las edificaciones en Tumbes se construye sin licencia de construcción y mucho menos con asesoría profesional, confiándose una cuantiosísima inversión en un maestro constructor, que, aunque bien intencionado, no tiene la preparación profesional para garantizar un diseño sismorresistente con adecuado desempeño ante una demanda sísmica. Lo observado, sin embargo, muestra que el escenario, en la Urbanización en estudio, es diferente. Aunque existen edificaciones sin aparente asesoría profesional,

se han observado numerosas edificaciones entre viviendas, hoteles, edificios de 6 pisos, desarrollados en un área de 8x20 m u 8x15 m, que evidencian, muy probablemente, asistencia profesional en el diseño y proceso constructivo de la edificación. En este horizonte de sucesos, los resultados muestran que un 65% de las edificaciones tiene una baja vulnerabilidad, un 25% media y un 10% alta, valores bastante prometedores para una zona joven.

La investigación se ha desarrollado empleando un muestreo intencional, por lo que los resultados no se pueden inferir formalmente hacia la población; sin embargo, en pro de una fidelidad lo más cercana a lo real, se han considerado todos los modelos de edificaciones en la tipología de albañilería confinada. De esta forma, la investigación y sus resultados buscan contribuir en la prevención de daños y perjuicios en las viviendas de una zona de Tumbes, al mostrar el índice de vulnerabilidad de sus edificaciones, con información confiable, pertinente y veraz que permita tomar las acciones correctivas, y, para las edificaciones a futuro una referencia de lo evitable, a fin de prevenir riesgos fatales en economía y vida de los pobladores en la Región.

Es así como se pudo plantear el problema de investigación:

¿Cuál es el análisis de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti – Petrini en la Urbanización José Lishner Tudela II etapa –Tumbes?

A fin de complementar y enriquecer la problemática se plantearon los siguientes problemas específicos:

Problema específico 1

¿Cómo se organizan los factores que incrementan la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en estudio?

Problema específico 2

¿En las edificaciones observadas, qué características tienen las irregularidades en planta?

Problema específico 3

¿De qué manera se puede reducir el índice de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de la urbanización en estudio?

La investigación se justifica en la medida que la conservación de la vida y la propiedad son temas de la más alta relevancia a todo nivel y en todo escenario. La investigación, y más específicamente su resultado, aporta información que se considera relevante para prevenir o alertar acerca de potenciales daños en un escenario sísmico de actividad cada vez más probable en virtud del largo silencio sísmico de hace ya varias décadas (INDECI, 2006). Conociendo el nivel de vulnerabilidad sísmica, es posible alertar a la sociedad acerca de este problema, impulsando prontamente acciones de mantenimiento o corrección convenientes, evitando así escenarios trágicos en caso de un sismo de consideración. También se justifica la investigación en la medida que su resultado podría ser referencia para actores no profesionales de la construcción en pro de evitar yerros en el diseño y proceso constructivo de edificaciones en la zona en estudio. Es de esta forma que se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti – Petrini Urbanización José Lishner Tudela II etapa –Tumbes.

Motivados por los problemas específicos, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

Objetivo específico 1

Elaborar un cuadro con los factores que incrementan la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en estudio.

Objetivo específico 2

Caracterizar las irregularidades en planta observadas en las edificaciones de la urbanización en estudio.

Objetivo específico 3

Determinar medidas preventivas para reducir el índice de vulnerabilidad sísmica de la urbanización en estudio.

Debido al alcance netamente descriptivo de la investigación, tanto en el plano general como en el específico, no se plantean hipótesis de trabajo (Hernández Sampieri, Las hipótesis, 2013).

II. MARCO TEÓRICO

Una vez definida la problemática, y más en específico, el problema de investigación se procedió a buscar información válida a fin de completar el trabajo de campo. En este escenario recurrimos a los antecedentes y revisiones de conceptos, teorías y en general todo aporte científico pertinente y apto para la investigación.

La revisión de antecedentes nos llevó a buscar fuentes internacionales, nacionales y locales o regionales. En el ámbito internacional se encontró a los autores Kassem, Mohamed, & Noroozinejad (2019) con su artículo “Development of seismic vulnerability index methodology for reinforced concrete buildings based on nonlinear parametric analyses” publicado en la revista ELSEVIER, quienes en la publicación de la referencia evaluaron la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de concreto reforzado empleando una adaptación del método GNDT, italiano, en el cual consideraron ocho parámetros los cuales modelaron tres categorías de análisis para estimar los índices de vulnerabilidad del concreto armado. Las clases de la vulnerabilidad se categorizaron de acuerdo al diseño resistente a sismos, como bajo, medio y alto. El análisis no lineal tiempo historia y el análisis no lineal estático se emplearon para definir la ponderación de cada parámetro, con el fin de determinar el índice de vulnerabilidad en el caso de un sismo de intensidad específica, en un rango de 0 a 1, del menos al más vulnerable con respecto a la intensidad sísmica. Adicionalmente el parámetro de ingeniería de demanda se empleó para determinar el índice de vulnerabilidad como la máxima desviación de la estructura. Después de determinar la metodología del índice de vulnerabilidad, el daño promedio se empleó para evaluar el daño físico esperado de acuerdo con la intensidad del sismo. La investigación citó un caso de estudio, una edificación de concreto reforzado ubicado en Sabah Ranau, zona de moderado riesgo sísmico. Se aplicó la metodología propuesta con observaciones in situ para verificar el daño sísmico después de determinar su índice de vulnerabilidad.

Los estudios de análisis no lineal tiempo historia y análisis no lineal estático mostraron que la edificación estaba en rojo para cierto nivel de demanda sísmica, concordando con los niveles de daño D2 y D3 previsto por el método propuesto. Un año después los autores Kassem, Mohamed, & Noroozinejad (2020), en su artículo científico “The seismic vulnerability assessment methodologies: A state of the art review” publicado en la revista Ain Shams Engineering Journal. En él se propusieron presentar y evaluar las metodologías más comunes en la determinación del índice de vulnerabilidad. El horizonte de metodologías evaluadas comprendió métodos empíricos y analíticos de una forma concisa, con lo cual se esperó que los ingenieros de campo tengan un abanico de posibilidades y referencias metodológicas para las evaluaciones del índice de vulnerabilidad sísmica en el campo de aplicación práctica. Identificando el método de Benedetti Petrini, se refiere que un gran data de información coleccionada de datos e información real fue analizada y compilada a fin de elaborar una visión clarificada para entender la mayoría de los parámetros que influyen en la vulnerabilidad estructural de la edificación. Como ejemplo la configuración en planta y elevación, disposición general, tipo de material y la calidad en general de materiales y labor, se distribuyen en cuatro clases de vulnerabilidad, denominadas A, B, C, D y E. cada parámetro direcciona a un atributo estructural y está relacionado con la respuesta sísmica de la edificación durante la carga que le impone el movimiento. En estas condiciones, los parámetros son ponderados de acuerdo a su importancia individual por el criterio y opinión del evaluador. Esta información al detalle se combina con coeficientes para establecer el índice de vulnerabilidad en general durante la sollicitación sísmica.

Los autores Salazar & Ferreira (2020) publicaron en la revista Sustainability su artículo científico “Seismic vulnerability assessment of historic constructions in the downtown of Mexico City” donde se propusieron determinar la vulnerabilidad sísmica de 166 edificaciones históricas en el suburbio La Merced en el centro histórico de Ciudad de México. La evaluación fue realizada por métodos simplificados, dada la gran cantidad de información a procesar. Para mejorar la presentación de los resultados, la información se integró en un sistema de información geográfica, permitiendo así graficar en un mapa la vulnerabilidad de las edificaciones evaluadas. Los autores refieren la alta

actividad sísmica de México y su especial configuración de placas tectónicas, con alta actividad tectónica, en especial, subducción. Respecto de la ubicación de los edificios en evaluación, se refiere que están comprendidos en un área que abarca unos 300 de ellos, entre modernos e históricos. El factor suelo, en la evaluación, se ubica en la zona III, caracterizada por grandes ondas sísmicas, lo cual demanda importantes cargas a la estructura resistente. Realizada la evaluación se elaboró una matriz de cuatro patrones geométricos en nueve tipos diferentes de materiales. Del análisis realizado fue posible identificar sus características propias, así como sus características estructurales y geométricas, estado de conservación, entre otros factores que han contribuido a su índice de vulnerabilidad en particular. Los resultados muestran que para un sismo de grado VII ninguna de las edificaciones colapsaría, pero que un 4% resultaría no usable; en el otro extremo, para un sismo de grado X, el 62% de ellas colapsaría mientras que un 36 resultaría no usable. Se muestra también que, en los sismos de las intensidades antes señaladas, ninguna persona moriría mientras que un 19% de ellas sí con un sismo de grado X.

En el ámbito nacional, Arévalo Casas (2020) defendió su investigación “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo Reglamento Nacional de Edificaciones en al A. H. San José, distrito de San Martín de Porres” en la Universidad Peruana de Ciencias. En ella evaluó la vulnerabilidad sísmica de edificaciones construidas sin asesoría profesional en el distrito de San Martín de Porres en Lima, acorde con la normativa nacional, en específico, el RNE. En específico, se realizó un plano de distribución de las viviendas, evaluando además su comportamiento sísmico y diagnóstico de vulnerabilidad de cada una de ellas. Los resultados muestran que la densidad de muros no es la adecuada, correspondiendo a un exceso en una dirección y carencia en otra, pudiendo resultar en una rotación en caso de sismo. De igual modo se halló que la totalidad de edificaciones colapsaría en caso de un sismo de consideración, debido a carencia y errores en ellas. Se observaron numerosas viviendas en estado de construcción, por lo que numerosos muros se encuentran sin arriostres en muros portantes interiores. Se hizo notoria también, en la mayoría de las viviendas, la pobre calidad de labor y material empleado, rubro que se calificó entre

malo a regular. En el punto específico de juntas sísmicas, estas no se observaron, así como parapetos y otros elementos no estructurales no amarrados con el sistema estructural. Se observó que la configuración de elementos estructurales no evidencia asesoría profesional, al verificarse falta de orientación, distribución. Del análisis ETABS se encuentra que los desplazamientos en cada dirección de análisis son diferentes, siendo mayor en el eje X, superando, en general los desplazamientos permisibles para un sistema de albañilería confinada. De otro lado Guerrero Yrene (2020) en su tesis defendida en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti Petrini en el PPJJ San Martín de Porres, Lambayeque” evaluó en el PPJJ de San Martín de Porres en Lambayeque la vulnerabilidad en caso de sismos. Para ello empleó el método de Benedetti y Petrini, buscando además la elaboración de una base de datos de las viviendas donde además de su índice de vulnerabilidad se encuentre su sistema constructivo y otras características relevantes desde el punto de vista sismorresistente. Adicional a lo anterior se buscó la elaboración de un plano donde se ubiquen las viviendas según los resultados encontrados. La autora concluye señalando que el método italiano señalado cumple a cabalidad su cometido cuando el número de edificaciones a evaluar es grande, como en el caso del antecedente, que cuenta con 2994 viviendas y edificios. Esto es posible gracias a la rapidez en la evaluación. Respecto de la vulnerabilidad en sí, respecto de las viviendas de adobe, se encontró que la mayoría, un 88% tiene una vulnerabilidad alta, y un 12% un valor medio. La causa preponderante encontrada corresponde a la autoconstrucción, al evidenciarse, en algunos casos errores en la distribución, orientación y dimensionado del sistema resistente. Respecto de las viviendas de albañilería confinada, la distribución de vulnerabilidades mejora; en este caso un 20% presento bajo valor, un 60% media y un 20 % alto. Las causas se señalaron, igual que antes, la falta de asesoría profesional, baja calidad de materiales, pocos muros o no confinados. En las viviendas de concreto armado, los resultados fueron mejores, encontrándose casi el 80% de ellas con baja vulnerabilidad y el resto de valor medio.

Los autores Espinoza Rubilar & Llamocca Cárdenas (2019) defendieron su tesis: “Vulnerabilidad de viviendas informales y sus índices sísmicos en el AAHH Nueva

Generación 2000, Comas” en la Universidad de San Martín de Porras. En ella determinaron el índice de vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas en el AAHH Nueva Generación en Comas, ordenando los resultados según niveles bajo, medio y alto. Adicionalmente se buscó explicar, cualitativamente, los casos de vulnerabilidades significativas encontrados, a fin de que las personas involucradas tengan una guía de aspectos y factores en el diseño y proceso constructivo que no es conveniente realizar por comprometer el desempeño sismorresistente de la edificación. Los resultados muestran que el índice de vulnerabilidad es alto en la zona en estudio; en un enfoque explicativo de lo encontrado, la baja densidad de muros transversales compromete seriamente la seguridad de la edificación. Otro factor adverso es la forma de terreno. En efecto, la zona en estudio se encuentra en una zona de alta pendiente -ladera de un cerro-, comprometiendo seriamente la integridad del apoyo de la cimentación, por ser necesario rellenar una parte de ella con material colocado expreso para ello. Los investigadores relievan la bondad del método italiano, al que consideran idóneo para la evaluación rápida de múltiples edificaciones. De igual forma se señala la construcción en laderas como peligrosa en caso de un sismo de consideración, porque aparte de afectar negativamente el soporte de la edificación, dificulta seriamente las evacuaciones de personas en caso de necesidad urgente.

En el aspecto regional, no se han encontrado estudios similares al presente. Método de evaluación para la vulnerabilidad sísmica.

Se definió como método para la investigación, el propuesto por Benedetti y Petrini. Desarrollado en Italia, el método se aplicó exitosamente a nivel mundial desde inicios de los años 80, considerándolo adecuado en virtud de sus claros beneficios:

- a. Dada su facilidad y rapidez de aplicación, se puede aplicar en amplias zonas de una ciudad.
- b. Es objetivo, esto es, se basa en observaciones reales
- c. Es de amplia aplicación a nivel mundial
- d. Se ha aplicado exitosamente en numerosas ciudades importantes a nivel nacional

La metodología se sustenta en la observación de características de las edificaciones (Salvatierra Pablo, 2018) y aritmética sencilla, enfatizando en los aspectos que hacen sísmicamente vulnerable una edificación, asignándole a cada aspecto o característica una ponderación. La suma de todos los valores asignados a cada aspecto resulta en un índice global de la edificación, el cual se contrasta en un baremo calibrado para cada intensidad de sismo o niveles máximos de aceleración. El resultado finalmente indica la condición de vulnerabilidad baja, media o alta.

En la zona estudiada, las edificaciones están construidas empleando albañilería confinada, por tal, se consideró el Índice de vulnerabilidad para construcciones de ese tipo.

Tabla 1: escalas de vulnerabilidad sísmica para adobe y albañilería según el método de Benedetti-Petrini

Parámetros	Clases Ki				Peso Wi
	A	B	C	D	
1. Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2. Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3. Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
4. Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5. Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.00
6. Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
8. Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9. Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

Fuente: Benedetti Petrini 1984 como se citó en (Guerrero Yrene, 2020)

El índice de vulnerabilidad se calcula según la suma:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} k_i w_i$$

Los aspectos correspondientes a los valores de $i = 1, 2, 4, 5, 9, 10$ y 11 son de naturaleza descriptiva, mientras que los $3, 6, 7$ y 8 son cuantitativos y precisan de simple aritmética.

Análisis de los parámetros de Benedetti Petrini

Parámetro 1: Organización del sistema resistente

Evalúa el grado o nivel de organización de los componentes verticales sin considerar el tipo de material. Lo esencial es la presencia de unión entre aristas de las paredes, lo que confiere a la edificación la forma ideal de cajón cuadrado en su disposición estructural. Se merita además la presencia o evidencia de asesoría técnica experta. En albañilería, la ponderación es como sigue:

- A. corresponde a albañilería que satisface la norma E-070
- B. Falta al menos un requisito de la norma E-070
- C. Confinamiento incompleto de vigas y columnas
- D. Sin presencia de vigas ni columnas o autoconstrucción con uniones ortogonales deficientemente conectadas.

Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

Se estudia la homogeneidad y calidad de los elementos empleados en la mampostería de la edificación y la aproximación de su sistema resistente a la forma ideal de cajón. En estas condiciones:

- A. Son características del sistema resistente:
 - a. Ladrillo de calidad óptima, esto es, homogéneo en forma, tamaño y material en toda el área del muro
 - b. Buen entramado de los ladrillos
 - c. Mortero correctamente preparado y de buen material (espesor 0.9-1.2 cm)

- B. Sistema resistente que no presenta al menos una de las características de A
- C. Sistema resistente que no presenta al menos dos de las características de A
- D. Sistema resistente que no presenta ninguna de las características de A

Parámetro 3: resistencia convencional

Mediante simple aritmética aplicada a aspectos sísmicamente relevantes se evalúa la resistencia de la edificación frente a fuerzas horizontales. En la investigación se eligió trabajar empleando el concepto de demanda de ductilidad. Para ello se siguió la metodología siguiente:

- a. Se determinó las áreas totales del sistema resistente en muros (m²) en ambas direcciones ortogonales, considerando en la investigación las observaciones realizadas.
- b. Se calculó la resistencia a la cortante más desfavorable, tomando en cuenta la menor área de muros en el primer nivel de la edificación. Tal valor se calcula por

$$VR = \min(Ax, Ay) * v$$

Aquí:

VR = cortante en la dirección más desfavorable

v = resistencia a la fuerza cortante de los muros

Tabla 2: valores de esfuerzo cortante para muros de mampostería

Tipo de material	Esfuerzo cortante (t/m ²)
Ladrillo macizo, calidad regular	6-12
Piedra mal tallada	2
Piedra bien tallada	7-9
Ladrillo macizo, buena calidad	18
Bloque macizo, mortero-cemento	18
Mampostería nueva. Ladrillo macizo	20
Mampostería nueva. Bloque macizo	20

Fuente: Yépez (1996) como se citó en (Guerrero Yrene, 2020)

De la tabla anterior se toman los valores medios para albañilería confinada:

$V = 15 \text{ T/m}^2$ para albañilería confinada

$V = 7.5 \text{ T/m}^2$ para albañilería no confinada

Nota: a efectos de evitar redundancia, este parámetro se detalla completo en el ANEXO 7, aplicándolo a una de las veinte edificaciones estudiadas.

Parámetro 4: ubicación del edificio y cimentación

Parámetro descriptivo que permite por simple observación valorar la influencia del terreno en el desempeño sísmico de la edificación. Aquí se valora la pendiente natural, presencia de sales, posicionamiento de la cimentación, etc.

- A. Edificación desarrollada sobre suelo rígido según norma E-070, sin sales ni humedad.
- B. Suelo intermedio y flexible según norma E-070, sin sales ni humedad
- C. Igual que B pero con humedad y sales.
- D. Cimentación desarrollada sin planificación ni asesoría técnica, sales y humedad. Mal estado de conservación.

Parámetro 5: Diafragma horizontal

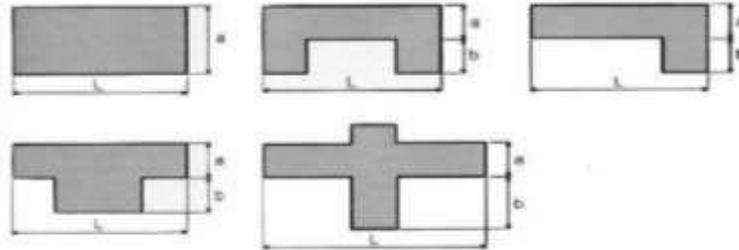
El diafragma horizontal y su calidad es gravitante en el correcto funcionamiento de los elementos verticales. Esto se sustenta en la hipótesis que la fuerza sísmica se esparza en cada piso de la edificación de forma proporcional a los elementos resistentes (Yépez Moya, Barbat, & Canas, 1995).

- A. Diafragmas que cumplen las siguientes condiciones:
 - 1. Sin planos a desnivel
 - 2. Deformabilidad despreciable, preferencia de concreto armado.
 - 3. Buena unión entre diafragma y muros
- B. Igual que A, pero con una condición sin cumplir
- C. Igual que A, pero con dos condiciones sin cumplir
- D. El diafragma no cumple ninguna de las condiciones de A.

Parámetro 6: Configuración en planta

El desempeño sísmico de una edificación depende, en parte, de la forma de la planta *footprint* del mismo. Cuando la forma de planta es rectangular, $\beta_1 = a/L$ tiene significación. Cuando la planta cuenta con irregularidades, $\beta_2 = b/L$, se debe considerar.

Figura 1: formas de planta de edificaciones



Fuente: Mena, como se citó en (Guerrero Yrene, 2020)

Se empleó el siguiente baremo para la calificación:

- A. Edificación donde $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$
- B. Edificación donde $0.6 \leq \beta_1 < 0.8$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
- C. Edificación donde $0.4 \leq \beta_1 < 0.6$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
- D. Edificación donde $\beta_1 < 0.4$ o $\beta_2 > 0.3$

Fuente: Mena como se citó en (Alarcón Bernal & Malqui Mego, 2018)

Parámetro 7: Configuración en elevación

Se considera la variación en masa con altura; si la masa o el área aumenta con la altura se considera (+) y si disminuye (-). Con esta premisa, y en base a la figura y fórmula siguiente, se determina R_L .

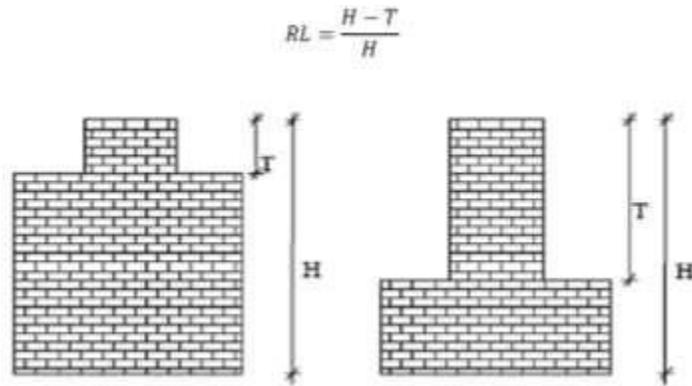


Figura 2: perfil en altura de la edificación
 Fuente: Mena como se citó en (Guerrero Yrene, 2020)

Así:

- A: $DA/A \leq 10\%$
- B: Edificación con $10\% < DA/A \leq 20\%$
- C: Edificación con $20\% < DA/A < 50\%$
- D: Edificación con $DA/A \geq 50\%$, entonces se tiene piso blando

Parámetro 8: Distanciado de muros y columnas

Se considera en este acápite los muros transversales al maestro. Esto es, el factor L/S , donde L es el espaciamiento de los muros transversales y S el espesor del muro maestro. Se considera siempre el caso más desfavorable. Este parámetro no siempre es medible fácilmente por lo que se recurre a información estadística que considera el área construida y el factor señalado.

Los criterios se organizan en:

- A. Construcción con $L/S < 15$
- B. Construcción con L/S entre 15 y 18
- C. Construcción con L/S entre 18 y 25
- D. Construcción con $L/S \geq 25$

Parámetro 9: tipo de cubierta

Se considera la capacidad de la cubierta para resistir las demandas sísmicas; así:

- A. Cubierta plana en buen estado, estable y fijada a las columnas y muros con conexiones livianas y adecuadas.
- B. Cubierta de las características de A, pero inestable
- C. Cubierta liviana no estable y en malas condiciones
- D. Cubierta igual que C, pero con desnivel

Parámetro 10: Elementos no estructurales

Se consideran aquí cualquier elemento no estructural (ENE) no fijado al sistema resistente y que en un caso de sismo puede causar daño. Se consideran cornisas, parapetos, balaustras, marcos, etc.

- A. Edificación con todos los ENE debidamente fijados al sistema estructural
- B. Edificación con solo balcones y parapetos bien conectados al sistema estructural
- C. Edificación con ENE mal conectados al sistema estructural, con elementos deteriorados por su antigüedad.
- D. Edificación con una variedad de ENE mal conectados al sistema estructural. Se consideran aquí: tanques y cualquier elemento de peso considerable que puede significar un riesgo en caso de sismo. Balcones agregados posteriormente al sistema estructural.

Parámetro 11: Conservación de la edificación

Se consideran los siguientes aspectos:

- A. Muros bien conservados, sin fisuras
- B. Igual que A, pero con fisuras menores a 2 mm
- C. Muro sin fisuras, pero mal mantenido. También muro con fisuras entre 2 a 3 mm
- D. Muros fuertemente deteriorados

Definición de términos básicos

En orden de una mejor comprensión de los términos empleados en la investigación realizada, se explicita la terminología empleada.

