



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL  
APLICANDO EL MÉTODO HIROSAWA PARA DETERMINAR LA  
SEGURIDAD SÍSMICA DEL HOSPITAL REGIONAL DE  
LAMBAYEQUE**

**PRESENTADA POR  
HERBERT MARTIN CUCHO SALINAS  
KAREN MELANYTH NUÑEZ CUSMA**

**ASESOR**

**JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA**

**TESIS**

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

**LIMA – PERÚ**

**2018**



**CC BY-NC**

**Reconocimiento – No comercial**

Los autores permiten transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, y aunque en las nuevas creaciones deban reconocerse la autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTIN DE PORRES

FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL  
APLICANDO EL MÉTODO HIROSAWA  
PARA DETERMINAR LA SEGURIDAD SÍSMICA  
DEL HOSPITAL REGIONAL DE LAMBAYEQUE**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL  
PRESENTADA POR**

**CUCHO SALINAS, HERBERT MARTIN  
NUÑEZ CUSMA, KAREN MELANYTH**

**LIMA, PERÚ**

**2018**



A mi madre por su amor, paciencia y comprensión, lo cual me ha ayudado a salir adelante.

A mis hermanos, por su apoyo para seguir adelante. A Dios, por haberme dado salud y sabiduría para cumplir mis objetivos.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN</b>	xviii
<b>ABSTRACT</b>	xix
<b>INTRODUCCIÓN</b>	Xx
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1 Antecedentes generales	1
1.2 Descripción de la realidad problemática	3
1.3 Identificación y formulación del problema	5
1.4 Objetivos de la investigación	6
1.5 Justificación e importancia de la investigación	7
1.6 Alcances y limitaciones	7
1.7 Viabilidad de la investigación	8
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la investigación	9
2.2 Bases teóricas	14
2.3 Definición de términos básicos	37
3.1 Formulación de la hipótesis	40
<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA</b>	
3.1 Diseño metodológico	42
3.2 Variables	43
3.3 Técnicas de recolección de datos	45
3.4 Técnica para el procesamiento de la información	60
3.5 Diseño muestral	63

3.6 Aspectos éticos	65
<b>CAPITULO IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b>	
4.1 Análisis e interpretación de la investigación	66
4.2 Análisis dinámico lineal del pabellón C y F del Hospital regional de Lambayeque	155
<b>CAPITULO V DISCUSIÓN Y APLICACIÓN</b>	
<b>CONCLUSIONES</b>	179
<b>RECOMENDACIONES</b>	181
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	182
<b>ANEXOS</b>	185

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLAS</b>		<b>Páginas</b>
Tabla 1.	Factores de zona sísmica	17
Tabla 2.	Sismos históricos del norte del Perú	20
Tabla 3.	Sismos en Lambayeque	21
Tabla 4.	Fases de pendientes	27
Tabla 5.	Operacionalización de variables	49
Tabla 6.	Coordenadas del Hospital Regional de Lambayeque	49
Tabla 7.	Cuadro de áreas	51
Tabla 8.	Distribución arquitectónica según tipos	51
Tabla 9.	Cuadro de auscultación dinámica	55
Tabla 10.	Muestra de sondaje S2	56
Tabla 11.	Muestra de sondaje S3	57
Tabla 12.	Muestra de sondaje S4	58
Tabla 13.	Características generales del Hospital	59
Tabla 14.	Dimensiones de las columnas por cada nivel	59
Tabla 15.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del primer piso en dirección X	67
Tabla 16.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del primer piso en dirección X	67



Tabla 17.	Características de las columnas del primer piso en dirección X	68
Tabla 18.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del primer piso en dirección X	70
Tabla 19.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del primer piso en dirección X	71
Tabla 20.	Cálculo del $I_s$ primer piso en dirección X	71
Tabla 21.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del primer piso en dirección Y	75
Tabla 22.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del primer piso en dirección Y	74
Tabla 23.	Características de las columnas del primer piso en dirección Y	74
Tabla 24.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del primer piso en dirección Y	76
Tabla 25.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del primer piso en dirección Y	77
Tabla 26.	Cálculo del $I_s$ primer piso en dirección Y	77
Tabla 27.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del segundo piso en dirección X	79
Tabla 28.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del segundo piso en dirección X	80
Tabla 29.	Características de las columnas del segundo piso en dirección X	80

Tabla 30.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del segundo piso en dirección X	82
Tabla 31.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del segundo piso en dirección X	83
Tabla 32.	Cálculo del $I_s$ segundo piso en dirección X	83
Tabla 33.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del segundo piso en dirección Y	85
Tabla 34.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del segundo piso en dirección Y	86
Tabla 35.	Características de las columnas del segundo piso en dirección Y	86
Tabla 36.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del segundo piso en dirección Y	88
Tabla 37.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del segundo piso en dirección Y	89
Tabla 38.	Cálculo del $I_s$ segundo piso en dirección Y	89
Tabla 39.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del tercer piso en dirección X	91
Tabla 40.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del tercer piso en dirección X	92
Tabla 41.	Características de las columnas del tercer piso en dirección X	92
Tabla 42.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del tercer piso en dirección X	94

Tabla 43.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del tercer piso en dirección X	95
Tabla 44.	Cálculo del $I_s$ del tercer piso en dirección X	95
Tabla 45.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del tercer piso en dirección Y	97
Tabla 46.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del tercer piso en dirección Y	98
Tabla 47.	Características de las columnas del tercer piso en dirección Y	98
Tabla 48.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del tercer piso en dirección Y	100
Tabla 49.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del tercer piso en dirección Y	101
Tabla 50.	Cálculo del $I_s$ el tercer piso en dirección Y	101
Tabla 51.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del cuarto piso en dirección X	103
Tabla 52.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del cuarto piso en dirección X	104
Tabla 53.	Características de las columnas del cuarto piso en dirección X	104
Tabla 54.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del cuarto piso en dirección X	106
Tabla 55.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del tercer piso en dirección X	107

Tabla 56.	Cálculo del $I_s$ cuarto piso en dirección X	107
Tabla 57.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del cuarto piso en dirección Y	109
Tabla 58.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del cuarto piso en dirección Y	110
Tabla 59.	Características de las columnas del cuarto piso en dirección Y	110
Tabla 60.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del cuarto piso en dirección Y	112
Tabla 61.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del tercer piso en dirección Y	113
Tabla 62.	Cálculo del $I_s$ cuarto piso en dirección Y	113
Tabla 63.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del quinto (a) piso en dirección X	115
Tabla 64.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del quinto (a) piso en dirección X	116
Tabla 65.	Características de las columnas del quinto (a) piso en dirección X	116
Tabla 66.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del quinto (a) piso en dirección X	117
Tabla 67.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del quinto (a) piso en dirección	144
Tabla 68.	Cálculo del $I_s$ quinto (a) piso en dirección X	145

Tabla 69.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del quinto (a) piso en dirección Y	120
Tabla 70.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del quinto (a) piso en dirección Y	121
Tabla 71.	Características de las columnas del quinto (a) piso en dirección Y	121
Tabla 72.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del quinto (a) piso en dirección Y	122
Tabla 73.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del quinto (a) piso en dirección Y	123
Tabla 74.	Cálculo del quinto (a) piso en dirección Y	123
Tabla 75.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del quinto (b) piso en dirección X	125
Tabla 76.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del quinto (b) piso en dirección X	126
Tabla 77.	Características de las columnas del quinto (b) piso en dirección X	126
Tabla 78.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del quinto (b) piso en dirección X	129
Tabla 79.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del quinto (b) piso en dirección	128
Tabla 80.	Cálculo del quinto (b) piso en dirección X	129
Tabla 81.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del quinto (b) piso en dirección Y	130

Tabla 82.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del quinto (b) piso en dirección Y	131
Tabla 83.	Características de las columnas del quinto (b) piso en dirección Y	131
Tabla 84.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del quinto (b) piso en dirección Y	132
Tabla 85.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del quinto (b) piso en dirección Y	133
Tabla 86.	Cálculo del quinto (b) piso en dirección Y	133
Tabla 87.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del sexto (a) piso en dirección X	135
Tabla 88.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del sexto (a) piso en dirección X	136
Tabla 89.	Características de las columnas del sexto (a) piso en dirección X	136
Tabla 90.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del sexto (a) piso en dirección X	137
Tabla 91.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del sexto (a) piso en dirección	138
Tabla 92.	Cálculo del sexto (a) piso en dirección X	138
Tabla 93.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del sexto (a) piso en dirección Y	140
Tabla 94.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de	141

	hormigón armado para la evaluación del sexto (a) piso en dirección Y	
Tabla 95.	Características de las columnas del sexto (a) piso en dirección Y	141
Tabla 96.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del sexto (a) piso en dirección Y	142
Tabla 97.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del sexto (a) piso en dirección Y	143
Tabla 98.	Cálculo del $I_s$ sexto (a) piso en dirección Y	143
Tabla 99.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del sexto (b) piso en dirección X	145
Tabla 100.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del sexto (b) piso en dirección X	146
Tabla 101.	Características de las columnas del sexto (b) piso en dirección X	146
Tabla 102.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del sexto (b) piso en dirección X	147
Tabla 103.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del sexto (b) piso en dirección	148
Tabla 104.	Cálculo del sexto (b) piso en dirección X	148
Tabla 105.	Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del sexto (b) piso en dirección Y	150
Tabla 106.	Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del sexto (b) piso en dirección Y	151

Tabla 107.	Características de las columnas del sexto (b) piso en dirección Y	151
Tabla 108.	Valores $G_i$ y $R_i$ en la evaluación del sexto (b) piso en dirección Y	152
Tabla 109.	Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del sexto (b) piso en dirección Y	153
Tabla 110.	Cálculo del $I_s$ sexto (b) piso en dirección Y	153
Tabla 111.	Descripción del Hospital Regional de Lambayeque	155
Tabla 112.	Carga viva según uso	156
Tabla 113.	Valores para determinar el factor de reducción	159
Tabla 114.	Cortante de la base y muros en la dirección X-X del sector C y F del H.R. L	162
Tabla 115.	Cortante de la base y muros en la dirección Y-Y del sector C y F del H.R. L	162
Tabla 116	Cortantes y fuerzas obtenidas del Etabs 2016	166
Tabla 117.	Desplazamientos relativos y absolutos y distorsiones del H.R.L	166
Tabla 118.	Masa por cada diafragma obtenido del Etabs	167
Tabla 119.	Desplazamientos de diafragma y centros de masa	168
Tabla 120.	Irregularidad en planta del H.R.L	168
Tabla 121.	Centros de masas y rigideces del pabellón C y F del H.R.L	172
Tabla 122.	Distorsión y desplazamiento relativo estático del pabellón C y F del H.R.L	173
Tabla 123.	Cálculos de pseudodesplazamientos	174
Tabla 124.	Resultados obtenidos de índice de resistencia en las dos direcciones (xx-yy) sísmicas por el método de Hirosawa	176



Tabla 125. Resultados de la seguridad sísmica por el método de Hirosawa

177

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURAS</b>		<b>Páginas</b>
Figura 1.	Cinturón de Fuego del Pacífico	2
Figura 2.	Placas Tectónicas	2
Figura 3.	Mapa Sísmico del Perú	15
Figura 4.	Zona sísmica	17
Figura 5.	Mapa de intensidades sísmicas del Perú	19
Figura 6.	Licuación de suelos	24
Figura 7.	intensidades sísmicas en Chiclayo	26
Figura 8.	Esquema del método Navfac	33
Figura 9.	Esquema del método ATC - 2	34
Figura 10.	Esquema del planteamiento de la metodología Hirosawa	36
Figura 11.	Ubicación de Lambayeque	46
Figura 12.	Imagen del área del proyecto	48
Figura 13.	Hospital Regional de Lambayeque	50
Figura 14.	Distancias entre ejes y altura de pisos de la edificación	157
Figura 15.	Vista de todos los elementos del pabellón C y F en el programa ETABS 2016	158
Figura 16.	Definición de cargas en el programa ETABS 2016	159
Figura 17.	Periodo de vibración de la estructura obtenidas por el Etabs 2016	160

Figura 18.	Modo 1 de vibración de la Estructura del Pabellón C y F del H.R. L	161
Figura 19.	Modo 2 de vibración de la Estructura del Pabellón C y F	161
Figura 20.	Colocación de nuevo coeficiente C en los sismos estáticos	164
Figura 22.	Distorsiones del pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque	165
Figura 23.	Desplazamientos de diafragma	167
Figura 24.	Definición del coeficiente C de la base del Hospital Regional de Lambayeque en la excentricidad X	170
Figura 25.	Definición del coeficiente C de la base del Hospital Regional de Lambayeque en la excentricidad Y	171
Figura 26.	Distorsión estática del pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque	172
Figura 27.	Distorsión Dinámica del pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque	173
Figura 28.	Resultado de distorsión estática y dinámica	178

## **RESUMEN**

La presente investigación evalúa la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, es oportuno mencionar que este método es el oficial para evaluar la vulnerabilidad estructural y es empleado, entre otros, por el Ministerio de Construcción de Japón.

El problema de la investigación surge ante un evento sísmico de gran magnitud que afrontaría el Perú y que afectaría a la mayoría de sus departamentos. En vista de ello, el objetivo general de este proyecto es determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, incluyendo en esta investigación el modelamiento del citado hospital mediante el Structural Software for Building Analysis and Design - ETABS 2016.

El resultado de la investigación indica que el Hospital Regional de Lambayeque resulta ser inseguro en la dirección "X" y la dirección "Y". Es importante mencionar que la aplicación del modelamiento sigue la Norma Peruana E-030, así que el Hospital Regional de Lambayeque resultó ser inseguro ante eventos sísmicos tanto cualitativa como cuantitativamente, por lo que se recomienda un reforzamiento estructural.

Palabras claves: vulnerabilidad estructural, método de Hirosawa, seguridad sísmica, ETABS.

## **ABSTRACT**

This investigation evaluates the structural vulnerability applying the Hirosawa method to determine the seismic safety of the Regional Hospital of Lambayeque. Hirosawa method is used to evaluate the structural vulnerability by the Ministry of Construction of Japan.

The problem of the investigation arises before a seismic event of great magnitude that would face Peru and that would affect the majority of its territory. In view of this, the general objective of this project is to determine the seismic safety of the Regional Hospital of Lambayeque, including in this investigation the modeling of the aforementioned hospital through the Structural Software for Building Analysis and Design - ETABS 2016.

The result of the investigation indicates that the Regional Hospital of Lambayeque is insecure in "X" direction and "Y" direction. It is important to mention that the application of the modeling follows the Peruvian Standard E-030, and according to this, the Regional Hospital of Lambayeque is insecure qualitatively and quantitatively before seismic events; for that reason, a structural reinforcement is recommended.

Keywords: structural vulnerability, Hirosawa method, seismic safety, ETABS.

## INTRODUCCIÓN

El tema de la vulnerabilidad en las edificaciones se viene empleando en los últimos años debido a la amenaza sísmica que se encuentra latente en nuestro planeta. Por lo tanto, con la evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones se puede determinar la seguridad sísmica, por consiguiente, servir de ayuda en la preparación de un plan de contingencia contra desastres de esta naturaleza.

La presente tesis promueve el uso del método de Hirosawa para determinar la vulnerabilidad estructural, este método puede situarse como un método capaz de predecir el riesgo y fue calibrado basado en la experiencia japonesa frente a los eventos sísmicos.

Los problemas que afectan a las estructuras hospitalarias se encuentran: en el comportamiento estructural, la configuración estructural, el deterioro en la edificación y el tipo de terreno. Asimismo, al considerar al hospital como una estructura esencial, tiene que resistir un sismo severo para poder atender a la población aledaña. Actualmente la estructura del Hospital Regional de Lambayeque no cumple con la norma propuesta E.03- 2018 actualizada.

Debido a las razones expuestas, la presente investigación plantea como objetivo general evaluar la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad del Hospital Regional de Lambayeque. Asimismo, entre los objetivos específicos de este proyecto están: evaluar la configuración estructural para determinar el índice de

resistencia sísmica, evaluar el deterioro de la edificación para determinar el índice de resistencia sísmica, evaluar el comportamiento básico estructural para determinar el índice de resistencia sísmica y evaluar la condición del terreno para determinar el índice de demanda sísmica del Hospital Regional de Lambayeque.

En cuanto a la hipótesis, se plantea que la evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque.

Por otro lado, el proyecto tuvo como limitaciones el poco conocimiento sobre el método de Hirosawa y la poca información técnica existente que se orienta a la investigación. El alcance de esta investigación es evaluar la vulnerabilidad estructural del Hospital Regional de Lambayeque ante un eventual sismo que pueda suceder, donde se espera que la edificación no sufra muchos daños, no colapse y siga siendo funcional.

La presente tesis está compuesta por el capítulo I, donde se muestra la descripción de la realidad problemática del Hospital Regional de Lambayeque; el capítulo II, donde se presentan los antecedentes que sustentan esta investigación, luego se desarrollan las bases teóricas que se tomaron en cuenta y se determina el marco conceptual.

El capítulo III presenta el diseño metodológico, las variables y tipo de operacionalización de variables, mientras que el capítulo IV muestra la presentación de resultados, el análisis dinámico lineal del pabellón c y f del Hospital Regional de Lambayeque. Esta investigación concluye indicando que la edificación en estudio es insegura y se recomienda que la edificación se adapte a los cambios establecidos en la norma E.030- 2018.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Antecedentes generales**

Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en el Perú, Tavera, 2004, p.3, afirma lo siguiente:

Existen dos zonas en el mundo con actividad sísmica más importante; que son el cinturón de alpino y el cinturón de fuego, el cinturón de alpino es la cadena de montañas que se extiende a lo largo de la margen sur de Eurasia mientras que el cinturón de fuego está situado en las costas del océano Pacífico y se caracteriza por concentrar algunas de las zonas de subducción más importantes del mundo, lo que ocasiona una intensa actividad sísmica, es aquí en este cinturón donde se localiza el Perú.

Por lo tanto, el país está en una de las regiones con mayor actividad sísmica en el mundo. El historial del Perú indica que está cerca un gran sismo, el cual afectaría la mayor parte de su territorio, por lo que esta tesis investiga la manera de evaluar la vulnerabilidad estructural para determinar la seguridad sísmica de la estructura, al ser esta una de uso esencial y que debería resistir un sismo severo para poder atender las emergencias de salud de la población. Actualmente la estructura del Hospital Regional de Lambayeque no cumple con la norma propuesta E.03- 2018 actualizada. A continuación, se muestra el cinturón de Fuego del Pacífico.



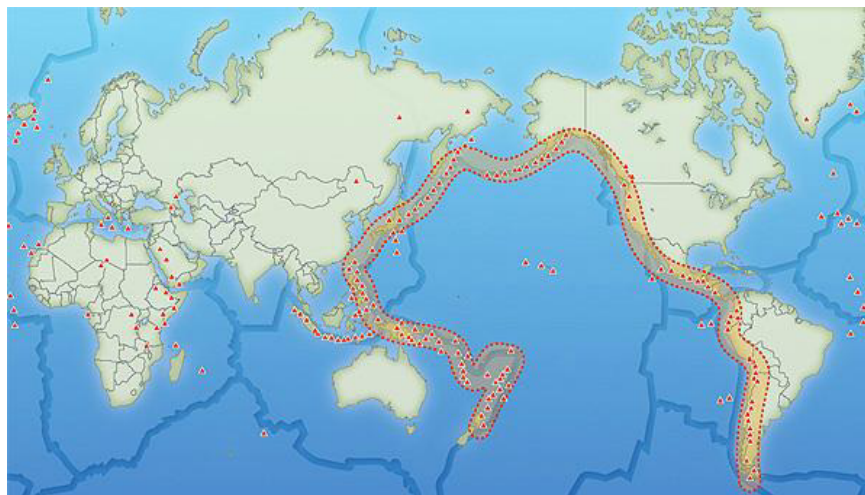


Figura 1. Cinturón de Fuego del Pacífico

Fuente: <http://www.energiandina.cl>

Quando se habla de sismos en el Perú, se toma en cuenta el proceso de subducción de la placa oceánica bajo la placa sudamericana. “Esta subducción se realiza a lo largo del borde occidental del continente sudamericano con una velocidad relativa de 7 o 8 cm/año.” (Minster y Jordan, 1978, p. 83)

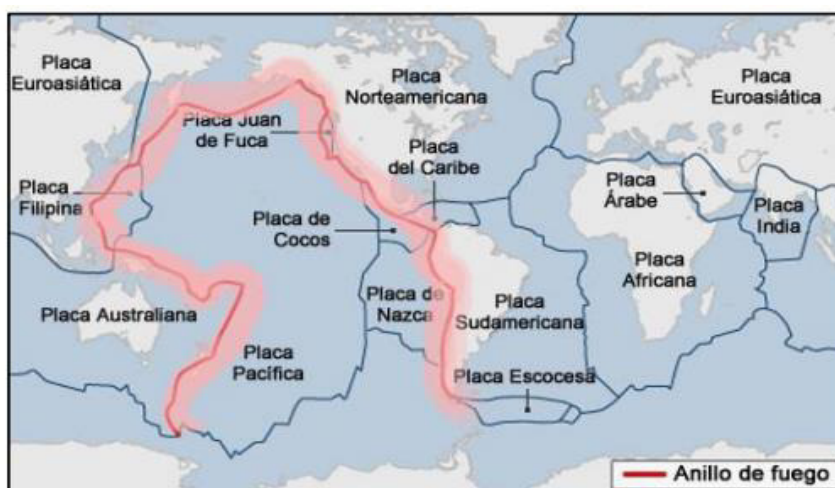


Figura 2. Placas tectónicas.

Fuente: British broadcasting.

A continuación, se describen las placas tectónicas que forman parte del proceso descrito anteriormente:

- **La Placa de Nazca:** Rodríguez y Tavera, en 1991, indicaron que “la placa tectónica de Nazca es aquella que se encuentra en el océano Pacífico oriental, frente a la costa occidental de América del Sur, frente a la costa norte y centro de Chile y la totalidad del litoral de Perú, Ecuador y Colombia” .(p.143)
- **Placa Sudamericana:** En el 2014, Rodríguez y Tavera indican que la Placa Sudamericana “es una placa tectónica que abarca Sudamérica y la porción del océano Atlántico Sur comprendida entre la costa sudamericana y la dorsal mesoatlántica, esta placa abarca unos 9 millones de kilómetros cuadrados.” Asimismo, los autores precisan que “el límite convergente en el oeste ha generado dos notables fenómenos: la Cordillera de los Andes y la Fosa peruano-chilena”. (p.142)

## 1.2 Descripción de la realidad problemática

“las consecuencias ocasionadas por los eventos sísmicos sobre las edificaciones a lo largo del tiempo han sido motivo de investigación, debido a las pérdidas que estos desastres naturales provocan, tales como pérdidas económicas y de vidas humanas”. Asimismo, los autores precisan que es evidentemente, “la catástrofe es mayor, cuando más grande sea el terreno, cuanto más cerca se encuentre en un centro urbano, mayor es el desastre y más bajo el nivel de preparación”. (Maskrey, 1993, p.52)

En 1993 Maskrey indica que Por otra parte, “ un mal diseño estructural, ya sea por falta de normativas al momento del cálculo o por un incorrecto criterio por parte del ingeniero, o en el caso más desfavorable no hubo presencia de un personal técnico o profesional para la ejecución del mismo”, así mismos, los autores menciona que “una mala estructuración de la edificación y un estado de conservación con deterioro en sus elementos estructurales y no estructurales: esto hace que las

edificaciones en nuestro medio deberían ser necesariamente estudiadas ,para así poder conocer la situación de ellas y determinar la vulnerabilidad estructural". (p.54)

En consecuencia, la presente investigación realizará la evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, por lo mencionado el análisis de Vulnerabilidad estructural se realizará utilizando los métodos cualitativos, de tal manera ubicar a la edificación en un punto deseado.

El conocimiento de lo antes mencionado es primordial para definir medidas de emergencia y en este punto, el conocimiento de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones esenciales juega un rol importante, pues en ella se basa el desarrollo de cualquier plan seguridad y emergencia a la crisis sísmica.

### **1.3 Identificación y formulación del problema**

Los problemas planteados para desarrollar esta investigación fueron a la problemática que las estructuras hospitalarias sufren, específicamente en la seguridad y se plantea los siguientes problemas generales y problemas específicos.

#### **1.3.1 Título de la investigación**

Evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque.

#### **1.3.2 Problema general**

¿Cuál es la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque?

#### **1.3.3 Problemas Específicos**

¿Cómo evaluar la configuración estructural aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque?

¿Cuál es el deterioro de la edificación aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque?

¿Cuál es el comportamiento básico estructural aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque?

¿Cómo evaluar las condiciones del terreno aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de resistencia demandada del Hospital Regional de Lambayeque?

## **1.4 Objetivos de la investigación**

Los objetivos generales y objetivos específicos de esta investigación se han planteado como respuesta a la problemática que el Perú vive ante los eventos sísmicos.

### **a) Objetivo general**

Evaluar la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque.

### **b) Objetivos específicos**

- Evaluar la configuración estructural del Hospital Regional de Lambayeque para determinar el índice de resistencia sísmica a través del método Hirosawa.
- Evaluar el deterioro de la edificación del Hospital Regional de Lambayeque para determinar el índice de resistencia sísmica a través del método Hirosawa.
- Evaluar el comportamiento básico estructural del Hospital Regional de Lambayeque para determinar el índice de resistencia sísmica a través del método Hirosawa.
- Evaluar la condición del terreno del Hospital Regional de Lambayeque para determinar el índice de demanda sísmica a través del método Hirosawa.

## **1.5 Justificación e importancia de la investigación**

El proyecto de investigación presenta una justificación social y que dará confianza a la población lambayecana de 1'260,650 habitantes ante un evento sísmico que pueda ocurrir por la naturaleza. Asimismo, como implementar algunos parámetros que puedan mejorar la vulnerabilidad estructural. El método a emplear para determinar la vulnerabilidad estructural es el de Hirosawa, el cual calcula el índice de vulnerabilidad en función de las características de la estructura que más influye en su comportamiento sísmico.

La importancia de esta investigación, busca proporcionar la información al Hospital Regional de Lambayeque la evaluación de la vulnerabilidad estructura para determinar su seguridad sísmica ante un evento sísmico de gran magnitud; así como llegar a conclusiones valiosas y aportes que podrán ser tomadas para la seguridad sísmica.

## **1.6 Alcances y limitaciones**

El alcance de esta tesis es evaluar la vulnerabilidad estructural del Hospital Regional de Lambayeque aplicando el método de Hirosawa ante un eventual sismo que pueda suceder, donde se espera que la edificación no sufra muchos daños, no colapse y siga siendo funcional. Esta tesis es llegar a incluir algunos parámetros para mejorar el comportamiento estructural ante eventos sísmicos producidos por la naturaleza.

Las limitaciones que se tiene es el poco conocimiento sobre el método de Hirosawa y la poca información técnica existen que se orienten a la investigación del método.

## **1.7 Viabilidad de la investigación**

El desarrollo de esta investigación se realizó en base a la viabilidad técnica, viabilidad económica y viabilidad social.

### **a) Viabilidad técnica**

Se contó con todos los recursos técnicos y tecnológicos como son las múltiples herramientas de información importante publicada en libros, tesis elaboradas cuyos títulos se relacionan con el tema en la relación a la investigación para poder realizar los cuadros comparativos. El apoyo de especialistas o conocedores de la norma NTP E.030-2018, así como también con la información del expediente técnico del caso de estudio.

### **b) Viabilidad económica**

La tesis desarrollada fue financiada con los recursos del autor y las licencias para estudiantes de Autodesk que nos fueron entregados de forma gratuita, dicha ayuda fue valiosa y aportó al correcto desarrollo de la investigación.

### **c) Viabilidad social**

Facilidad de acceso al expediente técnico y la entrada del Hospital Regional de Lambayeque

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

En los últimos años se desarrollaron e implementaron investigaciones de vulnerabilidad sísmica y vulnerabilidad estructural que permiten determinar la seguridad sísmica de una estructura. Las siguientes investigaciones en el ámbito nacional y extranjero, han sido de mucha utilidad para el desarrollo de este proyecto.

##### **a) Abanto Valdivia, S. Y Cárdenas Cruz, D.**

Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica Aplicando el Método de Benedetti-Petrini en las Instituciones Educativas del Centro Histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región la Libertad, Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego.

La investigación presenta una metodología que valora el nivel de daño que pueden alcanzar ante un eventual sismo, las edificaciones de las Instituciones educativas, correspondientes a un tipo de sistema estructural. El modelo a emplear es de Benedetti y Petrini (Italia), estima un índice de vulnerabilidad calculado en función de las características de la estructura que más influyen en su comportamiento sísmico, y lo relaciona con un índice de daño, que a su vez depende de la acción del movimiento sísmico. Los resultados obtenidos son estructuras con vulnerabilidad media baja. En el Centro Histórico de Trujillo, las instituciones educativas: Antonio Raimondi y Marcial Acharán, tienen una infraestructura de albañilería



confinada que posiblemente se han construido sin criterio técnico de edificación sismoresistente.

Con los resultados obtenidos se esperan emitir juicios valorativos y plantear alternativas de solución al respecto; así como, proponer acciones de mitigación en desastres naturales en edificaciones.

**b) Quiroz Peche, L. Y Vidal Abelino, L. (2015)**

Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica Estructural en Edificaciones Conformadas por Sistemas a Porticados y de Albañilería Confinada en el Sector de la Esperanza Parte Baja – Trujillo. 2014, Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego.

La Esperanza presenta una incertidumbre en cuanto a su grado de vulnerabilidad sísmica debido a que la mayoría de edificaciones no han sido diseñadas según la norma vigente y no han tenido el control necesario en su construcción. Para la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica en una primera etapa se aplicó la encuesta “Realidad de las construcciones en el distrito de La Esperanza-parte baja para determinar las fallas constructivas”, con lo cual se pudo tener un antecedente de la realidad de las construcciones en el distrito, los datos obtenidos fueron desde la década del 70 hasta el año 2014, se realizó un procesamiento de datos y se obtuvo las características de los elementos estructurales, de los materiales y las condiciones de construcción pasados y actuales. Se realizó de igual manera un análisis de arquitecturas de un número representativo de edificaciones de concreto, para lo cual se hicieron los levantamientos correspondientes, obteniendo así datos promedio de densidad de muros, área de terreno y número de columnas para que finalmente generemos un modelo típico de edificación, ajustándonos a la realidad de la zona. Y así mediante este análisis se procedió a empezar con las pruebas estructurales para edificaciones a porticadas y de albañilería confinada. Para el diseño del instrumento de evaluación de las edificaciones, se realizaron pruebas estructurales en modelos típicos usando los datos tradicionales de construcción, la idea fue compatibilizar los desplazamientos del análisis

estático no lineal con los del análisis espectral para identificar grados de vulnerabilidad en función del desplazamiento que provoca el pre colapso, quedando como variables el área construida, número de columnas y densidad de muros, con lo cual se evaluó alrededor de 300 edificaciones entre comunes y especiales, determinando así que 75.4% de edificaciones tienen un alto grado de vulnerabilidad sísmica.