Peligro sísmico: Es un indicador numérico que predice de forma estadística la probabilidad de ocurrencia de un sismo, en términos de la aceleración producida en el suelo. Se define en función de las características geomorfológicas de la zona y su historial sísmico.

Daño sísmico: Se define como el nivel de daños o deterioros ocurridos ante una demanda sísmica. Su nivel se evalúa mediante los estudios de vulnerabilidad sísmica.

Diafragma horizontal: se define como el sistema plano perteneciente a la componente resistente de una edificación, cuya función es la de transmitir fuerzas o cargas laterales a los elementos estructurales verticales.

Solicitud sísmica: Se define como la exigencia que un sismo impone o solicita al sistema resistente de una edificación.

Edificación: Edificio de dimensiones adecuadas para el desarrollo de actividades humanas. Es de costo significativo y se fabrica con materiales resistentes y durables.

Estructura sismorresistente: (de una edificación). Dícese de la componente de una edificación con la capacidad de responder ante una solicitud sísmica de consideración, salvaguardando la vida e integridad de sus ocupantes.

Método del índice de vulnerabilidad (Benedetti Petrini): Método de evaluación del nivel de daño esperado en una edificación ante una solicitud sísmica. Es un método basado en la observación de características sencillas, pero sísmicamente significativas. Se emplea para evaluar un número significativo de edificaciones.

Norma Técnica E-030: Compendio normativo de la normativa peruana que define los estándares a cumplir en una edificación para lograr un adecuado desempeño sismorresistente.

Riesgo sísmico: considera de manera conjunta el peligro, posibilidad y vulnerabilidad sísmica. Confluyen en este indicador la densidad poblacional de la zona, tipos de edificaciones, entre otros.

Vulnerabilidad sísmica: Es el nivel de daños que puede experimentar una edificación a causa de una solicitud sísmica.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

La investigación, de acuerdo a su alcance ha sido descriptiva, sin manipulación de las variables por parte del investigador. En el tiempo, transversal por realizarse el trabajo de campo y la observación de las variables en una única oportunidad; y de acuerdo a la fuente de datos, de trabajo de campo. El método de investigación empleado ha sido deductivo en base a las observaciones de enfoque cuantitativo realizadas (Hernández Sampieri, 2014).

El diseño de la investigación se muestra en la siguiente figura:

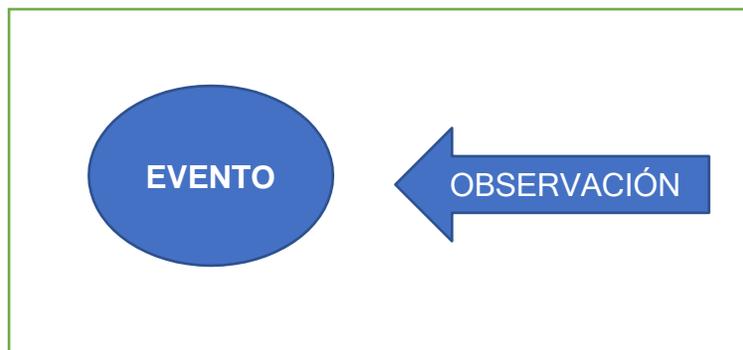


Figura 3: diseño de la investigación

Fuente: elaboración propia

Aquí el evento representa las características atinentes a la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones observadas en la zona en estudio de la ciudad de Tumbes.

3.2 Variables y su operacionalización

La investigación constó de dos variables

Variable independiente: Aplicación del método de Benedetti Petrini.

Variable dependiente: Nivel de vulnerabilidad sísmica.

Operacionalización de las variables

Para la operacionalización de las variables se recurrió a la teoría, específicamente, a la metodología de Benedetti y Petrini en Guerrero Yrene (2020, p. 35).

Tabla 3: operacionalización de las variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
Aplicación del método de Benedetti-Petrini	Sistema resistente	Organización
		Distancia de columnas o muros
		Asesoría profesional
	Calidad del sistema resistente	Materiales bueno
		Materiales malos
		Proceso constructivo
		Proceso deficiente
	Resistencia convencional	Número de pisos
		Area total construida
		Area de muros en X
		Area de muros en Y
		Altura promedio de entrepiso
		Número de diafragmas
		Peso del diafragma
		Area techada
		Area de cubierta
		Peso de cubierta
		Cimentación
	Pendiente	
	Humedad	
	Sales	
	Diafragma	Discontinuidades
		Conexión con muro
		Deflexión
	Configuración en planta	Longitud en X
		Longitud en Y
		Irregularidad
	Configuración en altura	Variación de masas
		% T/H
		Piso blando
		Irregularidad del sistema resistivo
	Distancia entre muros	L: Distancia entre muros transversales
		S: Espesor del muro maestro
Factor L/S		
Cubierta	Buen estado	
	Inestable pero en buenas condiciones	
	Inestable en malas condiciones	
	Inestable y en desnivel	
Elementos no estructurales (ENE)	Todos los ENE están bien adheridos	
	Casi todos los ENE bien adheridos	
	Pocos ENE bien adheridos	
	Todos los ENE están sueltos	
Conservación	Sin fisuras	
	Deterioro leve	
	Fisuras y deterioro moderado	
	Fisuras y deterioro severo	
VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	
Nivel de vulnerabilidad sísmica	Bajo	
	Medio	
	Alto	

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

La población define las unidades bajo análisis y que comparten una cualidad o característica común (Pino Gotuzzo, 2014). En la investigación se consideraron las edificaciones de la Urb. José Lishner Tudela II etapa en el CP Andrés Araujo Morán - Tumbes.

Criterio de selección: edificaciones con sistema constructivo de albañilería confinada, y cubierta ligera de calamina o similar.

Muestra: 20 edificaciones

Muestreo: El muestreo fue intencionado por considerarse idóneo en la investigación. Se seleccionaron, a criterio del investigador, todos los modelos de vivienda de la tipología constructiva antes señalada observados en el área de estudio, evitando redundancias en el análisis, debido a la alta uniformidad de medidas, formas, suelo y relieve de los predios, por provenir de una lotización de medidas fijas planteadas por ENACE (Tamayo, 2001).

Unidad de análisis: una edificación de la Urb. José Lishner Tudela II etapa en el CP Andrés Araujo Morán -Tumbes con sistema resistente de albañilería confinada y cubierta ligera de calamina o similar.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

Para la recolección de datos de campo se empleó la técnica de la observación del comportamiento de la variable. Para ella, el instrumento de recolección de datos fue una ficha de evaluación de vulnerabilidad sísmica para estructuras de albañilería confinada. Otra técnica empleada fue el análisis documental para la consulta bibliográfica. En este caso se empleó como instrumento la ficha de recojo.

Tabla 4: técnicas e instrumentos para el recojo de información a aplicar por objetivos y unidad de investigación

Objetivos específicos	Población	Muestra	Técnica	Instrumentos
Organizar en un cuadro los factores que incrementan la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en estudio	Edificaciones de la Urb. José Lishner Tudela II etapa en el CP Andrés Araujo Morán	20 edificaciones elegidas intencionalmente	Observación	Ficha de evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica
Caracterizar las irregularidades en planta observadas en las edificaciones del distrito en estudio			Procesado de información	Ficha de recojo de datos
Determinar medidas preventivas para reducir el índice de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones observadas			Análisis documental	Ficha de recojo de datos

Fuente: elaboración propia

3.5 Procedimientos

Se visitaron las edificaciones intencionalmente seleccionadas, observándose sus características las cuales se recogieron en con la ficha de evaluación preparada.

3.6 Método de análisis de datos

El análisis de datos comprendió dos fases:

Análisis de datos de ingeniería: Se realizó empleando Microsoft Excel y demás operaciones aritméticas sencillas.

Análisis de datos de la investigación. Una vez recogidos los datos se ordenaron y tabularon convenientemente. Los cálculos se realizaron con Microsoft Excel y los gráficos con Microsoft Word. No se realizaron inferencias estadísticas en la población debido al muestreo intencional empleado.

IV. RESULTADOS

4.1 Objetivo general

La distribución de vulnerabilidad encontrada se muestra en la figura siguiente:

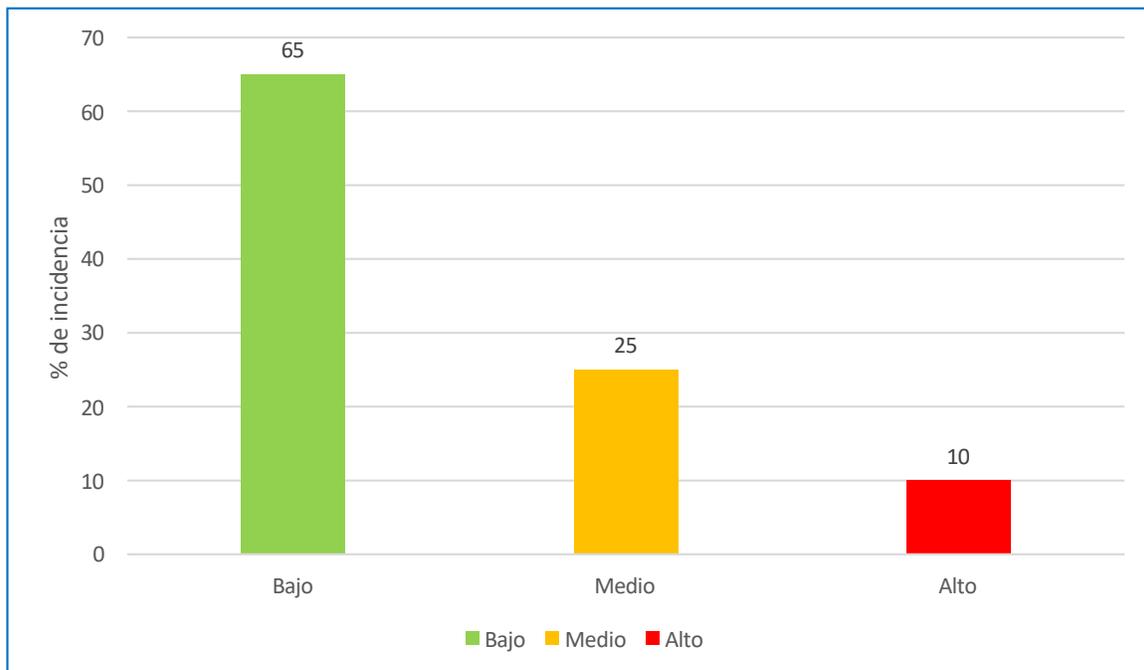


Figura 4: vulnerabilidad sísmica de edificaciones seleccionadas en la Urb. José Lishner Tudela II etapa Tumbes

Fuente: elaboración propia en base a datos del ANEXO 5

La mayoría de las edificaciones analizadas tiene una baja vulnerabilidad (65%), un 25% media y un 10% alta. Este resultado no es extraño, ya que la mejora en el número de profesionales de la construcción y en las posibilidades económicas, han posibilitado el asesoramiento profesional que logra este resultado. A continuación, se detallan los resultados de acuerdo con cada parámetro Benedetti Petrini evaluado:

Parámetro 1: El sistema resistente y su organización.

Las viviendas analizadas, muestreadas de forma intencional, corresponden a una tipología de albañilería confinada. Esta elección se realizó por ser la preponderante en la zona estudiada.

Existe un bajo número de construcciones de quincha, las cuales son pequeñas, y considerando su bajo peso y flexibilidad, no es significativo su riesgo sísmico a excepción del debido a cubiertas y pequeños elementos sueltos que suelen tener estas edificaciones.

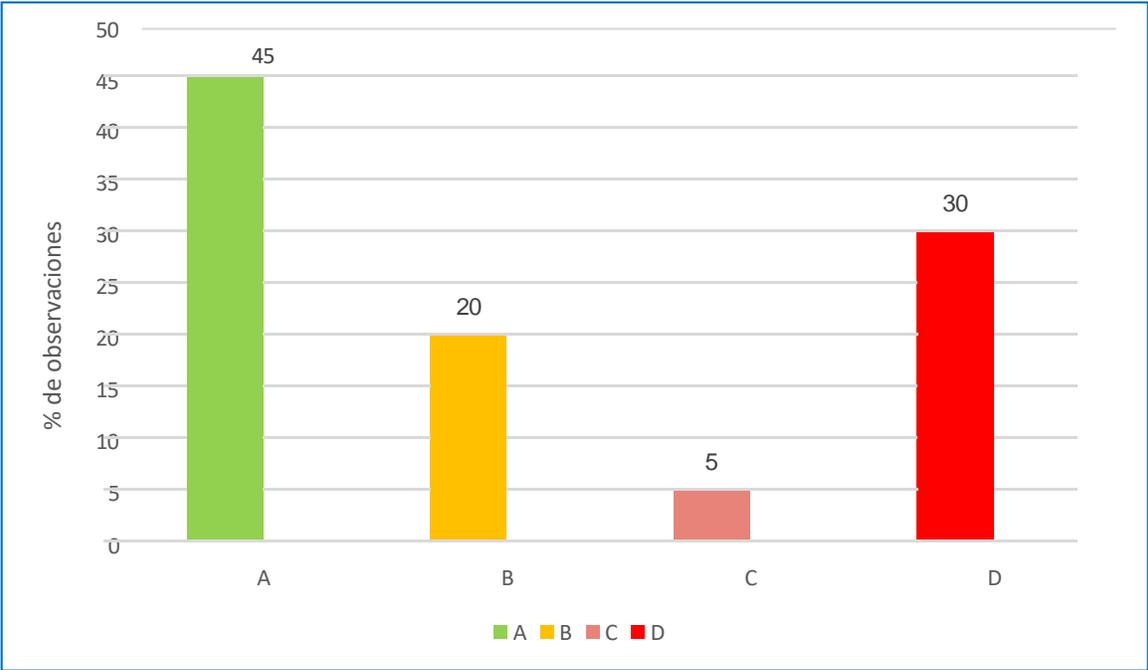


Figura 5: resultados encontrados para la observación del sistema resistente
Fuente: elaboración propia

Un 45% de las edificaciones observadas tuvieron probable asesoría profesional, muros confinados y sin deficiencias significativas en el proceso constructivo. Un 20% no cumplió al menos con uno de los requisitos de A, y 5% con dos de ellos. Un 30% de edificaciones mostró muros sin confinar, deficiencias en el proceso constructivo y aparente autoconstrucción.



Figura 6: fotografía que muestra un estadio del proceso constructivo de la edificación C-15. Se observan los muros riostras transversales y los confinamientos del momento. No hay problemas visibles de fallas en el proceso constructivo. Se evaluó con A para este parámetro

Fuente: Google Maps, 2013



Figura 7: fotografía actual de la edificación C-1. Muestra muros sin confinar y falta de columnas en el 2do nivel. Se evaluó con D para este parámetro

Fuente: propia

Parámetro 2: calidad del sistema resistente.

Este parámetro se ha evaluado en base a observaciones exteriores sobre la calidad de materiales, proceso constructivo y confinamiento de muros.

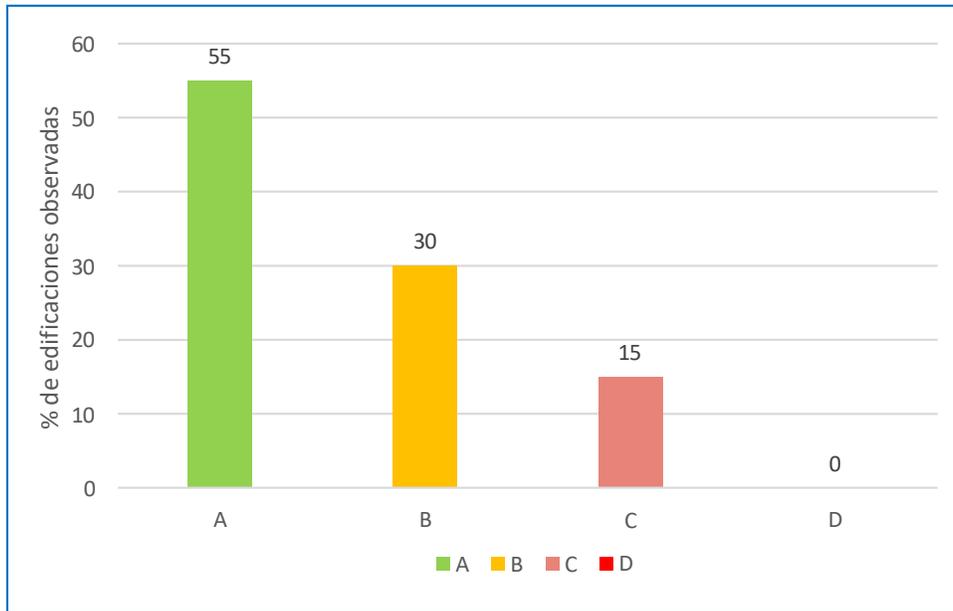


Figura 8: resultados sobre la calidad del sistema resistente en las edificaciones estudiadas.

Fuente: elaboración propia

El 55% de las edificaciones mostraron buena calidad del sistema resistente, con buen entramado de la mampostería, mortero adecuado y ladrillo de buena calidad, de fábrica en su mayoría. Un 30% incumplió al menos un requisito de los anteriores, mientras que un 15% presentó confinamiento incompleto de muros. Ninguna edificación carecía totalmente de muros y columnas.



Figura 9: edificación C-5 con buena calidad del sistema resistente. Se observa la ortogonalidad de las columnas y vigas. El entramado es parejo y bien logrado. Se calificó con A en este parámetro

Fuente: propia



Figura 10: edificación C-11 con buena calidad del sistema resistente. Se califica con A

Fuente: propia

Parámetro 3: resistencia convencional.

Se ha evaluado la resistencia convencional mediante el concepto de demanda de ductilidad

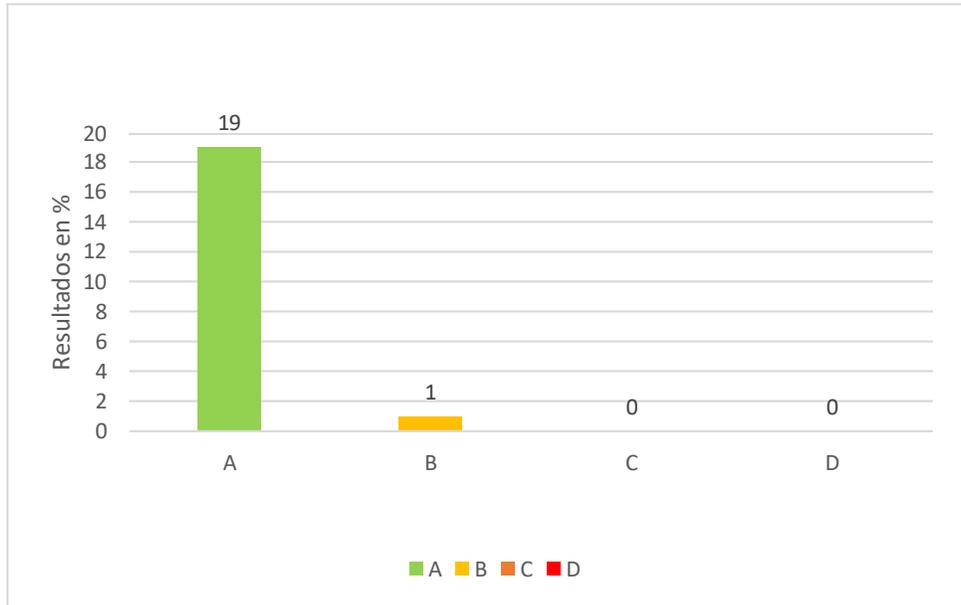


Figura 11: resultados de la evaluación de resistencia convencional para las edificaciones observadas

Fuente: elaboración propia

Casi la totalidad de las edificaciones logró una buena calificación en este parámetro. Los análisis se han realizado en base a observaciones externas. Probablemente de haberse efectuado una revisión interna de las edificaciones se hubiera evidenciado otros problemas tales como diafragmas con grandes aperturas, densidad de muros transversales con menos de 40% o 60% supuesto según el uso de la edificación, esquinas entrantes, ejes resistentes desalineados, entre otros, que hubieran comprometido la calificación del parámetro.



Figura 12: edificación C-6 con problema de irregularidad de resistencia (en altura)

Fuente: propia



Figura 13: edificación C-4 sin aparentes irregularidades en planta o altura

Fuente: propia

Parámetro 4: ubicación del edificio y cimentación.

En la zona en estudio el mapa geotécnico referenciado en la muestra que el suelo en la zona en estudio es de clase SC, con mediana amplificación sísmica, arena de mediana a baja plasticidad. Esto en combinación con la presencia de sales y humedad, confieren una calificación de C a las edificaciones.

Parámetro 5: Diafragma horizontal

La evaluación de los diafragmas se realizó exteriormente. No se evidenciaron problemas excepto por áreas significativas incompletas. Una revisión al interior de las edificaciones hubiera, probablemente, evidenciado problemas de ductos de luz, entre otros.

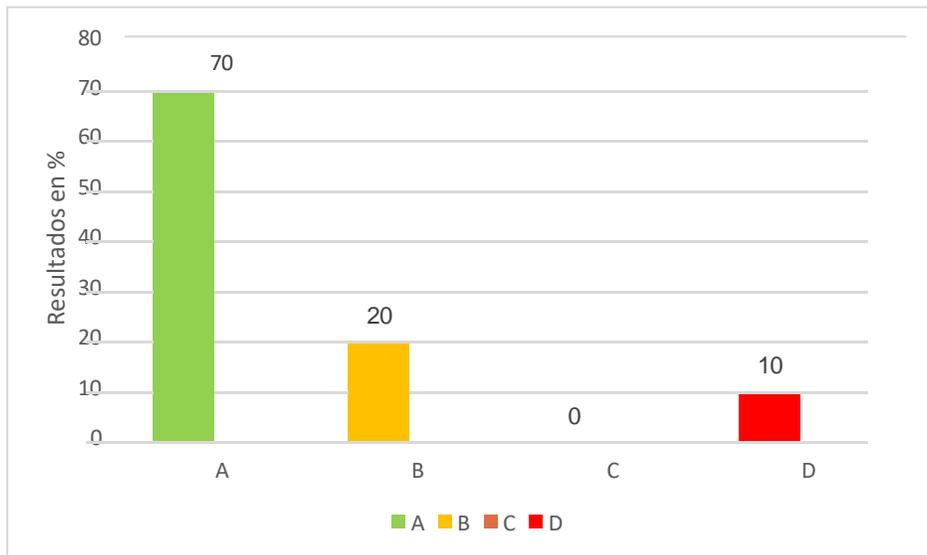


Figura 14: resultados sobre el diafragma de las edificaciones observadas

Fuente: elaboración propia

El 70% de las viviendas no tuvo problemas con el diafragma mientras que un 20% obtuvo una calificación B y un 10% una D. En este último caso, se calificó así por ser el diafragma de área menor o igual a la mitad del área correspondiente.



Figura 15: en la edificación C-4 los diafragmas se aprecian completos, uniformes y bien logrados. Calificación A
Fuente: propia



Figura 16: edificación C-14 donde el diafragma no abarca la totalidad del 1er piso. Se le calificó con D
Fuente: propia

En la evaluación en planta se evidenció la forma (6 x 20 m u 8 x 15 m) inadecuada de los lotes o módulos construidos por ENACE.

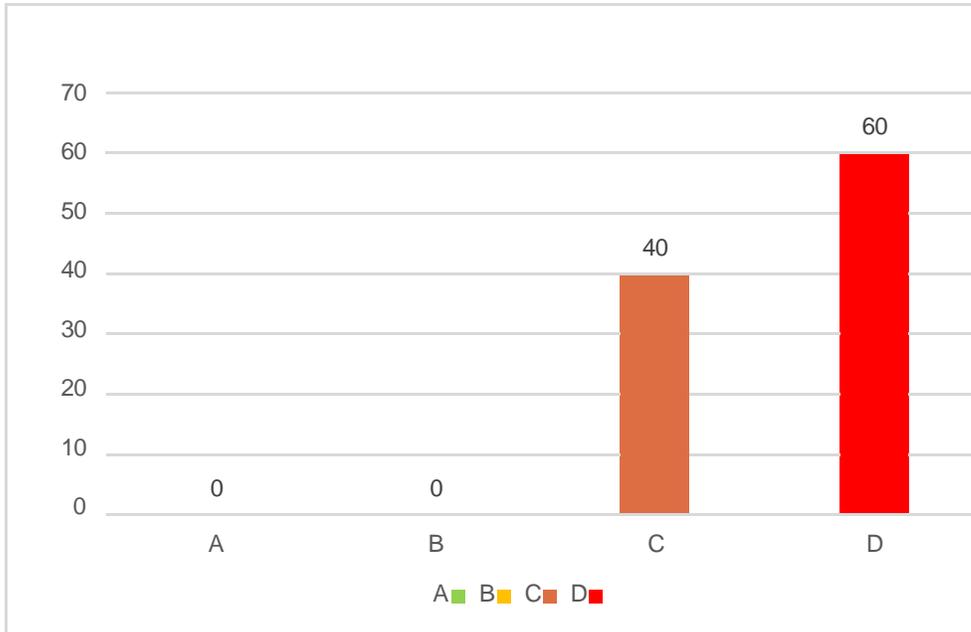


Figura 17: resultados para la configuración en planta Fuente: elaboración propia

Debido a la configuración de 6x20, la mayoría de las edificaciones obtuvo un calificativo de D para el cociente β_1 mientras que un 40% obtuvo una C. Baremo empleado: (Mena Hernández, 2002).

La configuración en elevación muestra problemas directamente observables. Una inspección interna de las edificaciones pudiera revelar otras problemáticas.

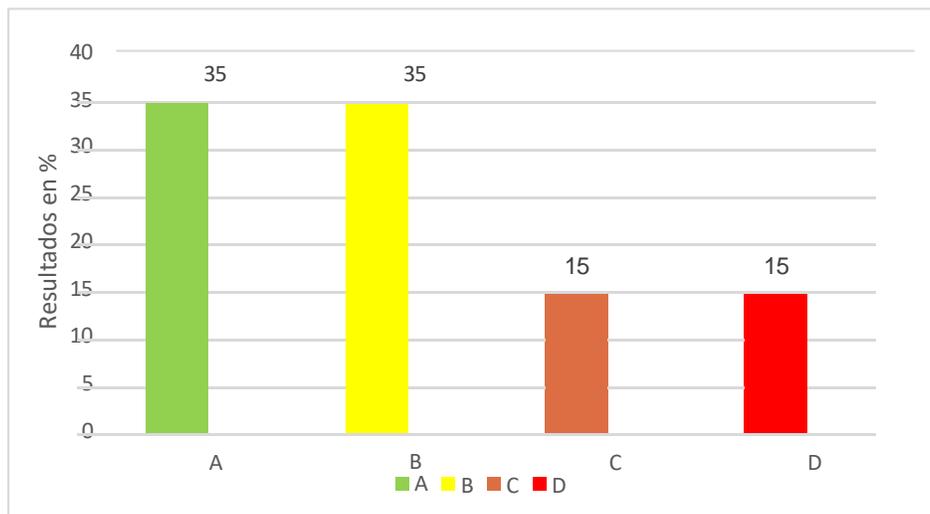


Figura 18: resultados de la evaluación en elevación de las viviendas Fuente: elaboración propia

Un 70% de las edificaciones observadas obtuvieron calificativos de A y B mientras que un 30% lo hicieron con calificativos C y D. Los problemas observados fueron irregularidades de masa/peso, geometría vertical, de extrema resistencia y piso débil.

Este resultado revela una muy probable asesoría profesional en el diseño. También puede ser resultado de las capacitaciones que empresas proveedoras del sector construcción realizan regularmente a nivel nacional y que están dirigidas a trabajadores o empresarios de la construcción no profesionales en el área.



Figura 19: vivienda C-13 con muros sin columnas y/o confinamiento en el 2do nivel. Se le asignó una D en este aspecto

Fuente: propia



Figura 20: edificación C-14 con una habitación de mampostería de dimensiones considerables en el segundo nivel configura un problema en altura

Fuente: propia

Parámetro 8: distanciamiento entre muros.

En la investigación se ha asumido, salvo observaciones directas, que en cada columna de las paredes laterales existe una pared transversal y en cada caso se ha considerado un porcentaje entre 40% y 60% de muro efectivos en cada caso. Los resultados muestran la calificación obtenida de este modo. Este es uno de los parámetros más influyentes en la resistencia a las cortantes transversales.

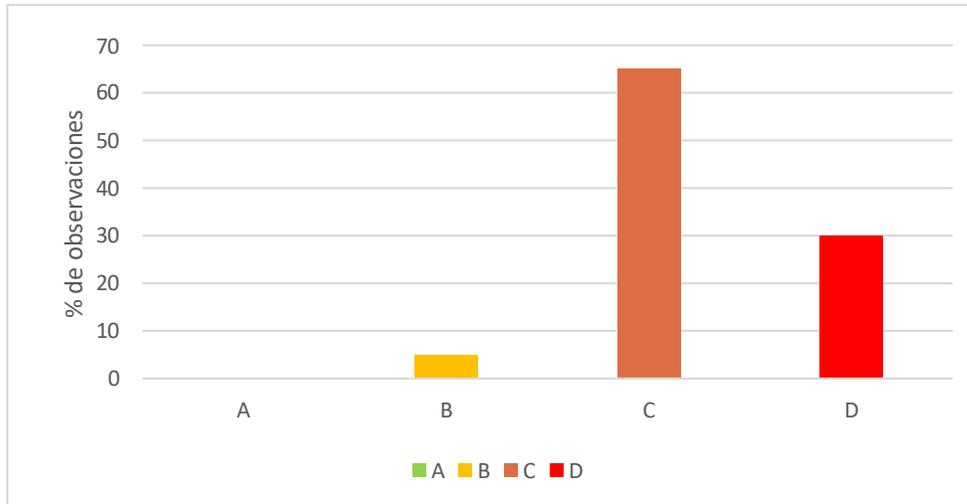


Figura 21: resultados parámetro distanciamiento entre muros
Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran que la mayoría de las edificaciones obtuvo la calificación C, luego D y en menor número B; este resultado no es sorprendente, es una constante observada en las investigaciones revisadas basadas en edificaciones sobre terrenos con forma demasiado alargada.



Figura 22: correcta cercanía entre columnas de la edificación C-11 presupone la cercanía de muros transversales. Calificó con C en este aspecto

Fuente: propia



Figura 23: acercamiento en la edificación C-4 no muestra muros transversales trabados en la pared lateral, infiriéndose que aquellos se encuentran únicamente en las columnas, resultandos escasos en número. Calificó con D para este parámetro

Fuente: propia

Parámetro 9: Tipo de cubierta.

Este parámetro se observó directamente por lo que es fiel. La cubierta debe ser ligera, estar en buen estado y bien sujeta a la edificación

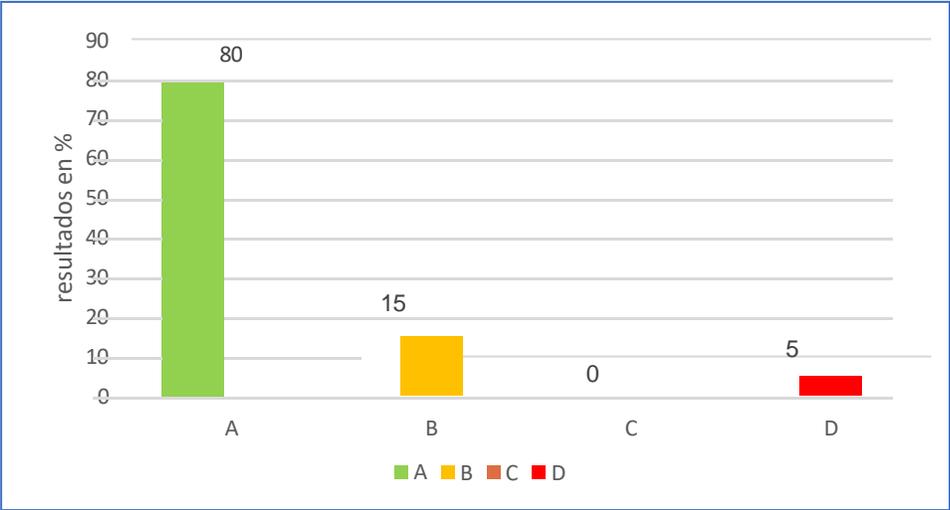


Figura 24: resultados para el tipo de cubierta
Fuente: elaboración propia

La mayoría, un 80% obtuvo una calificación A, seguido de un 15% con B, ninguna con C y un 5% para D.



Figura 25: edificación C-8 con cubierta en buen estado
Fuente: propia



Figura 26: edificación C-19 muestra una cubierta fijada de manera precaria al sistema resistente. Se le calificó con D
Fuente: propia

Parámetro 10: elementos no estructurales.

Los parámetros no estructurales son elementos sueltos que en caso de sismo o simple accidente pueden resultar peligrosos para las personas o la propiedad.

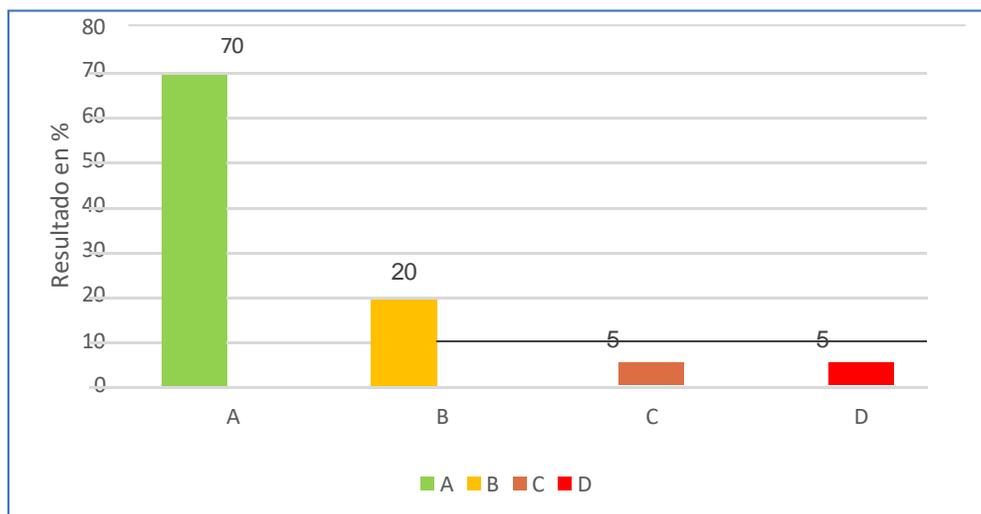


Figura 27: resultados para los elementos no estructurales
Fuente: elaboración propia

La mayoría de las edificaciones observadas obtuvo una calificación de A con una frecuencia del 70%, B con un 20%, C y D consiguieron un 5%.



**Figura 28: edificación C-9 con maceteros en el parapeto del 3er nivel.
Calificación D**
Fuente: propia



Figura 29: elementos sueltos y cañas de Guayaquil sobre la losa en la edificación C-1. No hay columnas ni vigas. Calificación D
Fuente: propia

Parámetro 11: estado de conservación.

La conservación de la edificación se evaluó en base a observaciones exteriores, infiriendo un cuidado similar para las interiores.

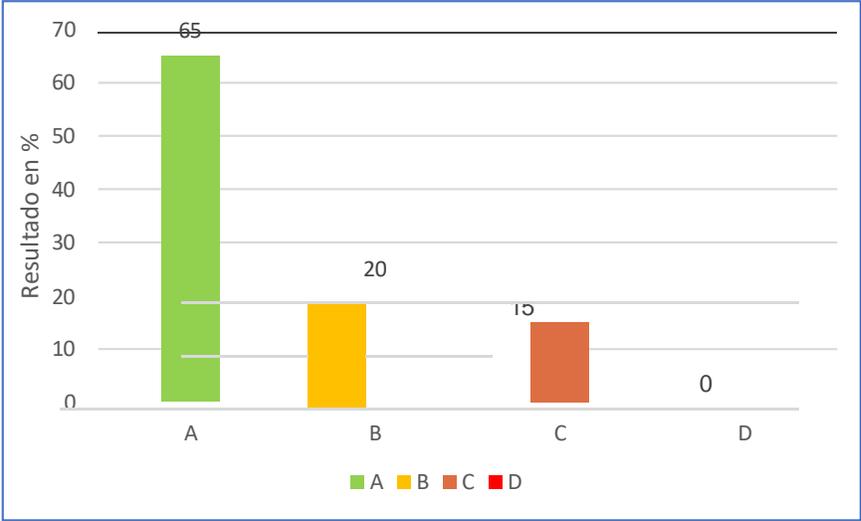


Figura 30: resultados para la observación del estado de conservación de la edificación.

Fuente: elaboración propia



Figura 31: muestra de una edificación (C-2) en buen estado de conservación

Fuente: propia



Figura 32: ejemplo de edificación (C-7) con mal mantenimiento. La calificación para C para ella
Fuente: propia

4.2 Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Elaborar un cuadro con los factores que incrementan la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en estudio.

Tabla 5: factores adversos observados en las edificaciones C-1 ... C-20

Factores adversos observados			Frecuencia	
			n	%
Forma del terreno	Forma del terreno	Los terrenos en la zona en estudio tienen el área predefinida de 6x20 m. En algunos casos se han observado áreas de 8x15 m y en un caso se observó (C-2) que se adquirió área adyacente para llegar a 11x19 m. Esta configuración le asigna una calificación D para 6x20 y C en los otros casos.	20	100
Irregularidad en planta	Esquinas entrantes	En tres edificaciones se observaron esquinas entrantes que superaron el 20% de la longitud correspondiente (C1, C5 y C13)	3	30
	Diafragma	En tres edificaciones se observó diafragma discontinuo en 50% o más de su área total (C-8, C-14, C — 18)	3	
Irregularidad en altura	Irregularidad extrema de resistencia	En una edificación (C-6) se observó que la resistencia a la fuerza cortante en el 1er piso era el 31% de la del piso superior.	1	30
	Irregularidad geométrica vertical	En las edificaciones C-1, C-14	2	
	Irregularidad de masa/peso	En las edificaciones C-13 y C-18	2	
	Irregularidad de resistencia	En la edificación C-8	1	
Sistema resistente	Confinamiento de muros	En las edificaciones C-1, C-6, C-7, C-13, C-18, C-20	6	55
	Falta de columnas	C-1, C-6, C-7, C-13, C-18,	5	
Resistencia convencional	C - 6		1	5
Distanciamiento entre muros	-	A	0	95 ¹
	C-11,	B	1	
	C-1, C-2, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9, C-13, C-15, C-16, C-17, C-18, C-19, C-20.	C	14	
	C-3, C-4, C-10, C-12, C-14.	D	5	
Suelo	Suelo con presencia de sales y humedad		20	100
Cubierta	La edificación C-18 tiene la cubierta en mal estado		1	5
Elementos no estructurales	C-1 - cañas de Guayaquil en posición inestable e improvisada en el 2do nivel C-9 - macetas ornamentales C-10 - calamina o similar pendiente en la 2 da losa C-13 - cañas de Guayaquil en posición precaria en el 2do nivel C-18 - diversos objetos sueltos en el 2do nivel C-19 - galpones o similares en la azotea del 2do piso		6	30

¹ En la suma generadora del %, sólo se han considerado las edificaciones con calificación C y D. por ser este cuadro dedicado a factores adversos. La edificación que obtuvo B quedó bastante cerca de A.

Objetivo específico 2: Caracterizar las irregularidades en planta observadas en las edificaciones de la urbanización en estudio.

Las irregularidades en planta observadas se pueden caracterizar de la siguiente manera:

Tabla 6: irregularidades observadas en la zona en estudio

Objeto	Características
Irregularidades en planta	Esquinas entrantes. Una práctica constructiva típica es dejar una entrada tipo <i>carport</i> y en la saliente lateral un espacio que normalmente es sala o estudio. Esta entrante, comúnmente de 6 m para el largo de un vehículo menor, constituye una irregularidad en planta significativa que, en caso de sismo, puede resultar en un problema torsional severo. La normativa nacional castiga esta irregularidad con un factor de 0.9 a R.
	Por múltiples factores, generalmente económicos, los diafragmas no llegan a cubrir la totalidad del área comprendida en la cimentación o piso inferior. De igual forma, los ductos de luz de dimensiones significativas constituyen un factor negativo en el desempeño sísmico de la edificación, por las tensiones a las que se somete el diafragma, especialmente en las esquinas, además de sobrecargar a las columnas contiguas a la discontinuidad. Esto origina un movimiento desigual entre los elementos resistentes de la edificación, variando además el centro de masa de la edificación.

Fuente: elaboración propia

Aunque, la forma del terreno no es una irregularidad, si es una condición que degrada el desempeño sísmico de la edificación, por lo que también se le considerará como parte del resultado.

Tabla 7: forma del terreno de las edificaciones analizadas

Forma del terreno	<p>Forma del terreno (relación de aspecto, (RA))</p> <p>Por ser la zona una urbanización que nació de forma delimitada en cuanto a áreas se tiene, en general, una RA no óptima, (la óptima se asemeja a un cuadrado). La medida mayoritaria de predios mide 6x20 lo cual de primera intención determina una calificación de D en la vulnerabilidad y en el mejor de los casos 8x15 lo cual mejora a C la calificación</p>
-------------------	--

Fuente: elaboración propia

Objetivo específico 3. Determinar medidas preventivas para reducir el índice de vulnerabilidad sísmica de la urbanización en estudio.

Tabla 8: medidas preventivas para reducir el índice de vulnerabilidad sísmica de la urbanización en estudio.

Observaciones		Recomendación
Irregularidad en planta	Forma irregular	La forma ideal es la cuadrada. Tratar de mantener, hasta donde se pueda, esta relación de aspecto. En caso de necesitarse un espacio significativo sin muro/s de arriostre, considerar placas o peraltes adecuados dentro de un sistema resistente de forma regular
	Relación largo y ancho del terreno	Considerar la segmentación de la edificación a fin de mejorar la relación de aspecto de cada unidad
	Problemas en diafragma	Mantener el diafragma lo más cuadrado, con la menor área de ductos y tratar de prever el tema económico para no dejarlo inconcluso, de ser posible
	Esquinas entrantes	Evitar las esquinas entrantes con excusiones mayores al 20% de la longitud de análisis
Irregularidad en altura	Aumento/reducción de peso en altura	Evitar el aumento/reducción de peso en altura, procurando, la reducción en el último nivel
	Piso débil	Evitar las configuraciones tipo túnel o submarino por ser conducentes a reducida cantidad de muros transversales. En caso sea inevitable prever los peraltes y placas adecuadas según la necesidad.
	Discontinuidad estructural	Se recomienda mantener la configuración del sistema resistente hasta el avance en lo vertical. Evitar las columnas fuera de su plano vertical y los muros sin columnas
	Irregularidad geométrica vertical	Evitar dejar paredes solas en pisos superiores. Administrar recursos dinerarios y otros a fin de prever este caso
	Altura excesiva de la edificación en función de la forma del terreno	Se recomienda no exceder la altura máxima recomendada en las normas A-010 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento) y A-020 del RNE
	Columnas no continuadas	No discontinuar columnas en pisos superiores
	Columnas en volados	No plantar columnas en volados
	Falta confinamiento	No dejar muros sin confinar
Suelo	Humedad/sales	Efectuar las labores de tratamiento de suelos de acuerdo a la necesidad específica Impermeabilizar la cimentación
Conservación	Mal conservada	Realizar las labores de mantenimiento requeridas, reparando las patologías que puedan presentarse
Elementos no estructurales	Balcones/parapetos sueltos	Planificar adecuadamente los balcones y parapetos a fin de que estén integrados en el sistema resistente al momento de su construcción

Fuente: elaboración propia

V. DISCUSIÓN

La ocurrencia de un sismo de mediana intensidad en los últimos días de junio 2021 ha vuelto a revalorar la importancia del desempeño de una edificación ante un sismo. En efecto, el tipo de suelo, estado de conservación, forma, materiales, proceso constructivo y sistema resistente se conjugan para mejorar las probabilidades de que una edificación logre superar exitosamente una demanda sísmica. En nuestra realidad, un sismo de consideración no ocurre hace 50 años, por lo que su proximidad se acrecienta con el transcurso del tiempo. Este largo silencio sísmico reduce la expectativa y cuidado que un tema tan importante tiene para una ciudad que, como la nuestra, se encuentra en zona de alta sismicidad (Zona o factor de zona 4) y sustentada en un tipo de suelo que amplifica grandemente la amplitud de la onda sísmica. Esta conjunción de factores motiva en parte la investigación desarrollada.

Circunscrito a la zona en estudio, es el primer estudio serio de esta naturaleza desarrollado en la región y en específico en la zona. Los resultados muestran que la vulnerabilidad sísmica mayoritaria es baja, seguido en orden decreciente por la media y en menor proporción, el alta. La observación ha mostrado un interesante número de edificaciones de reciente construcción e importancia. Este hecho y la concepción arquitectónica e ingenieril observada, supone un asesoramiento técnico profesional, reflejado en los buenos resultados obtenidos en cuanto a la vulnerabilidad o nivel de daños esperados en caso de una sollicitación sísmica de importancia. Esta observación contrasta con lo esperado, probablemente porque una creciente inclinación a la asesoría especializada evita costosos errores de diseño y construcción (AC Arquitectos, 2020). Dentro de los factores difícilmente modificables que influyen negativamente en la calificación de vulnerabilidad, se tiene la forma del terreno bastante más alargado que ancho. Esta forma aparte de alejarse de la cuadrada optima, origina una concepción arquitectónica con muy pocos muros transversales. En efecto, se ha observado que la densidad de muros transversales es peligrosamente baja, pudiéndose explicar este hecho por la forma resultante tipo túnel de las edificaciones, al ser prácticamente imposible desarrollar arquitectónicamente un arreglo funcional con adecuados muros transversales en este caso. Algunos propietarios han conseguido

otros terrenos con un mejor aspecto, a resultas de la compra de área contigua o los pocos módulos o terrenos con mejor relación de aspecto. La incorporación de cocheras en el interior de la casa también supone un problema ya que los 6 m de fondo suponen una irregularidad de entrada en esquina, lo cual castiga la norma E.030 con un factor de 0.9 en R. No obstante, estas dificultades, la asesoría profesional permite edificaciones de 6 pisos en un área muy delgada. Las irregularidades también se observan en elevación. Se ha observado, hasta donde una inspección exterior lo permite, un primer piso con un muro transversal, configurando una situación de riesgo por la posibilidad de que este piso, más flexible, absorba la mayor parte de la carga sísmica, fallando.

El resultado general sin embargo es alentador en la medida que un bajo número de edificaciones muestra un riesgo sísmico alto. Se ha observado un cada vez más creciente empleo de ladrillo de fábrica, que presupone menor peso, elementos más parejos lo cual posibilita un mejor desarrollo del entramado y geometría resultante en la construcción.

La realización de un muestreo intencional imposibilita de plano realizar inferencias estadísticamente válidas en la población a partir de la muestra. En este trabajo, sin embargo, se han considerado y seleccionado cuidadosamente las edificaciones analizadas a fin de abarcar todo el espectro observable en esta zona, dentro de la tipología de albañilería confinada, procurando así un resultado objetivamente útil en el sentido de cobertura de unidades de análisis empleadas.

Al contrastar los resultados con los autores de los antecedentes consultados, tenemos que con Kassem, Mohamed, & Noroozinejad, Development of seismic vulnerability index methodology for reinforced concrete buildings based on nonlinear parametric analyses (2019), se resalta el hecho que los resultados obtenidos por una metodología bastante similar a la empleada en el presente estudio son válidos para obtener resultados bastante cercanos al obtenido por el análisis no lineal tiempo historia.