**c) Gonzales Toyco, C. y Veli Segovia, A.**

Evaluación del Comportamiento Sísmico de una Edificación con Sistema MDL (Muros de Ductilidad Limitada), aplicando la NTP E030-2016 y la norma chilena 433-2012. Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería Civil.

Se desarrolla con el propósito de evaluar el comportamiento sísmico, para dar confianza y para que así la población se sienta más segura en sus viviendas, ya que un evento sísmico minimizaría daños en la edificación. El presente proyecto está basado en los siguientes indicadores: zonificación, parámetros de sitio, coeficiente de amplificación sísmica y coeficiente de reducción sísmica. Se utiliza la metodología de investigación descriptiva y el diseño de investigación no experimental. Este proyecto de tesis se aplicó a dos casos que están ubicados en diferentes países, como son Chile y Perú, las cuáles son: edificio ubicado en Santiago de Chile y el edificio "Ciudad del Sol de Collique" ubicado en Comas-Lima-Perú. La selección del caso de investigación utiliza la categoría de edificación común para ambas normas; se escoge Chile porque es un país que emplea el sistema MDL (Muros de Ductilidad Limitada) y además porque geográficamente es altamente sísmico. Finalmente, el proyecto de investigación acepta la hipótesis de los siguientes indicadores: el parámetro de zonificación, el coeficiente de amplificación sísmica, el parámetro de sitio a emplear y el coeficiente de reducción sísmica.

**d) Luna Victoria Vera, E. (1998)**

Luna Victoria, V. (1998), Determinación del Índice de Juicio Estructural Iso, para el Método de Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Hirosawa". Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Con el fin de evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, en el caso específico de hospitales, se ha considerado el cálculo de esta a partir del índice estructural de Hirosawa (1992) de segundo orden, que puede sustituirse como un método capaz de predecir riesgo y daño del edificio y que fue calibrado basado en la experiencia japonesa frente a los eventos sísmicos. Después del sismo de tokachi-oki de 1968.

Este método ha sido adaptado por el Ministerio de Construcción de Japón en la evaluación de la seguridad sísmica de edificios de concreto reforzado, por el este motivo se pretende calibrar y haciendo compatible con las exigencias de las normas sismo resistentes en el Perú.

**e) Hernández Ávila, M. (2016)**

Vulnerabilidad sísmica de edificios del campus Mocambo de la Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería Civil. Tesis de pregrado. Universidad De Veracruzana.

Se realizará un diagnóstico de evaluación sísmica estructural de los edificios que conforman parte de dicho campus, con el propósito de determinar su estado actual y su susceptibilidad a sufrir daño ante la presencia de un evento sísmico significativo de la región, para que, con los resultados obtenidos se puedan identificar en o los lugares donde se localiza el daño o aquellos donde podría presentarse en caso de un sismo, además se pueden hacer las recomendaciones pertinentes y sugerir las técnicas necesarias para el reforzamiento estructural.

**f) Sepúlveda León, A. (1997)**

Estimación Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de los Hospitales San Juan de Dios de Curicó, Tesis de pregrado, Universidad de México.

Como parte de un proyecto más amplio, con participación de ministerio de salud de la organización panamericana de salud, que persigue conocer el estado actual de la sísmica de salud pública en Chile ante la amenaza de evento sísmico.

Para la evaluación del centro hospitalario, se divide el estudio en una parte estructural y una no estructural. En el ámbito estructural se utilizan metodologías cuantitativas. Basadas en una serie de índices que representan globalmente el comportamiento sísmico de las estructuras. En la parte no estructural, se analiza diversos aspectos cualitativos que abarcan desde las características propias del elemento evaluado y de su disposición.

La vulnerabilidad estructural se evalúa a través de índices cuantitativos (Hirosawa, Shiga, Meli) y criterios que permiten evaluar las variaciones en altura de distintas características estructurales del edificio (área de planta, rigidez, resistencia, etc.).

## **2.2 Bases teóricas**

Las bases teóricas de la presente investigación que se tomaron en cuenta para desarrollar los puntos siguientes:

### **2.2.1 Peligro de los sismos**

El instituto Geofísico del Perú (2014) en adelante llamada por las siglas IGP, menciona que “el proceso de convergencia y subducción de la placa de Nazca (oceánica) por debajo de la Sudamericana (continental), Este proceso da origen a sismos de diversas magnitudes y focos, ubicados a diferentes profundidades, todos asociados a la fricción de ambas placas (oceánica y continental).” Asimismo, el IGP menciona que “la deformación de la corteza a niveles superficiales y a la deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera. La distribución espacial de esta sismicidad ha permitido definir la existencia de tres principales fuentes sismo génicas”, se puede observar en la figura 3. (Tavera, 2014, p 4)

a) la primera fase, se refiere “La fricción de superficies entre placas Nazca y Sudamericana en el borde occidental del Perú originan sismos de gran importancia” (Tavera, 2014, p4)

b) La segunda fuente, “considera deformaciones entre la corteza continental y fallas geológicas dando origen a eventos sísmicos hasta 6.5 Mw de magnitud, produciendo daños a pequeñas áreas, pero con niveles importantes de sacudimiento del suelo”. (Tavera, 2014, p4)

c) La tercera fuente se refiere” los sismos que se forman por la subducción de la placa nazca frente a la cordillera de los ande, con una profundidad de 100km a más, originando eventos sísmicos hasta 7Mw de magnitud, produciéndose a la vez procesos de licuación de suelos en zonas andinas y subandinas” (Tavera,2014, p4)

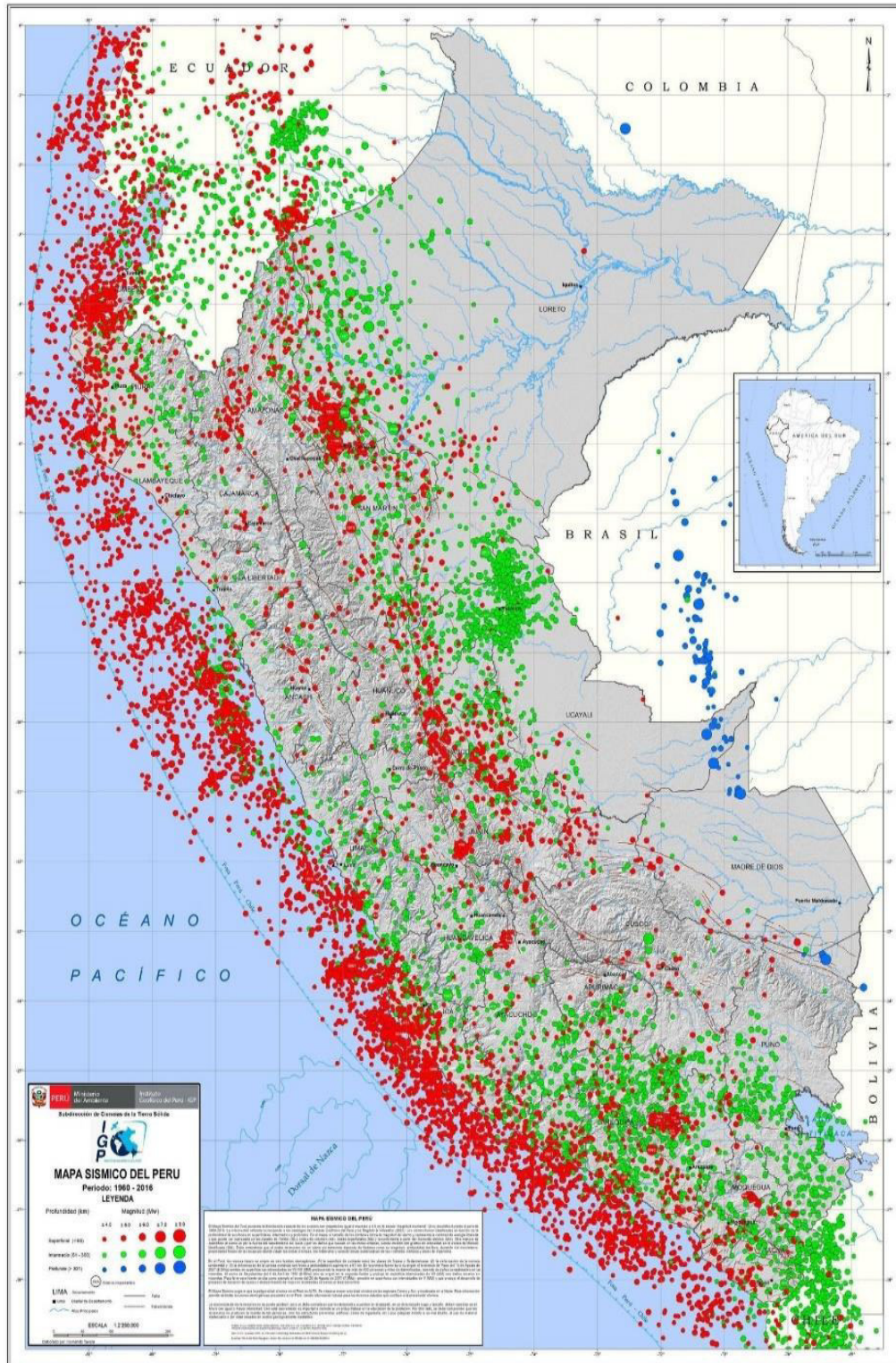


Figura 3: Mapa sísmico del Perú

Fuente: IGP 2014

### **2.2.2 Sismicidad en el Perú**

Cárdenas 2008 indica que, “el Perú es una región de alta actividad sísmica, y está expuesto al peligro de pérdidas de vidas humanas y materiales. La actividad sísmica se produce por interacción de las placas Sudamericana y de Nazca”. (p.143)

Por su parte Cárdenas, en el 2008, menciona que “el Perú es conocido como una zona de gran actividad sísmica, esto se debe a la interacción o fricción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana. Por tal motivo al Perú se ha dividido en 4 zonas de acuerdo a ciertos parámetros de sitio”. (p.143)

En ese sentido la Norma E-030,” menciona que el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas”, como se muestra en la Figura 4. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos.

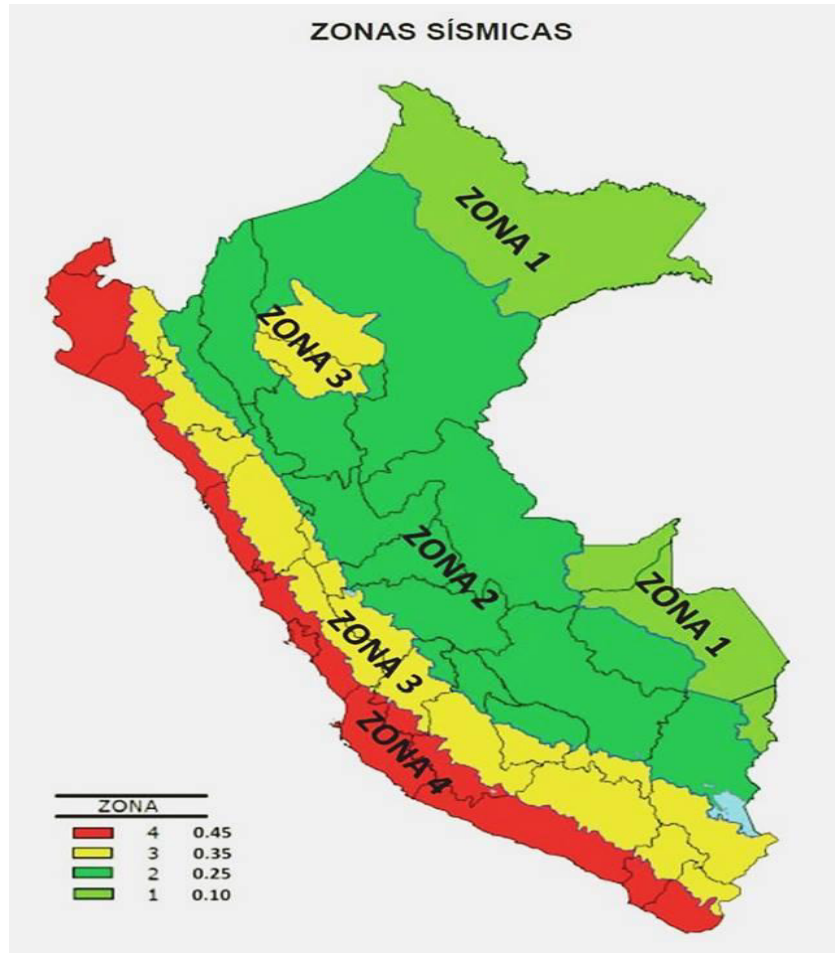


Figura 4: Zona sísmica

Fuente: Norma E.-030 diseño sismo resistente 2018

Tabla 1

Factores de zona sísmica

<b>FACTORES DE ZONA</b>	
ZONA	Z
4	<b>0.45</b>
3	<b>0.35</b>
2	<b>0.25</b>
1	<b>0.10</b>

Fuente: NTP E 030-2018



### **2.2.3 Sismicidad de Lambayeque**

El Instituto Nacional de Defensa Civil (2003), en adelante llamada por las siglas INDECI, indica que “La Ciudad de Lambayeque y Zonas de Expansión se encuentra ubicada dentro de la fase de deformación Mezo terciaria, como última fase de deformación andina y dentro de esta unidad de deformación, la actividad sísmica es de carácter intermedio a alto”, por lo tanto. (p. 82)

Lambayeque se ubica en una zona,” donde se puede esperar intensidades máximas de VII (Mapa de Zonificación Sísmica del Perú – Reglamento Nacional de Construcción – Norma Técnica E – 030 Norma Peruana de Estructuras, ubicada en la Zona IV), pues se vio afectada por numerosos efectos sísmicos durante su historia”. (INDECI, 2003, p.82)

De ocurrir sismos debajo de la ciudad, estos se producirían a más de 70 Km. de profundidad. Sin embargo,” la mayor influencia de los sismos será de aquellos que ocurran en el mar en la zona de interacción de las placas tal como los terremotos que han sacudido la ciudad causándole daños en diversas épocas”. (INDECI, 2003, p. 82)

“Todos los valles de los ríos costeros del Perú, contienen las zonas de mayor peligro sísmico. Las intensidades sísmicas relacionadas con los sedimentos aluviales tienden a ser más altas que la intensidad media observada en otros suelos de la costa peruana”. (INDECI, 2003, p.14)

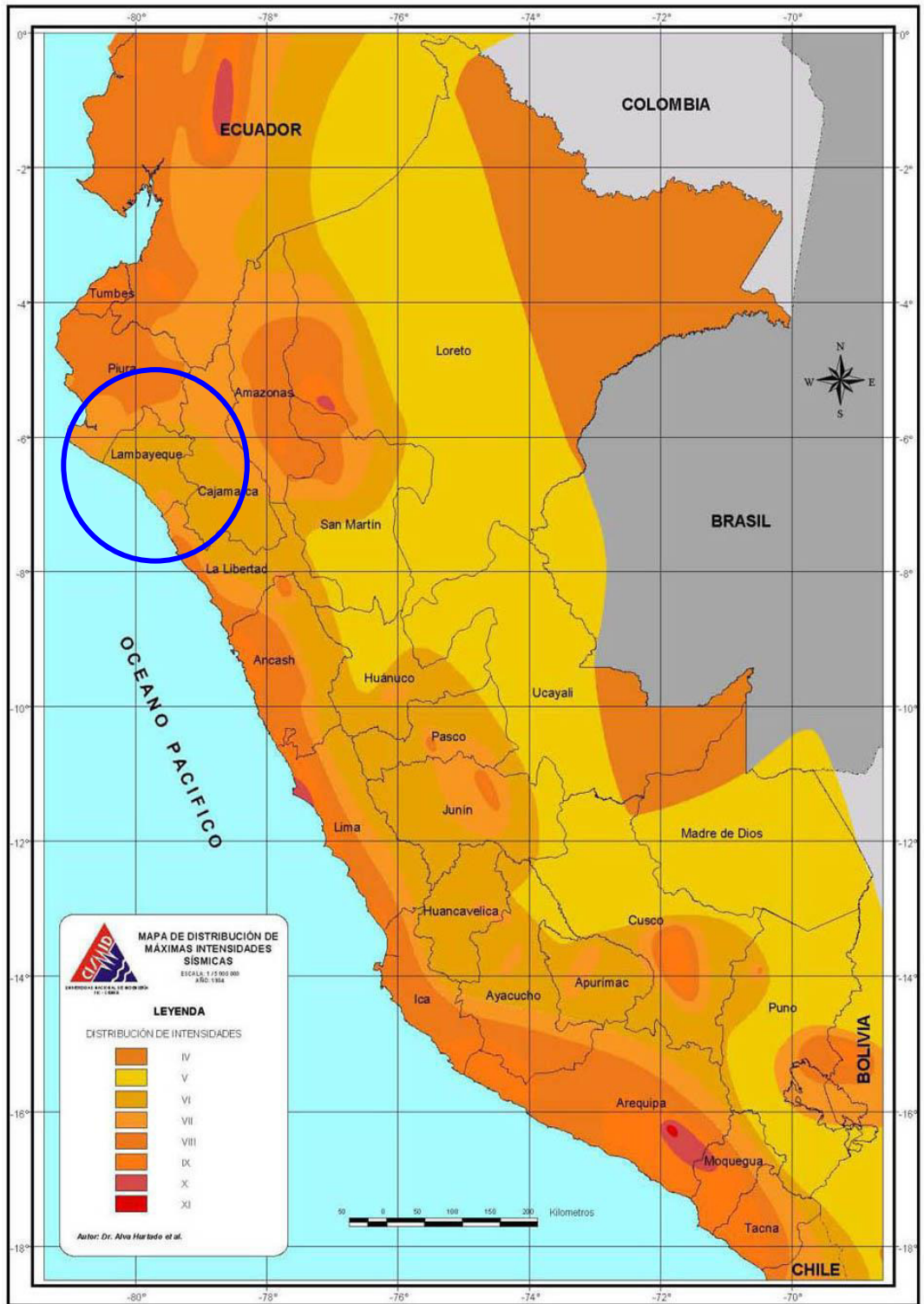


Figura 5: Mapa de intensidades sísmicas del Perú

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

INDECI 2003 mencionan que el “el registro de los sismos más destructivos que de alguna manera tienen influencia en nuestra zona de estudio” (p. 24). A continuación, se describe a través de las siguientes tablas:

Tabla 2  
Sismos históricos del norte del Perú

<b>SISMOS HISTORICOS DEL NORTE DEL PERÚ</b>			
<b>Fecha del evento</b>	<b>Lugar epicentro</b>	<b>Magnitud</b>	<b>intensidad</b>
23 de marzo 1606	Zaña, Lambayeque	8	
6 de enero de 1725	Huaylas, arrasó el pueblo cerca de Yungay	7	7
2 de septiembre de 1759	entre Lambayeque y Huamachuco	6.5	6
2 de enero de 1902	Casma y Chimbote, sentido en Chiclayo		
28 de setiembre de 1906	Lambayeque	7	7
20 de junio de 1907	Chiclayo, Lambayeque	6.75	6
20 de mayo de 1917	Trujillo y Chiclayo	7	6
21 de junio de 1937	Chiclayo, Lambayeque	7	7
8 de mayo de 1951	Chiclayo, Lambayeque		4
12 de diciembre de 1953	Nor oeste del Perú		7
19 de Agosto de 1955	Trujillo, se sintió en Chiclayo, Piura y Lima		6
8 de agosto de 1957	Noreste del Perú		6
20 de noviembre de 1960	Costo de Lambayeque	6.75	
3 de febrero de 1969	Chiclayo, Lambayeque	7	7
31 de mayo de 1970	Ancash (viii), se sintió en Chiclayo (vi)	6	8
9 de diciembre de 1970	Nor - oeste del Perú	7.2	8

Fuente: INDECI 2003

Tabla 3  
Sismos en Lambayeque

SISMOS EN LAMBAYEQUE (2010 - 2018)					
Fecha	HORA	PROFUNDIDAD	MAGNITUD	INTENSIDAD	EPICENTRO
<b>Miércoles 26 de Mayo de 2010</b>	01 horas - 27 minutos (Hora Local)	52 km Profundidad Superficial	3.8 ML	II en Chiclayo	45 km al Nor-Oeste Lambayeque
<b>Lunes 16 de Agosto de 2010</b>	22 horas - 22 minutos (Hora Local)	85 km Profundidad Intermedia	5.0 ML	IV-V en Olmos,	44 km al Norte de Olmos, Lambayeque
<b>Sábado 24 de Marzo de 2012</b>	01 horas - 52 minutos (Hora Local)	51 km Profundidad Superficial	4.4 ML	II en Lambayeque, Olmos	54 km al Nor-Oeste de Lambayeque
<b>Viernes 07 de Setiembre de 2012</b>	07 horas – 26 minutos (Hora Local)	53 km Profundidad Superficial	4.4 ML	IV en Olmos; II-III en Chiclayo	28 km al SO de Olmos
<b>Viernes 19 de Octubre de 2012</b>	10 horas – 42 minutos (Hora Local)	30 km Profundidad Superficial	4.3 ML	II en Chiclayo	88 km al SO de Chiclayo
<b>Domingo 16 de Diciembre de 2012</b>	20 horas – 18 minutos (Hora Local)	38 km Profundidad Superficial	4.6 ML	III-IV en Islas Lobos de Afuera II en Pimentel	103 km al Oeste de Pimentel, Chiclayo.
<b>Lunes 8 de Abril del 2013</b>	19 horas – 32 minutos (Hora Local)	55 km Profundidad Superficial	4.4 ML	II en Olmos	74 km al Oeste de Olmos, Lambayeque
<b>Domingo 11 de Agosto del 2013</b>	21 horas 27 minutos (Hora Local)	58 km Profundidad Superficial	4.5 ML	III en Olmos	46 km al SO de Olmos, Lambayeque
<b>Sábado 17 de Agosto del 2013</b>	08 horas 29 minutos (Hora Local)	30 km Profundidad Superficial	4.3 ML	II en Pimentel	139 km al Oeste de Pimentel, Chiclayo
<b>Jueves 14 de noviembre del 2013</b>	10 horas 02 minutos (Hora Local)	60 km Profundidad Superficial	5.2 ML	IV en Olmos	42 km al O-NO de Olmos, Lambayeque
<b>Martes 19 de noviembre del 2013</b>	09 horas 30 minutos (Hora Local)	51 km Profundidad Superficial	4.2 ML	II en Olmos	36 km al Oeste de Olmos
<b>Domingo 17 de mayo del 2015</b>	06 horas – 01 minutos (Hora Local)	34 km Profundidad Superficial	4.3 ML	II en Pimentel	62 km al Oeste de Pimentel
<b>Miércoles 24 de junio del 2015</b>	22 horas – 07 minutos (Hora Local)	22 km Profundidad Superficial	4.3 ML	II en Pimentel	73 km al O-NO de Pimentel
<b>Lunes 06 de julio del 2015</b>	06 horas – 17 minutos (Hora Local)	17 km Profundidad Superficial	4.9 ML	III-IV en Pimentel	93 km al Oeste-SO de Pimentel
<b>Domingo 13 de septiembre del 2015</b>	13 horas – 12 minutos (Hora Local)	38 km Profundidad Superficial	4.6 ML	II-III en Olmos	60 km al SE de Sechura, Sechura
<b>Viernes 20 de noviembre del 2015</b>	16 horas – 28 minutos (Hora Local)	32 km Profundidad Superficial	4.6 ML	IV en Pinchollo	78 km al Oeste de Pimentel, Chiclayo
<b>04 de Octubre del 2016</b>			4 ML		40 km al Oeste de Olmos

<b>domingo 16 de Octubre del 2016</b>	08 horas – 04 minutos (Hora Local)	14 km Profundidad Superficial	5.3 ML	III-IV en Pimentel	48 km al SO de Pimentel, Chiclayo
<b>11 de Junio del 2016</b>			4.2 ML		31 km al SO de Olmos
<b>22 de setiembre del 2017</b>	02 horas – 19 minutos (Hora Local)				70 km del balneario de pimentel,
<b>Jueves 16 de noviembre del 2017</b>	19 horas – 33 minutos (Hora Local)	29 km Profundidad Superficial	4.7 ML	II en Chiclayo	134 km al Oeste-SO de Chiclayo
<b>Martes 26 de diciembre del 2017</b>	13 horas – 47 minutos (Hora Local)	108 km Evento de Foco Intermedio	4.8 ML	III en Lambayeque	34 km al NE de Olmos, Lambayeque
<b>Sabado 10 de febrero del 2018</b>	12 horas – 54 minutos (Hora Local)	33 km Profundidad Superficial	4.1 ML	II en Chiclayo	83 km al SO de Chiclayo

Fuente: INDECI 2003

#### a) Efecto sísmico de Lambayeque

Como consecuencias de un sismo de intensidad Intermedia a Alta, podría generarse los siguientes fenómenos:

##### - Asentamiento y amplificación de ondas sísmicas

INDECI (2003) afirma que, “el movimiento del sismo inicialmente ingresado se ve afectado, conforme avanza hacia la superficie, por las condiciones locales del sitio, por esta razón entre el estrato base y el horizonte superficial se produce una amplificación”. Asimismo, INDECI precisa que “Los depósitos de suelos superficiales de consistencia Muy Blanda a Media, con niveles freáticos altos y capacidades portantes bajas menores a 0.50 kg/cm<sup>2</sup>, pueden generar durante un evento sísmico amplificación de ondas sísmicas produciendo aceleraciones, fisuras, agrietamiento de pisos, colapso de edificaciones” etc. (p.84)

- **Licuación de suelos**

“El fenómeno de Licuación es la falla del suelo por las vibraciones sísmicas. Esto ocurre cuando los suelos finos, formados por Arenas y Limos se encuentran saturados de agua, y son sometidos a vibraciones intensas”. (INDECI, 2003, p. 84)

“El fenómeno de Licuación es la falla del suelo por las vibraciones sísmicas. Esto ocurre cuando los suelos finos, formados por Arenas y Limos se encuentran saturados de agua, y son sometidos a vibraciones intensas”. (INDECI, 2003, p. 85)

A continuación, se puede observar en la figura 6, los suelos con mayor probabilidad de licuación:

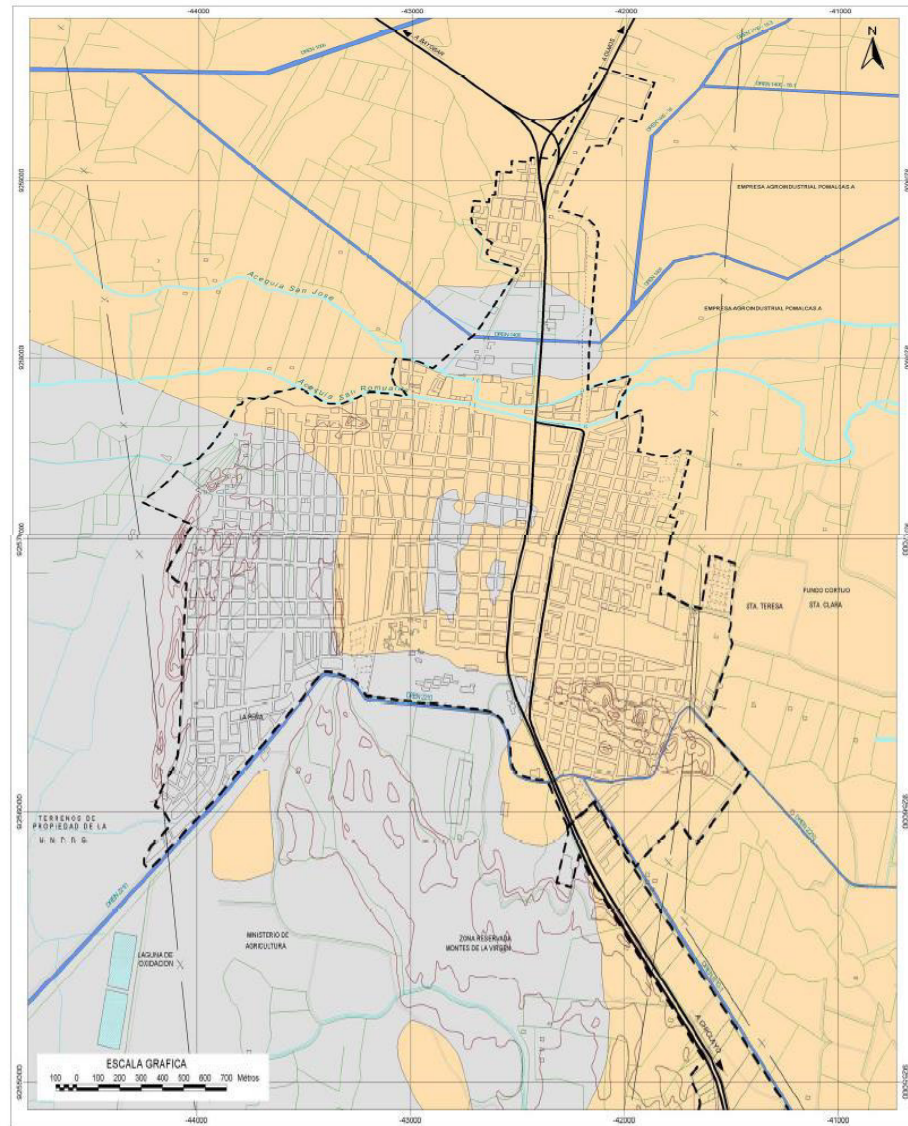


Figura 6: Licuación de suelos

Fuente: INDECI 2004

## **b) Tipo de suelo en Lambayeque por sectores**

INDECI (2003), menciona que el Hospital Regional de Lambayeque se ubica en el sector I “presenta una estratigrafía de Medio a Semiduro hasta una profundidad de 2.0 - 4.5 m. seguido por un suelo rígido de 4.5 - 15.0 m de profundidad. La capacidad portante del suelo en este sector es de 1.0 – 2.0 kg/cm<sup>2</sup> “. (p.53)

“El tipo de suelo predominante en este sector son las arcillas del tipo CL y CH, las arenas del tipo SC, SM y SP y las gravas del tipo GC y GP. El nivel freático en estas zonas varía entre los 2.0 a 7.0 m”. (INDECI, 2003, p.53)

La norma E- 030 afirma “la capacidad portante del suelo del sector I que esta entre 1.0 – 2.0 kg/cm<sup>2</sup> pertenece a un suelo tipo 2 (suelos intermedios)”. A continuación, se puede observar en la figura 7 la intensidad sísmica en la ciudad de Chiclayo:



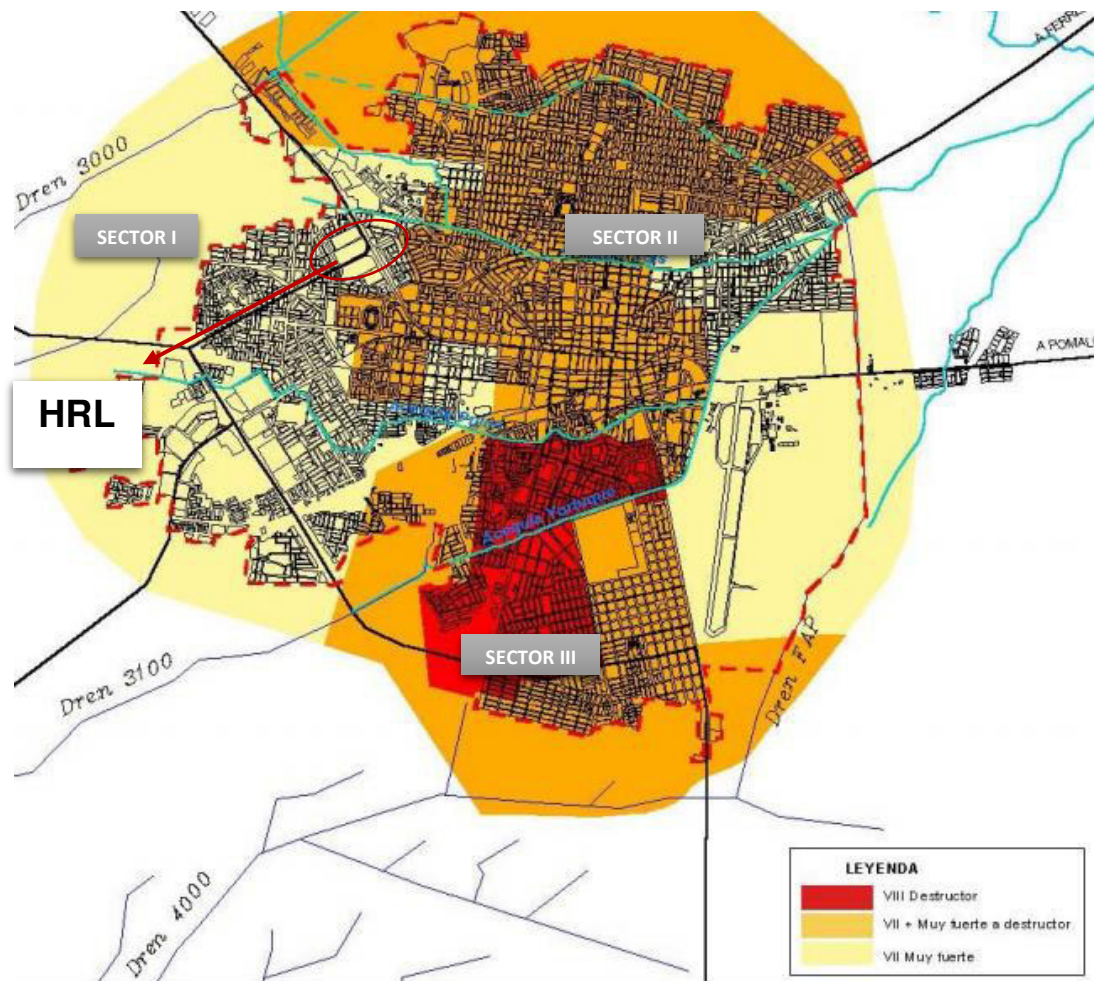


Figura 7: Intensidades sísmicas en Chiclayo

Fuente: INDECI 2004

### c) Topografía de Lambayeque

“Presenta una topografía plana en la parte correspondiente al casco urbano. En la parte Sur Este presenta elevaciones, y en la Parte sur oeste está rodeada por dunas de arena” (INDECI, 2003, p.39). De acuerdo a lo establecido por pendiente son presentadas en la tabla 4.