Este punto enmarca el hecho que un método pensado para la evaluación rápida de

números significativamente altos de edificaciones puede concordar en resultados con métodos numéricos bastante más elaborados y de uso más restringido a unidades en forma individual. Con los autores Kassem, Mohamed, & Noroozinejad, *The seismic vulnerability assessment methodologies: A state of the art review* (2020), se comparte la opinión favorable de la metodología desarrollada en base a observaciones a diferentes aspectos de una edificación que tienen significancia sísmica en un momento de demanda, posibilitando la sencillez de la metodología, una aproximación fiel a lo real de un amplio espectro y número de edificaciones, buscando promover la prevención de los daños causados por eventos de esta naturaleza. Con Salazar & Ferreira (2020) se concuerda en la importancia de los resultados de estos estudios, donde se puede prever el desempeño sísmico en base a observaciones de características que determinan o predicen un comportamiento, pudiéndose inclusive prever el índice de daños de acuerdo con la tipología, tipo de suelo y evento sísmico. Con Arévalo Casas (2020) se concuerda en lo prolijo de los resultados obtenidos por los métodos observacionales. Se destaca la información de que ninguna de las edificaciones -en su estudio- soportaría un sismo moderado en virtud de la pobre calidad de las edificaciones tanto en materiales como en proceso constructivo, conjugándose este hecho con el estado *en construcción* encontrado en un número significativo de viviendas. Este hecho concuerda con lo observado aquí, donde algunas edificaciones tienen muros sin confinamiento. Al contrastar con Guerrero Yrene (2020) se encontró que el escenario por ella descrito es diferente al nuestro. Se menciona un índice medio de vulnerabilidad y en nuestro caso, bajo. En este punto se ensaya la hipótesis emergente relacionada con la asesoría profesional. En el antecedente se señala la autoconstrucción como factor preponderante, mientras que en el presente estudio, se observó lo contrario, a decir del número elevado de edificaciones de elevado valor y con características no observadas en edificaciones de menor factura. Con Espinoza Rubilar & LLamocca Cárdenas (2019), se coincide, al igual que con los autores nacionales antes citados, en lo adverso que es la carencia de elementos de arriostre transversales, específicamente muros.

Los autores encontraron una alta vulnerabilidad sísmica en su investigación, referenciando a la elevada pendiente del terreno, realidad que obliga a efectuar rellenos orientados a la nivelación previa a la construcción, comprometiendo seriamente la integridad de la cimentación. En nuestra realidad, el suelo es plano, factor que contribuye positivamente en la calificación de vulnerabilidad. Esta pendiente pronunciada, se refiere, constituye además un factor de riesgo en caso de evacuación ante una emergencia.

VI. CONCLUSIONES

1. La distribución de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones observadas en la Urb. José Lishner Tudela II etapa en Tumbes, refiere a la fecha, un 65% de baja vulnerabilidad, un 25% media y un 10% alta.
2. Los factores que incrementan la vulnerabilidad sísmica en la zona en estudio, en orden decreciente de importancia son: forma de terreno y suelo suelto con presencia de sales en la totalidad de los casos; carencia o distanciamiento de muros transversales con un 95% de ocurrencia. Los problemas con el sistema resistente tuvieron un 55% de ocurrencia mientras que las irregularidades en altura y en planta tuvieron un 30% de ocurrencia; lo mismo se encontró para los elementos no estructurales sueltos o mal fijados. La resistencia convencional y problemas de cubierta tuvieron una frecuencia del 5%.
3. Las irregularidades en planta observadas son de esquinas entrantes con una frecuencia de 15% y discontinuidad del diafragma con igual frecuencia de ocurrencia.
4. Las medidas preventivas señaladas en los resultados, se espera, permitirán reducir la vulnerabilidad de las edificaciones en la zona en estudio.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la autoridad municipal tomar nota de los resultados de la vulnerabilidad encontrados, a fin de mejorar el control de en la cadena del proceso constructivo aplicando la normativa vigente.
2. Se recomienda a la autoridad municipal la difusión a los vecinos de la Urb. José Lishner Tudela II etapa Tumbes de los resultados encontrados a fin de que adopten las medidas correctivas de forma temprana, evitando riesgos personales y daños materiales.
3. Se recomienda a los constructores, principalmente informales y propietarios con intención de construcción, observar las recomendaciones sugeridas a fin de reducir el índice de vulnerabilidad en su proyecto.
4. Se recomienda a los comunicadores sociales la difusión de información referente a la posibilidad de un sismo de consideración y el riesgo derivado de la zona 4 donde se encuentra Tumbes, buscando la concientización hacia una cultura de prevención en la población en este sentido.
5. Se recomienda a las autoridades municipales la concientización de pobladores e interesados en la construcción en el sentido de lo peligroso que resultan los muros sin confinar a cualquier nivel. Es así como se recomienda no construir en caso no contar con los recursos dinerarios, materiales o humanos suficientes, o en todo caso hacerlo empleando materiales ligeros, como el DryWall.
6. Sugerir a los investigadores a desarrollar estudios similares en la ciudad de Tumbes a fin de completar un mapa completo de las zonas con mayor vulnerabilidad sísmica.

REFERENCIAS

- AC Arquitectos. (2020). *La construcción informal en el Perú*. Recuperado el 03 de febrero de 2021, de [https://acarquitectos.com.pe/wonderful-serenity-has-taken/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20CAPECO%20\(2018\)%20%E2%80%9CEn,cifra%20llega%20al%2090%25%E2%80%9D](https://acarquitectos.com.pe/wonderful-serenity-has-taken/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20CAPECO%20(2018)%20%E2%80%9CEn,cifra%20llega%20al%2090%25%E2%80%9D).
- Alarcón Bernal, J. A., & Malqui Mego, J. R. (2018). *Vulnerabilidad Sísmica de las IE públicas del distrito de San José, Lambayeque, 2018*. Obtenido de Universidad Señor de Sipán: <https://core.ac.uk/download/pdf/270318391.pdf>
- Arévalo Casas, A. S. (09 de Enero de 2020). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo Reglamento Nacional de Edificaciones en al A.H. San José, distrito de San Martín de Porres. Recuperado el 12 de Enero de 2020, de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648665>
- Banco Central de Reserva del Perú. (s.f.). Causas y consecuencias de la informalidad en el Perú. Obtenido de Estudios Económicos: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Estudios-Economicos/15/Estudios-Economicos-15-3.pdf>
- Diario Gestión. (16 de Agosto de 2019). Silencio sísmico: la energía acumulada que produciría un sismo catastrófico en el Perú. Recuperado el 11 de Enero de 2021.
- Espinoza Rubilar, H. I., & LLamocca Cárdenas, J. L. (2019). *Vulnerabilidad de viviendas informales y sus índices sísmicos en el AAHH Nueva Generación 2000, Comas*. Recuperado el 12 de Enero de 2020, de Universidad de San Martín de Porres: <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6495>
- Guerrero Yrene, J. D. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti Petrini en el PPJJ San Martín de Porres, Lambayeque*. Obtenido de Universidad Pedro Ruiz Gallo: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/8205>

Hernández Sampieri, R. (6 de junio de 2013). Las hipótesis. Celaya, México. Recuperado el 26 de marzo de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=WDfQjBtRcro>

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill. Recuperado el 2 de abril de 2021, de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

INDECI. (2006). *Compendio estadístico de prevención y atención de desastres 2006 -Sismos ocurridos en el Perú*. Obtenido de https://www.indeci.gob.pe/compend_estad/2006/7_otras_estad/7.1_sismos/7.1.4_hist_sismos.pdf

Kassem, M. M., Mohamed, N. F., & Noroozinejad, F. E. (2019). Development of seismic vulnerability index methodology for reinforced concrete buildings based on nonlinear parametric analyses. *ELSEVIER*, 199-211. Obtenido de: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S221501611930007X?token=391D00DAE53C6CC24818FEC4C15014332F1A21A4FD8EF47619A2BA2203D75F33D5A726A486EC80E5A01839C2E10E43EC&originRegion=useast1&originCreation=20210409151927>

Kassem, M. M., Mohamed, N. F., & Noroozinejad, F. E. (December de 2020). The seismic vulnerability assessment methodologies: A state of the art review. *Ain Shams Engineering Journal*, 849-864. Obtenido de *Ain Shams Engineering Journal*: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209044792030071X>

Mena Hernández, U. (Julio de 2002). *Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas*. Obtenido de Universidad Politécnica de cataluña: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93534/01INDICE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma Técnica E-030 Diseño Sismorresistente*.

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (s.f.). *Norma A.0.10*. Obtenido de Condiciones Generales de Diseño: <https://www.udocz.com/pe/read/17933/reglamento-ilustrado-a010-a020-a030>
- Pino Gotuzzo, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Salazar, G. F., & Ferreira, T. M. (2020). Seismic vulnerability assessment of historic constructions in the down town of Mexico City. *Sustainability*, 1-21. Obtenido de Sustainability: www.mdpi.com/journal/sustainability
- Salvatierra Pablo, V. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la I.E.P. San Agustín en SJL, 2018*. Obtenido de Universidad César Vallejo: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39111/SALVATIERRA_PV.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Semana. (2021). *Invertir en vivienda ¿una buena inversión para los jóvenes?* Obtenido de Grupo Semana: <https://www.semana.com/ahorro-e-inversion/articulo/inversion-por-que-invertir-en-vivienda/72638/>
- Tamayo, G. (2001). *Diseños Muestrales en Investigación*. Obtenido de Semestre Económico: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5262273.pdf>
- Yépez Moya, F., Barbat, A. H., & Canas, J. A. (1995). *Simulación de escenarios de daño sísmico en zonas urbanas*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/271586799_Simulacion_de_escenarios_de_dano_para_estudios_de_riesgo_sismico

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia

Título	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Análisis de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti – Petrini en la Urbanización José Lishner Tudela II etapa – Tumbes?	General			Independiente	<p>Enfoque de investigación: cuantitativo</p> <p>Método investigativo: observación – deducción</p> <p>De acuerdo con su alcance la investigación es descriptiva</p> <p>De acuerdo con su diseño: no experimental y transversal</p> <p>Población: las edificaciones de la Urb José Lishner Tudela II etapa Tumbes</p> <p>Muestreo: intencional</p> <p>Muestra 20 edificaciones</p>
	¿Cuál es el análisis de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti — Petrini en la Urbanización José Lishner Tudela II etapa — Tumbes?	Realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti — Petrini en la Urbanización José Lishner Tudela II etapa — Tumbes	El objetivo no hace predicciones, luego no le corresponde hipótesis (Hernández Sampieri, Las hipótesis, 2013)	Aplicación del método de Benedetti Petrini	
	Específicos			Dependiente	
	<p>Problema específico 1</p> <p>¿Cómo se organizan los factores que incrementan la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en estudio?</p>	<p>Objetivo específico 1</p> <p>Elaborar un cuadro con los factores que incrementan la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en estudio</p>	El objetivo no hace predicciones, luego no le corresponde hipótesis (Hernández Sampieri, Las hipótesis, 2013)	Nivel de vulnerabilidad sísmica	
<p>Problema específico 2</p> <p>¿En las edificaciones observadas, qué características tienen las irregularidades en planta?</p>	<p>Objetivo específico 2</p> <p>Caracterizar las irregularidades en planta observadas en las edificaciones de la urbanización en estudio</p>				
<p>Problema específico 3</p> <p>¿De qué manera se puede reducir el índice de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de la urbanización en estudio?</p>	<p>Objetivo específico 3</p> <p>Determinar medidas preventivas para reducir el índice de vulnerabilidad sísmica de la urbanización en estudio.</p>				

Fuente: elaboración propia

ANEXO 2. Matriz de operacionalización de variables

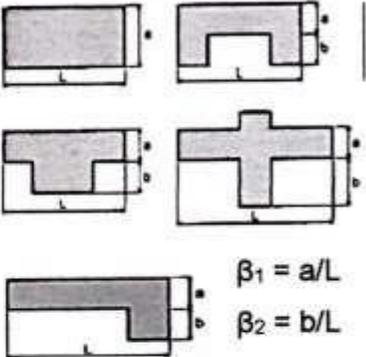
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Aplicación del método de Benedetti Petrinì	Actividad mediante la cual se aplican criterios evaluativos referentes a características físicas y cálculos sencillos que determinan o influyen en los daños que un sismo puede causar en la edificación	La variable se operativizó mediante una ficha de observación	Sistema resistente	Organización	Nominal
				Distancia de columnas o muros	Razón
				Asesoría profesional	Ordinal
			Calidad del sistema resistente	Materiales buenos	Ordinal
				Materiales malos	Ordinal
				Proceso constructivo	Ordinal
				Proceso deficiente	Ordinal
				Resistencia convencional	Número de pisos
			Área total construida		Razón
			Área de muros en X		Razón
			Área de muros en Y		Razón
			Altura promedio de entrepiso		Razón
			Número de diafragmas		Razón
			Peso del diafragma		Razón
			Área techada		Razón
			Área de cubierta		Razón
			Peso de cubierta		Razón
			Cimentación		Suelo
				Pendiente	Razón
				Humedad	Razón
				Sales	Ordinal
			Diafragma	Discontinuidades	Ordinal
				Conexión con muro	Ordinal
				Deflexión	Ordinal
			Configuración en planta	Longitud en X	Razón
				Longitud en Y	Razón
				Irregularidad	Razón
			Configuración en altura	Variación de masas	Ordinal
				% T/H	Razón
				Piso blando	Ordinal
				Irregularidad del sistema resistivo	Ordinal
			Distancia entre muros	L: Distancia entre muros transversales	Razón
				S: Espesor del muro maestro	Razón
				Factor L/S	Razón
			Cubierta	Buen estado	Ordinal
				Inestable, pero en buenas condiciones	Ordinal
				Inestable en malas condiciones	Ordinal
				Inestable y en desnivel	Ordinal
			Elementos no estructurales (ENE)	Todos los ENE están bien adheridos	Ordinal
				Casi todos los ENE bien adheridos	Ordinal
Pocos ENE bien adheridos	Ordinal				
Todos los ENE están sueltos	Ordinal				
Conservación	Sin fisuras	Ordinal			
	Deterioro leve	Ordinal			
	Fisuras y deterioro moderado	Ordinal			
	Fisuras y deterioro severo	ordinal			

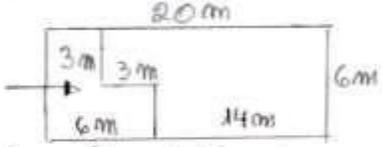
Fuente: adaptado de Guerrero Yrene (2020, p. 36).

VARIABLE DEPEN- DIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Nivel de vulnerabilidad sísmica	Nivel de daño estructural, modo de fallo y capacidad de resistencia de una edificación bajo condiciones probables de sismo	La variable se operativizará mediante una ficha de observación	ALTA MEDIA BAJA Nivel bajo	Ordinal
			GEOMETRIAS, ALTURAS. NIVELES Nivel medio	Ordinal
			REFORZAMIENTO Nivel alto	Ordinal

Fuente: elaboración propia en base a cuadro de (Guerrero Yrene, 2020).

ANEXO 4. Fichas de evaluación aplicadas

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-1
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	D	Fecha: 11.05.2021 Ubicación: URB. JOSE LISHNER TUDELA II ETAPA M# N-17 TUMBES Uso actual: VIVIENDA UNIFAM.
		Construcción nueva-reparación según norma	C	
		Elementos de arrioste horizontales y vert.	D	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	D	
		Muros sin confinar	D	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	C	
		Muros con mampostería artesanal	C	
		Buen entramado en la mampostería	C	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	B	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	1	Regularidad en planta  $\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$
		Área total construida (m ²)	93	
		Área de muros en X (m ²)	43.68	
		Área de muros en Y (m ²)	215.60	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8	
		Número de diafragmas	1	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.326	
		Área diafragma (m ²)	93	
		Área de cubierta (m ²)	126	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	C	
		Cimentación deteriorada	B	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	B	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	3	
		b:	3	
		L:	20	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	D	
		% T/H	0	
		Piso blando	D	
		Irregularidades del SR	D	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	3.33	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	22.22	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	B	
		Buena conexión cubierta - muro	C	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	B	
10	Elementos no estructurales	Calificar Bueno - Regular - Malo		
		Cornisa y parapetos	B	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	B	
		Pequeños elementos	D	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	C	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	C	
		Muros con fisuras pequeñas	C	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
		Muros deteriorados	C	

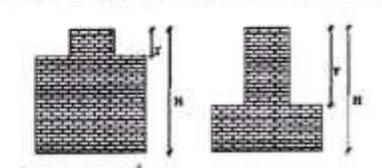


$$\beta_1 = \frac{3}{20} = 0.15 = \beta_2$$

$$\frac{6}{20} = 0.3 > 0.2 \text{ (E.030)}$$

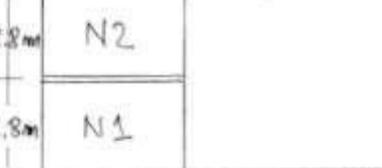
$$\Rightarrow I_p = 0.9$$

Regularidad en altura



$$\frac{\Delta M_0}{M_1} = 1$$

$$M_1 \gg M_2 \Rightarrow I_H = 0.9 \text{ (E.030)}$$



Edificación C-1

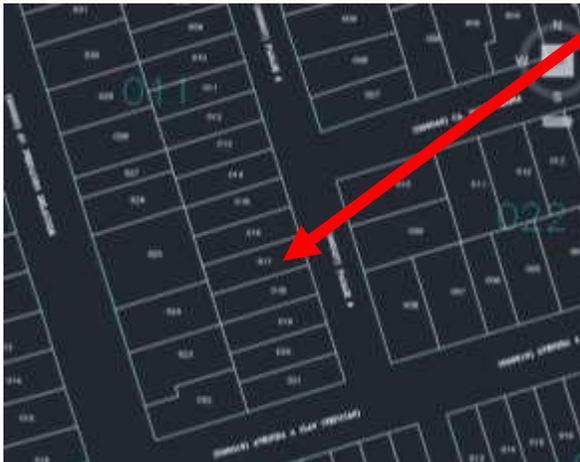
Item	Valor
VR (Tn)	554.4
W (Tn)	124.07
CSR	5.28
CSE	0.51
Rox	3
RoY	3
Ip	0.9
Ih	0.9
Rx	2.43
Ry	2.43
Vx (Tn)	63.19
Vy (Tn)	63.19
(C/R) _x	1.03
(C/R) _y	1.03
C/R	1.03
DD	0.10
Iv	178.75
Ivn	46.73



Fuente: propia
Mz N – 17 (6 X 20) m

Parámetros Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz N -17 Tumbes

1	D
2	C
3	A
4	C
5	B
6	D
7	D
8	C
9	B
10	D
11	C



precaria

Altura: en la edificación se observa en el 2do nivel un muro sin confinar. Esto configura irregularidad de masa/peso o geométrica vertical. Por ello $I_H = 0.9$.

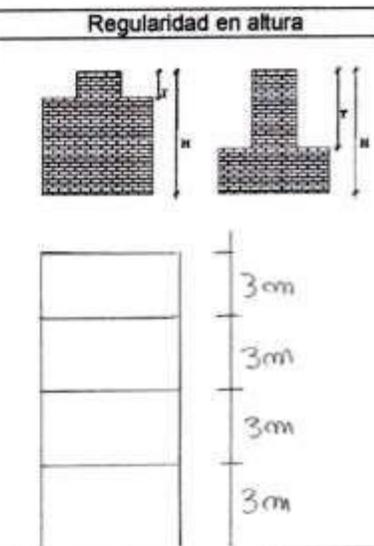
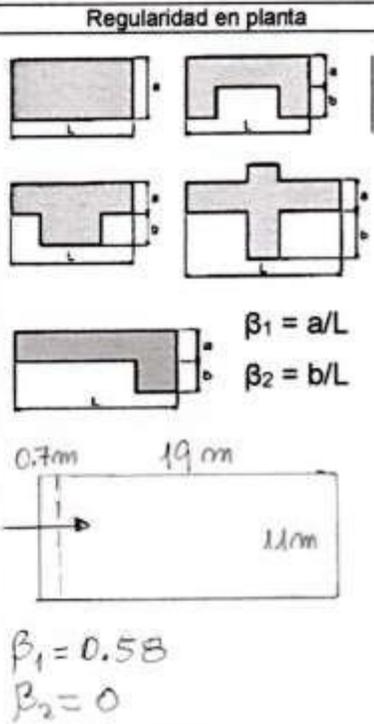
Planta: la esquina entrante de 6 m de longitud excede el 20% de la dimensión Y. Corresponde $I_P = 0.9$.

Se observan pequeños elementos sobre el muro, además de cañas de Guayaquil colocadas en forma

Vulnerabilidad
Alta

Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-2
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	A	Fecha: 11.05.2021 Ubicación: URB JOSE LISHNER INDIA M? N Lt 23 TUMBES Uso actual: HOTEL
		Construcción nueva-reparación según norma	A	
		Elementos de arriostre horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
2	Calidad del sistema resistente	Muros sin confinar	A	
		Mampostería de buena calidad	A	
		Muros con mampostería artesanal	A	
		Buen entramado en la mampostería	A	
3	Resistencia convencional	Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
		Número de pisos	4	
		Área total construida (m ²)	844.4	
		Área de muros en X (m ²)	633.6	
		Área de muros en Y (m ²)	912.0	
		Altura promedio de entrespiso (m)	3.0	
		Número de diafragmas	3	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426	
		Área diafragma (m ²)	216.7	
		Área de cubierta (m ²)	232.0	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
		Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	A	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	11	
		b:	0	
		L:	19	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	A	
		% T/H	0	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	2.71	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	18.1	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar	Buena - Regular - Malo	
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	A	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Buena - Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	A	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A	
		Muros con fisuras pequeñas	A	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
Muros deteriorados	A			



Continuación

Edificación C-2

Ítem	Valor
VR (Tn)	2376
W (Tn)	849.85
CSR	2.80
CSE	0.41
Rox	3
RoY	3
Ip	1
Ih	1
Rx	3
Ry	3
Vx (Tn)	350.56
Vy (Tn)	350.56
(C/R) _x	0.83
(C/R) _y	0.83
C/R	0.83
DD	0.15
Iv	30
Ivn	7.84



Fuente: propia
Mz N – 23 (11 X 19) m

Parámetros

Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz N – 23 Tumbes

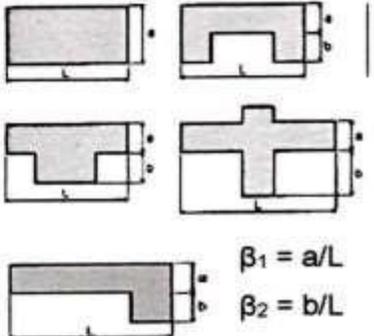
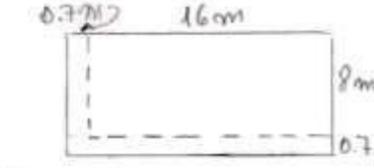
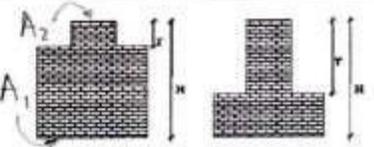
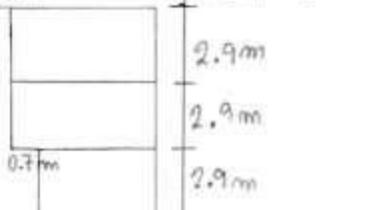
1	A
2	A
3	A
4	C
5	A
6	C
7	A
8	C
9	A
10	A
11	A

Edificación nueva y en buen estado general. Muy probable asesoría profesional. No se observan irregularidades verticales u horizontales a simple vista. En la imagen de catastro se observa un entrante no observado. Los 11x19 m de la edificación se observaron completos

Vulnerabilidad

Baja

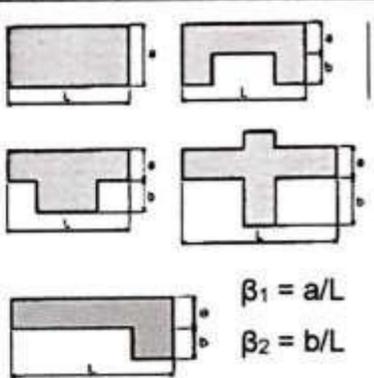
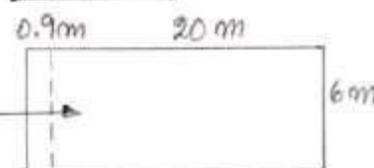
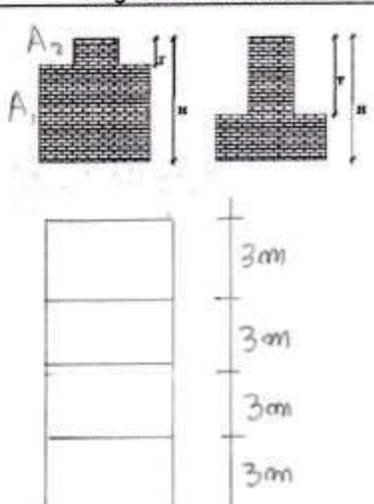
Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-3
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN		Datos generales	
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	D	Fecha: 13.05.2021 Ubicación: Urb. JOSE LISHNER TUDELA N° 2 L' - L' 18 TUMBES Uso actual: VIVIENDA - CONDUCT. MED
		Construcción nueva-reparación según norma	B	
		Elementos de arriostre horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
		Muros sin confinar	A	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	A	Regularidad en planta
		Muros con mampostería artesanal	A	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	2	 <p>$\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$</p>
		Área total construida (m ²)	273.29	
		Área de muros en X (m ²)	242.15	
		Área de muros en Y (m ²)	284.49	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.9	
		Número de diafragmas	2	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426	
		Área diafragma (m ²)	245.29	
		Área de cubierta (m ²)	153.00	
Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01			
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	 <p>0.7m 16m 8m 0.7m</p> <p>$\beta_1 = 0.5$ $\beta_2 = 0$</p>
		Presencia de humedad	B	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	8	
		b:	0	
		L:	16	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	B	
		% T/H A_2/A_1	1.09	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	4.0	Regularidad en altura
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	26.7	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	 <p>$A_2 = \frac{8.7}{8} = 1.09 < 1.3$ $\Rightarrow I_H = 1$</p>
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar Bueno - Regular - Malo	Bueno - Regular - Malo	
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	A	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo	Bueno - Regular - Malo	 <p>0.7m 2.9m 2.9m 2.9m</p>
		Muro en buena condición, sin fisuras	B	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	B	
		Muros con fisuras pequeñas	B	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
		Muros deteriorados	B	

Continuación

Edificación C-3		
Ítem	Valor	
VR (Tn)	696	
W (Tn)	292.88	
CSR	2.38	
CSE	0.41	
Rox	3	
RoY	3	
Ip	1	
Ih	1	
Rx	3	
Ry	3	
Vx (Tn)	120.81	
Vy (Tn)	120.81	
(C/R) _x	0.83	
(C/R) _y	0.83	
C/R	0.83	
DD	0.17	
Iv	51.25	
Ivn	13.40	
Fuente: propia Mz L´ – 18 (8 X 16) m		
Parámetros		Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz L´ - 18 Tumbes
1	B	
2	A	
3	A	
4	C	
5	A	
6	C	
7	B	
8	D	
9	A	
10	A	
11	B	
Vulnerabilidad		<p>Edificación de mediana edad (15 años). Probable asesoría profesional. Buen estado de conservación. Respecto a la irregularidad en altura, la longitud del frontis del 2do nivel no excede las 1.3 veces la dimensión del 1er nivel. De igual forma, el peso del 2do nivel (154.42Tn) es 1.02 veces el peso del 1ro (151.52 Tn), mucho menor que lo indicado por la norma E.030 (1.5 veces). La presencia de sales y humedad, es una constante en la zona en estudio.</p>
Baja		

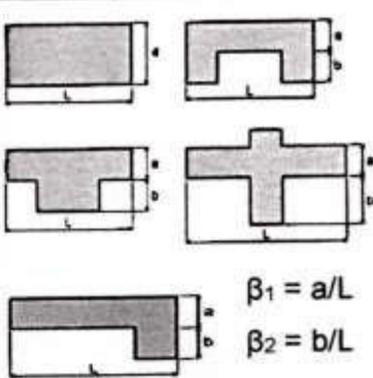
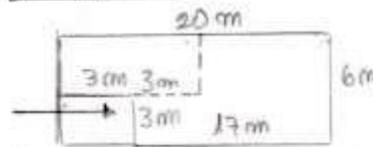
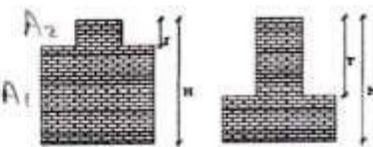
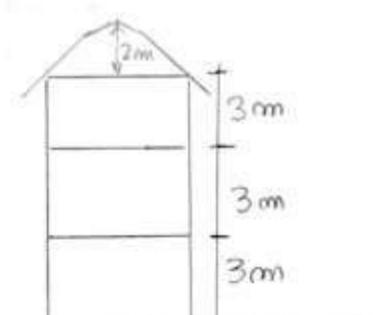
Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-4
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	A	Fecha: 13.05.2021 Ubicación: URB. JOSE LISHNER TUDELA Mz L-1+09 TUMBES Uso actual: HOTEL
		Construcción nueva-reparación según norma	A	
		Elementos de arriostre horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
		Muros sin confinar	A	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	A	Regularidad en planta
		Muros con mampostería artesanal	A	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	3	
		Área total construida (m ²)	370.8	
		Área de muros en X (m ²)	212.4	
		Área de muros en Y (m ²)	618.9	
		Altura promedio de entrepiso (m)	3.0	
		Número de diafragmas	3	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426	
		Área diafragma (m ²)	125.4	
		Área de cubierta (m ²)	138.54	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	A	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	$\beta_1 = 0.3$ $\beta_2 = 0$
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	6	
		b:	0	
		L:	20	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	B	
		% TH	0	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	11.0	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	26.67	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar Bueno - Regular - Malo		
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
11	Estado de conservación	Pequeños elementos	A	
		Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	A	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A	
		Muros con fisuras pequeñas	A	
Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A			
Muros deteriorados	A			

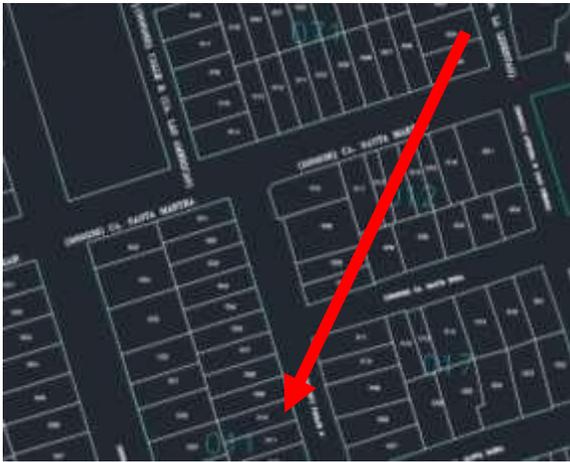
Continuación

		Edificación C-4	
Ítem	Valor		
VR (Tn)	972		
W (Tn)	473.81		
CSR	2.05		
CSE	0.41		
Rox	3		
RoY	3		
IP	1		
I _H	1		
Rx	3		
Ry	3		
V _x (Tn)	195.45		
V _y (Tn)	195.45		
(C/R) _x	0.83		
(C/R) _y	0.83		
C/R	0.83		
DD	0.20		
I _v	53.75		
I _{vn}	14.05		
Parámetros		Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz L´ - 09 Tumbes	
1	A		
2	A		
3	A		
4	C		
5	A		
6	D		
7	B		
8	D		
9	A		
10	A		
11	A		
Vulnerabilidad		<p>Edificación nueva con probable asesoría profesional, típica aplicación de una edificación relativamente importante en un área pequeña con relación de aspecto no adecuada. Se observa adecuada regularidad del sistema resistente, uniformidad en el desarrollo de los muros y trabazón. La cubierta se encuentra en buenas condiciones, y debidamente fijada a las columnas.</p> <p>No se observan irregularidades en planta ni en altura, además de buena simetría en ambos ejes</p>	
Baja			

Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-5
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	A	Fecha: 11.05.2021 Ubicación: URB. JOSÉ LISNER TUDELA II ETAPA M3 N L 10 TUMBES Uso actual: VIVIENDA UNIFAMILIAR
		Construcción nueva-reparación según norma	A	
		Elementos de arriostre horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
		Muros sin confinar	A	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	A	Regularidad en planta
		Muros con mampostería artesanal	B	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	02	 $\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$
		Área total construida (m ²)	222	
		Área de muros en X (m ²)	148.5	
		Área de muros en Y (m ²)	420	
		Altura promedio de entrepiso (m)	3	
		Número de diafragmas	2	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.926	
		Área diafragma (m ²)	116.7	
		Área de cubierta (m ²)	160	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	A	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	$\beta_1 = 0.15$ $\beta_2 = 0.15$ $\frac{L}{20} = 0.3 > 0.2 \Rightarrow I_p = 0.9$ (E.030)
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	3	
		b:	3	
		L:	20	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	A	Regularidad en altura
		% T/H	0	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	3.33	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	22.2	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar	Buena - Regular - Malo	
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	A	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Buena - Regular - Malo	Buena	
		Muro en buena condición, sin fisuras	A	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A	
		Muros con fisuras pequeñas	A	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
Muros deteriorados	A			

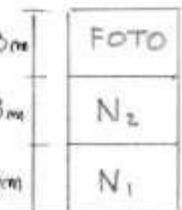
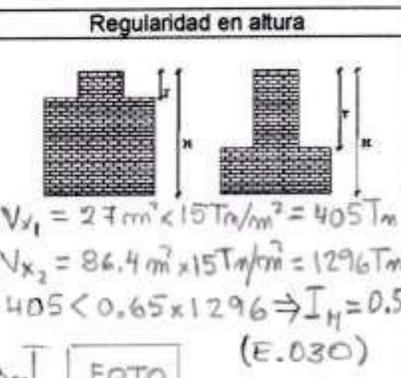
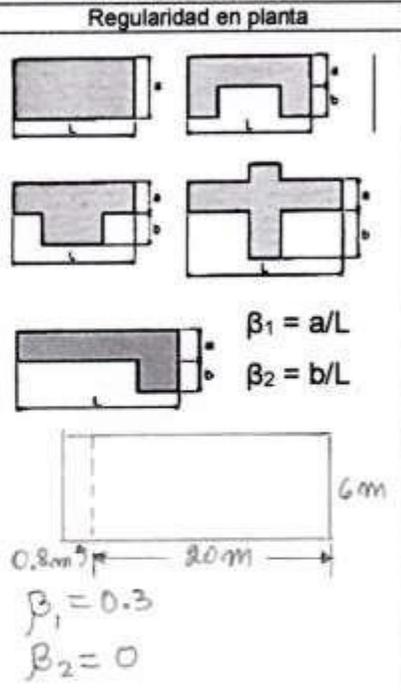
Continuación

		Edificación C-5	
Ítem	Valor		
VR (Tn)	810		
W (Tn)	309.73		
CSR	2.62		
CSE	0.46		
Rox	3		
RoY	3		
IP	0.9		
I _H	1		
R _x	2.7		
R _y	2.7		
V _x (Tn)	141.96		
V _y (Tn)	141.96		
(C/R) _x	0.93		
(C/R) _y	0.93		
C/R	0.93		
DD	0.18		
I _v	42.50		
I _{vn}	11.11		
Fuente: propia Mz N - 10 (6 X 20) m			
Parámetros		Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz N – 10 Tumbes	
1	A		
2	A		
3	A		
4	C		
5	A		
6	D		
7	A		
8	C		
9	A		
10	A		
11	A		
Vulnerabilidad			
Baja			

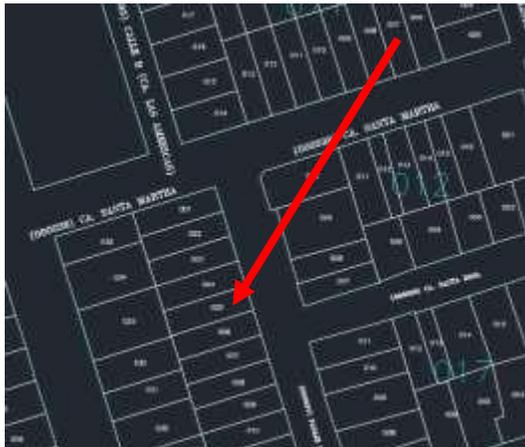
Edificación tipo vivienda típica contemporánea ee la Región Tumbes. Una cochera hace suponer una esquina entrante de 6 m lo cual genera una irregularidad en planta con IP = 0.9. Como no se ha tenido acceso para verificar las condiciones constructivas en base cierta, se considera el peor caso, es decir que la irregularidad existe. La cubierta tiene una altura notable, asumido 2 m, y es de forma de granero norteamericano

Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-6
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	D	Fecha: 12.05.2021 Ubicación: URB. JOSE LISHNER TUDELA II ETAPA M±N-05 TUMBES Uso actual: TALLER/VIVIENDA UNI.
		Construcción nueva-reparación según norma	D	
		Elementos de arrioste horizontales y vert.	D	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	D	
		Muros sin confinar	D	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	B	
		Muros con mampostería artesanal	C	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	2	
		Área total construida (m ²)	244.8	
		Área de muros en X (m ²)	131.4	
		Área de muros en Y (m ²)	369.6	
		Altura promedio de entrepiso (m)	3	
		Número de diafragmas	2	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426	
		Área diafragma (m ²)	124.8	
		Área de cubierta (m ²)	0	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	C	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	6	
		b:	0	
		L:	20	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	D	
		% TH	-	
		Piso blando	D	
		Irregularidades del SR	D	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	2.86	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	19.06	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar	Buena - Regular - Malo	
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	A	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo	3m	
		Muro en buena condición, sin fisuras	B	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	B	
		Muros con fisuras pequeñas	B	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
Muros deteriorados	A			



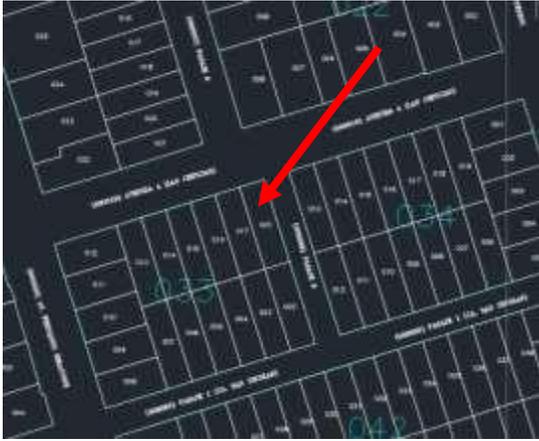
Continuación

		Edificación C-6	
Ítem	Valor		
VR (Tn)	405		
W (Tn)	313.40		
CSR	1.29		
CSE	0.83		
Rox	3		
RoY	3		
IP	1		
I _H	0.5		
R _x	1.5		
R _y	1.5		
V _x (Tn)	258.55		
V _y (Tn)	258.55		
(C/R) _x	1.67		
(C/R) _y	1.67		
C/R	1.67		
DD	0.64		
I _v	146.25	Fuente: propia	
I _{vn}	38.24	Mz N – 05 (6 X 20) m	
Parámetros		Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz N – 05 Tumbes	
1	D		
2	B		
3	B		
4	C		
5	A		
6	D		
7	D		
8	C		
9	A		
10	A		
11	B		
Vulnerabilidad		<p>Esta edificación es una mezcla de taller de autos y vivienda. En el primer nivel tiene, en el eje X, una pared de fondo y una mitad que funge de pequeño almacén, además de una escalera al 2do nivel y un baño. Esta carencia de muros en X origina un debilitamiento en este eje, originando una irregularidad extrema de resistencia con $I_H = 0.5$. En el tercer nivel se observan muros en altura completa sin confinamiento y carencia del sistema resistente, lo cual constituye un peligro latente en caso de un sismo, aún de baja magnitud. Por ello, se ha considerado irregularidad en altura geométrica o de masa. $I_H = 0.9$. De ambos se elige el menor, luego $I_H = 0.5$</p>	
Media			

Continuación

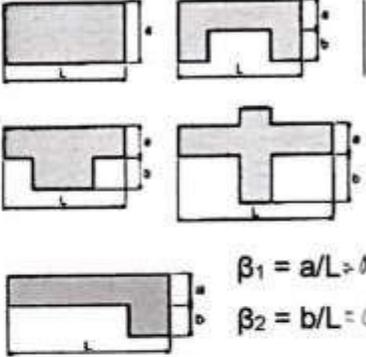
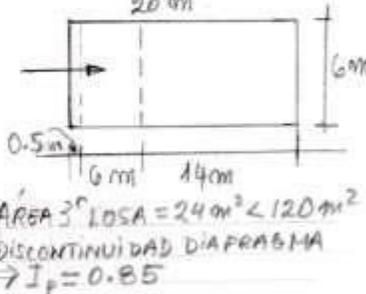
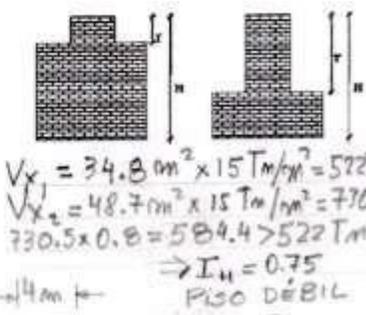
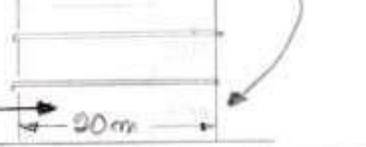
FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-7
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	B	Fecha: 13.05.2021 Ubicación: URR. JOSÉ LISNER, TUDELA II ETAPA M3 P-01 TUMBES Uso actual: VIVIENDA UNIFAMILIAR
		Construcción nueva-reparación según norma	B	
		Elementos de armoste horizontales y vert.	B	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	C	
		Muros sin confinar	D	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	C	Regularidad en planta
		Muros con mampostería artesanal	B	
		Buen entramado en la mampostería	C	
		Mortero de buena calidad (1.0 – 1.5 cm)	B	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	2	<p>$\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$</p>
		Área total construida (m ²)	204	
		Área de muros en X (m ²)	104.4	
		Área de muros en Y (m ²)	334.95	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.9	
		Número de diafragmas	2	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426	
		Área diafragma (m ²)	123.5	
		Área de cubierta (m ²)	36	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	<p>$\beta_1 = 0.3$ $\beta_2 = 0$</p>
		Presencia de humedad	C	
		Cimentación deteriorada	C	
		Discontinuidades abruptas	B	
5	Diafragmas horizontales	Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	6	
		b:	0	
		L:	20	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	B	
		% T/H	0	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	B	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	3.33	Regularidad en altura
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	22.22	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta – muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar Bueno - Regular - Malo		
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	D	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Bueno – Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	C	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	D	
		Muros con fisuras pequeñas	B	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	B	
Muros deteriorados	D			

Continuación

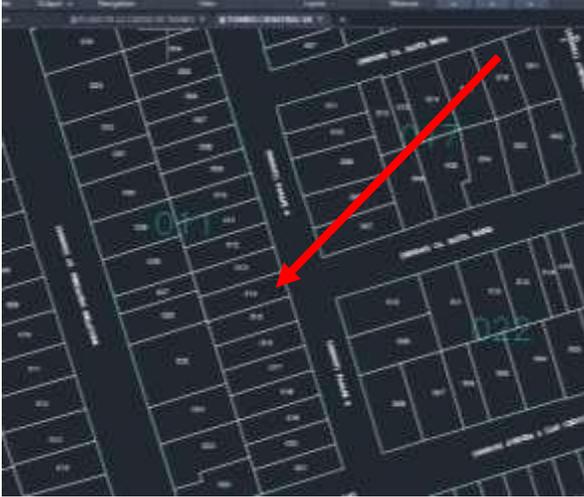
Edificación C-7	
Ítem	Valor
VR (Tn)	1044
W (Tn)	255.47
CSR	3.58
CSE	0.41
Rox	3
RoY	3
Ip	1
Ih	1
Rx	3
Ry	3
Vx (Tn)	105.38
Vy (Tn)	105.38
(C/R) _x	0.83
(C/R) _y	0.83
C/R	0.83
DD	0.12
Iv	98.75
Ivn	25.82
Fuente: foto izquierda, propia (actual); derecha Google Maps (2014) Mz P - 01 (6 x 20) m	
Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz P – 01 Tumbes	
1	C
2	C
3	A
4	C
5	B
6	D
7	B
8	C
9	A
10	B
11	C
 <p>Esta edificación de aprox 15 años hace presuponer dos momentos de construcción. Uno sugiere asesoramiento profesional (por la exactitud de la terminación de la fachada) y el otro, no. El cuidado de la vivienda es nulo y ha sido pintada con materiales de baja calidad. Respecto al diafragma discontinuo, en la 1ra planta no alcanza al 50% del área total y en la 2da planta tampoco, respecto de su área. Es de señalar que la edificación califica con un nivel medio de vulnerabilidad por falta de cuidado en el proceso constructivo, observándose muros sin confinar, diferentes tipos de ladrillos, además de un descuido en general.</p>	
Vulnerabilidad Media	



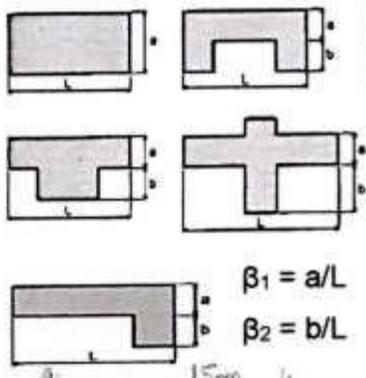
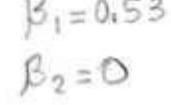
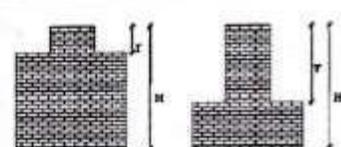
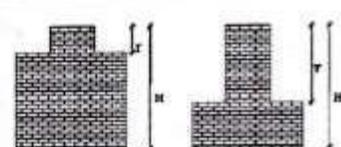
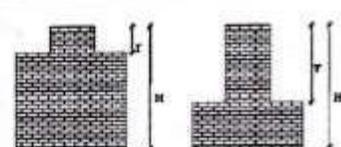
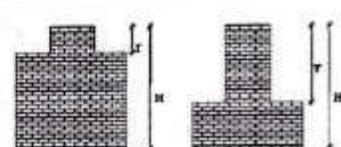
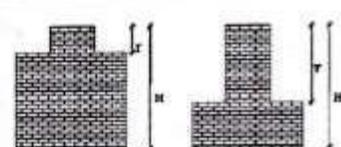
Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-8
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	A	Fecha: 13-05-2021 Ubicación: URS. JOSE LISI/NER TUDELA II ETAPA M2 "N" Lt-14 TUMBE Uso actual: VIVIENDA UNIFAMILIAR
		Construcción nueva-reparación según norma	A	
		Elementos de arrioste horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
		Muros sin confinar	A	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	A	Regularidad en planta
		Muros con mampostería artesanal	A	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	3	 <p>$\beta_1 = a/L = 0.3$ $\beta_2 = b/L = 0$</p>
		Área total construida (m ²)	360	
		Área de muros en X (m ²)	118.32	
		Área de muros en Y (m ²)	465.74	
		Altura promedio de entrepiso (m)	3.0	
		Número de diafragmas	3	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426	
		Área diafragma (m ²)	123	
		Área de cubierta (m ²)	42	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.04	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	 <p>20 m 6 m 0.5 m 6 m 14 m ÁREA 3ª LOSA = 24 m² < 120 m² DISCONTINUIDAD DIAFRAGMA → I_p = 0.85</p>
		Presencia de humedad	B	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	6.0	
		b:	0	
		L:	20.0	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	R	
		% TH	0	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	3.33	Regularidad en altura
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	22.2	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	 <p>$V_{x1} = 34.8 \text{ m}^2 \times 15 \text{ Tm/m}^2 = 522 \text{ Tm}$ $V_{x2} = 48.7 \text{ m}^2 \times 15 \text{ Tm/m}^2 = 730.5 \text{ Tm}$ $730.5 \times 0.8 = 584.4 > 522 \text{ Tm}$ → I_u = 0.75 PISO DÉBIL</p>
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar	Buena - Regular - Malo	
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	A	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Buena - Regular - Malo		 <p>14 m 20 m</p>
		Muro en buena condición, sin fisuras	A	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A	
		Muros con fisuras pequeñas	A	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
		Muros deteriorados	A	