Tabla 4  
Fases por pendientes

Símbolo	Rango de Pendiente (%)	Termino Descriptivo
A	0 – 4	Plana a ligeramente inclinada
B	4 – 15	Moderada a fuertemente inclinada
C	15 – 25	Moderadamente empinada
D	25 – 50	Empinada
E	> 50	Muy a extremadamente empinada

Fuente: INDECI 2003

#### d) Situación Geológica de Lambayeque

INDECI 2003 indica que “la intensidad del terremoto depende de los factores básicos que afectan la amplitud y la duración del temblor producido por un terremoto (tamaño del terremoto, distancia de la falla, geología del sitio y región, etc.). La sacudida causada por las ondas sísmicas puede causar daños a los edificios o hacer colapsar los edificios”. Asimismo, INDECI precisa que “las amplitudes son más grandes cerca de grandes terremotos y la duración generalmente aumenta con el tamaño del terremoto (temblores más grandes tiemblan más porque rompen áreas más grandes). La geología regional puede afectar el nivel y la duración de la sacudida”. (p.36)

“La superficie territorial ocupada por la región, muestra un complejo tectonismo y una estratigrafía diferenciada, que ha dado lugar a un relieve, conformado por rocas de diferentes edades y constitución litológica, que van desde el Paleozoico al Cuaternario reciente”. (INDECI, 2003, p.36)

INDECI 2003 indica que “Con el transcurso de los siglos y la acción erosiva del intemperismo sobre los diversos mantos sedimentarios se obtuvo la actual fisiografía de la faja costera de nuestra región, constituida por depósitos aluviales, arenas, granos y arcillas mal consolidadas, ubicadas en los valles, terrazas y tablazos, respectivamente”. (p.36)

#### **2.2.4 Vulnerabilidad sísmica**

Se debe tener en cuenta que se denomina la “vulnerabilidad al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características” (Vizconde, 2004, p.37)

Vizconde, en el 2004, indica que “La vulnerabilidad sísmica de una estructura es una propiedad intrínseca a sí misma, y, además, es independiente de la peligrosidad del lugar ya que se ha observado en sí mismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes”. En otras palabras, una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico o amenaza sísmica. (p.37)

En ese sentido Bonnett (2003), menciona que, “para mitigar el riesgo sísmico de una zona, es necesario reducir la amenaza, la vulnerabilidad”. Asimismo, los autores precisan que “el conocimiento de la amenaza sísmica existente permite considerar un adecuado diseño de las nuevas estructuras y el sitio donde pueden ser construidas. Sin embargo, poco puede hacerse para reducir la amenaza a la que están expuestas las estructuras existentes”. (p.9). Por lo que, si el objetivo es disminuir el riesgo, se requiere una intervención directa sobre la vulnerabilidad.

“El nivel de vulnerabilidad está regido por parámetros como el tipo de irregularidad estructural (planta o elevación), tipo de sistema resistente, influencia del terreno, estado de conservación, entre otros”. (Bonett, 2003, p10)

### **2.2.5 Clases de vulnerabilidad**

Las clases de vulnerabilidad están compuestas por la vulnerabilidad estructural, vulnerabilidad no estructural y funcional. Es importante tener el conocimiento del concepto de cada una de las características señaladas.

#### **a) Vulnerabilidad estructural**

La Organización Panamericana de la Salud (2004), en adelante llamada por las siglas OPS, indica que “la vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes del establecimiento que lo mantienen en pie ante un sismo intenso. Esto incluye cimientos, columnas, muros, vigas y losas”. (p. 35)

la OPS (2004), menciona que” las formas y estrategias para implementar las medidas de prevención y mitigación en establecimientos dependerán de si estos ya existen o están por construirse; por ejemplo, el componente estructural debe ser considerado durante la etapa de diseño y construcción. (p.35)

“La vulnerabilidad estructural es una situación que debe ser corregida total o parcialmente, con el fin de evitar enormes pérdidas económicas y sociales, en particular en los países en desarrollo”. (OPS, 2004, p.35)

“Debido a que muchas edificaciones fueron construidas hace mucho tiempo y otras no han sido diseñadas ni construidas con normas sismorresistentes, surgen dudas respecto a la certeza de que dichas edificaciones puedan seguir funcionando con posterioridad a un sismo”. (OPS, 2004, p.35). En estos casos se hace imperativa una revisión lo más detallada posible sobre la capacidad de la estructura de soportar sismos moderados y fuertes, mediante estudios de vulnerabilidad.

## **b) Vulnerabilidad no estructural**

Por su parte la OPS (2004), expresa que “un edificio puede quedar en pie luego de un desastre y quedar inhabilitado debido a daños no estructurales”. Asimismo, la OPS precisa que la “vulnerabilidad no estructural busca determinar la susceptibilidad a daños que presentan estos elementos, los cuales pueden verse afectados por sismos moderados y por tanto más frecuentes durante la vida” (p.83)

En el 2004, la OPS indica que “el costo de los elementos no estructurales en la mayoría de los edificios, esta entre el 85 y el 90% del valor de la instalación no está en las columnas de soporte, pisos y vigas, sino en acabados arquitectónicos, sistemas mecánicos y eléctricos”. Asimismo, la OPS precisa que “un movimiento sísmico de menor intensidad puede causar daños no estructurales mayores, sin afectar de manera importante a componentes estructurales”. (p.84)

“Esta sección está enfocada básicamente a enfatizar la prevención de la pérdida de operatividad debido a las fallas no estructurales, que también pueden afectar la integridad de la estructura misma”. (OPS, 2004, p.83)

## **c) Vulnerabilidad funcional**

OPS (2004) afirma que “la vulnerabilidad funcional se da en términos de los efectos del sismo, en el buen funcionamiento de una edificación para el fin que tiene propuesto”. (p.84)

### **2.2.6 Métodos para evaluar la vulnerabilidad**

A continuación, se comentan los principales métodos para la realización de la revisión estructural. Asimismo, la OPS 2004, indica que debe destacarse que “la revisión será insuficiente si no se acompaña de una revisión detallada de los elementos no estructurales. Para el análisis de vulnerabilidad sísmica de una construcción, la literatura internacional presenta diversos métodos como los métodos pueden clasificarse en los siguientes grupos: cualitativos y cuantitativos”. (p.60)

#### **a) Métodos cuantitativos**

Para la recuperación postsísmica de edificios esenciales, resulta necesaria la realización de un análisis más riguroso; para lo cual se dispone de los métodos cuantitativos. Asimismo, la OPS 2004, menciona que “los métodos cuantitativos sirven para profundizar en los resultados obtenidos de los métodos cualitativos, cuando estos últimos no entreguen resultados determinantes sobre la seguridad de la estructura”. (p.65)

Por su parte OPS (2004), “menciona que para realizar un análisis de vulnerabilidad utilizando métodos cuantitativos, es necesario contar con cierta información básica como características de los materiales utilizados en la edificación, caracterización del suelo donde se encuentra emplazada la estructura y planos estructurales entre otra información”. (p.65). Generalmente los análisis cuantitativos se realizan mediante modelaciones matemáticas de la estructura, en las cuales se deben considerar aspectos tales como:

- Interacción de la estructura con los elementos no estructurales.
- Cargas reales a las que está sometida la estructura.
- Análisis para los diferentes sismos que se pueden presentar.

## **b) Métodos cualitativos**

“Los métodos cualitativos son diseñados para evaluar de manera rápida y sencilla un grupo de edificaciones diversas, y seleccionar aquellas que ameriten un análisis más detallado”. (OPS, 2004, p.61)

Estos métodos se utilizan principalmente “para la evaluación masiva de edificios, con fines de cuantificación del riesgo sísmico en una región amplia de una ciudad y sus resultados, fuera de lo necesario para realizar dicha selección, no pueden tomarse realmente como concluyentes en ningún caso particular”. (OPS, 2004, p.61)

En el 2004, la OPS menciona que Algunos de estos métodos constituyen el primer nivel de evaluación de los métodos analíticos, como el caso del método japonés, la evaluación diseñada por Iglesias para el caso de Ciudad de México y el método ATC-2112. En términos generales, puede decirse que son “métodos eminentemente cualitativos, en los que la construcción recibe una calificación determinada, de acuerdo a aspectos tales como su estado de conservación, su irregularidad en planta y en altura, su relación con el suelo, calificación que en general no precisa de cálculos muy sofisticados de oficina”. (p.61). Sin embargo, el primer nivel del método japonés, por el contrario, requiere del cómputo de ciertas variables, y sus ecuaciones están estrechamente relacionadas con las de los niveles superiores del método.

De todos los métodos cualitativos estudiados por diversos autores se describen los 3 principales: método japonés, ACT-21, el método NAVFAC

### 2.2.7 Método Navfac

Mattos, en 2014, indica que “el método NAVFAC es aplicable en cualquier tipo de estructura. Evalúa un índice que mide la relación de daños que un sismo determinado puede causar en una estructura”. Asimismo, los autores precisan que “La capacidad de la estructura se determina por medio del coeficiente de cortante basal resistente ( $C_b$ ), el desplazamiento en el nivel más alto de la estructura ( $S$ ) y el periodo fundamental ( $T$ ), con los cuales se calcula el índice global de daño ( $I$ )” (p.14). Su principal problema es que no toma en cuenta la falla prematura de los elementos más débiles.

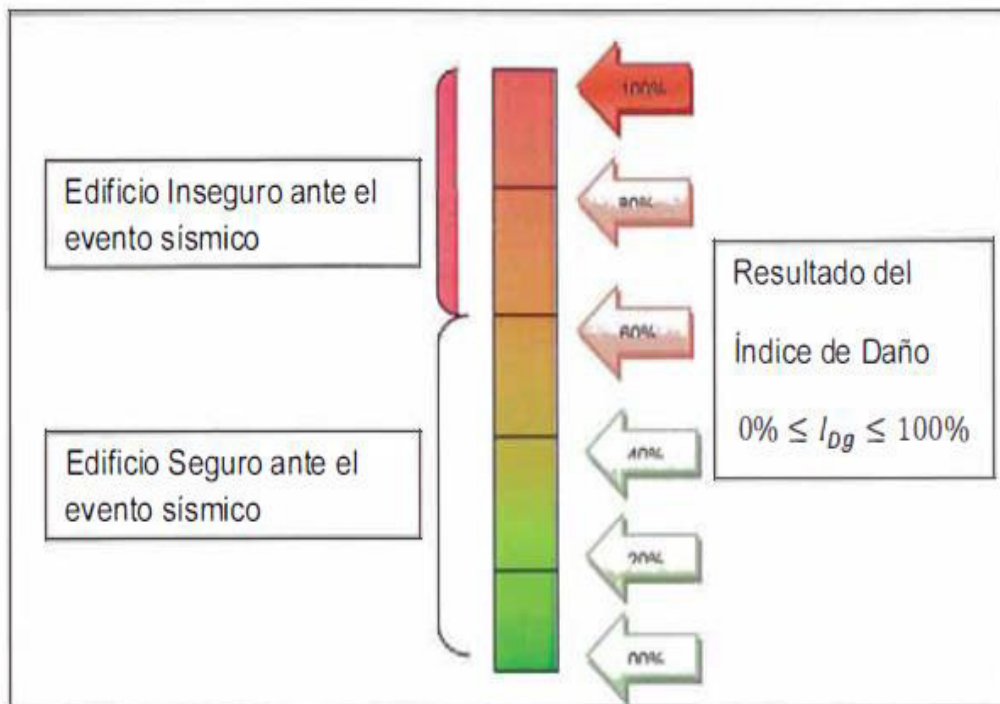


Figura 8: Esquema del método Navfac.

Fuente: Franco Yuvane Mattos Castro, 2014.



### 2.2.8 Métodos del ATC-21

Por su parte, Mattos, en el 2014, afirma que “el método consiste en dar una calificación inicial al edificio en evaluación en estricta relación al tipo de estructuración sísmo resistente que tenga, y a éste puntaje inicial entregado se le suman o restan puntos según cada parámetro conforme se va revisando las características estructurales y al mismo tiempo se van filtrado estas características “Asimismo, el autor precisa que también es conocido como el “Método de revisión por filtros de peligros sísmicos potenciales en la edificación. Los parámetros que dan puntaje desfavorable o favorable son los relacionados a la variación de altura de entrepisos, las irregularidades geométricas, la flexibilidad de los pisos, la existencia de torsión en planta” (p.15). Las calificaciones de los edificios van desde cero hasta tope de seis pisos.

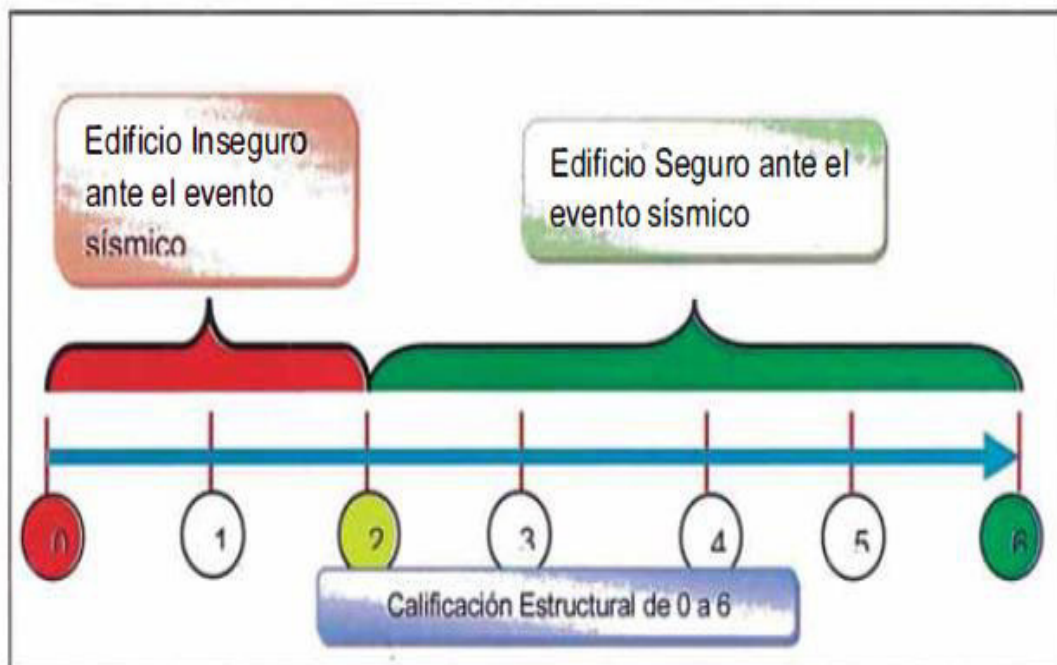


Figura 9: Esquema del Método atc-21

Fuente: Franco Yuvane Mattos Castro, 2014

### 2.2.9 Método de Hirosawa

En ese sentido Iglesias 1986, citando a la OPS 2004, menciona que “el método de Hirosawa es un método que se desarrolló para determinar la vulnerabilidad sísmica de hospitales; este método fue creado en el año 1992 y puede situarse como un método capaz de predecir el riesgo y daño del edificio “Asimismo, los autores precisan que “el método fue calibrado basado en la experiencia japonesa frente a los eventos sísmicos después del sismo de Tokachi – Oki.”. (p.43)

Este método ha sido adoptado por el ministerio de construcción de Japón en la evaluación de la seguridad sísmica de edificios de concreto reforzado, sin embargo, este método fue tomado por otros países como Brasil, Argentina, Chile, etc. para determinar la vulnerabilidad sísmica no solo a hospitales sino también para centros educativos, municipalidades, etc.(Iglesias,1986)

Iglesias, en 1986, indica que “el método fue propuesto originalmente para ser utilizado en edificios de hormigón armado de altura media existentes o dañados, del orden de seis a ocho pisos estructurados con muros o pórticos”. (p.25). En estudios más recientes el método se ha aplicado a edificios mixtos de hormigón armado y albañilería.

La vulnerabilidad estructural se establece considerando que:

- Si  $I_s \geq I_{so}$  se puede considerar que el edificio tiene un comportamiento sísmico seguro frente a un evento sísmico.
- Si  $I_s < I_{so}$  se puede considerar que el edificio tiene un comportamiento incierto frente a un evento sísmico y, por lo tanto, se considera como inseguro.

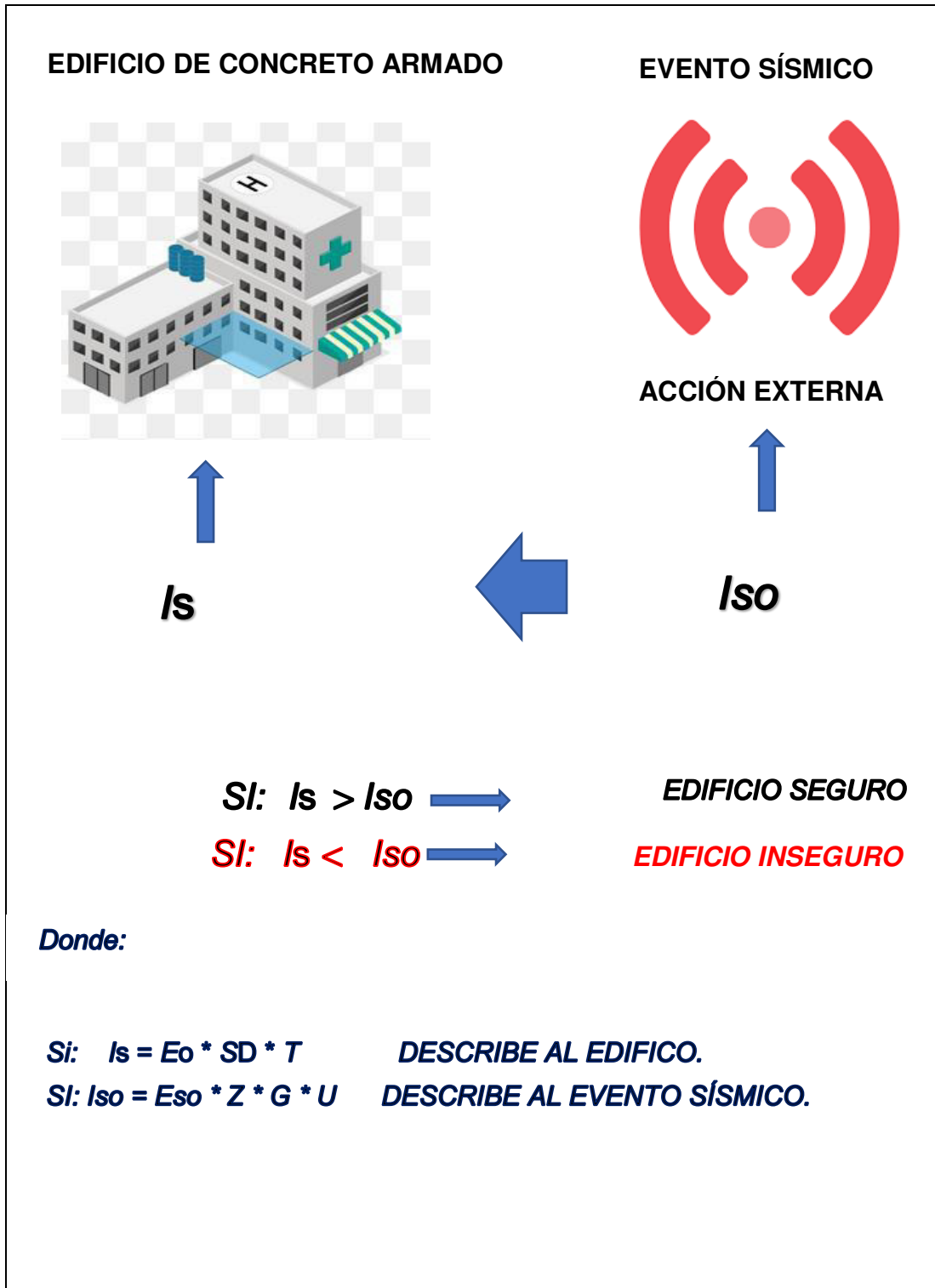


Figura 10: Esquema del planteamiento de la metodología Hirosawa  
Elaborado por los autores en base al OPS 2004

## 2.3 Definición de términos Básicos

A continuación, se mencionan los términos básicos más importantes de la investigación.

### a) Amenaza o Peligro

Maskrey en 1993, menciona que “la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente dañino con una cierta intensidad, en un periodo de tiempo y en un sitio determinado”. (p.43)

### b) Elementos de Riesgo

Maskrey en 1993, “Definidos como la población, la edificación, las obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades, la infraestructura, entre otros, susceptibles a ser afectados por un fenómeno natural”. (p.43)

### c) Factor de importancia del edificio por su uso (U)

“El factor de uso o importancia ( $U$ ), definido en la tabla de la norma E- 030 se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se considera  $U = 1$ ”. (Mattos, 2014, p.54)

### d) Factor de influencia de las condiciones topográficas (G):

“Representa la intensidad del efecto del movimiento del terreno en base del edificio el cual depende de la sismicidad del suelo de la zona y la relación entre las características dinámicas de la estructura y el suelo”. (Mattos, 2014, p.54)

**e) Factor de zona sísmica (Z)**

“El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como lo indica la norma E-030. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada y las características generales de los movimientos sísmicos”. (NTE.030, 2016)

**f) Índice de configuración estructural (Sd)**

“Siguiendo esa misma línea la OPS en 2004, Determina la distribución de los elementos estructurales en planta y altura, cuanto más irregular sea el edificio este factor es influyente. La determinación se da tras una evaluación de las características que se presenta en unas tablas”. (p.17)

**g) Índice de deterioro de la edificación (T)**

“Este índice considera el efecto de los defectos estructurales, tales como grietas, estado actual y otros en la seguridad sísmica de los edificios de acuerdo a esto debe ser determinado por observaciones en el sitio mismo de investigación”. (OPS, 2004, p.151)

**h) Índice de resistencia demandada (Iso)**

La Asociación Panamericana de la Salud (2004), “define también como índice de juicio estructural que caracteriza el nivel de sismicidad y la condición local donde se encuentra el edificio con el que se juzga si el edificio es seguro ante un evento sísmico o su seguridad es incierta”. (p.43)

**i) Índice de resistencia sísmica (Is)**

La Asociación Panamericana de la Salud (2004), nos dice que” el índice que caracteriza al edificio en su componente estructural, dicho de otro modo, es resultado de la combinación de tres factores, Eo (Índice sísmico básico), Sd (índice de configuración estructural), T (índice de deterioro de la edificación). (p.44)

**j) Índice sísmico básico de comportamiento estructural (Eo)**

“Representa el comportamiento estructural del edificio ante un sismo, está compuesta a través de los índices de resistencia (C) y el índice de ductilidad (F)”. (OPS, 2004, p.141)

**k) Intensidad sísmica**

La intensidad es la medida de la vibración o sacudimiento del suelo. La intensidad de un sismo se mide teniendo en cuenta los daños causados a través de como el hombre percibe las vibraciones sísmicas. (OPS, 2004)

**l) Resistencia sísmica básica requerida (Eso)**

Número japonés que ha sido determinado en base a una evaluación de los daños estructurales generados en edificios de concreto armado tras el evento sísmico ocurrido en Tokachi – Oki. (OPS, 2004)

**m) Riesgo sísmico**

El riesgo sísmico es definido como una función de la vulnerabilidad sísmica y del peligro sísmico, que de forma general se puede expresar como: riesgo= peligro x vulnerabilidad (OPS, 2004)

**n) Vulnerabilidad sísmica**

Es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción (OPS, 2004)

## **2.4 Formulación de las Hipótesis**

Las hipótesis general y específicas de la presente investigación permitirán determinar las conclusiones que se plantearon.

### **2.4.1 Hipótesis general (Ha)**

La evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, el cual resulta seguro.

### **2.4.2 Hipótesis general (Ho)**

La evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, el cual resulta inseguro.

### **2.4.3 Hipótesis específicas (Ha)**

- 1) La evaluación de la configuración estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque cuyo valor en todos los pisos es 1.
- 2) La evaluación del deterioro de la edificación aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, cuyo valor en todos los pisos es 1.
- 3) La evaluación del comportamiento básico estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, cuyo valor en todos los niveles tiene un rango de 0.1 al 0.45.
- 4) La evaluación de la condición del terreno aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de demanda sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, cuyo valor es 0.21.

### **2.2.5 Hipótesis específicas (Ho)**

- 1) La evaluación de la configuración estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque cuyo valor en todos los pisos es distinto de 1.
- 2) La evaluación del deterioro de la edificación aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, cuyo valor en todos los pisos es distinto de 1.
- 3) La evaluación del comportamiento básico estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, cuyo valor en todos los niveles tiene un rango distinto de 0.10 al 0.45.
- 4) La evaluación de la condición del terreno aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de demanda sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, cuyo valor es distinto de 0.21.



## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Diseño metodológico**

El diseño metodológico empleado en la investigación se define en tres tipos: tipo de investigación, nivel de investigación y el diseño de investigación que se utilizó.

#### **3.1.1 Tipo de investigación**

Se define como una investigación Cuantitativa, ya que se trata de cuantificar en valores contables, medibles y porcentajes la medición de las variables.

Explicativa, porque el estudio en campo busca hallar si existe relación entre la vulnerabilidad sísmica de la edificación y un planteamiento de reforzamiento estructura para la mejora de un desempeño sismo resistente.

#### **3.1.2 Nivel de la Investigación**

Descriptivo, porque ubicaremos las variables y procederemos a determinar la incidencia de las variables en el caso de investigación.

### **3.1.3 Diseño de la investigación**

El enfoque de la investigación es no experimental, porque se realiza sin manipular deliberadamente las variables, lo que se hace es observar tal y como se encuentra la edificación. Además, se recopilarán datos in situ del lugar a evaluar.

Transversal, porque se recolectarán los datos en un solo momento, en un único tiempo y se trata de cuantificar en valores contables, medibles y porcentajes la medición de las variables.

El diseño es retrospectivo debido a que la información es captada del pasado y analizada en el presente.

## **3.2 Variables**

A continuación, se muestran las variables independientes y variables dependientes de la investigación.

### **3.2.1 Variable independiente**

La variable independiente será la vulnerabilidad estructural aplicando el método de Hirosawa ya que no podrá ser modificada y solo se seguirá sus lineamientos.

### **3.2.2 Variable dependiente**

La variable dependiente será la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque debido a que se medirá para ver el efecto que la variable independiente tiene en ella.

#### **a) Título de la investigación**

Evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque.