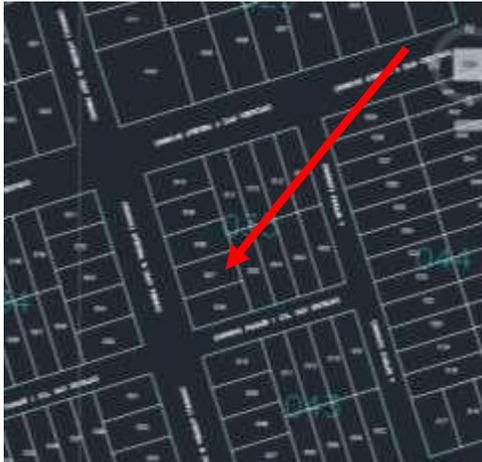
Continuación

		Edificación C-8	
Ítem	Valor		<p>Fuente: Foto izquierda propia (actual); derecha Google Maps (2014) N - 14 (6 X 20) m</p>
VR (Tn)	522		
W (Tn)	336.27		
CSR	1.55		
CSE	0.65		
Ro _x	3		
Ro _y	3		
I _P	0.85		
I _H	0.75		
R _x	1.91		
R _y	1.91		
V _x (Tn)	217.59		
V _y (Tn)	217.59		
(C/R) _x	1.31		
(C/R) _y	1.31		
C/R	1.31		
DD	0.42		
I _v	42.50		
I _{vn}	11.11		
Parámetros		Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz N – 14 Tumbes	
1	A		<p>Las características de la edificación presupone asesoría profesional en su diseño y construcción. Se observan irregularidades en planta respecto del diafragma del 3er nivel, con lo que I_P = 0.85 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019). Entrando se observa un espacio de 6 m de largo sin esquinas, solo la columna un poco desplazada del centro pero en el eje correspondiente. Por ello hay una irregularidad de altura de</p>
2	A		
3	A		
4	C		
5	A		
6	D		
7	A		
8	C		
9	A		
10	A		
11	A		
Vulnerabilidad		<p>piso débil, con lo que I_H = 0.75. Los materiales empleados son parejos y el tramado de los muros uniformes de buena calidad. La cubierta ligera se encuentra bien sujeta al sistema resistente, sin pequeños elementos sueltos. En general el cuidado de la vivienda es bueno</p>	
Baja			

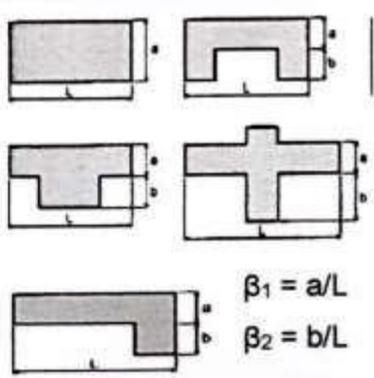
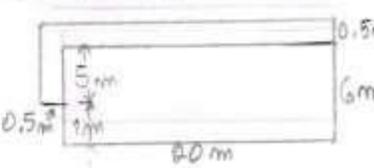
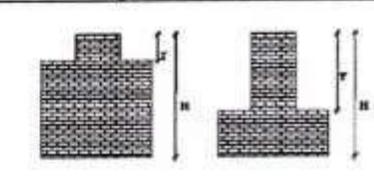
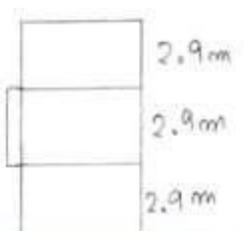
Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-09
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	A	Fecha: 13.05.2021 Ubicación: Urb. JOSE LISHNER TUDELA II ETAPA M2J-07 TUMBES Uso actual: VIVIENDA - CEVICHERIA
		Construcción nueva-reparación según norma	A	
		Elementos de arrioste horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
		Muros sin confinar	A	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	A	Regularidad en planta
		Muros con mampostería artesanal	A	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	03	 <p>$\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$</p>
		Área total construida (m ²)	378.9	
		Área de muros en X (m ²)	219.52	
		Área de muros en Y (m ²)	465.64	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.80	
		Número de diafragmas	3	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426	
		Área diafragma (m ²)	126.3	
		Área de cubierta (m ²)	142.56	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	 <p>15m 8m 3.5m 1m</p>
		Presencia de humedad	A	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	<p>$\beta_1 = 0.53$ $\beta_2 = 0$</p>
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	8	
		b:	0	
		L:	15	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	A	<p>Regularidad en altura</p> 
		% TAH	0	
		Piso blando	A	
8	Distanciamiento entre muros	Irregularidades del SR	A	
		L (distancia entre muros transversales (m))	3.00	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
9	Tipo de cubierta	Factor L/S	20	
		Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
10	Elementos no estructurales	Cubierta en buenas condiciones	A	
		Calificar Bueno - Regular - Malo		
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
11	Estado de conservación	Pequeños elementos	D	
		Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	A	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A	
		Muros con fisuras pequeñas	A	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
Muros deteriorados	A			

Continuación

		Edificación C-9	
Ítem	Valor		
VR (Tn)	806.4		
W (Tn)	433.89		
CSR	1.86		
CSE	0.41		
Rox	3		
RoY	3		
Ip	1		
Ih	1		
Rx	3		
Ry	3		
Vx (Tn)	178.98		
Vy (Tn)	178.98		
(C/R)x	0.83		
(C/R)y	0.83		
C/R	0.83		
DD	0.22		
Iv	46.25	Fuente: propia Mz J – 07 (8 X 15) m	
Ivn	12.09		
Parámetros		Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz J – 07 Tumbes	
1	A		
2	A		
3	A		
4	C		
5	A		
6	C		
7	B		
8	C		
9	A		
10	D		
11	A		
Vulnerabilidad		<p>La edificación se ha desarrollado en un área con una mejor relación de aspecto que las de 6x20, donde solo las medidas le otorgan una D en la evaluación. Esta es una edificación nueva que refleja atención profesional en su diseño y proceso constructivo. La escasa densidad de muros transversales obliga a emplear mayor densidad de columnas y mejor cimentación, a fin de asegurar un adecuado desempeño en una sollicitación sísmica. Los maceteros constituyen elementos sueltos de riesgo que degrada la puntuación.</p>	
Baja			

Continuación

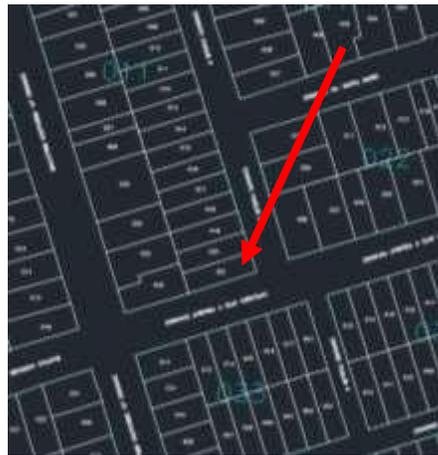
FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-10
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	A	Fecha: 13.05.2021 Ubicación: URB. JOSE LISHNER TUDELA II ETAPA Mz N-21 TUMBE S Uso actual: VIVIENDA MULTIFAM.
		Construcción nueva-reparación según norma	A	
		Elementos de armoste horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
		Muros sin confinar	A	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	A	Regularidad en planta
		Muros con mampostería artesanal	C	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 – 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	2	 $\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$
		Área total construida (m ²)	245	
		Área de muros en X (m ²)	83.52	
		Área de muros en Y (m ²)	348.0	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.9	
		Número de diafragmas	2	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426	
		Área diafragma (m ²)	132.75	
		Área de cubierta (m ²)	150	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	 $\beta_1 = \frac{6}{20} = 0.3$ $\beta_2 = 0$
		Presencia de humedad	B	
		Cimentación deteriorada	A	
		Discontinuidades abruptas	A	
5	Diafragmas horizontales	Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	6	
		b:	0	
		L:	20	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	A	
		% T/H	0	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	4.0	Regularidad en altura
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	26.67	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta – muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar Bueno - Regular - Malo		
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	C	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	A	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A	
		Muros con fisuras pequeñas	A	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
		Muros deteriorados	A	

Continuación

Edificación C-10	
Ítem	Valor
VR (Tn)	626.4
W (Tn)	290.69
CSR	2.15
CSE	0.41
Rox	3
RoY	3
IP	1
I _H	1
Rx	3
Ry	3
V _x (Tn)	119.91
V _y (Tm)	119.91
(C/R) _x	0.83
(C/R) _y	0.83
C/R	0.83
DD	0.19
Iv	48.75
Ivn	12.75
Fuente: fotografía izquierda, propia (actual); derecha Google Maps (2013)	
N – 21 (6 X 20) m	
Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz N – 21 Tumbes	
1	A
2	B
3	A
4	C
5	A
6	D
7	A
8	C
9	A
10	C
11	A
Vulnerabilidad	
Baja	



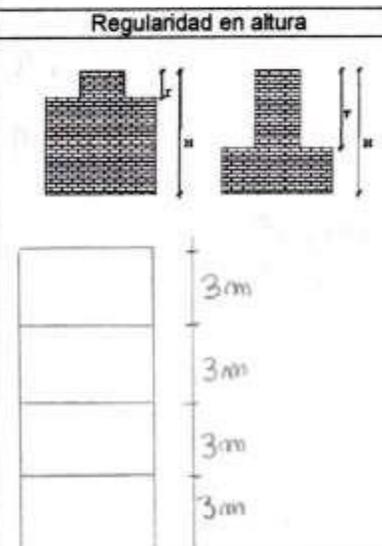
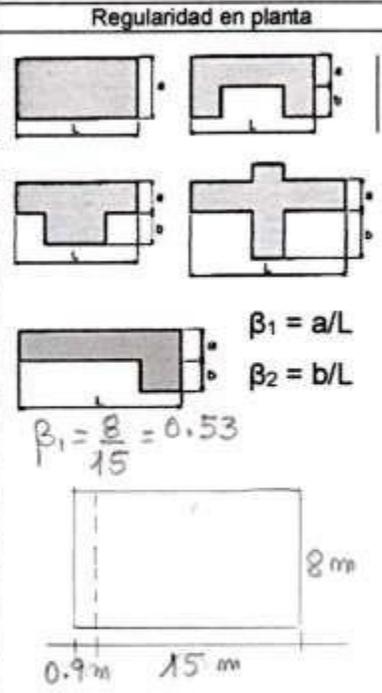
Fuente: fotografía izquierda, propia (actual); derecha Google Maps (2013)



La vivienda es de construcción relativamente reciente. Supone asesoría profesional. No se observan irregularidades en el sistema resistente ni en los muros, sus materiales y trabazón. En la imagen antigua (2do nivel) se observan muros en el eje X en cada columna. Los ladrillos son de fabricación artesanal pero adecuadamente hilados. La cubierta es ligera y en buen estado, encontrándose bien fijada al sistema resistente.

Continuación

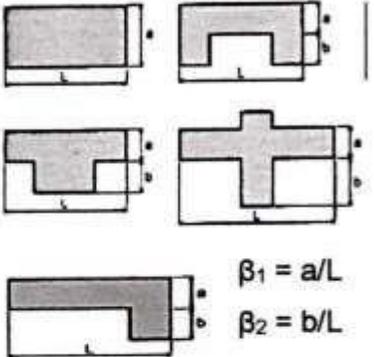
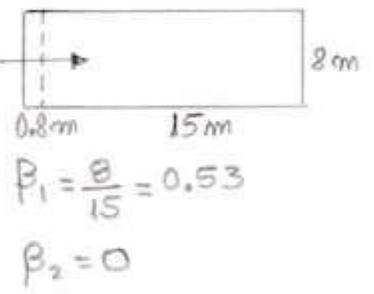
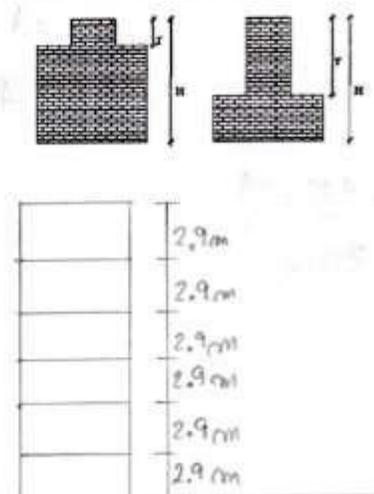
FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-11
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	A	Fecha: 13.05.2021 Ubicación: URB. JOSÉ LISNER UNDELA II ETAPA MZ D-02 TUMBES Uso actual: VIVIENDA MULTIFAM.
		Construcción nueva-reparación según norma	A	
		Elementos de arrioste horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
2	Calidad del sistema resistente	Muros sin confinar	A	
		Mampostería de buena calidad	A	
		Muros con mampostería artesanal	A	
		Buen entramado en la mampostería	A	
3	Resistencia convencional	Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
		Número de pisos	3	
		Área total construida (m ²)	422.1	
		Área de muros en X (m ²)	297	
		Área de muros en Y (m ²)	207	
		Altura promedio de entrepiso (m)	3.0	
		Número de diafragmas	3	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426	
		Área diafragma (m ²)	127.2	
		Área de cubierta (m ²)	153	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
		Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	A	
5	Diafragmas horizontales	Cimentación deteriorada	A	
		Discontinuidades abruptas	A	
		Buena conexión diafragma muro	A	
6	Configuración en planta	Deflexión del diafragma	A	
		a:	8	
		b:	0	
7	Configuración en elevación	L:	15	
		Aumento o reducción de masas o áreas	A	
		% T/H	0	
8	Distanciamiento entre muros	Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
		L (distancia entre muros transversales (m))	2.5	
9	Tipo de cubierta	S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Factor L/S	16.7	
10	Elementos no estructurales	Cubierta liviana	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
		Calificar	Buño - Regular - Malo	
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
11	Estado de conservación	Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	A	
		Estado de conservación: Buño - Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	A	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A	
Muros con fisuras pequeñas	A			
Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A			
Muros deteriorados	A			



Continuación

		Edificación C-11	
Ítem	Valor		
VR (Tn)	1260		
W (Tn)	555.05		
CSR	2.27		
CSE	0.41		
Rox	3		
RoY	3		
IP	1		
I _H	1		
R _x	3		
R _y	3		
V _x (Tn)	228.96		
V _y (Tn)	228.96		
(C/R) _x	0.83		
(C/R) _y	0.83		
C/R	0.83		
DD	0.18		
I _v	31.25		
I _{vn}	8.17		
Fuente: propia Mz O – 02 (8 X 15) m			
Parámetros		Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz O – 02 Tumbes	
1	A		
2	A		
3	A		
4	C		
5	A		
6	C		
7	B		
8	B		
9	A		
10	A		
11	A		
Vulnerabilidad		<p>La edificación de reciente construcción no presenta irregularidades ni en planta ni en altura. Tiene buena simetría frontal a excepción del muro lateral ligero en parte del 4to nivel, lo cual reduce los problemas de torsión. Los muros están bien terminados y debidamente confinados. De igual forma se ha empleado ladrillo de fábrica reduciendo considerablemente el peso en pro de un mejor desempeño sísmico. El piso menos pesado es el último como corresponde, ya que en este las aceleraciones resultantes del sismo son mayores, y una masa mayor significa mayor fuerza.</p>	
Baja			

Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-12
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	A	Fecha: 14.05.2021 Ubicación: URB. JOSÉ LISNER TUDELA II ETAPA N°L-27 TUMBES Uso actual: VIVIENDA MULTIFAM.
		Construcción nueva-reparación según norma	A	
		Elementos de arriostre horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
		Muros sin confinar	A	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	A	Regularidad en planta
		Muros con mampostería artesanal	A	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	5	 $\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$
		Área total construida (m ²)	657.6	
		Área de muros en X (m ²)	348	
		Área de muros en Y (m ²)	975.85	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.90	
		Número de diafragmas	5	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426	
		Área diafragma (m ²)	126.4	
		Área de cubierta (m ²)	32	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	 $\beta_1 = \frac{8}{15} = 0.53$ $\beta_2 = 0$
		Presencia de humedad	A	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	8	
		b:	0	
		L:	15	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	A	
		% TH	0	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	3.75	Regularidad en altura
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	25	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar	Buena - Regular - Malo	
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
11	Estado de conservación	Pequeños elementos	A	
		Estado de conservación: Buena - Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	A	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A	
		Muros con fisuras pequeñas	A	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
Muros deteriorados	A			

Continuación

Edificación C-12	
Ítem	Valor
VR (Tn)	1044
W (Tn)	789.07
CSR	1.32
CSE	0.41
Ro _x	3
Ro _y	3
I _p	1
I _H	1
R _x	3
R _y	3
V _x (Tn)	325.49
V _y (Tn)	325.49
(C/R) _x	0.83
(C/R) _y	0.83
C/R	0.83
DD	0.31
I _v	46.25
I _{vn}	12.09
Fuente: foto izquierda, propia (actual); derecha, Google Maps (2013) Mz L 27 (8X15) m	
Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz L – 27 Tumbes	
Parámetros	
1	A
2	A
3	A
4	C
5	B
6	C
7	B
8	D
9	A
10	A
11	A
Vulnerabilidad	
Baja	



Fuente: foto izquierda, propia (actual); derecha, Google Maps (2013)
Mz L 27 (8X15) m

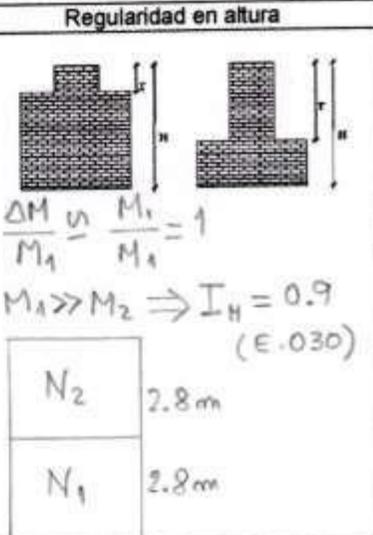
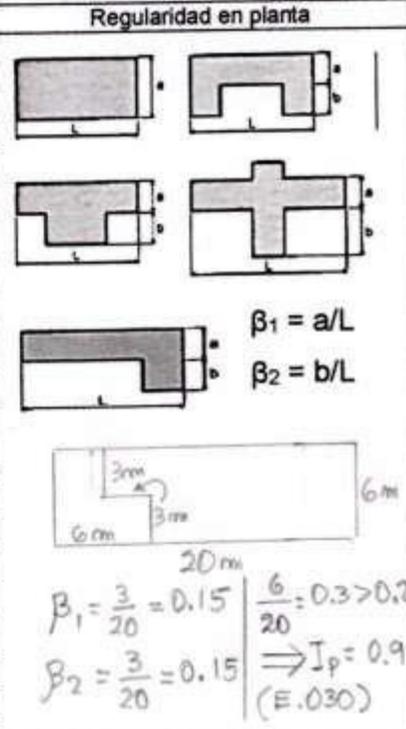


Edificación con edad promedio de 10 años y con probable asesoría profesional. Se observa continuidad del sistema resistente en una relación de aspecto mejor que (6x20), el promedio en la zona. Se ha empleado ladrillos de fabrica por su menor peso y buen desempeño. No se observan irregularidades em planta y en altura, el volado no es significativo. La simetría frontal es adecuada manteniéndose en todo el desarrollo de la edificación. Un hecho observable es que puede haber sido usado el módulo ENACE encontrándose incrustado dentro de la estructura de la edificación. No se tuvo acceso al interior para la verificación. No hay pequeños elementos sueltos y los balcones y parapetos están fijos

al cuerpo. La cubierta es ligera, está en buen estado y adecuadamente fijada a partes sólidas. Edificación bien mantenida

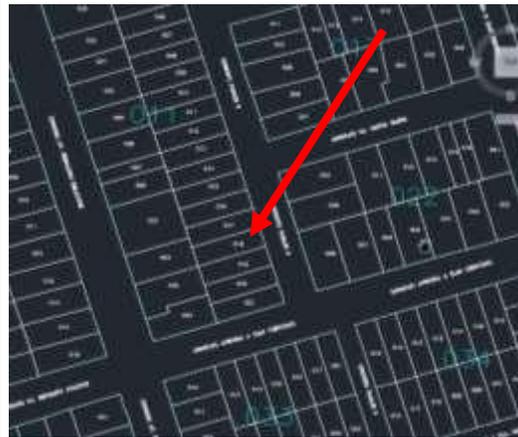
Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-13
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	C	Fecha: 14.05.2021 Ubicación: URB. JOSE LISHNER TUDELA II ETAPA M2N-18 TUMBES Uso actual: VIVIENDA UNIFAMILIAR
		Construcción nueva-reparación según norma	C	
		Elementos de arrioste horizontales y vert.	D	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	D	
		Muros sin confinar	D	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	B	
		Muros con mampostería artesanal	B	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	1	
		Área total construida (m ²)	93	
		Área de muros en X (m ²)	43.68	
		Área de muros en Y (m ²)	207.2	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8	
		Número de diafragmas	1	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.326	
		Área diafragma (m ²)	93	
		Área de cubierta (m ²)	95	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	C	
		Cimentación deteriorada	A	
		Discontinuidades abruptas	B	
5	Diafragmas horizontales	Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
		a:	3	
6	Configuración en planta	b:	3	
		L:	20	
		Aumento o reducción de masas o áreas	D	
7	Configuración en elevación	% TH	E	
		Piso blando	C	
		Irregularidades del SR	D	
		L (distancia entre muros transversales (m))	2.85	
8	Distanciamiento entre muros	S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	19	
		Cubierta estable	B	
9	Tipo de cubierta	Buena conexión cubierta - muro	B	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
		Calificar Bueno - Regular - Malo		
10	Elementos no estructurales	Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	C	
		Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo		
11	Estado de conservación	Muro en buena condición, sin fisuras	B	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	B	
		Muros con fisuras pequeñas	B	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	B	
		Muros deteriorados	B	



Continuación

Edificación C-13	
Ítem	Valor
VR (Tn)	655.2
W (Tn)	121.37
CSR	5.40
CSE	0.51
Rox	3
Ro _y	3
I _p	0.9
I _H	0.9
R _x	2.43
R _y	2.43
V _x (Tn)	61.81
V _y (Tn)	61.81
(C/R) _x	1.03
(C/R) _y	1.03
C/R	1.03
DD	0.09
I _v	148.75
I _{vn}	38.89
Fuente: foto izquierda, propia (actual); derecha, Google Maps (2014) N – 18 (20 x 6) m	
Parámetros Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz N – 18 Tumbes	
1	D
2	B
3	A
4	C
5	B
6	D
7	D
8	C
9	B
10	A
11	B
Vulnerabilidad	
Media	

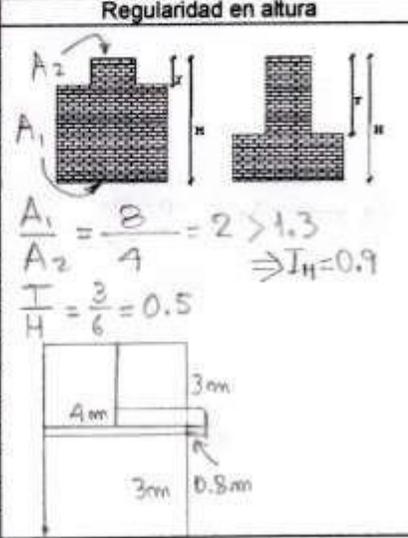
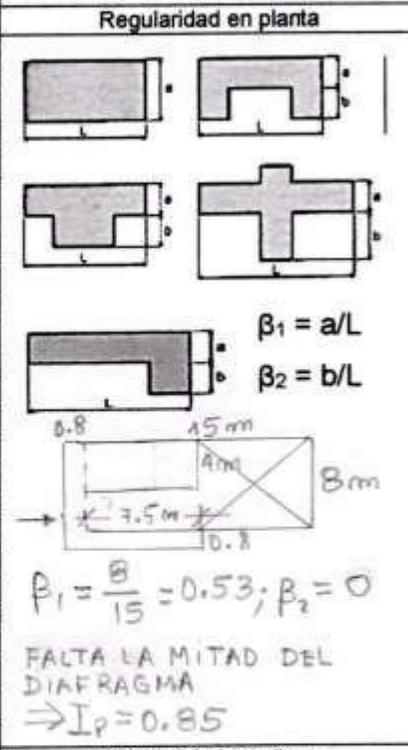


Edificación construida, probablemente, en base a módulo ENACE por lo que el sistema resistente puede estar fragmentado. De analizarse las tres estructuras restantes de forma aislada, esto es, asumiendo que se hayan provisto las distancias y aislamiento sísmico entre ellas de acuerdo a norma, las vulnerabilidades serían menores por su mejor relación de aspecto, tamaño y ser de un solo piso. En este trabajo se asumirá que las estructuras se han integrado adecuadamente y procederá a analizar en consecuencia. De entrada se tiene

irregularidad en planta por la esquina de 6 metros, que, en relación a los 20 m de fondo, por lo que $I_p = 0.9$. En atención a la única pared lateral en el segundo nivel, podría considerarse una irregularidad en altura o geométrica, por lo que en cualquier caso, $I_H = 0.9$. La cubierta está en buenas condiciones, es ligera, plana y adecuadamente fijada al sistema resistente mediante cañas de Guayaquil.

Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-14
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	D	Fecha: 14.05.2021 Ubicación: URB. JOSE LICHNER TUDELA II ETAPA H&R-01 TUMBES Uso actual: TIENDA-VIVIENDA UNI.
		Construcción nueva-reparación según norma	D	
		Elementos de arrioste horizontales y vert.	D	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	C	
		Muros sin confinar	C	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	B	
		Muros con mampostería artesanal	B	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	1	
		Área total construida (m ²)	169.04	
		Área de muros en X (m ²)	80.4	
		Área de muros en Y (m ²)	192.45	
		Altura promedio de entrepiso (m)	3.0	
		Número de diafragmas	1	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.326	
		Área diafragma (m ²)	73.04	
		Área de cubierta (m ²)	75	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	A	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	D	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	B	
		b:	0	
		L:	16	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	D	
		% TH	0.5	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	D	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	3.75	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	25	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar Bueno - Regular - Malo		
		Cornisa y parapetos	C	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	A	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	B	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	B	
		Muros con fisuras pequeñas	B	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	B	
		Muros deteriorados	B	



Continuación

Edificación C-14	
Ítem	Valor
VR (Tn)	648
W (Tn)	116.93
CSR	5.54
CSE	0.54
Rox	3
RoY	3
Ip	0.85
Ih	0.9
Rx	2.295
Ry	2.295
Vx (Tn)	63.05
Vy (Tn)	63.05
(C/R)x	1.09
(C/R)y	1.09
C/R	1.09
DD	0.10
Iv	152.5
Ivn	39.87
Fuente: propia Mz R – 01 (8 x 15) m	
Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz R – 01 Tumbes	
1	D
2	B
3	A
4	C
5	D
6	C
7	C
8	D
9	A
10	A
11	B
Vulnerabilidad	
Media	



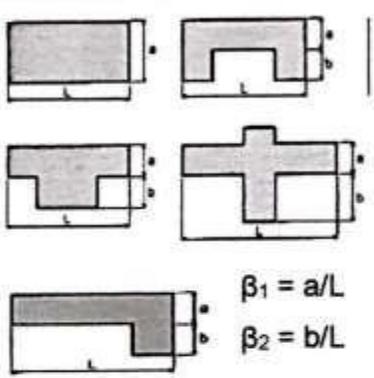
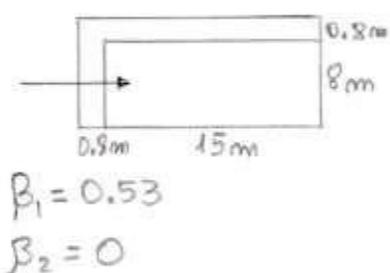
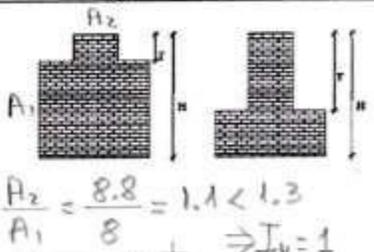
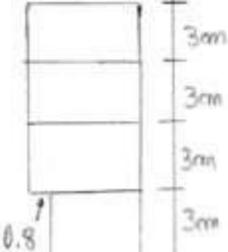
Fuente: propia
Mz R – 01 (8 x 15) m



La edificación, de unos 15 años, se ha desarrollado en un terreno de una relación de aspecto que califica con C de acuerdo a la metodología empleada. En planta se aprecia una discontinuidad del diafragma de al menos la mitad del total de área, por lo que $I_p = 0.85$. En el sentido vertical, se observa un cuarto cuya área es la mitad de la del diafragma, por tanto $I_h = 0.9$ por irregularidad geométrica vertical. No se observan objetos pequeños y la cubierta cumple adecuadamente sus cometidos. Las columnetas de confinamiento o seguridad del parapeto lateral añaden

peso al volado y han sido colocadas después del vaciado de la losa. Quitandole puntos al primer parámetro de evaluación de vulnerabilidad

Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-15
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN		Datos generales	
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	A	Fecha: 14.05.2021 Ubicación: URB. JOSE LISHNER TUDELA II ETAPA M2L-01 TUMBES Uso actual: TIENDA-VIVIENDA MULT.
		Construcción nueva-reparación según norma	A	
		Elementos de arrioste horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
		Muros sin confinar	A	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	A	Regularidad en planta
		Muros con mampostería artesanal	B	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 – 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	3	
		Área total construida (m ²)	446.08	
		Área de muros en X (m ²)	360.48	
		Área de muros en Y (m ²)	443.10	
		Altura promedio de entrepiso (m)	3.0	
		Número de diafragmas	3	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.476	
		Área diafragma (m ²)	139.04	
		Área de cubierta (m ²)	140	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	A	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	8	
		b:	0	
		L:	15	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	B	
		% T/H	0	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	3	Regularidad en altura
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	20	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta – muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar Bueno - Regular - Malo	Bueno - Regular - Malo	
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	A	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo	Bueno - Regular - Malo	
		Muro en buena condición, sin fisuras	A	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A	
		Muros con fisuras pequeñas	A	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
		Muros deteriorados	A	

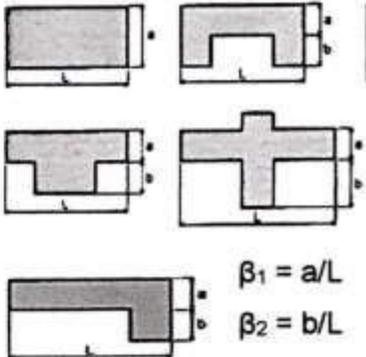
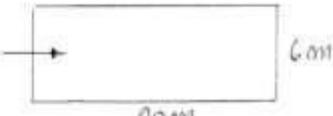
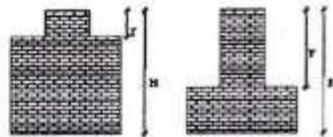
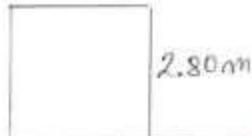
Continuación

Edificación C-15	
Ítem	Valor
VR (Tn)	1296
W (Tn)	491.54
CSR	2.64
CSE	0.41
Rox	3
RoY	3
IP	1
I _H	1
Rx	3
Ry	3
V _x (Tn)	202.76
V _y (Tn)	202.76
(C/R) _x	0.83
(C/R) _y	0.83
C/R	0.83
DD	0.16
Iv	30
Ivn	7.84
Fuentes: Foto izquierda, propia (actual); derecha, Google Maps (2013)	
Mz L – 01 (8 X 15) m	
Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz L – 01 Tumbes	
1	A
2	A
3	A
4	C
5	A
6	C
7	A
8	C
9	A
10	A
11	A
Vulnerabilidad	
Baja	

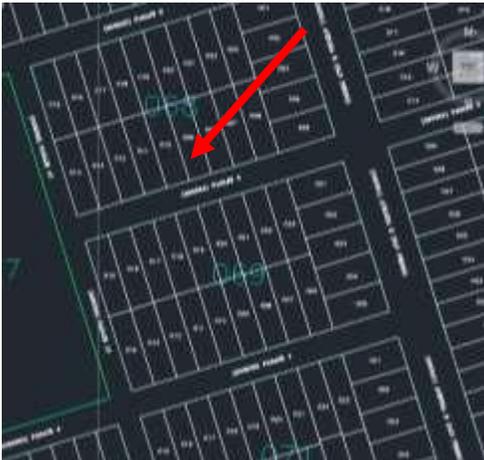


La edificación no tiene irregularidades en planta ni en altura. El bloque blanco que se muestra al fondo y en el último piso, es una habitación de material ligero tipo DryWall (indicado con flecha roja, arriba), no suponiendo problema de peso significativo para la estructura. No se aprecian elementos sueltos y la cubierta está en buen estado y adecuadamente fijada a los elementos resistentes. El ladrillo usado es de fábrica y el tramado es uniforme.

Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-16
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	C	Fecha: 15.05.2021 Ubicación: URB. JOSE LICHNER TUDELA II ETAPA M3 S-09 TUMBES Uso actual: VIVIENDA UNIFAMILIAR.
		Construcción nueva-reparación según norma	C	
		Elementos de arriostre horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
		Muros sin confinar	A	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	B	Regularidad en planta  $\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$
		Muros con mampostería artesanal	B	
		Buen entramado en la mampostería	B	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	B	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	1	 $\beta_1 = \frac{6}{20} = 0.3$ $\beta_2 = 0$
		Área total construida (m ²)	120	
		Área de muros en X (m ²)	67.2	
		Área de muros en Y (m ²)	168	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.80	
		Número de diafragmas	0	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0	
		Área diafragma (m ²)	0	
		Área de cubierta (m ²)	126	
Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01			
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	A	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	6	
		b:	0	
		L:	20	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	A	
		% T/H	0	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	2.86	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	19.07	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	Regularidad en altura 
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar Bueno - Regular - Malo		
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	A	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	A	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A	
		Muros con fisuras pequeñas	A	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
Muros deteriorados	A			

Continuación

		Edificación C-16	
Ítem	Valor		
VR (Tn)	1008		
W (Tn)	68.29		
CSR	14.76		
CSE	0.41		
Rox	3		
RoY	3		
IP	1		
I _H	1		
Rx	3		
Ry	3		
V _x (Tn)	28.17		
V _y (Tn)	28.17		
(C/R) _x	0.83		
(C/R) _y	0.83		
C/R	0.83		
DD	0.03		
Iv	48.75	Fuente: elaboración propia Mz S - 09 (6 x 20) m	
Ivn	12.75		
Parámetros		Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz S – 09 Tumbes	
1	B		
2	B		
3	A		
4	C		
5	A		
6	D		
7	A		
8	C		
9	A		
10	A		
11	A		
Vulnerabilidad		La edificación, de un nivel no sugiere asesoría profesional. No se ha podido ver el predio internamente, No se aprecia irregularidad en planta ni en altura. La cubierta está en buen estado y no hay elementos sueltos.	
Baja			

Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-17
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	D	Fecha: 15.05.2021 Ubicación: URB. JOSE LICHNER TUDELA II ETAPA M3.M-23 TUMBES Uso actual: VIVIENDA UNIFAMILIAR
		Construcción nueva-reparación según norma	D	
		Elementos de armoste horizontales y vert.	A	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A	
2	Calidad del sistema resistente	Muros sin confinar	A	
		Mampostería de buena calidad	B	
		Muros con mampostería artesanal	B	
		Buen entramado en la mampostería	B	
3	Resistencia convencional	Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	B	
		Número de pisos	1	
		Área total construida (m ²)	120	
		Área de muros en X (m ²)	80.64	
		Área de muros en Y (m ²)	168.0	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.80	
		Número de diafragmas	1	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.326	
		Área diafragma (m ²)	125.4	
		Área de cubierta (m ²)	126	
Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01			
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	D	
		Cimentación deteriorada	B	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	6	
		b:	0	
		L:	20	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	A	
		% T/H	0	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	2.86	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	19.07	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta - muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	A	
10	Elementos no estructurales	Calificar Bueno - Regular - Malo		
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	A	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	C	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	C	
		Muros con fisuras pequeñas	A	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A	
Muros deteriorados	B			

Regularidad en planta

$\beta_1 = a/L$
 $\beta_2 = b/L$

6m
0.9m 20m
 $\beta_1 = \frac{6}{20} = 0.3$
 $\beta_2 = 0$

Regularidad en altura

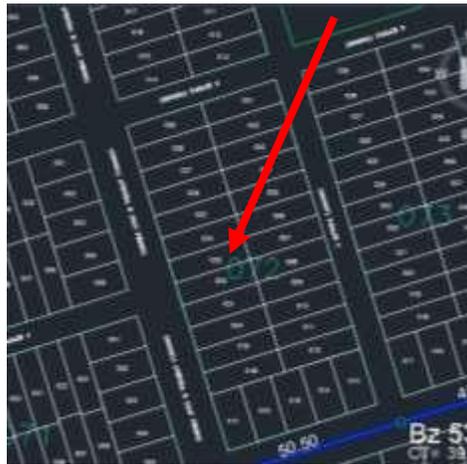
2.80m
2.80m

Continuación

Edificación C-17	
Ítem	Valor
VR (Tn)	1209.6
W (Tn)	138.08
CSR	8.76
CSE	0.41
Rox	3
RoY	3
Ip	1
Ih	1
Rx	3
Ry	3
Vx (Tn)	56.96
Vy (Tn)	56.96
(C/R) _x	0.83
(C/R) _y	0.83
C/R	0.83
DD	0.05
Iv	48.75
Ivn	12.75
Fuente: elaboración propia Mz M – 23 (6x20) m	
Parámetros	Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz M – 23 Tumbes
1	B
2	B
3	A
4	C
5	A
6	D
7	A
8	C
9	A
10	A
11	A
Vulnerabilidad	
Baja	



Fuente: elaboración propia
Mz M – 23 (6x20) m



La edificación no sugiere asesoría profesional. En el aspecto de materiales no es posible ver el tramado de los ladrillos ni su calidad. No hay irregularidades en planta o altura ni elementos sueltos o falta de confinamiento. La cubierta es de material ligero, Al igual que con las demás edificaciones no se observan justas de separación sísmica con las edificaciones contiguas. El cuidado de la edificación es precario, observándose humedad y deterioro de la parte baja del muro frontal.

Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-18
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales		
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	D	Fecha: 15.05.2021 Ubicación: URB. JOSÉ LISHNER TUDELA II ETAPA M2-K-03 TUMBES Uso actual: TIENDA / VIVIENDA UNI
		Construcción nueva-reparación según norma	D	
		Elementos de armoste horizontales y vert.	D	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	D	
		Muros sin confinar	D	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	C	Regularidad en planta
		Muros con mampostería artesanal	D	
		Buen entramado en la mampostería	B	
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	2	<p> $\beta_1 = a/L = 0.3$ $\beta_2 = b/L = 0$ </p> <p> $A_2 > A_1$ $I_p = 0.85$ $E.030$ </p>
		Área total construida (m ²)	154.8	
		Área de muros en X (m ²)	108.36	
		Área de muros en Y (m ²)	265.44	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.8	
		Número de diafragmas	2	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.326	
		Área diafragma (m ²)	1 ^{er} PISO: 125.4 m ² 2 ^{do} PISO = 40.2 m ²	
		Área de cubierta (m ²)	36	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	
		Presencia de humedad	B	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	D	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	6	
		b:	0	
		L:	20	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	D	
		% T/H	0.5	
		Piso blando	A	
		Irregularidades del SR	A	
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	2.35	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
		Factor L/S	22.22	
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	D	
		Buena conexión cubierta - muro	D	
		Cubierta plana	D	
		Material liviano	A	
		Cubierta en buenas condiciones	D	
10	Elementos no estructurales	Calificar Bueno - Regular - Malo	Bueno - Regular - Malo	
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
		Pequeños elementos	D	
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo	Bueno - Regular - Malo	
		Muro en buena condición, sin fisuras	C	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	C	
		Muros con fisuras pequeñas	B	
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	B	
		Muros deteriorados	C	

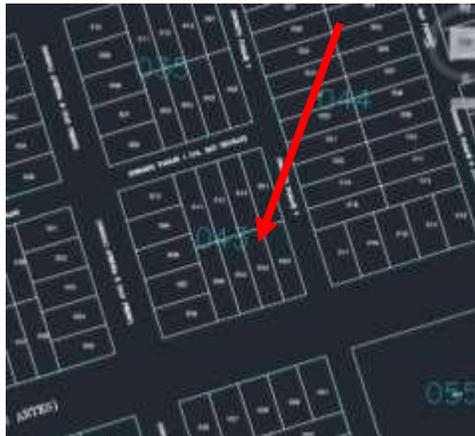
Continuación

Edificación C-18	
Ítem	Valor
VR (Tn)	1058.4
W (Tn)	194.00
CSR	5.46
CSE	0.54
Rox	3
Ro _y	3
I _p	0.85
I _H	0.9
R _x	2.295
R _y	2.295
V _x (Tn)	104.61
V _y (Tn)	104.61
(C/R) _x	1.09
(C/R) _y	1.09
C/R	1.09
DD	0.1
I _v	223.75
I _{vn}	58.50
Fuente: foto izquierda, propia (actual); derecha, Google Maps (2013)	
Mz K - 03 (6 X 20) m	
Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz K – 03 Tumbes	
1	D
2	C
3	A
4	C
5	D
6	D
7	C
8	C
9	D
10	B
11	C
Vulnerabilidad	
Alta	



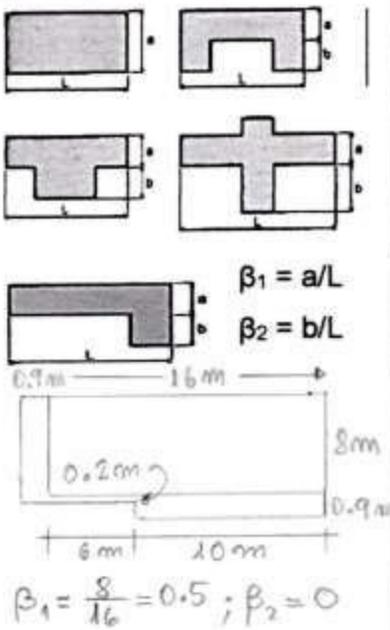
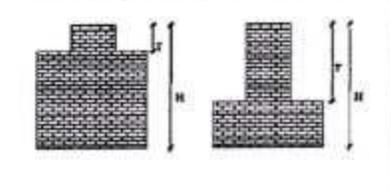
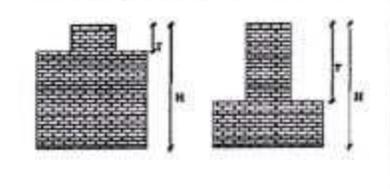
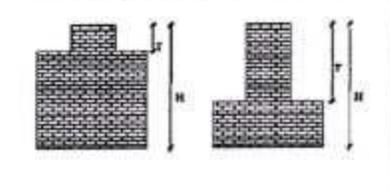
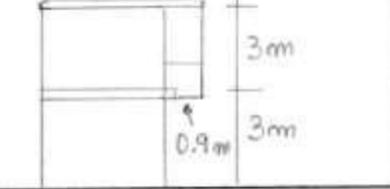
Fuente: foto izquierda, propia (actual); derecha, Google Maps (2013)

Mz K - 03 (6 X 20) m

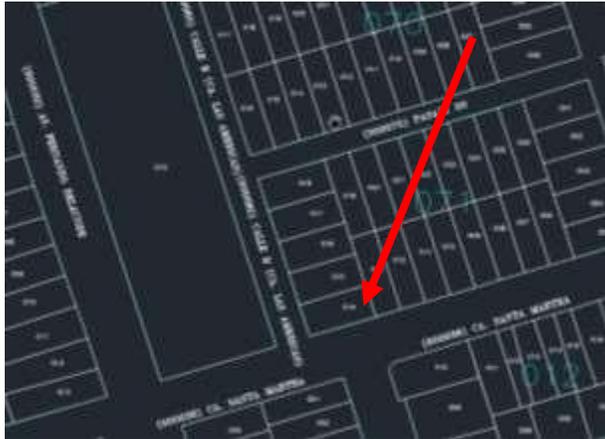


La edificación no sugiere asesoría profesional. Se observan irregularidades en altura y planta. En la primera, se observa irregularidad tipo de masa/peso del 2do nivel respecto del primero, por lo que $I_H = 0.90$. En planta se observa discontinuidad del diafragma al ser el área sin diafragma mayor que la que si lo tiene, por lo que $I_P = 0.85$. La edificación hoy y hace 8 años luce sin cuidados. Pequeños elementos se encuentran sueltos y la cubierta se observa precaria en calidad, forma y fijación al sistema resistente.

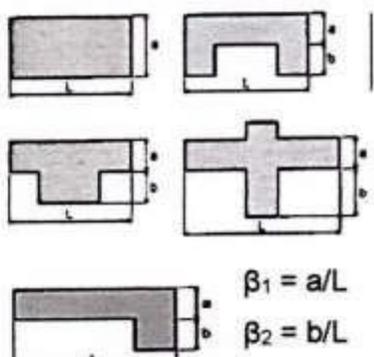
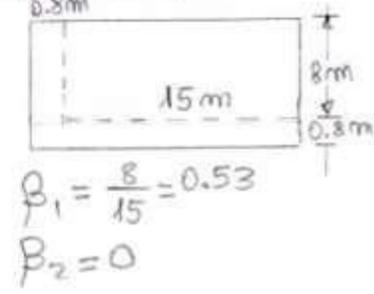
Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD		MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA		UCV	C-19
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN	Datos generales			
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	A	Fecha: 15.05.2021 Ubicación: VRS JOSE LISNER TUDELA II ETAPA MZ L'-14 TUMBES Uso actual: VIVIENDA UNIFAM...	
		Construcción nueva-reparación según norma	A		
		Elementos de arrioste horizontales y vert.	A		
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	A		
		Muros sin confinar	A		
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	A	Regularidad en planta  <p> $\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$ </p> <p> $\beta_1 = \frac{8}{16} = 0.5 ; \beta_2 = 0$ </p>	
		Muros con mampostería artesanal	A		
		Buen entramado en la mampostería	A		
		Mortero de buena calidad (1.0 - 1.5 cm)	A		
3	Resistencia convencional	Número de pisos	2		
		Área total construida (m ²)	273.58		
		Área de muros en X (m ²)	193.386		
		Área de muros en Y (m ²)	296.1		
		Altura promedio de entrepiso (m)	3		
		Número de diafragmas	2		
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426		
		Área diafragma (m ²)	145.58		
		Área de cubierta (m ²)	80		
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01		
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B		
		Presencia de humedad	A		
		Cimentación deteriorada	A		
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A		
		Buena conexión diafragma muro	A		
		Deflexión del diafragma	A		
6	Configuración en planta	a:	8		
		b:	0		
		L:	16		
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	B		
		% TH	-		
		Piso blando	A		
		Irregularidades del SR	A		
8	Distanciamiento entre muros	L (distancia entre muros transversales (m))	3.2	Regularidad en altura 	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15		
		Factor L/S	21.33		
9	Tipo de cubierta	Cubierta estable	C		
		Buena conexión cubierta - muro	C		
		Cubierta plana	B		
		Material liviano	A		
		Cubierta en buenas condiciones	B		
10	Elementos no estructurales	Calificar Bueno - Regular - Malo			
		Cornisa y parapetos	A		
		Tanques de agua (PVC)	A		
		Balcones y volados	A		
		Pequeños elementos	D		
11	Estado de conservación	Estado de conservación: Bueno - Regular - Malo			
		Muro en buena condición, sin fisuras	A		
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A		
		Muros con fisuras pequeñas	A		
		Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A		
		Muros deteriorados	A		

Continuación

Edificación C-19	
Ítem	Valor
VR (Tn)	1296
W (Tn)	322.57
CSR	4.02
CSE	0.41
Rox	3
RoY	3
IP	1
I _H	1
R _x	3
R _y	3
V _x (Tn)	133.06
V _y (Tn)	133.06
(C/R) _x	0.83
(C/R) _y	0.83
C/R	0.83
DD	0.10
I _v	70
I _{vn}	18.30
	
Fuente: elaboración propia	
L' 14 (8 X 16) m	
Parámetros	Dirección: Urb. José Lishner Tudela II etapa Mz L' - 14 Tumbes
1	A
2	A
3	A
4	C
5	A
6	D
7	B
8	D
9	B
10	D
11	A
	
<p>La vivienda sugiere asistencia profesional en su construcción y diseño. No se observan irregularidades en planta ni altura. Se observan pequeños elementos en la azotea, así como una construcción precaria que asemeja a galpones o similares</p>	
Vulnerabilidad	
Baja	