### 3.2.3 Operacionalización de variables

Tabla 5  
Operacionalización de variables

HIPÓTESIS	VARIABLES	ÍNDICES	DIMENSIÓN
<p><b>General:</b></p> <p>La evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, el cual resulta seguro.</p>	<p><b>V. Independiente (x):</b> Vulnerabilidad estructural.</p> <p><b>V. Dependiente (y):</b> Seguridad</p>	<p><b>E<sub>o</sub></b> = Índice sísmico básico de comportamiento estructural. <b>S<sub>d</sub></b> = índice de configuración estructural. <b>T</b> = índice de deterioro de la edificación.</p>	<p>Adimensional</p> <p>Adimensional</p> <p>Adimensional</p>
<p><b>Secundaria 1:</b></p> <p>La evaluación de la configuración estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque cuyo valor en todos los pisos es 1.</p>	<p><b>V. Independiente (x):</b> Configuración estructural</p> <p><b>V. Dependiente (y):</b> Índice de resistencia sísmica</p>	<p><b>G<sub>i</sub></b> = Factor de grado <b>R<sub>i</sub></b> = Factor de reajuste</p>	<p>Adimensional</p> <p>Adimensional</p>
<p><b>Secundaria 2:</b></p> <p>La evaluación del deterioro de la edificación aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, cuyo valor en todos los pisos es 1.</p>	<p><b>V. Independiente (x):</b> Deterioro de la edificación</p> <p><b>V. Dependiente (y):</b> Índice de resistencia sísmica</p>	<p><b>T1</b>=Deformación permanente <b>T2</b>=Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo <b>T3</b>= Incendios <b>T4</b>= Uso del cuerpo o bloque. <b>T5</b>=Tipo de daño estructural.</p>	<p>Adimensional</p> <p>Adimensional</p> <p>Adimensional</p> <p>Adimensional</p>
<p><b>Secundaria 3:</b></p> <p>La evaluación del comportamiento básico estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, cuyo valor en todos los niveles tiene un rango de 0.1 al 0.45.</p>	<p><b>V. Independiente (x):</b> Comportamiento básico estructural</p> <p><b>V. Dependiente (y):</b> Índice de resistencia sísmica</p>	<p><b>C<sub>c</sub></b> = Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado. <b>F'c</b>= Resistencia de ensayo de compresión <b>F</b>=Factor de ductilidad <math>\alpha</math>=Valor de coeficiente de reducción de resistencia</p>	<p>Adimensional</p> <p>Kg/cm<sup>2</sup></p> <p>Adimensional</p> <p>Adimensional</p>
<p><b>Secundaria 4:</b></p> <p>La evaluación de la condición del terreno aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de demanda sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, cuyo valor es 0.21.</p>	<p><b>V. Independiente (x):</b> Condiciones del terreno</p> <p><b>V. Dependiente (y):</b> Índice de resistencia demandada</p>	<p><b>E<sub>so</sub></b> = Resistencia sísmica básica requerida. <b>Z</b> = Factor de zona sísmica. <b>G</b> = Factor de influencia de las condiciones topográficas. <b>U</b> = Factor de importancia del edificio por su uso</p>	<p>Adimensional</p>

Elaborado por los autores

### **3.3 Técnicas de recolección de datos**

A continuación, En la presente investigación la técnica de recolección de dato se realizó abarcando desde el caso de estudio, ubicación y acceso.

#### **3.3.1 Caso de estudio**

El Hospital Regional de Lambayeque está ubicado en Pro. Augusto B. Leguía Nro. 100 (Esquina con Av. Progreso N. 110 -120) – Chiclayo frente a la universidad UTP y al costado de la USAT, presenta una estructura constituida por 7 sectores A, B, C, D, E, F y G, siendo los sectores D, B de 2 pisos y el sector C de 6 pisos respectivamente, con una altura total máxima de 20.40 ml y una cota promedio según el plano topográfico de 30 m.s.n.m.

El hospital tiene una antigüedad de 7 años y presenta un área de 48,921.62 m<sup>2</sup> y un perímetro de 9,950.68 ml. Posee un terreno malo ya que su capacidad portante es 0.68 kg/cm<sup>2</sup> con un nivel freático a 1.50 m, se encuentra ubicado en una zona vulnerable formando parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, este hecho conlleva a la necesidad de evaluar la vulnerabilidad estructural para determinar la seguridad del hospital aplicando el método Hirosawa.

Teniendo en consideración lo siguiente que Chiclayo se encuentra ubicado dentro del Departamento de Lambayeque – Perú. (Ver figura 14)

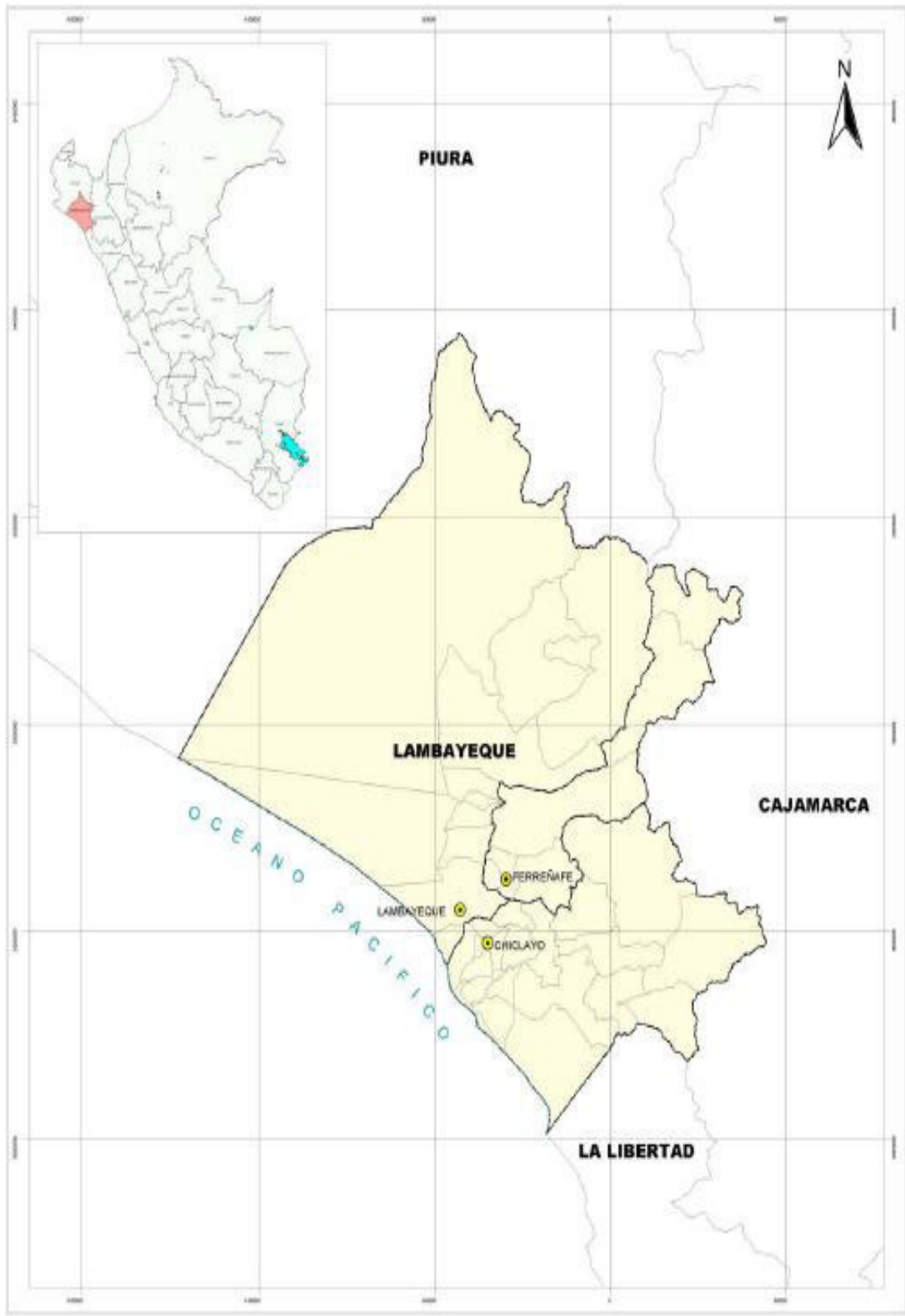


Figura 11: Ubicación de Lambayeque.

Fuente: INDECI 2004.

### **3.3.2 Ubicación y Acceso**

Políticamente el proyecto se ubica en el departamento Lambayeque, jurisdicción de la provincia de Chiclayo; distrito de Chiclayo; ocupando terreno de propiedad de la Dirección Regional de Salud de Lambayeque. Este terreno ofrece adecuadas condiciones (distancia, topografía, dimensionamiento, situación legal, etc.) para consolidar el nuevo Hospital Regional de Lambayeque.

Geográficamente el área del proyecto se haya ubicado en la parte Nor-Oeste de la Ciudad de Chiclayo a  $6^{\circ}45'43''$  de Latitud Sur y a  $79^{\circ}51'46''$  de Longitud Oeste de Greenwech.

El área total del terreno a ocupar por el Hospital Regional de Lambayeque es de 4.9 Ha, de dimensión rectangular limitado por un perímetro de 951.35 ml.

El área del proyecto está delimitada por la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo (Norte), la Vía de Evitamiento (Sur), Av. Progreso (Oeste) y la Carretera Panamericana (Este). En la siguiente figura 15 se puede identificar claramente la ubicación del proyecto, así como los principales componentes ambientales existentes.



Figura 12: Imagen del área del proyecto

Fuente: Google Earth.

Tabla 6

Coordenadas del Hospital regional de Lambayeque

<b>Altitud</b>	6°46'16" S
<b>Longitud</b>	79°50'27" O
<b>Altura</b>	35 msnm

Fuente: Google Earth

### 3.3.3 Condiciones climáticas

Por su parte INDECI, en el 2002, describe que “en la faja costanera el clima es del tipo desértico subtropical, templado durante las estaciones de primavera, otoño e invierno y caluroso en época de verano” (p.21)

#### a) Lluvias

INDECI (2002) afirma “las precipitaciones pluviales en el departamento de Lambayeque son escasas y esporádicamente en lapsos relativamente largos (en 1977 con 32.6 mm, 1983 con 290 mm y 1998 con 298.2 mm., lo que constituyó una verdadera emergencia para los daños causados a la vivienda, infraestructura económica y social)”. (p. 21)

#### b) Temperatura

En cuanto a las temperaturas máximas extremas. INDECI (2002) afirma que “en los meses de febrero (32.8 °C), Marzo (33.9 °C) y Abril (31.9 ° C) respectivamente, presentándose los valores más bajos durante los meses de Julio (20.0 ° C) y Septiembre (21.1 °C)”. (p. 44). Para un mejor análisis de este elemento se ha procedido a disgregar el estudio de este en temperatura máxima media mensual, temperatura mínima media mensual y temperatura media mensual.



### 3.3.4 Tipología del Hospital regional de Lambayeque

El Hospital Regional de Lambayeque tiene un nivel III-1, es un nosocomio de alta complejidad, ya que brindan atención médica a las actividades encaminadas a restaurar la salud y a rehabilitar a usuarios referidos por otros niveles (I y II), que presentan padecimientos de alta complejidad diagnóstica y de tratamiento, a través de una o varias especialidades médicas, quirúrgicas o médico-quirúrgicas.



Figura 13: Hospital regional de Lambayeque.

Fuente: Hospital regional de Lambayeque.

A continuación, se describen las áreas construidas por cada nivel son las siguientes:

Tabla 7  
Cuadro de áreas

<b>PRIMER PISO</b>	<b>13 275.51 m2</b>
<b>SEGUNDO PISO</b>	5 888.52 m2
<b>TERCER PISO</b>	2 355.98 m2
<b>CUARTO PISO</b>	2 355.98 m2
<b>QUINTO PISO</b>	1 913.78 m2
<b>SEXTO PISO</b>	1 443.08 m2
<b>SÉTIMO PISO (ESCALERA)</b>	187.22 m2
<b>TOTAL</b>	<b>27 420.07 m2</b>
<b>ÁREA LIBRE</b>	35 646.11 m2

Fuente: Hospital Regional de Lambayeque

El Hospital Regional de Lambayeque está conformado por 7 secciones, la sección A, sección B, C, D, E, F y G. A continuación, se describen los sectores por cada nivel son las siguientes:

Tabla 8  
Distribución arquitectónica según pisos

<b>Tipo de sector</b>	<b>Número de pisos</b>
Sector A	1
Sector B	2
<b>Sector C</b>	6
Sector D	2
Sector E	1
<b>Sector F</b>	6
Sector G	1

Fuente: Hospital Regional de Lambayeque

### **a) Característica general**

Consta de losa aligerada, vigas y viguetas de concreto armado. Tabiques de albañilería y tabaquería seca (sistema drywall con placas de fibrocemento). Los acabados en general son: cielo raso con pintura látex, pintura oleo mate, o simplemente con imprimante en donde haya falsos cielos rasos; los muros con pintura óleo mate y zócalos sanitarios de terrazo, baños con zócalos sanitarios en terrazo y vinílico semirrígido, piso de cerámico antideslizante de alto tránsito. Los corredores contarán con protectores de camillas y franja señalética en muros. Se usará carpintería de aluminio del tipo pesado en ventanas y mamparas y vidrio doble templado, de acuerdo a lo indicado en planos.

Estructuralmente el Hospital Regional de Lambayeque está conformado por vigas de 0.30 m de ancho y 0.70 m de altura, losa aligerada de 0.20 m de altura y tiene 3 tipos de columnas según las áreas que son:

C-1 (0.40 m x 0.60m), C-2 (0.40 m x 0.80 m) y C-3 (0.40m X 0.40m), y está conformado por placas de 0.25 m de espesor.

Los sectores C y F arquitectónicamente se encuentran separados, pero estructuralmente están unidos como se puede observar en la figura 17.

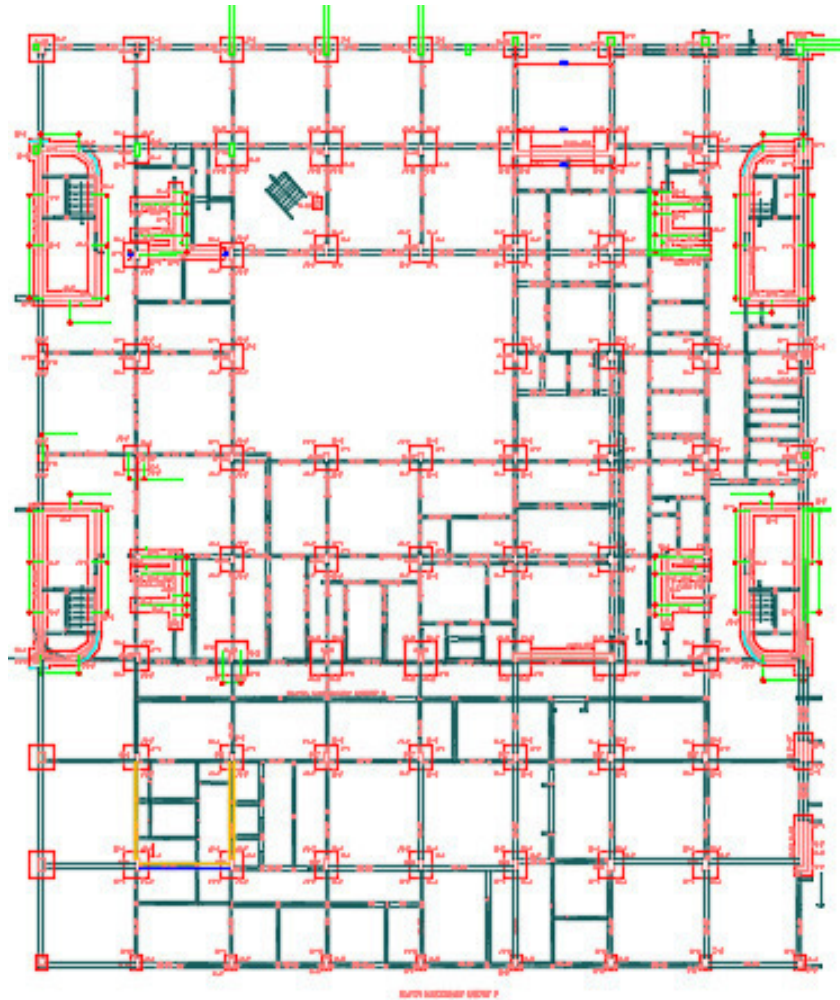


Figura 14: Plano de cimentación de sector C y F  
 Fuente: Hospital regional de Lambayeque

De acuerdo a las especificaciones técnicas del hospital se encontraron los siguientes resultados para cada piso de la edificación, la resistencia del concreto de columnas, vigas, placas, losa aligerada es  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  según las especificaciones técnica del hospital, presenta un suelo tipo 3, según los estudios que se describen a continuación (Ver anexo V).

## **b) Estudio de suelos con fines de cimentación**

El presente Informe tiene por objeto realizar un estudio de suelos con fines de cimentación, para el proyecto “ Hospital Regional de Lambayeque”, el mismo que se ha efectuado por medio de trabajos de exploración de campo consistente en sondajes y ensayos de laboratorio, necesarios para definir el perfil estratigráfico del área en estudio, así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas de cimentación, indicándose tipo y profundidad de los cimientos, capacidad portante admisible, ase amientos y las recomendaciones necesarias.

### **- ensayos de penetración estándar (SPT)**

El ensayo de penetración estándar consiste en contabilizar el número de golpes necesarios para hacer penetrar un tubo o cuchara de caña partida de  $\phi = 2$ ” de diámetro, un total de 0.45 m, utilizando un martillo de 140 lbs de peso, dejado caer desde 30” de altura, contabilizando el número de golpes necesarios para hacer penetrar el penetrómetro los 0.30 m últimos.

### **- Auscultación dinámica**

Se efectuaron Ensayos de Auscultación Dinámica con el Cono Peck consistente en la penetración de un cono de 2 ½” de diámetro en la base y 60° de ángulo central, contabilizándose el número de golpes cada 0.15 m de penetración, empleando la misma energía del equipo S.P.T.

A continuación, se indican en la tabla 9 los valores de auscultación dinámica:

Tabla 9  
Cuadro de auscultación dinámica

Sondaje		S-2	S-3	S-4
Prof (m)		5.00 – 8.56	5.00 – 8.10	6.45 – 8.10
N° de Golpes	0.15	21	36	2
	0.15	23	64	6
	0.15	30	26	9
	0.15	16	40	6
	0.15	16	18	8
	0.15	16	23	11
	0.15	16	23	16
	0.15	18	25	22
	0.15	21	16	48
	0.15	25	11	69
	0.15	29	12	97
	0.15	27	28	
	0.15	25	30	
	0.15	16	45	
	0.15	22	49	
	0.15	30	56	
	0.15	32	69	
	0.15	40	78	
	0.15	44	90	
	0.15	86	100	
	0.15	88	100	
0.15	90	Avanzo 10 cm		
0.15	96			
0.15	102			
		Avanzo 11 cm		

Fuente: Expediente técnico del Hospital regional de Lambayeque

A continuación, se describen los sondajes S2, S3 y S4 en la tabla 10 para determinar el tipo de suelo:

Tabla 10  
Muestra del sondaje S2.

S2			
Profundidad	$d_i$	$N_{60i}$	$\frac{d_i}{N_{60i}}$
5	5	21	0.23809524
5.15	0.15	23	0.00652174
5.3	0.15	30	0.005
5.45	0.15	16	0.009375
5.6	0.15	16	0.009375
5.75	0.15	16	0.009375
5.9	0.15	16	0.009375
6.05	0.15	18	0.00833333
6.2	0.15	21	0.00714286
6.35	0.15	25	0.006
6.5	0.15	29	0.00517241
6.65	0.15	27	0.00555556
6.8	0.15	25	0.006
6.95	0.15	16	0.009375
7.1	0.15	22	0.00681818
7.25	0.15	30	0.005
7.4	0.15	32	0.0046875
7.55	0.15	40	0.00375
7.7	0.15	44	0.00340909
7.85	0.15	86	0.00174419
8	0.15	88	0.00170455
8.15	0.15	90	0.00166667
8.3	0.15	96	0.0015625
8.45	0.15	102	0.00147059
Total	8.45.	Total	0.3665094

Elaborado por los autores

$$\frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m \left( \frac{d_i}{N_{60i}} \right)} = 23.0553 \quad \text{SUELO TIPO S2}$$

Tabla 11  
Muestra del sondaje S3.

S3			
Profundidad	$d_i$	$N_{60i}$	$\frac{d_i}{N_{60i}}$
5	5	36	0.13888889
5.15	0.15	64	0.00234375
5.3	0.15	26	0.00576923
5.45	0.15	40	0.00375
5.6	0.15	18	0.00833333
5.75	0.15	23	0.00652174
5.9	0.15	23	0.00652174
6.05	0.15	25	0.006
6.2	0.15	16	0.009375
6.35	0.15	11	0.01363636
6.5	0.15	12	0.0125
6.65	0.15	28	0.00535714
6.8	0.15	30	0.005
6.95	0.15	45	0.00333333
7.1	0.15	49	0.00306122
7.25	0.15	56	0.00267857
7.4	0.15	69	0.00217391
7.55	0.15	78	0.00192308
7.7	0.15	90	0.00166667
7.85	0.15	100	0.0015
8	0.15	100	0.0015
Total	8	Total	0.24183397

Elaborado por los autores

$$\frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m \left( \frac{d_i}{N_{60i}} \right)} = 33.080$$

SUELO TIPO S2



Tabla 12  
Muestra del sondaje S4

<b>S3</b>			
<b>Profundidad</b>	<b><math>d_i</math></b>	<b><math>N_{60i}</math></b>	<b><math>\frac{d_i}{N_{60i}}</math></b>
6.45	6.45	2	3.225
6.6	0.15	6	0.025
6.75	0.15	9	0.01666667
6.9	0.15	6	0.025
7.05	0.15	8	0.01875
7.2	0.15	11	0.01363636
7.35	0.15	16	0.009375
7.5	0.15	22	0.00681818
7.65	0.15	48	0.003125
7.8	0.15	69	0.00217391
7.95	0.15	97	0.00154639
Total=	7.95	Total=	3.34709152

Elaborado por los autores

$$\frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m \left( \frac{d_i}{N_{60i}} \right)} = 2.375 \quad \text{SUELO TIPO S3}$$

Cumpliendo con la muestra de sondajes se determinó que el tipo del suelo del Hospital Regional de Lambayeque es tipo S3.

A continuación, se describen los factores de zonas sísmicas, factor de suelo, sobrecargas, concreto, altura y espesor son las siguientes:

Tabla 13  
Características generales del Hospital Regional de Lambayeque

Factor de zona sísmica tipo4	Z=0.45
Factor de suelo tipo 3	S=1.1
Sobrecarga del primer a quinto piso	S (1-5)= 300kg/cm <sup>2</sup>
Sobrecarga en azotea	S6=300kg/cm <sup>2</sup>
Concreto de placa, columnas, vigas	F'c=210kg/cm <sup>2</sup>
Altura de losa aligerada	H=20cm
Espesor de placas	e=0.25 ml

Elaborado por los autores

A continuación, se describen las dimensiones de las columnas de cada nivel son las siguientes:

Tabla 14  
Dimensiones de columnas de cada nivel

Piso de los sectores C y F	Columnas tipo 1 (0.40 mlx0.60ml)	Columnas tipo 2 (0.40mlx0.80ml)	Columnas tipo 3 (0.40 ml x0.40ml)	Total de columnas
Primer piso	18	52	-	70
Segundo piso	17	43	-	60
Tercer piso	9	44	-	53
Cuarto piso	44	-	8	52
Quinto piso	-	-	40	40
Sexto piso	-	-	37	37

Elaborado por los autores

### **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

La presente investigación implementara la estadística descriptiva debido a que se tiene que recolectar, ordenar, analizar y representar un conjunto de datos obtenidos; con el fin de describir apropiadamente las características de este. Esta descripción se realiza mediante la construcción de tablas.

#### **3.4.1 Materiales y equipos**

##### **a) Levantamiento estructural**

Esta parte de la investigación demando del uso de elementos de medición tales como una wincha de 5 metros y cinta métrica de 30 metros, también el empleo de un elemento donde pueda registrarse la información obtenida, para nuestro caso.

##### **b) Análisis dinámico Modal espectral**

Para elaborar el modelo computacional y su posterior análisis estructural se requirió un ordenador con los softwares ETBAS 2016 instalado en ella. El anexo 04 se adjunta el metrado del Hospital Regional de Lambayeque, se puede verificar la cantidad de columnas, vigas y placas

#### **3.4.2 Instrumento de recolección de datos**

Para esta investigación, la principal técnica de recolección de datos fue la captación y análisis de material bibliográfico, que va desde libros, blogs de internet, artículos de investigación, entre otros; para ello, se empleó la recolección de datos vía internet, así como también la visita del Hospital Regional de Lambayeque.

Para la recolección de datos se basó en la lectura de planos de arquitectura y arquitecturas, también mediante los estudios de suelos obtenidos del Hospital Regional de Lambayeque registrado en el expediente técnico dónde se calculó el tipo de suelo, se recolectó información del método de Hirosawa para estudiar su procedimiento, etc.

La observacional directa: estuvo referida a la observación in-situ de las condiciones actuales de la estructura, así mismo una inspección visual que indica manifestaciones físicas de fallas o problemas en la estructura tales como, agrietamientos, deformaciones excesivas, erosiones, pérdida de recubrimiento, etc.

Modelación digital: para la elaboración de un modelo digital del Hospital Regional de Lambayeque se ha utilizado el programa de elementos finitos ETBAS (Análisis tridimensional ampliado del edificio Sistemas).

### **3.4.3 Procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento de los datos del estudio se realizó a través de los planos del Hospital Regional de Lambayeque se procedió a realizar los metrados de cargas para calcular el índice de resistencia sísmica ( $I_s$ ), para hallar el índice de resistencia sísmica ( $I_s$ ) se calculó el índice sísmico básico del comportamiento estructural ( $E_o$ ), el índice de configuración estructural ( $S_d$ ) y el índice de deterioro de la edificación; del estudio de suelos, estudios topográficos y de acuerdo a la aplicación de la norma E-030 comparándolo y relacionándolo con la norma japonesa se determinó el índice de resistencia demandada ( $I_{so}$ ).

Se calculó el índice sísmico básico del comportamiento estructural ( $E_o$ ) mediante fórmulas basadas en el método de Hirosawa, para ello se tiene en cuenta el peso de cada piso de la estructura, el índice de resistencia proporcionada por las columnas ( $C_c$ ) tanto en la dirección X como la dirección Y, el coeficiente de factor de reducción ( $\alpha$ ) que

por tratarse del método de Hirosawa tipo C en la cual se basa solo en falla de columnas ya que hay más cantidad de columnas que placas.

Para calcular el índice de configuración estructural ( $S_d$ ) se basó en las características de la edificación como regularidad de la planta, relación largo-ancho de la planta, estrangulaciones de la planta, espesor de las juntas de dilatación, dimensiones y ubicación de patios interiores, existencia de subterráneo, uniformidad de la altura de los pisos, excentricidad de rigidez en planta, irregularidades de la distribución de las masas y de la rigidez de entrepiso de los pisos en altura.

Para el cálculo del índice de deterioro de la edificación se tuvo en cuenta unas tablas obtenidas y establecidas por el método de Hirosawa, y por las deformaciones, inclinaciones, daños ligeros, fisuras, sustancias químicas y tiempo de uso del hospital mencionado, para ello se realizó una visita al Hospital Regional de Lambayeque y se tomaron las fotos necesarias para su estudio. Adicional a ello se modeló la estructura utilizando un software conocido como Etabs 2016, aplicándose a este software la norma E-030 para determinar las distorsiones y así poder calcular la vulnerabilidad del Hospital Regional de Lambayeque no solo de una manera cualitativa sino también de forma cuantitativa.

### 3.5 Diseño muestral

El procesamiento del diseño muestral utilizado en la investigación se realizó en un libro de cálculo, lo que permitió obtener los resultados de la población y muestra.

#### a) Población

La población o universo tomado para la investigación de la tesis son las columnas de concreto que conforman todos los sectores (A, B, C, D, E, F, G) en las cuales existen un total de 302 columnas que forman parte de la población; Es decir, las columnas de todos los sectores.

#### b) Muestra

La muestra para esta tesis son las columnas de los sectores C y F (sectores del pabellón principal) tienen 72 columnas que forman parte de la muestra. Se determinó el tamaño de la muestra usándola siguiente fórmula (Sierra, 1979). Que se tiene en cuenta el tamaño de la población, el nivel de confianza redondeado y el margen de error.

- La población es el número completo de individuos con características afines que conforman los posibles participantes de nuestro estudio. En la fórmula la población es representada con la letra N.
- La muestra es la cantidad representativa de esa población y se indica con la letra n.
- El margen o posibilidad de error es la diferencia que pueda darse entre los resultados obtenidos con la muestra y los que se hubiesen obtenido si la encuesta se aplicara a toda la población. Lo ideal es que el margen de error ronde el 5 %. Este es representado con la letra e.
- El porcentaje de confianza es el nivel de certeza que ofrecen los resultados expuestos. Se simboliza con la letra  $Z_{\alpha}$
- Como se puede notar el margen de error y el porcentaje de confianza son dependientes. Si el nivel de certeza deseado por el investigador es de 97 %, su margen de error será de 3 %. Esto también influye en el tamaño de la muestra, pues a mayor confianza, el número de la muestra será más elevado y viceversa.

$$n = \frac{Z^2 N p \cdot q}{E^2 (N - 1) + Z^2 p \cdot q}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

N=Población o universo

Z= nivel de confianza

P y q, Son las probabilidades de éxito y fracaso que tiene cada integrante de la población. Cuando vamos a calcular, el valor de Z se coloca según los siguientes niveles:

$$97,5 \% = 2,24$$

$$90\% = 1.83$$

$$85 \% = 1,44$$

$$80 \% = 1,28$$

$$75 \% = 1,15$$

Es decir que la fórmula vamos a colocar en el lugar de Z el valor del nivel y no el número del porcentaje. Finalmente, existen dos cantidades estables en la fórmula que son:

La cantidad de sujetos de la población que tienen en común la variable que buscamos medir, se indica con la letra p. El número de individuos que no comparten esa variable, se marca con q. En estos casos se coloca 0,5 para ambos, es decir  $p = 0,5$  y  $q = 1 - p \Rightarrow (1-0,5)$ .

n=65.72, en la cual tenemos 72 columnas, acercándose a un porcentaje de 90% de probabilidad según la fórmula dada.

### **3.6 Aspectos éticos**

Para la elaboración de esta tesis se pidió la autorización del Hospital Regional de Lambayeque presentando una solicitud al área de investigación. Se halló la vulnerabilidad de la edificación, una recomendación para asegurar la edificación es colocar disipadores sísmicos.

Para esta tesis se respetó las fuentes de información citando bajo las normas APA las ideas alcanzadas por tesis similares.



## **CAPÍTULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 Análisis e interpretación de la investigación**

A continuación, se presentan los resultados de la investigación a través de 19 puntos específicos, que son el desarrollo de cada uno de los pisos del Hospital Regional de Lambayeque, en dirección X e Y respectivamente.