Continuación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI - ALBAÑILERÍA			UCV	C-20
PARÁMETRO	ELEMENTO DE EVALUACIÓN		Datos generales	
1	Tipo y sistema resistente	Asesoría técnica	D	Fecha: 16.05.2021 Ubicación: URB JOSE LISHNER TUDELA II ETAPA M2 K-06 TUMBES Uso actual: TIENDA/VIVIENDA MULTIFAMILIAR
		Construcción nueva-reparación según norma	D	
		Elementos de armoste horizontales y vert.	B	
		Deficiencias en confinam/proceso construct.	C	
		Muros sin confinar	D	
2	Calidad del sistema resistente	Mampostería de buena calidad	A	Regularidad en planta
		Muros con mampostería artesanal	A	
		Buen entramado en la mampostería	A	
		Mortero de buena calidad (1.0 – 1.5 cm)	A	
3	Resistencia convencional	Número de pisos	2	 $\beta_1 = a/L$ $\beta_2 = b/L$
		Área total construida (m ²)	259.07	
		Área de muros en X (m ²)	196.48	
		Área de muros en Y (m ²)	337.12	
		Altura promedio de entrepiso (m)	2.9	
		Número de diafragmas	2	
		Peso de diafragma (Ton/m ²)	0.426	
		Área diafragma (m ²)	139.07	
		Área de cubierta (m ²)	150.0	
		Peso de cubierta (Ton/m ²)	0.01	
4	Ubicación del edificio y cimentación	Presencia de sales	B	 $\beta_1 = \frac{8}{15} = 0.53$ $\beta_2 = 0$
		Presencia de humedad	A	
		Cimentación deteriorada	A	
5	Diafragmas horizontales	Discontinuidades abruptas	A	
		Buena conexión diafragma muro	A	
		Deflexión del diafragma	A	
6	Configuración en planta	a:	8	
		b:	0	
		L:	15	
7	Configuración en elevación	Aumento o reducción de masas o áreas	C	
		% T/H	0	
		Piso blando	A	
8	Distanciamiento entre muros	Irregularidades del SR	A	
		L (distancia entre muros transversales (m))	3.75	
		S (espesor del muro maestro (m))	0.15	
9	Tipo de cubierta	Factor L/S	25	Regularidad en altura
		Cubierta estable	A	
		Buena conexión cubierta – muro	A	
		Cubierta plana	A	
		Material liviano	A	
10	Elementos no estructurales	Cubierta en buenas condiciones	A	
		Calificar	Buena - Regular - Malo	
		Cornisa y parapetos	A	
		Tanques de agua (PVC)	A	
		Balcones y volados	A	
11	Estado de conservación	Pequeños elementos	A	
		Estado de conservación: Buena - Regular - Malo		
		Muro en buena condición, sin fisuras	A	
		Muros sin fisuras pero mal conservado	A	
		Muros con fisuras pequeñas	B	
Muros c. fisuras medias producidas por sismos	A			
Muros deteriorados	A			

Continuación

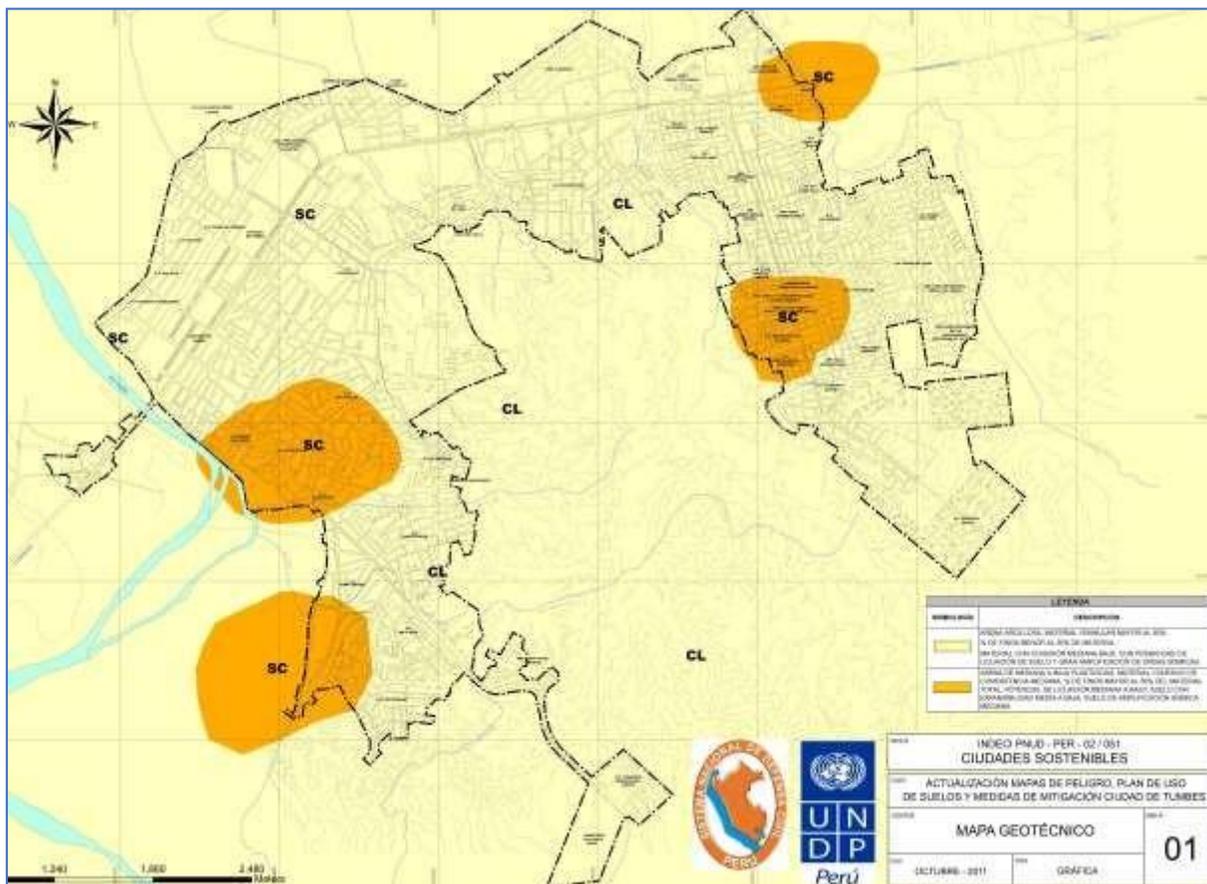
		Edificación C-20	
Ítem	Valor		<p>Fuente: foto superior, propia (actual); inferior Google Maps (2013)</p>
VR (Tn)	1044		
W (Tn)	327.65		
CSR	3.72		
CSE	0.41		
Rox	3		
RoY	3		
Ip	1		
Ih	1		
Rx	3		
Ry	3		
Vx (Tn)	135.16		
Vy (Tn)	135.16		
(C/R) _x	0.83		
(C/R) _y	0.83		
C/R	0.83		
DD	0.11		
Iv	101.25		
Ivn	26.47		
Parámetros			
1	D		<p>La edificación no sugiere asesoría profesional, a decir de las columnas plantadas en el alero. Aunque solo es visible en el 3er nivel, su existencia hace presuponer su existencia en el segundo nivel también. Si bien es cierto que estas columnas solo son de amarre y confinamiento, sobrecargan a la losa pudiendo provocar una punción en el momento de un sismo. La presencia de muros sin confinar degradan la calificación en el primer parámetro en evaluación. El sistema resistente sin embargo sigue de manera regular su progreso hacia pisos superiores, según se observa en la foto. No hay pequeños elementos sueltos y la cubierta se encuentra en buenas condiciones en general.</p>
2	A		
3	A		
4	C		
5	A		
6	C		
7	C		
8	D		
9	A		
10	A		
11	A		
Vulnerabilidad			
Media			

ANEXO 5. Resumen de parámetros

Código	Parámetro											lv	lvn	Nivel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
C-1	D	C	A	C	B	D	D	C	B	D	C	178.75	46.73	ALTA
C-2	A	A	A	C	A	C	A	C	A	A	A	30.00	7.84	BAJA
C-3	B	A	A	C	A	C	B	D	A	A	B	51.25	13.40	BAJA
C-4	A	A	A	C	A	D	B	D	A	A	A	53.75	14.05	BAJA
C-5	A	A	A	C	A	D	A	C	A	A	A	42.50	11.11	BAJA
C-6	D	B	B	C	A	D	D	C	A	A	B	146.25	38.24	MEDIA
C-7	C	C	A	C	B	D	B	C	A	B	C	98.75	25.82	MEDIA
C-8	A	A	A	C	A	D	A	C	A	A	A	42.50	11.11	BAJA
C-9	A	A	A	C	A	C	B	C	A	D	A	46.25	12.09	BAJA
C-10	A	B	A	C	A	D	A	C	A	C	A	48.75	12.75	BAJA
C-11	A	A	A	C	A	C	B	B	A	A	A	31.25	8.17	BAJA
C-12	A	A	A	C	B	C	B	D	A	A	A	46.25	12.09	BAJA
C-13	D	B	A	C	B	D	D	C	B	A	B	148.75	38.89	MEDIA
C-14	D	B	A	C	D	C	C	D	A	A	B	152.5	39.87	MEDIA
C-15	A	A	A	C	A	C	A	C	A	A	A	30.00	7.84	BAJA
C-16	B	B	A	C	A	D	A	C	A	A	A	48.75	12.75	BAJA
C-17	B	B	A	C	A	D	A	C	A	A	A	48.75	12.75	BAJA
C-18	D	C	A	C	D	D	C	C	D	B	C	223.75	58.50	ALTA
C-19	A	A	A	C	A	D	B	D	B	D	A	70.00	18.30	BAJA
C-20	D	A	A	C	A	C	C	D	A	A	A	101.25	26.47	MEDIA

Fuente: elaboración propia

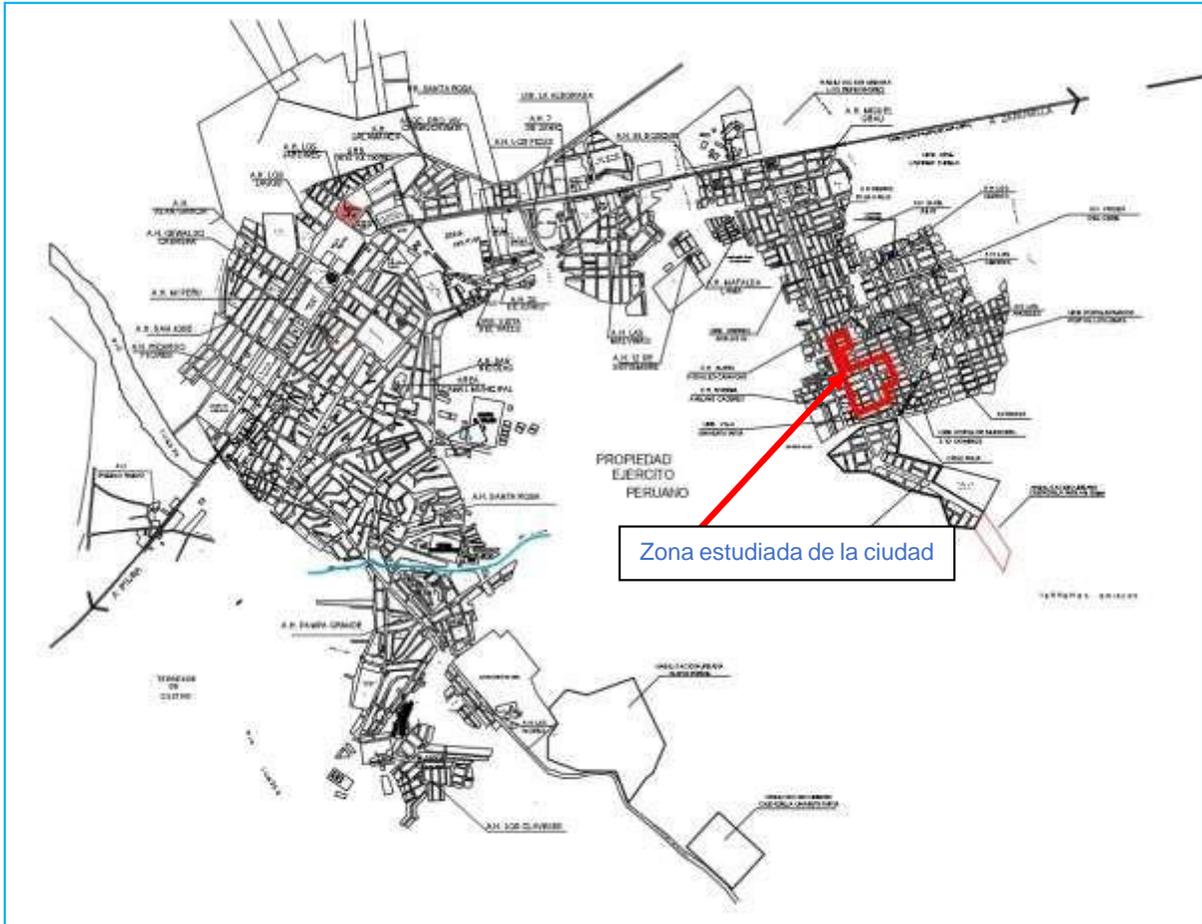
ANEXO 6. Planos y mapas



Plano 1: mapa geotécnico de la ciudad de Tumbes

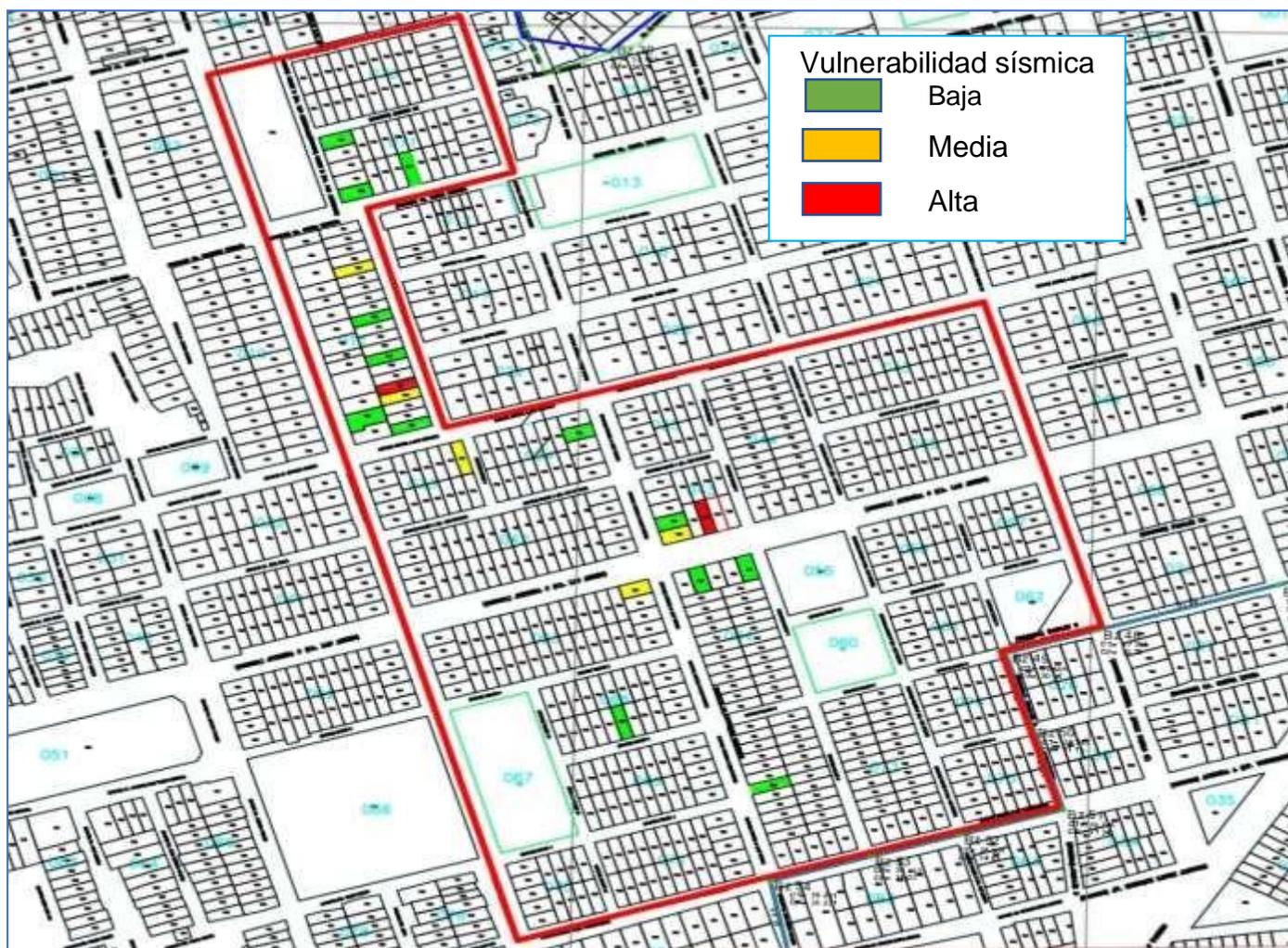
Fuente: mostrada

Continuación



Plano 2: ubicación de la zona estudiada en la ciudad de Tumbes
Fuente plano: Municipalidad Provincial de Tumbes

Continuación



Plano 3: plano catastral y nivel de vulnerabilidad sísmica de edificaciones seleccionadas de la Urb. José Lishner Tudela II etapa en la ciudad de Tumbes

Fuente plano: Municipalidad Provincial de Tumbes

ANEXO 7. Procedimiento de cálculo para el parámetro 3 de Benedetti Petrini (resistencia convencional) para la edificación C - 2

Se ha empleado el método de demanda de ductilidad (DD):



Figura 33: edificación C-2

Fuente: propia

a. Consideraciones previas

Para calcular el parámetro 3 se determinan primero las áreas de muros transversales y longitudinales. Así:

Muros transversales

Tratándose de un hotel de 11 m de frente y 19 de fondo, se ha supuesto 8 muros transversales, dejando una longitud para las habitaciones de:

$$19 - 8 * 0.15 = 17.8 \text{ m}$$

Descontando una longitud de 2.5 para acceso, se tendría 15.3 m para las habitaciones, que a razón de 7 de ellas, estas medirían aprox. $15.3/7 = 2.2$ m de longitud en el eje

Y. A decir de lo razonable de estas dimensiones para un hotel, se considera válida esta suposición de cantidad de muros transversales.

Muros longitudinales

En el sentido longitudinal, eje Y, se han considerado, de acuerdo con foto, 4 muros en este eje.

Factor de uso de muros transversales

Se ha asumido un factor de muro para el eje X de 0.6 m. Con una longitud de 11 m del muro transversal, queda de espacio para circulación: $1 - 0.6 = 0.4 \times 11 \text{ m} = 4.4 \text{ m}$. Asumiendo que existan tres filas de habitaciones, quedan dos pasillos de 2.2 m en promedio. Este valor (0.6) es promedio, considerando que hay muros transversales con menor área libre y otros con mayor área. En todo caso, este es el valor más desfavorable, toda vez que un valor mayor de muros en X mejora la puntuación de la resistencia a la cortante horizontal. Con este criterio se calcula en el siguiente cuadro la cantidad de área de muros:

Tabla 9: tabulado de áreas de muros para la edificación C - 2

Cuadro de áreas (m ²) ²				
EJE X			EJE Y	
PISO 1				
Long muro (1)	11		Long muro (1)	19
Núm. muro (1)	8		Núm. muro (1)	4
Pisos	1		Pisos	1
Altura	3			
	Ax (1) = 158.4		Ay (1) = 228	
PISO 2				
Long muro (2)	11		Long muro (2)	19
Núm. muro (2)	8		Núm. muro (2)	4
Pisos	3		Pisos	3
	Ax (2) = 475.2		Ay (2) = 684	

Fuente: elaboración propia

² En el cuadro de áreas, y en pro de la simplicidad, en el piso 2 se han considerado los muros de los pisos 2, 3 y 4 en atención a la regularidad de forma y dimensiones de la edificación.

b. Fuerza cortante horizontal

Calculamos el valor de la fuerza cortante en la dirección de menor densidad de muros en el primer piso:

$$v_R = \min(A_x, A_y)v$$

$$v_R = \min(158.4, 228)m^2 15 \text{Tn}/m^2 = 2376 \text{Tn}$$

En esta relación, se ha considerado $v = 15 \text{Tn}/m^2$ la resistencia a la cortante para un muro de albañilería confinada (Guerrero Yrene, 2020).

El peso de la edificación se calcula empleando la siguiente relación:

$$P = (A_x + A_y)dP_m + A_d P_{dn} + 0.2A_{dn} + A_c P_c$$

Aquí: A_x y A_y :son las áreas totales de muros de la edificación, 633.6 m^2 , 912 m^2

d : espesor de muro, 0.15 m

P_m : Peso específico del muro, $1.9 \text{ Tn}/m^3$

A_d : Área de diafragma, 216.7 m^2

P_d : Peso por m^2 del diafragma con acabados, $0.426 \text{ Tn}/m^2$

n : número de diafragmas, 3

A_c : Área de cubierta, 239 m^2

P_c : Peso por m^2 de la cubierta, $0.01 \text{ Tn}/m^2$

Reemplazando los datos y efectuando se tiene:

$$P = 849.85 \text{Tn}$$

c. Coeficiente sísmico resistente

Se define mediante:

$$CSR = \frac{v_R}{P} = 2376/849.85 = 2.80$$

d. Coeficiente sísmico exigido

$$CSE = ZUS \cdot \frac{C}{R_0}$$

- Donde:
- Z : Factor de Zona, 0.45 (Zona 4)
 - U : Factor de uso, vivienda, hotel, 1
 - S : Factor de suelo, suelo blando, 1.1
 - C : factor dinámico de la estructura, 2.5 para $T < T_P$
 - R₀ : Coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica, 3 para albañilería

Consideremos ahora el factor R influenciado por las irregularidades I_P e I_H:

$$R = R_0 I_P I_H$$

- Donde:
- R₀ : Coeficiente básico de reducción
 - R : Coeficiente de reducción
 - I_P : Irregularidad en planta
 - I_H : Irregularidad en altura

En el caso de la edificación, no se observan irregularidades en planta o altura, I_P = 1 e I_H = 1, luego: $R = 3 \cdot 1 \cdot 1 = 3$

$$\text{Así: } CSE = 0.45 \times 1 \times 1.1 \cdot \frac{2.5}{3} = 0.41$$

con $C/R = 0.83$ para ambos ejes

e. Demanda de ductilidad

El valor del cociente C/R debe ser mayor a 0.1. Se procede a calcular la demanda de ductilidad (DD) de la edificación:

$$DD = \frac{CSE}{CSR} = \frac{0.41}{2.8} = 0.15$$

El valor de DD se contrasta en el siguiente baremo (albañilería):

- A. $DD < 0.5$
- B. $0.5 \leq DD < 1.0$
- C. $1.0 \leq DD < 1.5$
- D. $DD \geq 1.5$

Ubicando el resultado, obtenemos una calificación de A para este parámetro.

f. Cortantes en X y Y

Adicional se calculan las componentes cortantes en X y Y:

$$V_x = ZUS(C/R)P$$

Donde C/R se refiere a los valores en el eje X, con lo que

$$V_x = 350.56 Tn$$

De forma análoga calculamos la cortante para el eje Y, obteniendo idéntico resultado, al ser el cociente C/R igual en ese eje, y:

$$V_y = 350.56 Tn$$

Cálculo de la vulnerabilidad normalizada

A fin de normalizar el valor de la vulnerabilidad se empleó la siguiente relación:

$$I_{vn} = I_v * \frac{100}{382.5}$$

Donde I_v es el índice de vulnerabilidad calculado según el ANEXO 5.



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUCIO MEDINA CARBAJAL, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional / Programa académico de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Piura, asesor (a) de la Tesis titulada:

“Análisis de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la Urbanización José Lishner Tudela II etapa –Tumbes, aplicando metodología Benedetti – Petrini”, del (los) autor (autores), Zarate Feijoó Jean Edison y Ortiz Sandoya Jhon Willington, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **12%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Piura, 26 de Noviembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor: Lucio Medina Carbajal	
DNI 40534510	 Firma
ORCID: 0000-0001-5207-4421	