##### **a) Desarrollo del primer nivel en X**

**Cálculo del  $I_s$ :**

$$I_s = E_o * SD * T$$

Donde:

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$SD$  = Índice de configuración estructural

$T$  = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de  $E_o$ :**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 15

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del primer piso en dirección X

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.170</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del Edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	1
<b>α3</b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.170
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del Cc:**

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 16

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del primer piso en dirección X

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.170</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la comprensión del concreto (*)	=	2400	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	10573.4	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	21.44	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 17

Características de las columnas del primer piso en dirección X

Sección típico	Columnas	H	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-1	C1	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C2	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C3	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C4	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C5	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C6	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C7	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-2	C8	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-2	C9	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-2	C 10	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 11	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 12	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 13	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 14	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 15	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 16	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 17	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 18	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 19	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 20	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 21	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 22	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 23	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 24	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 25	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 26	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 27	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 28	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 29	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 30	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 31	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 32	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 33	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 34	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 35	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 36	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 37	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32

C-2	C 38	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 39	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 40	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 41	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 42	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 43	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 44	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 45	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 46	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 47	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 48	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 49	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 50	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 51	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 52	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 53	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 54	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 55	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 56	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 57	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 58	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 59	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 60	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C 61	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-1	C 62	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C 63	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C 64	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C 65	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C 66	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C 67	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C 68	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C 69	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C 70	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C 71	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C 72	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
<b>TOTAL</b>									<b>21.44m2</b>

Elaborado por los autores

$$\begin{aligned}\sum AC1 &= 0 \quad \text{m}^2 \\ \sum AC2 &= 21.44 \quad \text{m}^2\end{aligned}$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 18

Valores de Gi y Ri en la evaluación del primer piso en dirección X

Nº	Ítem	Valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	0.88	1	0.5
3	Contracción en planta	0.87	1	0.5
4	Atrio o patio interior	0.124	0.9	0.5
5	Excentricidad de Atrio	F1=0.24 F2=0.22	0.9	0.25
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	0.006	0.9	0.5
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 0.88$$

$$SD = 0.88$$

### Cálculo del T:

Tabla 19

Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del primer piso en dirección X

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	0.9
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	0.9
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	Se almacenan sustancias químicas	=	<b>0.8</b>
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.8$$

### Valor de Is:

Tabla 20

Cálculo del Is para el primer piso en dirección X

<b>Eo</b>	=	0.17
<b>SD</b>	=	0.88
<b>T</b>	=	0.8
<b>Is</b>	=	<b>0.12</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\mathbf{Iso = Eso * Z * G * U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa_{(perú)}}{Sa_{(japón)}}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$\mathbf{Is} < \mathbf{Iso}$$

$$0.12 < 0.21$$

**INSEGURO**

## b) Desarrollo del primer piso en Y

**Cálculo del Is:**

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E<sub>o</sub> = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

S<sub>D</sub> = índice de configuración estructural

T = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de E<sub>o</sub>:**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 21

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del primer piso en dirección Y

<b>E<sub>o</sub></b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.422</b>
<b>N<sub>p</sub></b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	1
<b>α<sub>3</sub></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>C<sub>c</sub></b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.243
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	0.8

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del C<sub>c</sub>:**

$$C_c = \frac{f'_c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$



Tabla 22

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del primer piso en dirección Y

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de Resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.243</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la comprensión del concreto (*)	=	2400	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	10573.4	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	21.44	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	0	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 23

Características de las columnas del primer piso en dirección Y

Sección típico	Columnas	H	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-1	C1	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C2	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C3	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C4	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C5	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C6	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C7	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C8	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C9	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-2	C 10	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 11	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 12	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 13	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 14	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 15	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 16	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 17	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 18	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 19	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 20	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 21	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C 22	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32



C-1	C 67	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C 68	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C 69	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C 70	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C 71	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C 72	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
<b>TOTAL</b>								<b>21.44 m2</b>	

Elaboración Los autores

$$\sum AC1 = 21.44 \quad m^2$$

$$\sum AC2 = 0 \quad m^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 24

Valores de Gi y Ri en la evaluación del primer piso en dirección Y

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	0.89	1	0.5
3	Contracción en planta	1	0.9	0.5
4	Atrio o patio interior	0.124	0.9	0.25
5	Excentricidad de Atrio	f1=0.24 f2=0.22	0.9	0.25
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	0.006	0.9	0.5
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 0.88$$

$$SD = 0.88$$

**Cálculo del T:**

Tabla 25

Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del primer piso en dirección Y

<b>T1</b>	=	El Edificio no presenta signos de deformación	=	0.9
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	0.9
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	<b>0.8</b>
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.8$$

**Valor de Is:**

Tabla 26

Cálculo del Is para el primer piso en dirección Y

<b>Eo</b>	=	0.42
<b>SD</b>	=	0.88
<b>T</b>	=	0.8
<b>Is</b>	=	<b>0.30</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa(perú)}{Sa(japón)}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.21$$

$$I_s < I_{so}$$

$$0.30 < 0.21$$

SEGURO

### c) Desarrollo del segundo piso en X

**Cálculo del Is:**

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$S_D$  = índice de configuración estructural

$T$  = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de  $E_o$ :**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 27

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del segundo piso en dirección X

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.168</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	2
<b><math>\alpha_3</math></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.192
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del  $C_c$ :**

$$C_c = \frac{f'_c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 28

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del segundo piso en dirección X

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.192</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2400	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	8035.74	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	18.32	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 29

Características de las columnas del segundo piso en dirección X

Sección típico	Columnas	H	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-1	C1	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C2	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C3	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C4	4.05	0.4	0.6	3.85	0.4	9.625	AC2	0.24
C-1	C5	4.05	0.4	0.6	3.85	0.4	9.625	AC2	0.24
C-1	C6	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C7	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C8	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-2	C9	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C10	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C11	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C12	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C13	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C14	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C15	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C16	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C17	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C18	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C19	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C20	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32

C-2	C21	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C22	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C23	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C24	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C25	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C26	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C27	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C28	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C29	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C30	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C31	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C32	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C33	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C34	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C35	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C36	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C37	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C38	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C39	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C40	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C41	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C42	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C43	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C44	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C45	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C46	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C47	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C48	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C49	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C50	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C51	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-1	C52	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C53	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C54	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C55	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C56	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C57	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C58	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C59	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C60	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C61	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24



C-1	C62	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
<b>TOTAL</b>								<b>18.32 m2</b>	

Elaborado por los autores

$$\sum AC1 = 0 \quad \text{m}^2$$

$$\sum AC2 = 18.32 \quad \text{m}^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 30

Valores de Gi y Ri en la evaluación del segundo piso en dirección X

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo – ancho	1	1	0.5
3	Contracción en planta	0.87	1	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	0.006	0.9	0.5
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 0.95$$

$$SD = 0.95$$

### Cálculo del T:

Tabla 31

Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del segundo piso en dirección X

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	0.9
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	0.9
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	<b>0.8</b>
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.8$$

### Valor de Is:

Tabla 32

Cálculo del Is para el segundo piso en dirección X

<b>Eo</b>	=	0.168
<b>SD</b>	=	0.95
<b>T</b>	=	0.8
<b>Is</b>	=	<b>0.127</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa_{(perú)}}{Sa_{(japón)}}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.21$$

$$I_s < Iso$$

$$0.127 < 0.21$$

**INSEGURO**

#### d) Desarrollo del segundo piso en Y

**Cálculo del Is:**

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E<sub>o</sub> = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

S<sub>D</sub> = índice de configuración estructural

T = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de E<sub>o</sub>:**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 33

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del segundo piso en dirección Y

<b>E<sub>o</sub></b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.192</b>
<b>N<sub>p</sub></b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	2
<b>α<sub>3</sub></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>C<sub>c</sub></b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.275
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	0.8

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del C<sub>c</sub>:**

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 34

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del segundo piso en dirección Y

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.275</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2400	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	8035.74	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	18.40	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	0	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 35

Características de las columnas del segundo piso en dirección Y

Sección típico	Columnas	H	b	D	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-1	C1	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C2	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C3	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C4	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C5	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C6	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C7	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C8	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-2	C9	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C10	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C11	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C12	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C13	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C14	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C15	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C16	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C17	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C18	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C19	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32

C-2	C20	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C21	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C22	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C23	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C24	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C25	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C26	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C27	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C28	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C29	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C30	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C31	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C32	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C33	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C34	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C35	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C36	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C37	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C38	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C39	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C40	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C41	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C42	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C43	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C44	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C45	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C46	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C47	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C48	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C49	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C50	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	C51	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-1	C52	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-1	C53	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C54	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C55	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C56	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C57	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C58	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C59	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C60	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24

C-1	C61	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	C62	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
<b>TOTAL</b>								<b>18.40 m<sup>2</sup></b>	

Elaborado por los autores

$$\sum AC1 = 18.40 \quad \text{m}^2$$

$$\sum AC2 = 0 \quad \text{m}^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{i=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 36

Valores de Gi y Ri en la evaluación del segundo piso en dirección Y

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo – ancho	1	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	0.006	0.9	0.5
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 0.95$$

$$SD = 0.95$$

### Cálculo del T:

Tabla 37

Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del segundo piso en dirección Y

<b>T1</b>	=	El Edificio no presenta signos de deformación	=	0.9
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	0.9
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	<b>0.8</b>
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.8$$

### Valor de Is:

Tabla 38

Cálculo del Is para el segundo piso en dirección Y

<b>Eo</b>	=	0.192
<b>SD</b>	=	0.95
<b>T</b>	=	0.8
<b>Is</b>	=	<b>0.146</b>

Elaborado por los autores



**Cálculo del índice Iso:**

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa(perú)}{Sa(japón)}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.21$$

$$I_s < Iso$$

$$0.146 < 0.21$$

**INSEGURO**

### e) Desarrollo del tercer piso en X

#### Cálculo del $I_s$ :

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$S_D$  = índice de configuración estructural

$T$  = Índice de deterioro de la edificación

#### Cálculo de $E_o$ :

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 39

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del tercer piso en dirección X

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.172</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	3
<b><math>\alpha_3</math></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.222
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del Cc:**

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{np} W_j}$$

Tabla 40

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del tercer piso en dirección X

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.222</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2400	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	5701.4	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	15.04	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 41

Características de las columnas del tercer nivel en dirección X

Sección típico	Columnas	H	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-1	C1	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C2	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C3	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C4	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C5	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C6	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C7	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C8	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-2	C9	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C10	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C11	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C12	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C13	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C14	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C15	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32

C-2	C16	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C17	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C18	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C19	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C20	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C21	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C22	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C23	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C24	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C25	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C26	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C27	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C28	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C29	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C30	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C31	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C32	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C33	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C34	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C35	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C36	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C37	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C38	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C39	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C40	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C41	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C42	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C43	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C44	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C45	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C46	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C47	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C48	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
C-2	C49	4.05	0.4	0.8	3.15	0.4	7.875	AC2	0.32
<b>TOTAL</b>								<b>15.04 m2</b>	

Elaborado por los autores

$$\sum AC1 = 0 \quad \text{m}^2$$

$$\sum AC2 = 15.04 \quad \text{m}^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 42

Valores de Gi y Ri en la evaluación del tercer piso en dirección X

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación Largo - Ancho	1.14	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$

$$SD = 1$$

### Cálculo del T:

Tabla 43

Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del tercer piso en dirección X

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	<b>0.9</b>
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	1
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	1
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

### Valor de Is:

Tabla 44

Cálculo del Is para el tercer piso en dirección X

<b>Eo</b>	=	0.172
<b>SD</b>	=	1
<b>T</b>	=	0.9
<b>Is</b>	=	<b>0.155</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa_{(perú)}}{Sa_{(japón)}}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$I_s < Iso$$

0.155

0.21

**INSEGURO**

## f) Desarrollo del tercer piso en Y

### Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$S_D$  = índice de configuración estructural

$T$  = Índice de deterioro de la edificación

### Cálculo de $E_o$ :

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 45

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del tercer piso en dirección Y

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.246</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	3
<b><math>\alpha_3</math></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.317
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

### Cálculo del $C_c$ :

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$



Tabla 46

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del tercer piso en dirección Y

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.317</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2400	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	5701.41	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	15.04	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	0	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 47

Características de las columnas del tercer piso en dirección Y

Sección típico	Columnas	H	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-1	c-1	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-2	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-3	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-4	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-5	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-6	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-7	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-8	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-2	c-9	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-10	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-11	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-12	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-13	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-14	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-15	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-16	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-17	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-18	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-19	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-20	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32

C-2	c-21	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-22	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-23	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-24	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-25	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-26	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-27	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-28	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-29	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-30	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-31	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-32	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-33	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-34	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-35	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-36	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-37	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-38	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-39	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-40	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-41	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-42	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-43	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-44	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-45	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-46	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-47	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-48	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
C-2	c-49	4.05	0.4	0.8	3.15	0.8	3.938	AC1	0.32
<b>TOTAL</b>									<b>15.04 m2</b>

Elaborado por los autores

$$\sum AC1 = 15.04 \quad m^2$$

$$\sum AC2 = 0 \quad m^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 48

Valores de Gi y Ri en la evaluación del tercer piso en dirección Y

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación Largo - Ancho	0.87	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$

$$SD = 1$$

### Cálculo del T:

Tabla 49

Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del tercer piso en dirección Y

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	0.9
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	1
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	<b>0.8</b>
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.8$$

### Valor de Is:

Tabla 50

Cálculo del Is para el tercer piso en dirección Y

Eo	=	0.246
SD	=	1
T	=	0.8
<b>Is</b>	=	<b>0.197</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa_{(perú)}}{Sa_{(japón)}}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$I_s < Iso$$

0.197

0.21

INSEGURO

### g) Desarrollo del cuarto piso en X

**Cálculo del Is:**

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$S_D$  = Índice de configuración estructural

$T$  = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de  $E_o$ :**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 51

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del cuarto piso en dirección X

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.175</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	4
<b><math>\alpha_3</math></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.250
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del Cc:**

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 52

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del cuarto piso en dirección X

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.250</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2400	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	3783.7	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	11.12	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 53

Características de las columnas del cuarto piso en dirección X

Sección típico	Columnas	H	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-3	C1	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C2	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C3	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C4	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C5	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C6	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C7	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C8	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-1	C9	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C10	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C11	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C12	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C13	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C14	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C15	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C16	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C17	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24

C-1	C18	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C19	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C20	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C21	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C22	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C23	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C24	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C25	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C26	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C27	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C28	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C29	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C30	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C31	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C32	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C33	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C34	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C35	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C36	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C37	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C38	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C39	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C40	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C41	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C42	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C43	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C44	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C45	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C46	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C47	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C48	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
C-1	C49	4.05	0.4	0.6	3.15	0.4	7.875	AC2	0.24
<b>TOTAL</b>									<b>11.12 m2</b>

Elaboración por los autores

$$\sum AC1 = 0 \quad m^2$$

$$\sum AC2 = 11.12 \quad m^2$$



**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 54

Valores de Gi y Ri en la evaluación del cuarto piso en dirección X

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	1.14	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$
$$SD = 1$$

### Cálculo del T:

Tabla 55

Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del cuarto piso en dirección X

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	0.9
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	0.9
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	<b>0.8</b>
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.8$$

### Valor de Is:

Tabla 56

Cálculo del Is para el cuarto piso en dirección X

Eo	=	0.175
SD	=	1
T	=	0.8
<b>Is</b>	=	<b>0.139</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\mathbf{Iso = Eso * Z * G * U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa_{(perú)}}{Sa_{(japón)}}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$\mathbf{Is} < \mathbf{Iso}$$

$$0.139 < 0.21$$

**INSEGURO**

## h) desarrollo del cuarto piso en Y

### Cálculo del Is:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural.

$S_D$  = índice de configuración estructural.

$T$  = Índice de deterioro de la edificación.

### Cálculo de $E_o$ :

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 57

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del cuarto piso en dirección Y

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.241</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	4
<b><math>\alpha_3</math></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.345
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

### Cálculo del $C_c$ :

$$C_c = \frac{f'_c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 58

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del cuarto piso en dirección Y

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.345</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la comprensión del concreto (*)	=	2400	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	37380.7	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	9.84	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	1.28	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 59

Características de las columnas del cuarto piso en dirección Y

Sección típico	Columnas	h	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-3	c-1	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	c-2	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	c-3	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	c-4	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	c-5	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	c-6	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	c-7	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	c-8	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-1	c-9	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-10	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-11	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-12	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-13	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-14	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-15	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-16	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-17	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-18	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-19	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-20	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24

C-1	c-21	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-22	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-23	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-24	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-25	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-26	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-27	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-28	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-29	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-30	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-31	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-32	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-33	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-34	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-35	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-36	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-37	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-38	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-39	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-40	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-41	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-42	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-43	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-44	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-45	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-46	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-47	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-48	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
C-1	c-49	4.05	0.4	0.6	3.15	0.6	5.250	AC1	0.24
<b>TOTAL</b>									<b>11.84m2</b>

Elaboración los autores

$$\sum AC1 = 9.84 \quad m^2$$

$$\sum AC2 = 1.28 \quad m^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 60

Valores de Gi y Ri en la evaluación del cuarto piso en dirección Y

Nº	Item	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo – ancho	0.87	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$
$$SD = 1$$

### Cálculo del T:

Tabla 61

Resultados del índice T para diferentes causa y tipos de deterioro en la evaluación del cuarto piso en dirección Y

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	0.9
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	0.9
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	<b>0.8</b>
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.8$$

### Valor de Is:

Tabla 62

Cálculo del Is para el cuarto piso en dirección Y

<b>Eo</b>	=	0.144
<b>SD</b>	=	1
<b>T</b>	=	0.8
<b>Is</b>	=	<b>0.193</b>

Elaborado por los autores



**Cálculo del índice Iso:**

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa(perú)}{Sa(japón)}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$I_s < Iso$$

$$0.193 < 0.21$$

**INSEGURO**

### i) Desarrollo del quinto (a) piso en X

**Cálculo del Is:**

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$S_D$  = Índice de configuración estructural

$T$  = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de  $E_o$ :**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 63

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del quinto (a) piso en dirección X

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.177</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	5
<b><math>\alpha_3</math></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.278
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del  $C_c$ :**

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 64

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del quinto (a) piso en dirección X

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.278</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2400	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	965.3	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	3.20	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 65

Características de las columnas del quinto(a) nivel en dirección X

Sección típico	Columnas	h	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-3	C1	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C2	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C3	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C4	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C5	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C6	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C7	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C8	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C9	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C10	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C11	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C12	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C13	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C14	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C15	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C16	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C17	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C18	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C19	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16

C-3	C20	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>TOTAL</b>								<b>3.20 m2</b>	

Elaborado por los autores

$$\sum AC1 = 0 \quad m^2$$

$$\sum AC2 = 3.20 \quad m^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 66

Valores de Gi y Ri en la evaluación del quinto (a) piso en dirección X

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación Largo - Ancho	0.88	1	0.5
3	Contracción en planta	0.81	1	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$

$$SD = 1$$

### Cálculo del T:

Tabla 67

Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del quinto (a) piso en dirección X

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	<b>0.9</b>
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	1
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	1
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

### Valor de Is:

Tabla 68

Cálculo del Is para el quinto (a) piso en dirección X

<b>Eo</b>	=	0.177
<b>SD</b>	=	1
<b>T</b>	=	0.9
<b>Is</b>	=	<b>0.159</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa_{(perú)}}{Sa_{(japón)}}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$I_s < Iso$$

0.159

0.21

INSEGURO

## j) Desarrollo del quinto (a) piso en Y

**Cálculo del Is:**

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$S_D$  = Índice de configuración estructural

$T$  = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de  $E_o$ :**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 69

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del quinto (a) piso en dirección Y

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.177</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	5
<b><math>\alpha_3</math></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Por las columnas no cortas de hormigón armado	=	0.278
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del  $C_c$ :**

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 70

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del quinto (a) piso en dirección Y

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.278</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2400	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	965.3	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	3.20	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 71

Características de las columnas del quinto(a) piso en dirección Y

Sección típico	Columnas	h	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-3	C1	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C2	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C3	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C4	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C5	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C6	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C7	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C8	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C9	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C10	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C11	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C12	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C13	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C14	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C15	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C16	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C17	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C18	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16



<b>C-3</b>	C19	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C20	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>TOTAL</b>								<b>3.20 m2</b>	

Elaborado por los autores

$$\sum AC1 = 0 \quad m^2$$

$$\sum AC2 = 3.20 \quad m^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 72

Valores de Gi y Ri en la evaluación del quinto (a) piso en dirección Y

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	3.17	1	0.5
3	Contracción en planta	0.74	1	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 0.95$$

$$SD = 0.95$$

### Cálculo del T:

Tabla 73

Resultados del índice T para diferentes causa y tipos de deterioro en la evaluación del quinto (a) piso en dirección Y

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	<b>0.9</b>
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	1
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	1
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

### Valor de Is:

Tabla 74

Cálculo del Is para el quinto(a) piso en dirección Y

<b>Eo</b>	=	0.177
<b>SD</b>	=	0.95
<b>T</b>	=	0.9
<b>Is</b>	=	<b>0.152</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa(perú)}{Sa(japón)}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$I_s < Iso$$

$$0.152 < 0.21$$

**INSEGURO**

### k) Desarrollo del quinto (b) nivel en X

**Cálculo del Is:**

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$S_D$  = índice de configuración estructural

$T$  = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de  $E_o$ :**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 75

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del quinto (b) piso en dirección X

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.186</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	5
<b><math>\alpha_3</math></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.292
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del  $C_c$ :**

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 76

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del quinto (b) piso en dirección X

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.292</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2300	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	883.2	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	3.20	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 77

Características de las columnas del quinto (b) piso en dirección X

Sección típico	Columnas	h	b	D	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
<b>C-3</b>	C1	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C2	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C3	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C4	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C5	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C6	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C7	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C8	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C9	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C10	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C11	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C12	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C13	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C14	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16

<b>C-3</b>	C15	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C16	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C17	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C18	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C19	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>C-3</b>	C20	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>TOTAL</b>									<b>3.20 m2</b>

Elaborado por los autores

$$\sum ACI = 0 \quad m^2$$

$$\sum AC2 = 3.20 \quad m^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_j) * R_j\}$$

## Cálculo de Gi y Ri:

Tabla 78

Valores de Gi y Ri en la evaluación del quinto (b) piso en dirección X

Nº	Item	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo – ancho	0.8	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$

$$SD = 1$$

## Cálculo del T:

Tabla 79

Resultados del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro en la evaluación del quinto (b) piso en dirección X

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	<b>0.9</b>
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	1
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	1
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

**Valor de Is:**

Tabla 80

Cálculo del Is para el quinto (b) piso en dirección x

Eo	=	0.096
SD	=	1
T	=	0.9
<b>Is</b>	=	<b>0.167</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\mathbf{Iso = Eso * Z * G * U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa(perú)}{Sa(japón)}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$\mathbf{Is} < \mathbf{Iso}$$

$$0.167 < 0.21$$

**INSEGURO**



## I) Desarrollo del quinto (b) piso en Y

**Cálculo del Is:**

$$I_s = E_o * S_D * T$$

*Donde*

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$S_D$  = índice de configuración estructural

$T$  = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de  $E_o$ :**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 81

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del quinto (b) piso en dirección Y

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.186</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	5
<b><math>\alpha_3</math></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.292
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del  $C_c$ :**

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 82

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del quinto (b) piso en dirección Y

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.292</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2300	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	883.2	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	3.20	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 83

Características de las columnas del quinto (b) piso en dirección Y

Sección típico	Columnas	h	b	D	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-3	C1	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C2	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C3	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C4	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C5	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C6	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C7	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C8	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C9	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C10	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C11	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C12	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C13	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C14	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C15	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C16	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C17	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C18	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C19	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16

C-3	C20	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>TOTAL</b>								<b>3.20 m2</b>	

Elaborado por los autores

$$\sum AC1 = 0 \quad m^2$$

$$\sum AC2 = 3.20 \quad m^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 84

Valores de Gi y Ri en la evaluación del quinto (b) piso en dirección Y

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo – ancho	0.31	1	0.5
3	Contracción en planta	0.75	0.9	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 0.95$$

$$SD = 0.95$$

### Cálculo del T:

Tabla 85

Resultados del índice T para diferentes causa y tipos de deterioro en la evaluación del quinto (b) piso en dirección Y

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	<b>0.9</b>
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	1
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	1
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

### Valor de Is:

Tabla 86

Cálculo del Is para el quinto (b) piso en dirección Y

Eo	=	0.186
SD	=	0.95
T	=	0.9
<b>Is</b>	=	<b>0.159</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa_{(perú)}}{Sa_{(japón)}}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$I_s < Iso$$

$$0.159 < 0.21$$

INSEGURO

### m) Desarrollo del sexto (a) piso en X

**Cálculo del Is:**

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$S_D$  = Índice de configuración estructural

$T$  = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de  $E_o$ :**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 87

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del sexto (a) piso en dirección X

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.423</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	6
<b><math>\alpha_3</math></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Por las columnas no cortas de hormigón armado	=	0.726
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del  $C_c$ :**

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 88

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del quinto (a) piso en dirección X

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.726</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2300	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	354.8	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	3.20	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 89

Características de las columnas del sexto (a) piso en dirección X

Sección típico	Columnas	H	b	D	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-3	C1	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C2	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C3	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C4	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C5	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C6	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C7	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C8	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C9	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C10	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C11	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C12	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C13	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C14	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C15	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C16	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C17	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C18	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16

C-3	C19	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C20	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>TOTAL</b>								<b>3.20 m2</b>	

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$\sum AC1 = 0 \quad m^2$$

$$\sum AC2 = 3.20 \quad m^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_j) * R_j\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 90

Valores de Gi y Ri en la evaluación del sexto (a) piso en dirección X

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo – ancho	4.87	1	0.5
3	Contracción en planta	0.81	1	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$

$$SD = 1$$



### Cálculo del T:

Tabla 91

Resultados del índice T para diferentes causa y tipos de deterioro en la evaluación del sexto (a) piso en dirección X

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	<b>0.9</b>
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	1
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	1
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

### Valor de Is:

Tabla 92

Cálculo del Is para el sexto(a) piso en dirección X

Eo	=	0.423
SD	=	1
T	=	0.9
<b>Is</b>	=	<b>0.381</b>

Elaboración los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\mathbf{Iso = Eso * Z * G * U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa_{(perú)}}{Sa_{(japón)}}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$\mathbf{Is} \quad > \quad \mathbf{Iso}$$

$$0.381 \quad \quad \quad 0.21$$

**SEGURO**

## n) desarrollo del sexto (a) piso en Y

### Cálculo del $I_s$ :

$$I_s = E_o * SD * T$$

Donde:

$E_o$  = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

$SD$  = índice de configuración estructural

$T$  = Índice de deterioro de la edificación

### Cálculo de $E_o$ :

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 93

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del sexto (a) piso en dirección Y

<b>Eo</b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.42</b>
<b>Np</b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	6
<b><math>\alpha_3</math></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>Cc</b>	=	Por las columnas no cortas de hormigón armado	=	0.776
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

### Cálculo del $C_c$ :

$$C_c = \frac{f'_c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 94

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas del sexto(a) piso en dirección Y

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.726</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2300	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	699.92	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	3.20	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 95

Características de las columnas del sexto (a) piso en dirección Y

Sección típico	Columnas	h	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-3	C1	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C2	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C3	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C4	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C5	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C6	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C7	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C8	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C9	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C10	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C11	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C12	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C13	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C14	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C15	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C16	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C17	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C18	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C19	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16

C-3	C20	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>TOTAL</b>								<b>3.20 m2</b>	

Elaborado por los autores

$$\sum AC1 = 0 \quad \text{m}^2$$

$$\sum AC2 = 3.20 \quad \text{m}^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 96

Valores de Gi y Ri en la evaluación del sexto (a) piso en dirección Y

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	0.25	1	0.5
3	Contracción en planta	0.74	0.9	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 0.95$$

$$SD = 0.95$$

### Cálculo del T:

Tabla 97

Resultados del índice T para diferentes causa y tipos de deterioro en la evaluación del seto(a) piso en dirección Y

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	<b>0.9</b>
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	1
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	1
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

### Valor de Is:

Tabla 98

Cálculo del Is para el sexto (a) piso en dirección Y

<b>Eo</b>	=	0.424
<b>SD</b>	=	0.95
<b>T</b>	=	0.9
<b>Is</b>	=	<b>0.362</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(\text{perú})}}{I_{so(\text{japón})}} = \frac{Sa_{(\text{perú})}}{Sa_{(\text{japón})}}$$

$$\frac{I_{so(\text{perú})}}{I_{so(\text{japón})}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(\text{perú})}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(\text{perú})} = 0.2141$$

$$I_s > I_{so}$$

$$0.362 > 0.21$$

**SEGURO**

## o) Desarrollo del sexto (b) piso en X

**Cálculo del Is:**

$$I_s = E_o * SD * T$$

Donde:

E<sub>o</sub> = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

SD = índice de configuración estructural

T = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de E<sub>o</sub>:**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 99

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del sexto (b) piso en dirección X

<b>E<sub>o</sub></b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.452</b>
<b>N<sub>p</sub></b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	6
<b>α<sub>3</sub></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – columnas	=	1
<b>C<sub>c</sub></b>	=	Columnas no cortas de hormigón armado	=	0.775
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004



### Cálculo del Cc:

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 100

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del sexto (b) piso en dirección X

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.775</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2300	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	282.41	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	2.72	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 101

Características de las columnas del sexto (b) piso en dirección X

Sección típico	Columnas	H	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-3	C1	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C2	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C3	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C4	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C5	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C6	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C7	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C8	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C9	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C10	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C11	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C12	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C13	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C14	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C15	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16

C-3	C16	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C17	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>TOTAL</b>								<b>2.72 m2</b>	

Elaboración los autores

$$\sum AC1 = 0 \quad m^2$$

$$\sum AC2 = 2.72 \quad m^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 102

Valores de Gi y Ri en la evaluación del sexto (b) piso en dirección X

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	0.31	1	0.5
3	Contracción en planta	1	1	0.5
4	Atrio o patio interior		-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$q_i = 1$$

$$SD = 1$$

### Cálculo del T:

Tabla 103

Resultados del índice T para diferentes causa y tipos de deterioro en la evaluación del sexto (b) piso en dirección X

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	<b>0.9</b>
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	1
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	1
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

### Valor de Is:

Tabla 104

Cálculo del Is para el sexto (b) piso en dirección X

Eo	=	0.452
SD	=	1
T	=	0.9
<b>Is</b>	=	<b>0.407</b>

Elaborado por los autores

**Cálculo del índice Iso:**

$$\mathbf{Iso = Eso * Z * G * U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa_{(perú)}}{Sa_{(japón)}}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$\mathbf{Is} > \mathbf{Iso}$$

$$0.407 > 0.21$$

**SEGURO**

**p) desarrollo del sexto (b) piso en Y**

**Cálculo del Is:**

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

E<sub>o</sub> = Índice sísmico básico de comportamiento estructural

S<sub>D</sub> = índice de configuración estructural

T = Índice de deterioro de la edificación

**Cálculo de E<sub>o</sub>:**

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_3 * C_c * F$$

Tabla 105

Cálculo del índice básico de comportamiento estructural para la evaluación del sexto (b) piso en dirección Y

<b>E<sub>o</sub></b>	=	<b>Índice sísmico básico de comportamiento estructural</b>	=	<b>0.452</b>
<b>N<sub>p</sub></b>	=	Número de pisos del edificio	=	6
<b>I</b>	=	Nivel que se evalúa	=	6
<b>α<sub>3</sub></b>	=	Factor de reducción de la capacidad resistente – Columnas	=	1
<b>C<sub>c</sub></b>	=	Por las columnas no cortas de hormigón armado	=	0.775
<b>F</b>	=	Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

**Cálculo del Cc:**

$$C_c = \frac{f'_c}{200} * \frac{10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$$

Tabla 106

Cálculo del índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado para la evaluación del sexto (b) piso en dirección Y

<b>Cc</b>	=	<b>Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas</b>	=	<b>0.775</b>	
<b>f'c</b>	=	Resistencia a la compresión del concreto (*)	=	2300	Tn/m <sup>2</sup>
<b>Wj</b>	=	Peso del piso (**)	=	282.41	Tn
$\sum AC1$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es < 6	=	0	m <sup>2</sup>
$\sum AC2$	=	Hormigón armado donde la relación h y D es > 6	=	2.72	m <sup>2</sup>

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

(\*) ver anexo 03

(\*\*) ver anexo 04

Tabla 107

Características de las columnas del sexto (b) piso en dirección Y

Sección típico	Columnas	h	b	d	ho	D	(ho/D)	Para condición	Área
C-3	C1	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C2	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C3	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C4	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C5	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C6	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C7	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C8	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C9	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C10	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C11	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C12	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C13	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C14	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16

C-3	C15	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C16	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
C-3	C17	4.05	0.4	0.4	3.15	0.4	7.875	AC2	0.16
<b>TOTAL</b>								<b>2.72 m2</b>	

Elaborado por los autores

$$\sum AC1 = 0 \quad m^2$$

$$\sum AC2 = 2.72 \quad m^2$$

**Cálculo de SD:**

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$$

**Cálculo de Gi y Ri:**

Tabla 108

Valores de Gi y Ri en la evaluación del sexto (b) piso en dirección Y

Nº	Ítem	valor	Gi	Ri
1	Regularidad	a1	1	1
2	Relación largo - ancho	0.31	1	0.5
3	Contracción en planta	0.53	0.9	0.5
4	Atrio o patio interior	-	-	-
5	Excentricidad de Atrio	-	-	-
6	Subterráneo	-	-	-
7	Junta de dilatación	-	-	-
8	Uniformidad de altura de piso	1	1	0.5

Elaborado por los autores en base al OPS 204

$$q_i = 0.95$$

$$SD = 0.95$$

### Cálculo del T:

Tabla 109

Resultados del índice T para diferentes causa y tipos de deterioro en la evaluación del sexto (b) piso en dirección Y

<b>T1</b>	=	El edificio no presenta signos de deformación	=	<b>0.9</b>
<b>T2</b>	=	Grietas visibles en columnas	=	1
<b>T3</b>	=	No ha experimentado incendio	=	1
<b>T4</b>	=	No se almacenan sustancias químicas	=	1
<b>T5</b>	=	Daño estructural ligero o no estructural	=	1

Elaborado por los autores en base al OPS 2004

$$T = 0.9$$

### Valor de Is:

Tabla 110

Cálculo del Is para el sexto (b) piso en dirección Y

<b>Eo</b>	=	0.452
<b>SD</b>	=	0.95
<b>T</b>	=	0.9
<b>Is</b>	=	<b>0.387</b>

Elaborado por los autores



**Cálculo del índice Iso:**

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

**Comparación según códigos peruano y japonés (ver anexo v):**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{Sa_{(perú)}}{Sa_{(japón)}}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2141$$

$$I_s > I_{so}$$

$$0.387 > 0.21$$

**SEGURO**

## 4.2 Análisis Dinámico Lineal del Pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque

A continuación, se desarrollará el trabajo de investigación donde los procedimientos, las características, los criterios y resultados son desarrollados mediante el software ETABS y la norma E-030.

### 4.2.1 Norma Utilizada

La Norma técnica Peruana E.030, en el 2007, menciona que el “Diseño Sismo resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. De acuerdo a esto y cumpliendo con la disposición, para el análisis dinámico lineal estipulado en dicha normativa se procedió al análisis con los parámetros estipulados en la norma vigente”. (p.10)

### 4.2.2 Descripción

Para el pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque se realizó el modelo matemático mediante el software ETABS 2018, el mismo que ayuda a la presentación de la estructura mediante un modelo tridimensional computacional.

Los valores que se utilizan para la resistencia del concreto  $f'c$  son aquellos que se obtuvieron mediante el ensayo de esclerometría, así como el expediente técnico y planos del hospital. Obteniéndose Lo siguiente: Concreto:  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

En la Tabla 111, se indica la información necesaria para el estudio de la estructura del pabellón C y F.

Tabla 111  
Descripción del Hospital Regional de Lambayeque

Estructura Principal del Pabellón C y F.	
Número de pisos	6
Altura de entrepiso	4.05 m
Resistencia de compresión del concreto ( $f'c$ )	210 kg/cm <sup>2</sup>
Sistema estructural	Pórticos de concreto armado

Elaborado por los autores

### 4.2.3 Carga viva

La carga viva de la estructura también es considerada como sobrecarga de uso, ya que el valor que se usa para el cálculo está en función de la ocupación a la que será destinada la edificación.

Tabla 112  
Carga viva según su uso

<b>Hospitales</b>	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)

Fuente: Norma E-020

A continuación, se observa de una manera más detallada las sobrecargas de los niveles:

Sobrecarga piso 6= 150 kg/m<sup>2</sup>.

Sobrecarga piso 5= 300 kg/m<sup>2</sup>.

Sobrecarga piso 4= 300 kg/m<sup>2</sup>.

Sobrecarga piso 3= 300 kg/m<sup>2</sup>.

Sobrecarga piso 2= 300 kg/m<sup>2</sup>.

Sobrecarga piso 1= 300 kg/m<sup>2</sup>.

#### 4.2.4 Carga muerta por peso propio de la estructura

El programa ETABS 2016 se encarga del cálculo del valor de la carga permanente por el peso propio de la estructura del pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque. Esta información se encuentra ligada al peso de los elementos de la estructura como son: columnas, vigas, losas, nervios. El peso específico del concreto es de 2.4 Tn/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.5. Modelado con el programa ETABS 2016

Lo primero en definir será la retícula en tres dimensiones respetando las alturas de las plantas y los espacios entre ejes en las dos direcciones (Figura 14). Esta retícula sirve como referencia cuando se requiera dibujar a los elementos estructurales, es decir, es la creación de un espacio de trabajo.

The image shows three data tables from the ETABS 2016 software interface:

- X Grid Data:** A table with columns: Grid ID, X Spacing (m), Visible, and Bubble Loc. It lists grids A through F with spacings of 7.4m and 7.2m.
- Y Grid Data:** A table with columns: Grid ID, Y Spacing (m), Visible, and Bubble Loc. It lists grids 5 through 10 with spacings of 7.2m, 7.2m, 7.4m, 7m, 7.5m, and 7m.
- Story Data:** A table with columns: Story, Height m, Elevation m, Master Story, Similar To, Splice Story, Splice Height m, and Story Color. It lists stories 1 through 6 with heights of 4.05m and elevations ranging from 4.05m to 24.3m.

Figura 14: Distancias entre ejes y altura de pisos de la edificación

Fuente: Software etabs 2016.

#### a) Definición de las propiedades de los materiales

Conforme a la información que se tiene la estructura fue diseñada con un concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  tanto en columnas, vigas y losa aligerada; por lo que se procede a crear un material con estas características en el programa.

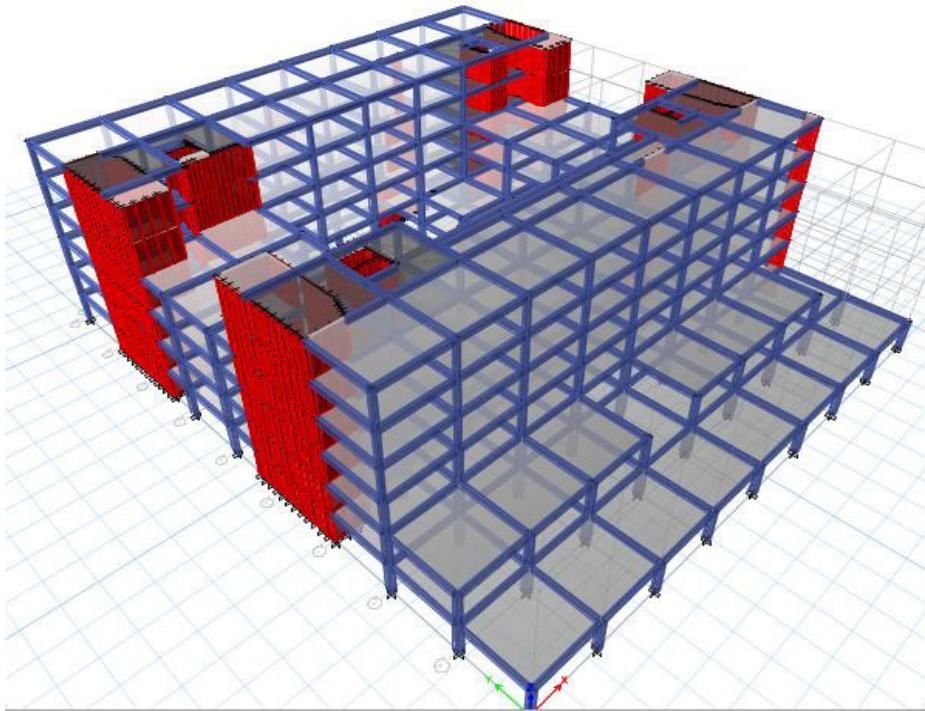


Figura 15: Vista de todos los elementos del pabellón C y F en el programa ETABS 2016

Fuente: Software Etabs 2016

## b) Definición de cargas

Para la definición de cargas se sigue el procedimiento Define- Load Patterns en el programa genera una ventana donde se procede a definir el nombre y tipo de carga. Las cargas que se usan en el modelo son: Peso Propio, Carga Viva de Entrepiso, Carga Viva de Techo, Carga muerta, Sismos estáticos tanto en el eje X como el eje Y.

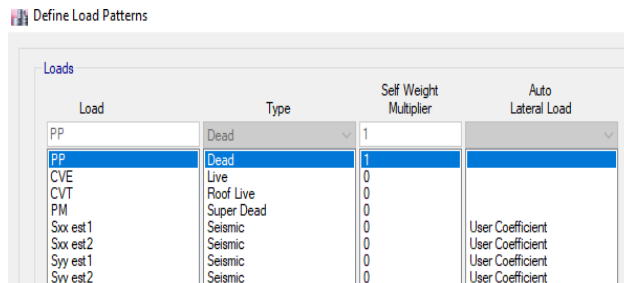


Figura 16: Definición de cargas en el programa ETABS 2016

Fuente: Software Etabs 2016

## c) Asumimos que la estructura es regular

Para realizar el espectro de diseño de acuerdo a lo especificado se usa los parámetros que indica la Norma Técnica Peruana E.030 “Diseño Sismo resistente”; La tabla 113 muestra el Factor de Reducción con sus respectivas irregularidades tanto en planta como en altura que como dato inicial asumiremos que es regular.

Tabla 113

Valores para determinar el factor de reducción

<b>R =</b>	<b>la*Ip*Ro</b>
<b>la =</b>	1
<b>Ip =</b>	1
<b>Ro =</b>	7
<b>R =</b>	7

Elaborado por los autores

Los periodos de vibración de la estructura obtenidos del Etabs mostrada en la figura 17 del pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque son los siguientes:

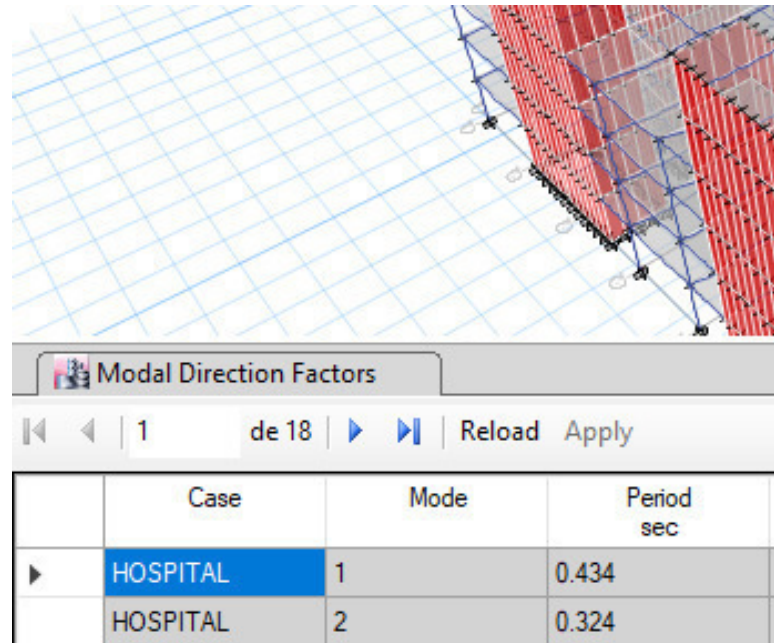


Figura 17: Periodo de vibración de la estructura obtenidas por el Etabs 2016

Fuente: Software Etabs 2016

El periodo en el eje X es 0.434, y el periodo en la dirección Y es 0.324; ambos periodos están muy cerca del periodo fundamental obtenida según la Norma E-030, ya que ambas se acercan a 0.405.

A continuación, en la figura 18 Y 19 se observa de una manera más detallada los modos de vibración de la estructura del pabellón C Y F mediante el ETABS en las direcciones X e Y.

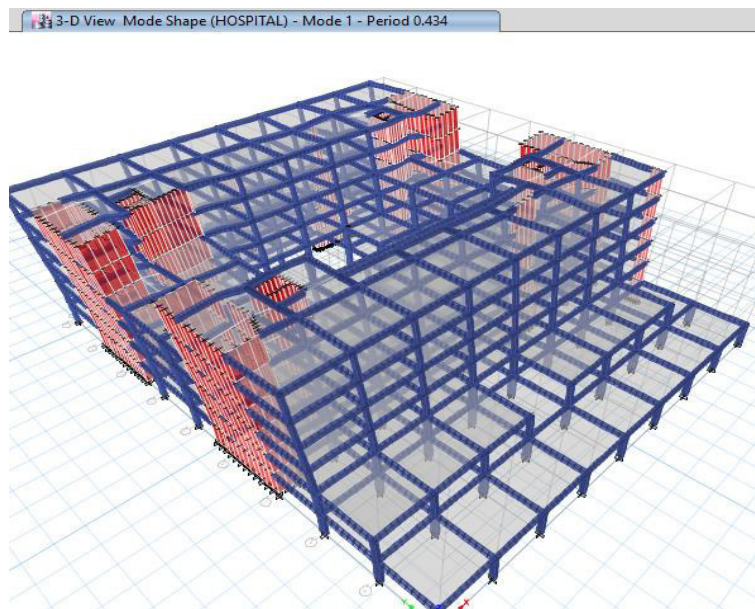


Figura 18: Modo 1 de Vibración de la Estructura del Pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque  
Fuente: Software Etabs 2016.

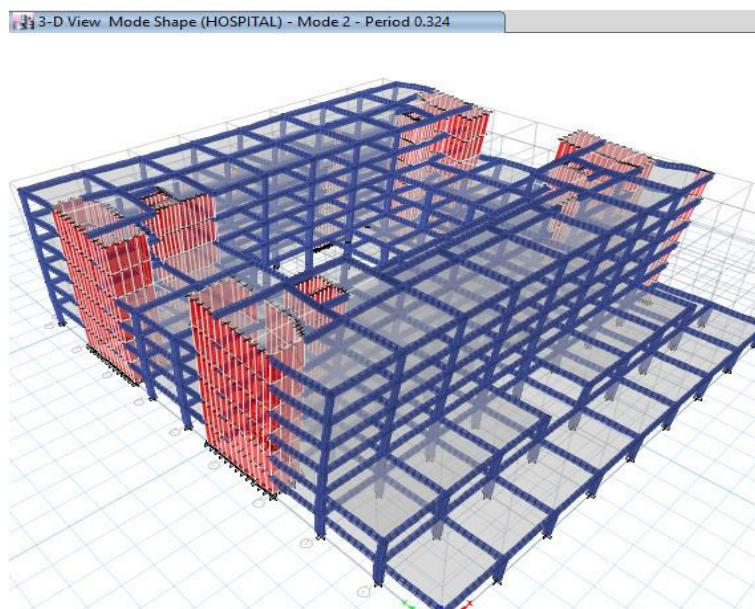


Figura 19: Modo 2 de Vibración de la Estructura del Pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque  
Fuente: Software Etabs 2016



**d) Cálculos para determinar la cortante en la dirección x-y**

Para determinar los cortantes en la dirección x-x y dirección y-y del Hospital Regional de Lambayeque, se debe tener en cuenta los parámetros de la Norma E- 030, 2017.

Tabla 114

Cortante de la base y muros en la dirección X-X del sector C y F del Hospital Regional de Lambayeque

	ESTÁTICO (Tnf)	CORTANTE QUE ABSORBEN LOS MUROS (Tnf)	CORTANTE QUE ABSORBEN LAS COLUMNAS (Tnf)	
$V_{xx}$	-4534.20	-4241.2771	-292.9208	<b>R</b>
% $V_{xx}$	100.00 %	93.54 %	6.46 %	<b>6</b>

Elaborado por los autores

Tabla 115

Cortante de la base y muros en la dirección Y-Y del sector C y F del Hospital Regional de Lambayeque

	ESTÁTICO (Tnf)	CORTANTE QUE ABSORBEN LOS MUROS (Tnf)	CORTANTE QUE ABSORBEN LAS COLUMNAS (Tnf)	
$V_{yy}$	-4534.20	-3889.8391	-644.3589	<b>R</b>
% $V_{yy}$	100.00 %	85.79 %	14.21 %	<b>6</b>

Elaborado por los autores

$V_m/V_t \geq$	70%
	R=6

La norma indica que para muros estructurales el porcentaje que absorben los muros debe ser mayor a 70%; y para sistema dual la fuerza cortante que deben tomar los muros debe estar entre 20% y 70% del cortante en la base del edificio.

Por lo tanto, el  $R=6$ , ya que el cortante que absorbe los muros es mayor a 70% como lo especifica la norma E-030.

**e) Nuevamente asumimos que la estructura es regular, pero con  $R=6$ , que es el verdadero R.**

El  $R=6$  ya está determinado, sin embargo, ahora con este R real se determinará la regularidad de la estructura, para ello la norma E.030-

la = irregularidad estructural en altura.

lp = Irregularidad estructural en planta.

$$R = la * lp * Ro = 6$$

$$la = 1$$

$$lp = 1$$

$$Ro = 6$$

**LOCALIDAD:**

Z =	0.45	<b>Factor de zona</b>	(Ver tabla N°1 de la norma E030)
S =	1.1	<b>Factor de amplificación</b>	(Ver tabla N°3 de la norma E030)
U =	1.5	<b>Factor de uso</b>	(Ver tabla N°5 de la norma E030)
R =	7	<b>Sistema estructural</b>	(Ver tabla N°7 de la norma E030)

Se calculó el nuevo ZUCS/R para colocar este dato en el software Etabs.

$$Tx=0.434, Ty=0.324, Tp=1, Tp=1.6$$

Se colocó en el software Etabs el nuevo  $s_{xx}$  est1,  $s_{xx}$  est2,  $s_{yy}$  est1,  $s_{yy}$  est2 el valor de 0.30938 como se indica en la figura 20.

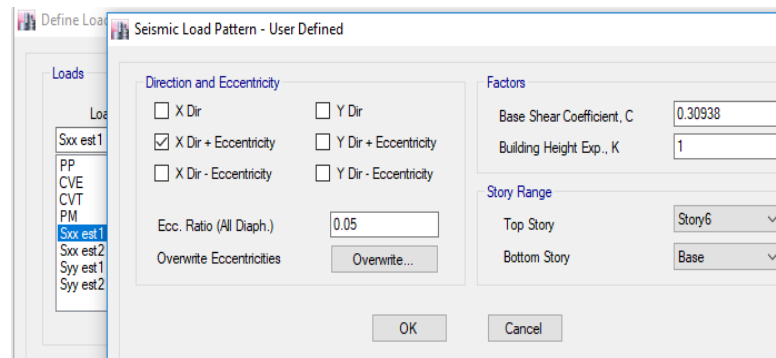


Figura 20: Colocación de nuevo coeficiente C en los sismos estáticos

Fuente: Software Etabs 2016

A continuación, se halló las distorsiones con este nuevo factor C, obteniéndose los resultados en la figura 22:

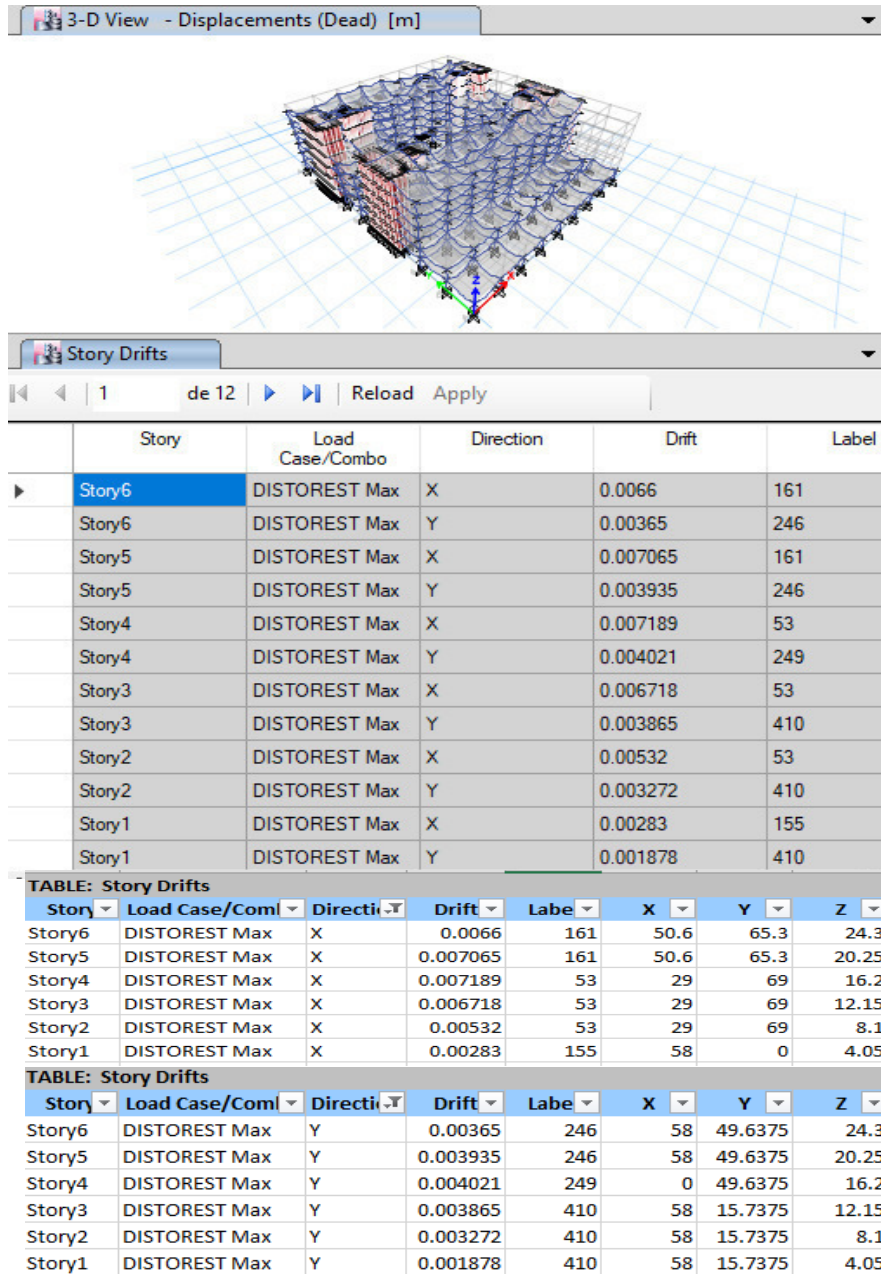


Figura 22: Distorsiones del Pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque

Fuente: Software Etabs 2016

A continuación, en la figura 116 se mostrará las cortantes y fuerzas obtenidas del Etabs, del Hospital Regional de Lambayeque.

Tabla 116  
Cortantes y fuerzas Obtenidas del Etabs 2016

Story	H	VX	VY	Fx	Fy
6	4.05	-802.6825	-802.6825	802.68	802.68
5	4.05	-1965.1251	-1965.1251	1162.44	1162.44
4	4.05	-3195.6877	-3195.6877	1230.56	1230.56
3	4.05	-4120.6301	-4120.6301	924.94	924.94
2	4.05	-4877.1791	-4877.1791	756.55	756.55
1	4.05	-5289.9546	-5289.9546	412.78	412.78

Elaborado por los autores

A continuación, en la tabla 117 se mostrará los desplazamientos relativos, absolutos y distorsiones del Hospital Regional de Lambayeque.

Tabla 117  
Desplazamientos relativos y absolutos y distorsiones del Hospital Regional de Lambayeque

N	H	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS		N	H	DESPLAZAMIENTOS ABSOLUTOS		N	H	DISTORSIONES	
		X	Y			X	Y			1	X
6	4.05	0.0267	0.0148	6	4.05	0.1447	0.0835	6	4.05	0.0066	0.00365
5	4.05	0.0286	0.016	5	4.05	0.118	0.0687	5	4.05	0.00707	0.00394
4	4.05	0.0291	0.0163	4	4.05	0.0893	0.053	4	4.05	0.00719	0.00402
3	4.05	0.0272	0.0157	3	4.05	0.0602	0.0365	3	4.05	0.00672	0.00387
2	4.05	0.0216	0.0133	2	4.05	0.0330	0.0209	2	4.05	0.00532	0.00327
1	4.05	0.0115	0.0076	1	4.05	0.0115	0.0076	1	4.05	0.00283	0.00188

Elaborado por los autores

**f) Del Etabs sacamos el centro de masas y rigideces**

A continuación, se determina la masa de diafragma del Hospital Regional de Lambayeque. En la tabla 118 se muestra los diafragmas obtenidos.

Tabla 118

Masa por cada diafragma obtenido del Etabs

N	Masa X e Y	Y
6	57.566	mi/(mi+1)
5	112.864	1.7608
4	292.452	1.3097
3	294.82	1.0081
2	363.267	1.2322
1	396.67	1.0920

Elaboración los autores

**g) Del Etabs sacamos el diafragma por piso**

Del Software Etabs recogemos datos de desplazamiento máximo para determinar si tiene irregularidad en planta como se indica la figura 23.

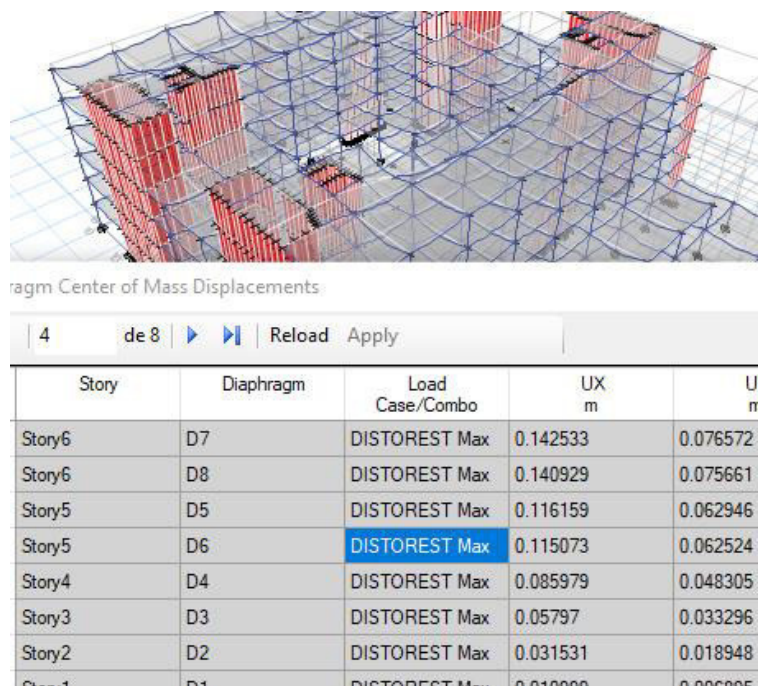


Figura 23: Desplazamientos de diafragma

Fuente: Software Etabs 2016

En la tabla 119 se aprecia el desplazamiento máximo de centro de masas y rigideces obtenidas del Etabs:

Tabla 119  
Desplazamientos de diafragma y centros de masa

		<b>x</b>	<b>y</b>
<b>6A</b>	D8	0.14093	0.07657
<b>6B</b>	D7	0.14253	0.07566
<b>5A</b>	D6	0.11507	0.06295
<b>5B</b>	D5	0.11616	0.06252
<b>4</b>	D4	0.08598	0.04831
<b>3</b>	D3	0.05797	0.0333
<b>2</b>	D2	0.03153	0.01895
<b>1</b>	D1	0.011	0.0069

Elaborado por los autores

En la tabla 120 se aprecia las irregularidades en planta del Hospital Regional de Lambayeque.

Tabla 120  
Irregularidad en planta del Hospital Regional de Lambayeque

N	H	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS		MAXIMO RELATIVO		Desp. perm	0.5des p per	RELATIVO PROMEDIO		CONDICION	
		X	Y	X	Y			X	Y		
6	4.0	0.026	0.0148	0.026	0.014	0.028	0.0142	0.026	0.014	1	1
5	4.0	0.028	0.0159	0.028	0.015	0.028	0.0142	0.028	0.015	1	1
4	4.0	0.029	0.0163	0.029	0.016	0.028	0.0142	0.029	0.016	1	1
3	4.0	0.027	0.0157	0.027	0.015	0.028	0.0142	0.027	0.015	1	1
2	4.0	0.02	0.0133	0.02	0.01	0.02	0.014	0.02	0.01	1	1
1	4.0	0.01	0.0076	0.01	0.00	0.02	0.014	0.01	0.00	1	1

Elaborado por Los autores

Por lo tanto:

$$R = I_a * I_p * R_o$$

$$I_a = 0.5$$

$$I_p = 0.85$$

$$R_o = 6$$

$$R = 2.55$$

El R obtenido es  $R=2.55$

$$C_x = 2.5$$

$$C_y = 2.5$$

$$KX' = 1.00$$

$$KY' = 1.00$$

$$V_x = 0.7279 \quad *P_{sis}$$

$$V_y = 0.7279 \quad *P_{sis}$$

Cuyo  $ZUCS/R=0.7279$ , la cual la colocaremos en el Etabs.



En la figura 24 y 25, se determinan el coeficiente “C” de la base del Hospital Regional de Lambayeque en la excentricidad X y la excentricidad Y.

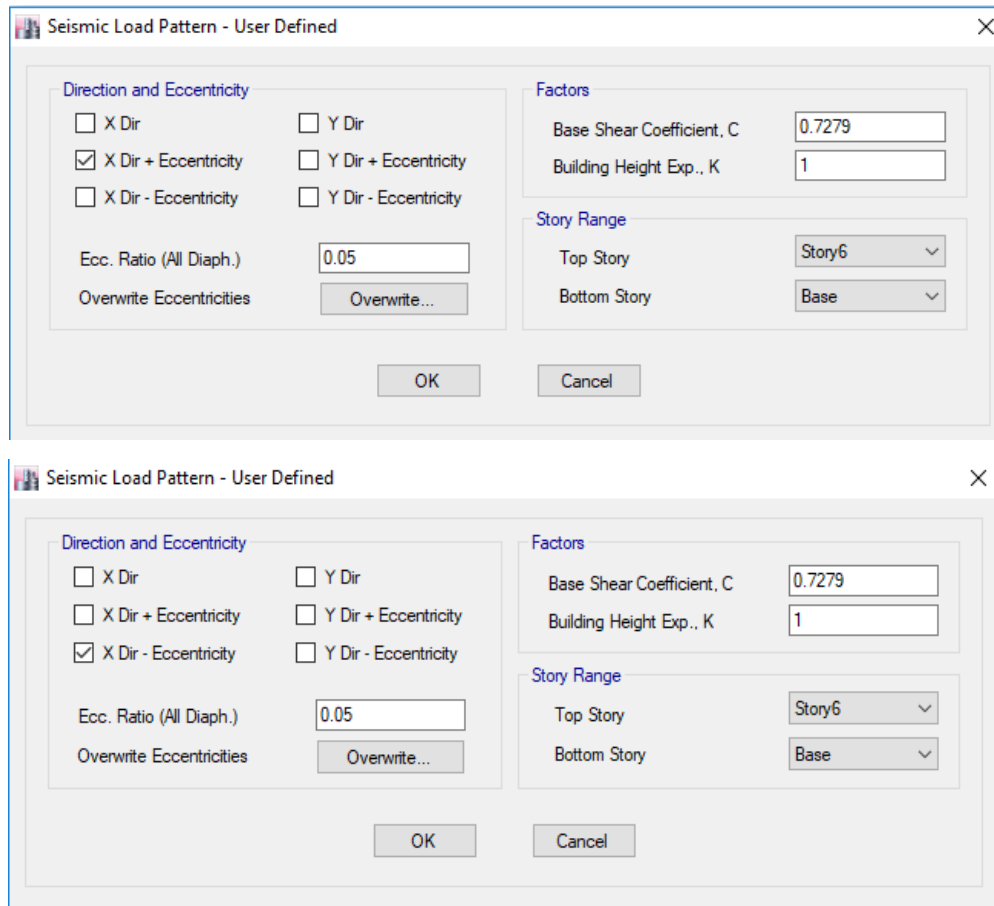


Figura 24: Definición del coeficiente C de la base del Hospital Regional de Lambayeque en la excentricidad X

Fuente: Software Etabs 2016

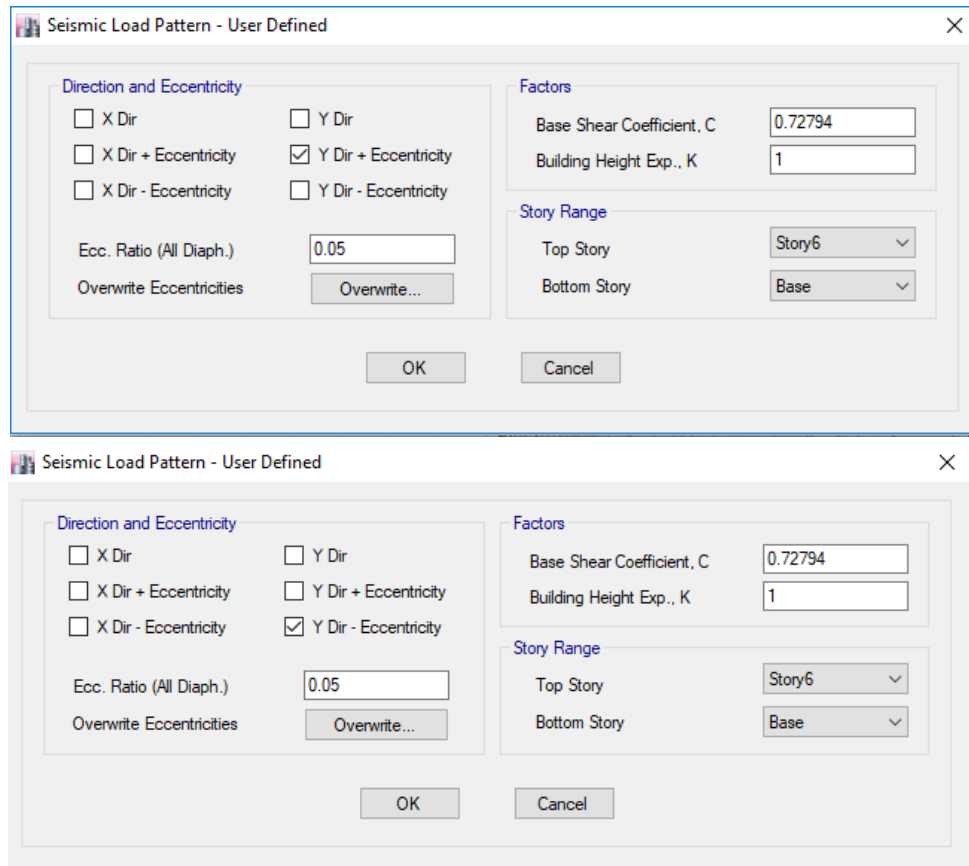


Figura 25: Definición del coeficiente C de la base del Hospital Regional de Lambayeque en la excentricidad Y  
Fuente: Software Etabs 2016

Tabla 121  
Centro de masas y rigideces del pabellón C y F del Hospital  
Regional de Lambayeque

N	H	Masa	Peso	CM		CR		Es		eacc	
				Xcm	Ycm	Xcr	Ycr	exx	eyy	eaccxx	eaccyy
8	4.05	57.57	564.72	29.11	21.88	29.14	35.96	-0.037	-14.08	2.9	3.265
7	4.05	69.25	679.36	28.95	57.04	28.89	43.75	0.0627	13.29	2.9	3.265
6	4.05	110.44	1083.38	29.05	22.20	29.06	38.05	-0.0063	-15.85	2.9	3.265
5	4.05	112.86	1107.20	28.88	57.30	28.92	42.04	-0.0448	15.26	2.9	3.265
4	4.05	292.45	2868.96	29.14	40.43	28.95	40.19	0.1958	0.24	2.9	3.265
3	4.05	294.82	2892.18	28.92	43.13	28.86	40.20	0.0529	2.93	2.9	3.265
2	4.05	363.27	3563.65	28.87	39.70	28.77	40.19	0.1051	-0.49	2.9	3.265
1	4.05	396.67	3891.33	30.37	32.86	28.65	40.12	1.718	-7.25	2.9	3.265

Elaborado por los autores

**g) Las distorsiones estáticas obtenidas del Etabs son:**

Colocando el R correspondiente que es 2.55, nos sale las siguientes distorsiones.

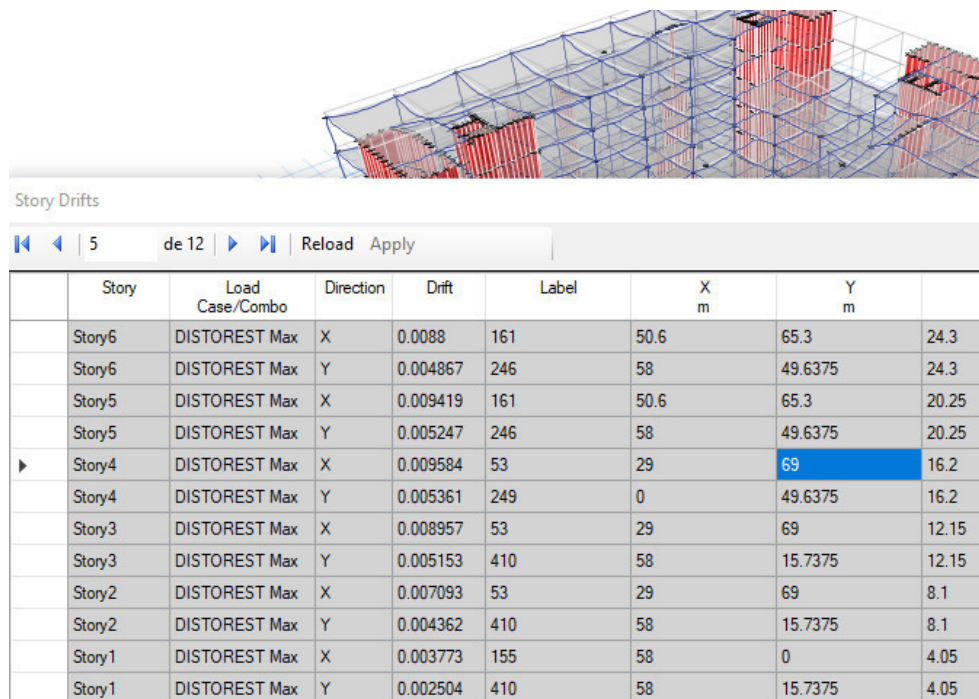


Figura 26. Distorsión Estática del pabellón C y F del Hospital  
Regional de Lambayeque  
Fuente: Software Etabs 2016

## h) Las distorsiones dinámicas obtenidas del Etabs

Colocando el R correspondiente que es 2.55, nos sale las siguientes distorsiones.

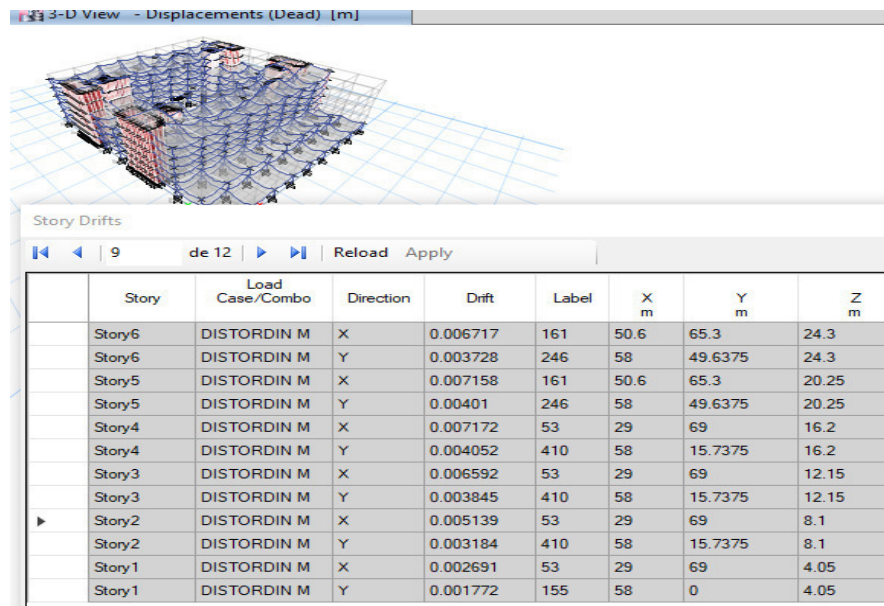


Figura 27. Distorsión Dinámica del pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque

Fuente: Software Etabs 2016

En la tabla 122, se determinan Distorsión y Desplazamiento Relativo Dinámico del pabellón C y F de los seis niveles del Hospital Regional de Lambayeque.

Tabla 122

Distorsión y Desplazamiento Relativo Dinámico del pabellón C y F del Hospital Regional de Lambayeque

NIVEL	h	R-INL				Elástico	
		Dxx	Dyy	$\Delta rx$	$\Delta ry$	$\Delta rx$	$\Delta ry$
6	4.05	0.006717	0.003728	0.0272	0.0151	0.0107	0.0059
5	4.05	0.007158	0.00401	0.0290	0.0162	0.0114	0.0064
4	4.05	0.007172	0.004052	0.0290	0.0164	0.0114	0.0064
3	4.05	0.006592	0.003845	0.0267	0.0156	0.0105	0.0061
2	4.05	0.005139	0.003184	0.0208	0.0129	0.0082	0.0051
1	4.05	0.002691	0.001772	0.0109	0.0072	0.0043	0.0028

Elaborado por los autores en base del software Etabs 2016

### i) Cálculos del Pseudodesplazamiento

Cómo se puede apreciar en la tabla 123 se determinó los pseudodesplazamientos con el software Etabs 2016.

Tabla 123  
Cálculos del Pseudodesplazamiento

<b>T</b>	<b>W</b>	<b>C</b>	<b>Sa</b>	<b>Sv</b>	<b>Sd</b>
(seg)			(m/s <sup>2</sup> )	(m/s)	(m)
0	0	2.5	7.141	0	0
0.1	62.832	2.5	7.141	0.11365	0.00181
0.2	31.416	2.5	7.141	0.22731	0.00724
0.3	20.944	2.5	7.141	0.34096	0.01628
0.4	15.708	2.5	7.141	0.45462	0.02894
0.5	12.566	2.5	7.141	0.56827	0.04522
0.6	10.472	2.5	7.141	0.68193	0.06512
0.7	8.976	2.5	7.141	0.79558	0.08863
0.8	7.854	2.5	7.141	0.90923	0.11577
0.9	6.981	2.5	7.141	1.02289	0.14652
1	6.283	2.5	7.141	1.13654	0.18089
1.1	5.712	2.2727	6.492	1.13654	0.19897
1.2	5.236	2.0833	5.951	1.13654	0.21706
1.3	4.833	1.9231	5.493	1.13654	0.23515
1.4	4.488	1.7857	5.101	1.13654	0.25324
1.5	4.189	1.6667	4.761	1.13654	0.27133
1.6	3.927	1.5625	4.463	1.13654	0.28942
1.7	3.696	1.3841	3.954	1.06969	0.28942
1.8	3.491	1.2346	3.526	1.01026	0.28942
1.9	3.307	1.108	3.165	0.95709	0.28942
2	3.142	1	2.856	0.90923	0.28942
2.1	2.992	0.907	2.591	0.86594	0.28942
2.2	2.856	0.8264	2.361	0.82658	0.28942
2.3	2.732	0.7561	2.160	0.79064	0.28942
2.4	2.618	0.6944	1.984	0.75769	0.28942
2.5	2.513	0.64	1.828	0.72739	0.28942
2.6	2.417	0.5917	1.690	0.69941	0.28942
2.7	2.327	0.5487	1.567	0.67351	0.28942

Elaborado por los autores en base del software Etabs 2016

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN Y APLICACIÓN**

#### **5.1 vulnerabilidad estructural método cualitativo**

La presente tesis ha tenido como uno de sus propósitos principales dar a conocer la vulnerabilidad estructural para determinar la seguridad sísmica, concluyendo luego de un análisis e interpretación de resultados con respecto a la vulnerabilidad estructural.

Para evaluar los parámetros del método de Hirosawa, se realizó una revisión general a la estructura del Hospital Regional. Con los resultados obtenidos de La evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa se determina la capacidad resistente, la configuración estructural, deterioro de la edificación y daños anteriores de la edificación, con el nivel de sollicitación demandado por los sismos que representa el peligro sísmico en condiciones locales donde se ubica la edificación. Por consiguiente, los resultados obtenidos se muestran la tabla 124.

Tabla 124

Resultados obtenidos de índice de resistencia en las dos direcciones (xx-yy) sísmica por el método Hirosawa

Nivel	Eo-XX	SD-XX	T -XX	Is-xx
6(b)	0.452	1.00	0.9	0.407
6(a)	0.423	1.00	0.9	0.381
5(b)	0.186	1.00	0.9	0.167
5(a)	0.177	1.00	0.9	0.159
4	0.175	1.00	0.8	0.140
3	0.172	1.00	0.9	0.155
2	0.168	0.95	0.8	0.127
1	0.170	0.88	0.8	0.120

Nivel	Eo-yy	SD-yy	T -yy	Is-yy
6(b)	0.452	0.95	0.9	0.387
6(a)	0.424	0.95	0.9	0.362
5(b)	0.186	0.95	0.9	0.159
5(a)	0.177	0.95	0.9	0.152
4	0.241	1.00	0.8	0.193
3	0.246	1.00	0.8	0.197
2	0.192	0.95	0.8	0.146
1	0.422	0.88	0.8	0.297

Elaborado por los autores

Observando los datos de los resultados del índice de resistencia por el método de Hirosawa observamos que el Hospital Regional de Lambayeque es inseguro ante un evento sísmico en lo que es resistencia, pero en medida que algunos pisos presentan seguridad, esto es debido a la suma de las áreas de columnas de hormigón armado donde la relación entre altura libre y el ancho es menor que seis y el poco peso que soporta algunos elementos estructurales, esto evidencia que ante mayor rigurosidad en el método, los resultados que se obtendrá serán más confiables y ponen en caso más desfavorable la estructura, siguiendo la tendencia a ser más vulnerable ante un evento sísmico. Por lo tanto, la vulnerabilidad estructural con esta evaluación del método de Hirosawa resulta inseguro.

A continuación, se muestra la tabla 125 los resultados obtenidos por el método Hirosawa

Tabla 125  
Resultado de la seguridad sísmica por el método Hirosawa

Nivel	Isx	Isy	Iso	Dirección X	Dirección Y
6B	0.407	0.387	0.210	Seguro	Seguro
6A	0.381	0.362	0.210	Seguro	Seguro
5B	0.167	0.159	0.210	Inseguro	Inseguro
5A	0.159	0.152	0.210	Inseguro	Inseguro
4	0.140	0.193	0.210	Inseguro	Inseguro
3	0.155	0.197	0.210	Inseguro	Inseguro
2	0.127	0.146	0.210	Inseguro	Inseguro
1	0.120	0.297	0.210	Inseguro	Seguro

Elaborado por los autores

## 5.2 Vulnerabilidad estructural método cuantitativo

En esta tesis no solo se ha calculado la seguridad sísmica con el método Hirosawa, sino que adicional a ella se ha realizado también un modelamiento en el software Etabs 2016 para determinar si sus derivas o distorsiones cumplen con la norma E -030, en caso que no cumpliera la edificación sería vulnerable.

El análisis del programa Etabs 2016 aplicando a este software la norma peruana E- 030 el Hospital Regional de Lambayeque también sale vulnerable; sus límites de distorsiones estáticas y dinámicas de entrepisos en el eje X sobrepasan al 0.007, mientras que en el eje Y si cumple los límites de distorsiones de entrepiso; por lo tanto, el hospital Regional de Lambayeque según el método Hirosawa y según el modelamiento en el programa etabs 2016 resulta vulnerable. En la figura 28 se observa los resultados de la distorsión estática y dinámica:



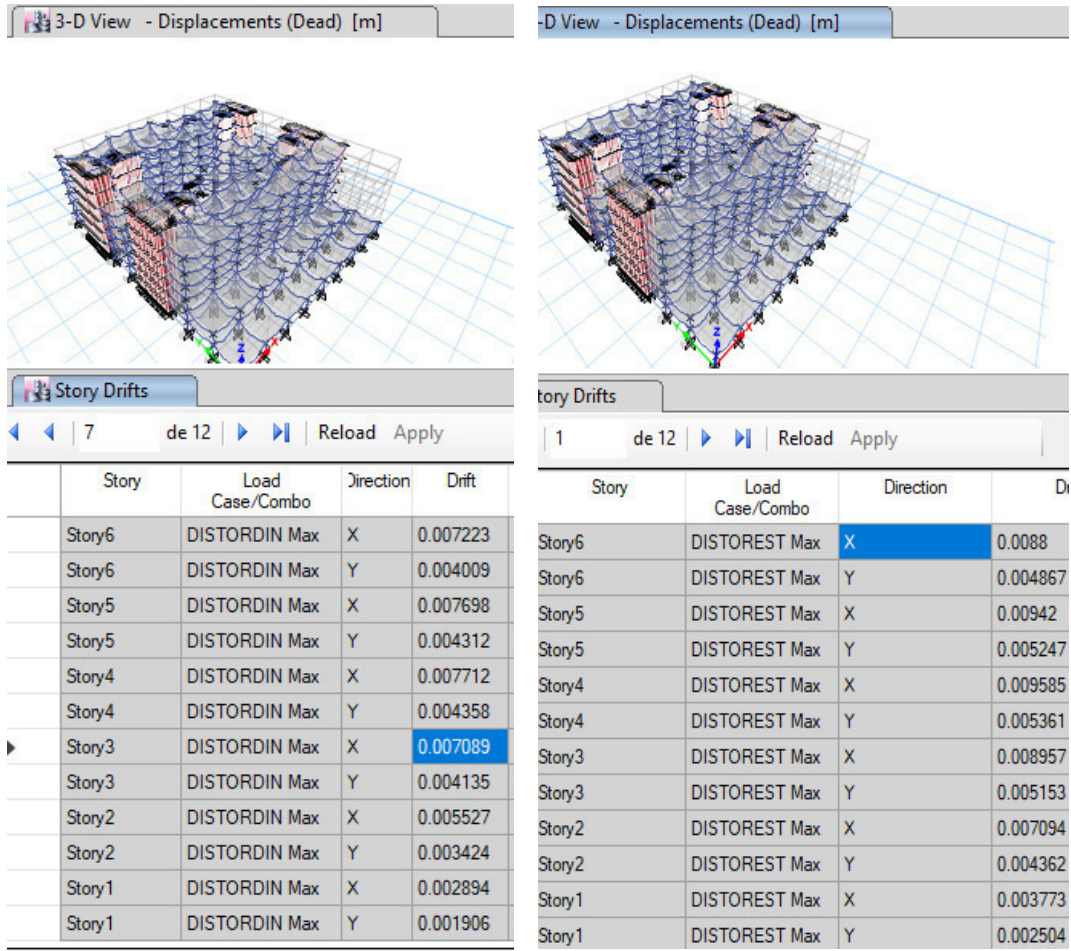


Figura 28. Resultado de distorsión estática y dinámica

Fuente: Software Etabs 2018

## CONCLUSIONES

Las cinco conclusiones siguientes versan sobre el análisis de investigación y constituyen los aportes más importantes de este trabajo.

1) La evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa, demuestra que el Hospital Regional de Lambayeque es inseguro, ya que el índice de resistencia sísmica del 1° al 5° piso resulta inseguro y solo seguro el 6° piso, esto respecto a la dirección “X”; mientras que en la dirección “Y”, resultan inseguros del 2° al 5° piso, y seguros los pisos 1° y 6°, se rechaza la hipótesis general planteada.

2) Los resultados de configuración estructural se esperaban más altos por la condición de la edificación, su regularidad en planta, relación largo y ancho, contracción de planta, pero después de un juicioso estudio y una detallada aplicación del método, los resultados obtenidos son valores pequeños en los pisos inferiores.

3) Se realizó la evaluación del deterioro de la edificación del Hospital Regional de Lambayeque en base a la información existente de la deformación permanente, grietas en columnas, incendios, usos, tipo de daño estructural, esta información sirvió para el criterio de la clasificación de daños asociados a la estructura.

4) Se observó que los resultados bajos obtenidos de comportamiento básico estructural del Hospital Regional de Lambayeque fueron ocasionados por el área transversal de los elementos verticales (columnas), esta relación resultó perjudicial dado que las áreas son muy pequeñas. La capacidad de resistencia

sísmica del Hospital Regional de Lambayeque puede estar condicionada por la resistencia de las columnas.

5) Se procedió a recolectar la información de las condiciones de terreno como estudio de suelos y estudio topográfico del Hospital Regional de Lambayeque y se estudió la norma peruana y la norma japonesa para relacionarlas entre sí y así calcular el índice de demanda sísmica.

## **RECOMENDACIONES**

Después de analizar profundamente las conclusiones de la investigación, se procedió a dar las siguientes 6 recomendaciones.

1) Promover los estudios expuestos del método Hirosawa en diferentes instituciones ya que es un método confiable, práctico y que está oficializado actualmente en Japón, realizar el estudio más detallado a todas las estructuras vulnerables y plantear propuestas de reforzamiento.

2) Hacer una comparación y análisis del método Hirosawa con la norma peruana e introducir algunos parámetros de este método al Reglamento Nacional de Edificaciones.

3) Realizar un análisis profundo del índice de configuración estructural de acuerdo a las tablas que proporciona el método Hirosawa para calcular de manera correcta el índice de resistencia sísmica.

4) Adicionar disipadores sísmicos en los niveles más críticos para aumentar la resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque

5) Realizar una investigación para determinar el índice de resistencia demandado o juicio estructural de manera más analítica y tomar en cuenta el cambio de la norma E.030- 2018, así como el tipo de suelo de acuerdo a la región del país en la que se vaya a construir.

6) Tomar en cuenta los resultados de esta investigación para empezar a reforzar el hospital ya que son vitales para salvar vidas ante eventos sísmicos.

## FUENTES DE DONSULTA

Abanto Valdivia, S. Y Cárdenas Cruz, D.J. (2015). Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica Aplicando el Método de Benedetti-Petrini en las Instituciones Educativas del Centro Histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región la Libertad, Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego.

Barbat, A. (1998). Riesgo Sísmico en el Diseño de Edificios, Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, España

Bertero, V. (1992). Lecciones Aprendidas de Terremotos Catastróficos Recientes, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España

Bonnet, R. (2003). Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de Edificios - Aplicación a Entornos Urbanos en Zonas de Amenaza Alta y Moderada, Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, España.

CISMID, 2005. Bases Técnicas para la Estimación de Pérdidas con Fines de Seguros de Terremoto. Informe preparado para la APESEG y la SBS, Lima.

ETABS información general (2016). Obtenido de CSI Computers & Structures. Inc.: <http://www.csiespana.com/software/5/etabs>.

Gallego, M. (2000). "Estimación de Movimientos Fuertes en Colombia", Tesis de posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gonzales Toyco, C. y Veli Segovia, A. (2016). Evaluación del Comportamiento Sísmico de una Edificación con Sistema MDL (Muros de Ductilidad Limitada), aplicando la NTP E030-2016 y la norma chilena 433-2012. Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería Civil.

Hernández, M. (2016). Vulnerabilidad Sísmica de Edificios del Campus Mocambo de la Universidad Veracruzana, Tesis de posgrado, Universidad de Veracruzana.

Hirosawa, M. (1988), "Evaluation of Seismic Safety and Guidelines on Seismic Retrofitting Design of Existing Reinforced Concrete Buildings", Tokyo, 1976, VI Seminar on Seismology and Earthquake Engineering for Structural Engineers.

Hirosawa, M. (1992), Retrofitting and Retraction of Building in Japan, IISEE, Tsukaba, Japón.

Iglesias, J. (1986), "Evaluación de la Capacidad Sísmica de Edificios en la Ciudad de México", Secretaría de Obras, México.

INDECI, 2003. "Microzonificación de la Ciudad de Chiclayo y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastres", Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Lambayeque.

INDECI, 2001. "Microzonificación de la Ciudad de Chiclayo y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastres", Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Lambayeque.

Luna Victoria, V. (1998), Determinación del Índice de Juicio Estructural Iso, para el Método de Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Hirosawa". Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Mattos, F. (2014). Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica del Edificio Municipal del Distrito de Rio Negro a Través del Método de Hirosawa. Universidad Nacional de Ingeniería, Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería

Organización Panamericana de la Salud (2004), "Fundamentos para la Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud".

Reglamento Nacional de Edificaciones; E.02, E.030, E.050, E.060 Y E.070, SENCICO.

Quiroz Peche, L.R & Vidal Abelino, L.R. (2015). Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica Estructural en Edificaciones Conformadas por Sistemas a Porticados y de Albañilería Confinada en el Sector de la Esperanza Parte Baja – Trujillo. 2014, Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego.

Sepúlveda, A. (1997). Estimación Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de los Hospitales San Juan de Dios de Curicó, Tesis de pregrado, Universidad de México.

SENCICO NTE E.030, 2018. Norma de Diseño Sismorresistente, Lima.

Tavera, H. & Buforn, E., 2001. Source Mechanism of Earthquakes in Peru. Journal of Seismology, 54, pp. 519-539.

Vizconde C., Adalberto (2004.), Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Un Edificio Existente: Clínica San Miguel, Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura, Perú.

## ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo N° 01</b> Matriz de consistencia	186
<b>Anexo N° 02</b> Cálculo del índice Is	188
<b>Anexo N° 03</b> Resistencia a la comprensión axial de probetas	200
<b>Anexo N° 04</b> Metrado de cargas	212
<b>Anexo N° 05</b> Ensayo de estándar de penetración	245
<b>Anexo N° 06</b> Cálculo del juicio estructural Iso	250
<b>Anexo N° 07</b> Panel fotográfico	259
<b>Anexo N° 08</b> Constancia de aprobación H.R.L	262
<b>Anexo N° 09</b> Planos del Hospital Regional de Lambayeque	264



**Anexo N° 01**  
Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISENO METODOLÓGICO
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cuál es la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital regional de Lambayeque?</p> <p><b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Cómo evaluar la configuración estructural aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque?</p> <p>¿Cuál es el deterioro de la edificación aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque?</p> <p>¿Cuál es el comportamiento básico estructural aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque?</p> <p>¿Cómo evaluar las condiciones del terreno aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de resistencia demandada del Hospital Regional de Lambayeque?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Evaluar la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital regional de Lambayeque.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Evaluar la configuración estructural aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque.</p> <p>Evaluar el deterioro de la edificación aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque.</p> <p>Evaluar el comportamiento básico estructural aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de resistencia sísmica del hospital regional de Lambayeque.</p> <p>Evaluar condición del terreno aplicando el método Hirosawa para determinar el índice de demanda sísmica del hospital regional de Lambayeque.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>La evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque el cual resulta seguro.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>La evaluación de la configuración estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determina el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque cuyo valor en todos los pisos es 1.</p> <p>La evaluación del deterioro de la edificación aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, cuyo valor en todos los pisos es 1.</p> <p>La evaluación del comportamiento básico estructural aplicando el método Hirosawa permitirá determinar el índice de resistencia sísmica del Hospital Regional de Lambayeque, cuyo valor en todos los niveles tiene un rango de 0.1 al 0.45.</p> <p>La evaluación de la condición del terreno aplicando el método Hirosawa permitirá determina el índice de demanda sísmica del Hospital Regional de Lambayeque cuyo valor es 0.22</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE (X)</b></p> <p><b>VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL</b></p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE (Y)</b></p> <p><b>SEGURIDAD SÍSMICA</b></p>	<p><b>v.independiente (x1):</b></p> <p>CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL</p> <p><b>v. independiente (x2):</b></p> <p>DETERIORO DE LA EDIFICACIÓN</p> <p><b>v. independiente (x3):</b></p> <p>COMPORTAMIENTO BÁSICO ESTRUCTURAL</p> <p><b>v. independiente (x4):</b></p> <p>CONDICIÓN DEL TERRENO</p> <p><b>v. dependiente (y1):</b></p> <p>ÍNDICE DE RESISTENCIA SÍSMICA</p> <p><b>v. dependiente (y2):</b></p> <p>ÍNDICE DE DEMANDA SÍSMICA</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p><b>cuantitativa:</b> ya que se trata de cuantificar en valores contables, medibles y la medición de las variables.</p> <p><b>Explicativa:</b> ya que el estudio en campo busca hallar si existe relación entre la vulnerabilidad sísmica de la edificación y un planteamiento para la mejora de un desempeño sismo resistente.</p> <p><b>diseño de la investigación:</b> <b>no experimental:</b> porque se realiza sin manipular deliberadamente las variables, lo que se hace es observar en el hospital regional de Lambayeque.</p> <p><b>transversal:</b> Porque los datos son recolectados en un solo momento, en un tiempo único y el propósito y el propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en el momento dado.</p> <p><b>Descriptivo:</b> Porque ubicaremos las variables y procederemos a determinar la incidencia de los niveles de variable en el caso de investigación.</p>

**Anexo N° 02**  
Cálculo del Índice Is

## CÁLCULO DEL ÍNDICE IS

A continuación, se presenta el cálculo del índice IS dado por la Organización Panamericana de la Salud, en su informe denominado Fundamentos para la Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud del 2004.

Este índice se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Donde:

Eo: Índice sísmico básico de comportamiento estructural.

SD: índice de configuración estructural.

T: índice de deterioro de la edificación.

### Cálculo de Eo

Al aplicar el primer nivel de evaluación, el término Eo se determina a partir de un cálculo simple de la resistencia última de corte de cada piso. Esta resistencia se calcula para cada dirección de la planta por la suma de los productos del área de la sección transversal de un muro o columna y de su resistencia de corte, reduciendo este producto por un factor ( $\alpha_i$ ) que considera la presencia de elementos que alcanzan su resistencia a un nivel de deformación menor que el resto de los elementos sismo resistentes como, por ejemplo, columnas cortas o muros de albañilería, reforzados o no, si se comparan con muros o columnas de hormigón armado.(p.141)

El índice Eo es proporcional al producto del coeficiente de resistencia (C) y del de ductilidad (F).

$$E_o \propto C * F \quad ec.2$$

Para el cálculo de Eo, la OPS (2004) “todo elemento o subestructura vertical que forma parte de la estructura sismo resistente debe clasificarse en alguna de las categorías siguientes”. (p.141):

- Columnas cortas de hormigón armado. Son todas las columnas en las que la relación  $h_o/D$ , entre la altura libre ( $h_o$ ) y el ancho de la sección transversal ( $D$ ), es igual o menor que 2. El comportamiento sísmico de estas columnas está controlado por una falla de corte frágil que se caracteriza por el reducido nivel de deformación en el que se alcanza la resistencia y por la baja capacidad de deformación inelástica. Para establecer la altura libre se ha considerado la presencia de los elementos arquitectónicos que reducen la altura de la columna en la medida en que no se aíslen de ella.
- Columnas de hormigón armado. Son todas las columnas en las que la relación  $h_o/D$  es mayor que 2.
- Muros de hormigón armado. Son los elementos de hormigón armado con una sección transversal en que la relación entre el lado mayor y el lado menor de la sección transversal es mayor que 3.
- Muros de relleno de albañilería. Son aquellos muros de albañilería, normalmente con escaso o ningún refuerzo, ubicados en el interior de los vanos de la subestructura resistente (pórticos) sin aislarlos de ella.
- Muros de albañilería armada o muros de albañilería confinada con elementos esbeltos de hormigón armado, pilares y cadenas.
- Adicionalmente la OPS (2004) indica que Los muros considerados corresponden a aquellos muros que se han diseñado y construido en forma tal que puedan transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior y a la fundación; no se consideran aquellos muros que solo resisten las cargas provenientes de su propio peso, como son parapetos y tabiques de relleno o divisorios aislados de la estructura sismo resistente. (p.141).
- Esta clasificación debe hacerse para determinar la resistencia y para atender la menor capacidad de deformación inelástica y capacidad de disipación de energía que presentan algunos elementos como, por ejemplo, las columnas cortas y los muros de albañilería de relleno sin refuerzo, cuando el comportamiento sísmico está controlado por ellos. (OPS 2004, p.142).

El índice  $E_o$  se calcula con la ec

uación siguiente:

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

Donde:

$\alpha_i$ : Factor de reducción de la capacidad resistente de acuerdo con el nivel de deformación en que alcanzan la resistencia los elementos que controlan el comportamiento sísmico. Los valores de estos factores se entregan en la Tabla 5 cuando la capacidad sísmica está controlada por los elementos más frágiles (Tipo A), los menos frágiles (Tipo B) y los dúctiles (Tipo C) respectivamente.

$n_p$ : Número de pisos del edificio.

$i$ : Nivel que se evalúa.

$C_{mar}$ : Índice de resistencia proporcionada por los muros de relleno de albañilería

$C_{sc}$ : Índice de resistencia proporcionada por las columnas cortas de hormigón armado.

$C_a$ : Índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería no reforzada o parcialmente confinada.

$C_{ma}$ : Índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería confinada.

$C_w$ : Índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado.

$C_c$ : Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado.

$F$ : Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales.  $F = 1,0$  si  $C_{mar}$ ,  $C_a$  y  $C_{sc}$  son iguales a cero.  $F = 0,8$  si  $C_{mar}$ ,  $C_a$  y  $C_{sc}$  son distintos de cero.

“En caso de que los muros de albañilería confinada controlen la capacidad resistente, el valor de  $F$  es igual a 1,0 considerando la capacidad de deformación inelástica que se logra con los elementos de confinamiento”. (OPS,2004, p.143)

La capacidad sísmica debe calcularse en primer lugar considerando la falla de elementos más frágiles; sin embargo, si la falla de este grupo no produce inestabilidad del sistema, la capacidad sísmica debe calcularse considerando el próximo grupo y despreciando la resistencia de los elementos que han fallado. (OPS, 2004, p.143)

Tabla 1  
Valores de los coeficientes  $\alpha_i$ .

Tipo	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	Modo de Falla
<b>A</b>	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	Muros de rellenos de albañilería o columnas cortas o muros de albañilería no reforzada y parcialmente confinada o muros de albañilería confinada controlan la falla.
<b>B</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>	Muros de hormigón armado controlan la falla.
<b>C</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	Columnas de hormigón armado controlan la falla.

Fuente: OPS 2004

El término  $\frac{(n_p+1)}{(n_p+i)}$  considera la relación entre el coeficiente de corte basal y el coeficiente de corte del piso  $i$ , cuando estos esfuerzos de corte se establecen en función del peso del edificio por sobre el nivel considerado.

Establece la OPS (2004), menciona que los índices de resistencia ( $C_i$ ) se han determinado considerando las características de refuerzo de los muros de hormigón armado construidos en Chile (cuantía y modalidad de refuerzo), lo que incorpora modificaciones en las expresiones propuestas por Hirosawa e Iglesias. Para los muros de albañilería se usa la resistencia propuesta por Iglesias para los muros de relleno (muros tipo diafragma) y la resistencia de agrietamiento diagonal recomendada para los muros de albañilería confinada. (p.143)

Las ecuaciones usadas son:

$$C_{mar} = \frac{0,6*0,85*\tau_o \sum A_{mar}}{\sum_{j=i}^{np} W_j} \quad \text{ec.4}$$

$$C_{sc} = \frac{f'c}{200} * \frac{15*\sum A_{sc}}{\sum_{j=i}^{np} W_j} \quad \text{ec.5}$$

$$C_{ma} = \frac{0,6*(0,45*\tau_o+0,25*\sigma_o)*\sum A_{ma}}{\sum_{j=i}^{np} W_j} \quad \text{ec.6}$$

$$C_a = C_{ma}$$

$$C_w = \frac{f'c}{200} * \frac{30*\sum A_{m1}+20*\sum A_{m2}+12*\sum A_{m3}+10*\sum A_{m4}}{\sum_{j=i}^{np} W_j} \quad \text{ec.7}$$

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{30*\sum A_{c1}+7*\sum A_{c2}}{\sum_{j=i}^{np} W_j} \quad \text{ec.8}$$

Donde:

$f'c$  = Resistencia cilíndrica a la compresión del hormigón.

$\sum A_{mar}$  = Suma de las áreas de los muros de relleno de albañilería del piso en evaluación en la dirección analizada.

$\sum A_{sc}$  = Suma del área de las columnas cortas de hormigón armado del piso en evaluación.

$\sum A_{ma}$  = Suma de las áreas de los muros de albañilería confinada del piso en evaluación en la dirección analizada.

$\sum A_{m1}$  = Suma de las áreas de los muros de hormigón armado del piso en evaluación con columnas en ambos extremos, con cuantía de refuerzo horizontal igual o mayor que 1,2% y una esbeltez (HIL) del muro mayor que 2. En estos muros la resistencia al corte está controlada por la resistencia de aplastamiento de la diagonal comprimida debido a su alta cuantía de refuerzo horizontal.

$\sum A_{m2}$  = Suma de las áreas de los muros de hormigón armado del piso en evaluación con columnas en ambos extremos y cuantía de refuerzo horizontal



mínima. En estos muros la resistencia al corte es proporcionada principalmente por la armadura horizontal.

$\sum A_{m3}$  = Suma de las áreas de los muros de hormigón armado del piso en evaluación, sin columnas o con una columna en alguno de sus extremos, una esbeltez del muro igual o menor que 2 y una cuantía de armadura mínima. En estos muros la resistencia al corte está definida por la carga de agrietamiento diagonal del hormigón, debido a su reducida cuantía de armadura de refuerzo.

$\sum A_{m4}$  = Suma de las áreas de los muros de hormigón armado del piso en evaluación, sin columnas o con una columna en alguno de sus extremos y una esbeltez del muro mayor que 2. En estos muros la resistencia al corte está dada por las ecuaciones de la norma ACI-318.

$\sum A_{c1}$  = Suma de las áreas de las columnas de hormigón armado donde la relación entre la altura libre (h) y el ancho (D) es menor que 6.

$\sum A_{c2}$  = Suma de las áreas de las columnas de hormigón armado donde la relación entre la altura libre (h) y el ancho (D) es igual o mayor que 6.

$W_j$  = Peso del piso j.

$\tau_o$  = Resistencia básica de corte de la albañilería.

$\sigma_o$  = Tensión normal debida al esfuerzo axial que producen las cargas verticales de peso propio y las sobrecargas de uso.

$L$  = Largo del muro.

$H$  = Altura del piso si L es igual o mayor que 3 metros o altura libre del muro si L es menor que 3 m.

En estas ecuaciones las áreas se deben expresar en cm<sup>2</sup>, las resistencias y tensiones en kg/cm<sup>2</sup> y los pesos en kgf. Los coeficientes que acompañan a las áreas corresponden a la resistencia al corte de los diferentes tipos de elementos que forman el sistema sismo resistente, expresados en kgf/cm<sup>2</sup>. (OPS, 2004, p.147).

## Cálculo de SD

OPS (2004) “Este coeficiente cuantifica la influencia de las irregularidades de la configuración estructural y de la distribución de rigidez y de masa en el comportamiento sísmico de la edificación” (p.147).

La información para calcular SD se obtiene principalmente de los planos arquitectónicos y se complementa con visitas a terreno. Las características del edificio que se consideran en la determinación de este coeficiente son regularidad de la planta, relación largo-ancho de la planta, estrangulaciones de la planta, espesor de las juntas de dilatación, dimensiones y ubicación de patios interiores, existencia de subterráneo, uniformidad de la altura de los pisos, excentricidad de rigidez en planta, irregularidades de la distribución de las masas y de la rigidez de entrepiso de los pisos en altura, etc. (OPS, 2004, p.147).

Hirosawa propone calcular SD cuando se usa el primer nivel de evaluación de vulnerabilidad con la ecuación siguiente:

$$S_D = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad \text{ec.9}$$

Donde:

$$q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\} \text{ para } i = 1, 2, 3, 4, 5, 7,6 \text{ y } 8$$

Los valores de Gi y Ri recomendados por Hirosawa se indican en la tabla 2.5:

Tabla 2  
Valores de  $G_i$  y  $R_i$ .

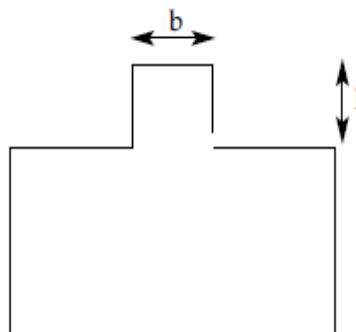
ITEMS (qi)	Gi			Ri
	1,0	0.9	0.8	
1.Regularidad: ai	Regular (a1)	Mediano (a2)	Irregular (a3)	1,0
2.Relación largo – ancho: B=n/m	B <5	5 < B <8	B >8	0,5
3. Contratación de planta c=d1/do	0,8 < c	0,5 < C < 0,8	C < 0,5	0,5
4. Atrio o patio interior	Rap=0,1	0,1 < Rap < 0,3	0,3 < Rap	0,5
Excentricidad de Atrio o patio interior	f1=0,4 f2=0,1	f1 > 0,4 0,1 < f2 < 0,3	0,4 < f1 0,3 < f2	0,25
6. Subterráneo	1,0 < Ras	0,5 < Ras < 1,0	Ras < 0,5	1,0
7. Junta de dilatación	0,01 < s	0,005 < s < 0.01	s < 0.005	0,5
8. Uniformidad de altura de piso	0,8 < Rh	0,7 < Rh < 0,8	Rh < 0,7	0,5

Fuente: OPS 2004

La descripción de cada una de las características se entrega a continuación:

**1. Regularidad ai:**

a1: La planta es simétrica en cada dirección y el área de salientes es menor o igual al 10% del área total de la planta. Estas salientes, son consideradas en el caso que  $l/b \geq 0,5$ .



Fuente: OPS 2004

a2: La planta no es regular, y el área de salientes es igual o menor que el 30% del área de la planta. Dentro de esta categoría se encuentran las plantas tipo L, T, U y otras.

a3: La planta es más irregular que el caso a2, y el área de salientes es mayor que el 30% del área de la planta.

## 2. Relación largo - ancho, B:

Razón entre la dimensión mayor y menor de la planta. En las plantas tipo L, T, U u otras se considera el lado mayor como  $2 \cdot l$ , para  $l$  indicado en la (figura 12).

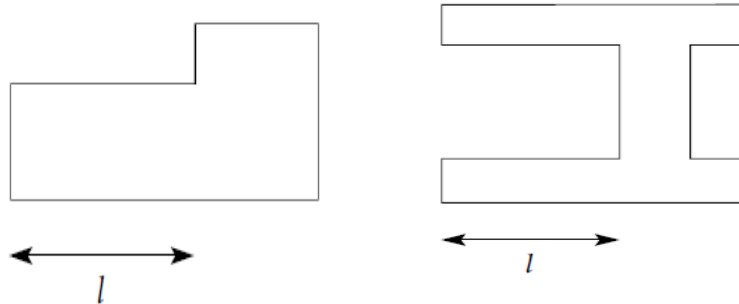


Figura 12: Relación largo ancho

Fuente: OPS 2004

## 3. Contracción de planta, c:

Sucede cuando en cualquiera de los niveles, se reduce el área de la losa de piso desde el borde hasta el interior.

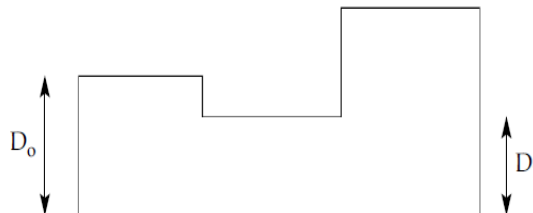


Figura 13: Contracción de planta.

Fuente: OPS 2004

## 4. Atrio o patio interior, Rap

Razón entre el área del atrio y el área total de la planta, incluida el área del atrio. Sin embargo, una caja de escaleras estructurada con muros de hormigón armado no se considera en este análisis.

## **5. Excentricidad de Atrio o patio interior, f**

f1: Razón entre la distancia del centro de la planta al centro del atrio y la longitud menor de la planta.

f2: Razón entre la distancia del centro de la planta al centro del atrio y la longitud mayor de la planta.

## **6. Subterráneo, Ras**

Razón entre el área promedio de la planta de los subterráneos y el área promedio de la planta del edificio.

## **7. Junta de dilatación, s**

Este criterio se aplica a edificios que tienen juntas de dilatación.

Razón entre el espesor de la Junta de dilatación sísmica y la altura del nivel sobre el suelo donde se encuentra.

## **8. Uniformidad de altura de piso, Rh**

Razón entre la altura del piso inmediatamente superior al analizado y la altura de este. Para el caso del piso superior, el piso inmediatamente superior de esta ecuación es reemplazado por el piso inmediatamente inferior.

Según Hirosawa, el valor de SD se calcula usando el valor más desfavorable entre los obtenidos para la característica en los diferentes pisos, valor que se asume como representativo del edificio completo.

## **Cálculo de T**

Este índice cuantifica los efectos que produce el deterioro de la estructura, debido al paso del tiempo o bien a la acción de sismos pasados u otras acciones que puedan haberla afectado. El índice se calcula a partir de la información obtenida de las visitas al edificio y de la información que proporcione el propietario. (OPS 2004, p.150).

El índice T se determina con la tabla 7; considerando que se usa un valor único del índice T para el edificio, este valor debe corresponder al menor valor obtenido.

Tabla 3

Valores del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro.

<b>Deformación permanente (T1)</b>	
<b>Característica</b>	<b>T1</b>
El edificio presenta inclinación debido a asentamiento diferencial.	0,7
El edificio está construido sobre relleno artificial.	0,9
El edificio ha sido reparado debido a deformaciones presentadas anteriormente	0,9
Tiene visible deformación de vigas o columnas.	0,9
No presenta signos de deformación.	1,0

<b>Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo (T2)</b>	
<b>Característica</b>	<b>T2</b>
Presenta filtraciones con corrosión visible de armaduras.	0,8
Presenta grietas inclinadas visibles en columnas.	0,9
Presenta grietas visibles en muros.	0,9
Presenta filtraciones, pero sin corrosión de armaduras.	0,9
Nada de lo anterior.	1,0

<b>Incendios (T3)</b>	
<b>Característica</b>	<b>T2</b>
Ha experimentado incendio, pero no fue reparado.	0,7
Ha experimentado incendio y fue adecuadamente reparado.	0,8
No ha experimentado incendio.	1,0

<b>Incendios (T4)</b>	
<b>Característica</b>	<b>T2</b>
Almacena sustancias químicas.	0,8
No contiene sustancias químicas.	1,0

<b>Incendios (T5)</b>	
<b>Característica</b>	<b>T2</b>
Presenta daño estructural grave.	0,8
Presenta daño estructural fuerte.	0,9
Presenta daño estructural ligero o no estructural.	1,0

Fuente : OPS 2004

### **Anexo N° 03**

Resistencia a la comprensión axial de probetas

Tabla 1

Resultados de ensayo a compresión axial de probetas del primero piso

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS (SECTOR C Y F) PRIMER PISO					
ELEMENTO	FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA (Kg/Cm2)	DISEÑO
C1	12/02/2010	COLUMNA	28	224	210
C2	12/02/2010	COLUMNA	28	220	210
C3	12/02/2010	COLUMNA	28	233	210
C4	12/02/2010	COLUMNA	28	235	210
C5	12/02/2010	COLUMNA	28	267	210
C6	12/02/2010	COLUMNA	28	220	210
C7	12/02/2010	COLUMNA	28	220	210
C8	12/02/2010	COLUMNA	28	222	210
C9	12/02/2010	COLUMNA	28	250	210
C10	12/02/2010	COLUMNA	28	267	210
C11	12/02/2010	COLUMNA	28	220	210
C12	12/02/2010	COLUMNA	28	260	210
C13	12/02/2010	COLUMNA	28	250	210
C14	12/02/2010	COLUMNA	28	220	210
C15	12/02/2010	COLUMNA	28	250	210
C16	12/02/2010	COLUMNA	28	222	210
C17	12/02/2010	COLUMNA	28	233	210
C18	12/02/2010	COLUMNA	28	250	210
C19	20/02/2010	COLUMNA	28	222	210
C20	20/02/2010	COLUMNA	28	270	210
C21	20/02/2010	COLUMNA	28	220	210
C22	20/02/2010	COLUMNA	28	245	210
C23	20/02/2010	COLUMNA	28	202	210
C24	20/02/2010	COLUMNA	28	263	210
C25	20/02/2010	COLUMNA	28	222	210
C26	20/02/2010	COLUMNA	28	253	210
C27	20/02/2010	COLUMNA	28	252	210
C28	20/02/2010	COLUMNA	28	206	210
C29	20/02/2010	COLUMNA	28	250	210
C30	20/02/2010	COLUMNA	28	193	210
C31	20/02/2010	COLUMNA	28	238	210
C32	20/02/2010	COLUMNA	28	220	210
C33	20/02/2010	COLUMNA	28	254	210
C34	20/02/2010	COLUMNA	28	235	210



C35	20/02/2010	COLUMNA	28	222	210
C36	20/02/2010	COLUMNA	28	239	210
C37	20/02/2010	COLUMNA	28	180	210
C38	20/02/2010	COLUMNA	28	252	210
C39	20/02/2010	COLUMNA	28	219	210
C40	20/02/2010	COLUMNA	28	220	210
C41	20/02/2010	COLUMNA	28	223	210
C42	20/02/2010	COLUMNA	28	219	210
C43	20/02/2010	COLUMNA	28	249	210
C44	20/02/2010	COLUMNA	28	236	210
C45	20/02/2010	COLUMNA	28	220	210
C46	20/02/2010	COLUMNA	28	250	210
C47	20/02/2010	COLUMNA	28	267	210
C48	20/02/2010	COLUMNA	28	185	210
C49	20/02/2010	COLUMNA	28	263	210
C50	08/03/2010	COLUMNA	28	220	210
C51	08/03/2010	COLUMNA	28	263	210
C52	08/03/2010	COLUMNA	28	265	210
C53	08/03/2010	COLUMNA	28	245	210
C54	08/03/2010	COLUMNA	28	270	210
C55	08/03/2010	COLUMNA	28	263	210
C56	08/03/2010	COLUMNA	28	265	210
C57	08/03/2010	COLUMNA	28	233	210
C58	08/03/2010	COLUMNA	28	243	210
C59	08/03/2010	COLUMNA	28	267	210
C60	08/03/2010	COLUMNA	28	245	210
C61	08/03/2010	COLUMNA	28	220	210
C62	08/03/2010	COLUMNA	28	263	210
C63	08/03/2010	COLUMNA	28	250	210
C64	08/03/2010	COLUMNA	28	256	210
C65	08/03/2010	COLUMNA	28	263	210
C66	08/03/2010	COLUMNA	28	250	210
C67	08/03/2010	COLUMNA	28	220	210
C68	08/03/2010	COLUMNA	28	253	210
C69	08/03/2010	COLUMNA	28	267	210
C70	08/03/2010	COLUMNA	28	246	210
C71	08/03/2010	COLUMNA	28	265	210
C72	08/03/2010	COLUMNA	28	250	210

Fuente: Expediente técnico del Hospital Regional Lambayeque

Tabla 2

Resultados de ensayo a compresión axial de probetas del segundo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS (SECTOR C Y F) SEGUNDO PISO					
ELEMENTO	FECHA DE ENSAYO	ELEMENTO	EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA (Kg/Cm2)	DISEÑO
C1	09/03/2010	COLUMNA	28	222	210
C2	09/03/2010	COLUMNA	28	220	210
C3	09/03/2010	COLUMNA	28	233	210
C4	09/03/2010	COLUMNA	28	187	210
C5	09/03/2010	COLUMNA	28	233	210
C6	09/03/2010	COLUMNA	28	220	210
C7	09/03/2010	COLUMNA	28	263	210
C8	09/03/2010	COLUMNA	28	222	210
C9	09/03/2010	COLUMNA	28	260	210
C10	09/03/2010	COLUMNA	28	267	210
C11	09/03/2010	COLUMNA	28	260	210
C12	09/03/2010	COLUMNA	28	260	210
C13	09/03/2010	COLUMNA	28	250	210
C14	09/03/2010	COLUMNA	28	220	210
C15	09/03/2010	COLUMNA	28	250	210
C16	09/03/2010	COLUMNA	7	260	210
C17	09/03/2010	COLUMNA	7	177	210
C18	09/03/2010	COLUMNA	7	253	210
C19	09/03/2010	COLUMNA	7	177	210
C20	09/03/2010	COLUMNA	7	187	210
C21	09/04/2010	COLUMNA	30	220	210
C22	09/04/2010	COLUMNA	30	245	210
C23	09/04/2010	COLUMNA	30	194	210
C24	09/04/2010	COLUMNA	30	263	210
C25	09/04/2010	COLUMNA	30	260	210
C26	09/04/2010	COLUMNA	30	253	210
C27	09/04/2010	COLUMNA	28	250	210
C28	09/04/2010	COLUMNA	28	250	210
C29	09/04/2010	COLUMNA	28	222	210
C30	09/04/2010	COLUMNA	28	250	210
C31	09/04/2010	COLUMNA	28	238	210
C32	09/04/2010	COLUMNA	28	220	210
C33	09/04/2010	COLUMNA	28	260	210
C34	09/04/2010	COLUMNA	28	235	210

C35	09/04/2010	COLUMNA	28	260	210
C36	09/04/2010	COLUMNA	28	239	210
C37	09/04/2010	COLUMNA	28	180	210
C38	23/03/2010	COLUMNA	28	252	210
C39	23/03/2010	COLUMNA	28	219	210
C40	23/03/2010	COLUMNA	28	220	210
C41	23/03/2010	COLUMNA	28	250	210
C42	23/03/2010	COLUMNA	28	265	210
C43	23/03/2010	COLUMNA	28	187	210
C44	23/03/2010	COLUMNA	28	277	210
C45	23/03/2010	COLUMNA	28	220	210
C46	23/03/2010	COLUMNA	28	260	210
C47	23/03/2010	COLUMNA	28	233	210
C48	23/03/2010	COLUMNA	28	260	210
C49	23/03/2010	COLUMNA	28	268	210
C50	23/03/2010	COLUMNA	28	225	210
C51	23/03/2010	COLUMNA	28	233	210
C52	23/03/2010	COLUMNA	28	250	210
C53	23/03/2010	COLUMNA	28	250	210
C54	23/03/2010	COLUMNA	28	260	210
C55	23/03/2010	COLUMNA	28	250	210
C56	23/03/2010	COLUMNA	28	222	210
C57	20/04/2010	COLUMNA	7	250	210
C58	20/04/2010	COLUMNA	7	260	210
C59	20/04/2010	COLUMNA	7	283	210
C60	20/04/2010	COLUMNA	7	270	210
C61	20/04/2010	COLUMNA	7	223	210
C62	20/04/2010	COLUMNA	7	233	210

Fuente: Expediente técnico del Hospital Regional Lambayeque

Tabla 3

Resultados de ensayo a compresión axial de probetas del tercer

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS (SECTOR C Y F) TERCER PISO</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>EDAD (DÍAS)</b>	<b>RESISTENCIA (Kg/Cm2)</b>	<b>DISEÑO</b>
C1	05/04/2010	COLUMNA	20	270	210
C2	05/04/2010	COLUMNA	20	220	210
C3	05/04/2010	COLUMNA	20	262	210
C4	05/04/2010	COLUMNA	20	235	210
C5	05/04/2010	COLUMNA	20	270	210
C6	05/04/2010	COLUMNA	20	262	210
C7	05/04/2010	COLUMNA	20	220	210
C8	05/04/2010	COLUMNA	20	222	210
C9	05/04/2010	COLUMNA	20	250	210
C10	05/04/2010	COLUMNA	20	262	210
C11	05/04/2010	COLUMNA	20	270	210
C12	05/04/2010	COLUMNA	20	260	210
C13	05/04/2010	COLUMNA	20	250	210
C14	05/04/2010	COLUMNA	20	220	210
C15	05/04/2010	COLUMNA	20	262	210
C16	08/04/2010	COLUMNA	28	270	210
C17	08/04/2010	COLUMNA	30	233	210
C18	08/04/2010	COLUMNA	30	191	210
C19	08/04/2010	COLUMNA	28	222	210
C20	08/04/2010	COLUMNA	30	187	210
C21	08/04/2010	COLUMNA	30	220	210
C22	08/04/2010	COLUMNA	30	270	210
C23	08/04/2010	COLUMNA	30	194	210
C24	08/04/2010	COLUMNA	30	263	210
C25	08/04/2010	COLUMNA	30	222	210
C26	08/04/2010	COLUMNA	30	253	210
C27	08/04/2010	COLUMNA	28	252	210
C28	08/04/2010	COLUMNA	28	252	210
C29	08/04/2010	COLUMNA	28	262	210
C30	08/04/2010	COLUMNA	28	193	210
C31	08/04/2010	COLUMNA	28	238	210
C32	20/04/2010	COLUMNA	28	220	210
C33	20/04/2010	COLUMNA	28	254	210
C34	20/04/2010	COLUMNA	28	235	210
C35	20/04/2010	COLUMNA	28	265	210

C36	20/04/2010	COLUMNA	28	270	210
C37	20/04/2010	COLUMNA	28	180	210
C38	20/04/2010	COLUMNA	28	252	210
C39	20/04/2010	COLUMNA	28	219	210
C40	20/04/2010	COLUMNA	28	220	210
C41	20/04/2010	COLUMNA	28	223	210
C42	20/04/2010	COLUMNA	28	270	210
C43	20/04/2010	COLUMNA	28	262	210
C44	20/04/2010	COLUMNA	28	180	210
C45	20/04/2010	COLUMNA	28	220	210
C46	20/04/2010	COLUMNA	28	180	210
C47	27/04/2010	COLUMNA	28	180	210
C48	27/04/2010	COLUMNA	28	270	210
C49	03/06/2010	COLUMNA	28	280	210

Fuente: Expediente técnico del Hospital Regional Lambayeque

Tabla 4  
Resultados de ensayo a compresión axial de probetas del cuarto  
piso

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS (SECTOR C Y F) CUARTO PISO</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>EDAD (DÍAS)</b>	<b>RESISTENCIA (Kg/Cm2)</b>	<b>DISEÑO</b>
C1	22/04/2010	COLUMNA	15	224	210
C2	22/04/2010	COLUMNA	15	233	210
C3	22/04/2010	COLUMNA	15	226	210
C4	22/04/2010	COLUMNA	15	225	210
C5	22/04/2010	COLUMNA	15	228	210
C6	22/04/2010	COLUMNA	15	227	210
C7	22/04/2010	COLUMNA	15	223	210
C8	22/04/2010	COLUMNA	15	229	210
C9	22/04/2010	COLUMNA	15	231	210
C10	22/04/2010	COLUMNA	15	225	210
C11	22/04/2010	COLUMNA	15	219	210
C12	22/04/2010	COLUMNA	15	218	210
C13	27/04/2010	COLUMNA	8	266	210
C14	27/04/2010	COLUMNA	8	265	210
C15	27/04/2010	COLUMNA	8	219	210
C16	27/04/2010	COLUMNA	8	231	210
C17	27/04/2010	COLUMNA	8	240	210
C18	27/04/2010	COLUMNA	8	263	210
C19	27/04/2010	COLUMNA	8	229	210
C20	27/04/2010	COLUMNA	8	231	210
C21	27/04/2010	COLUMNA	8	269	210
C22	27/04/2010	COLUMNA	8	237	210
C23	27/04/2010	COLUMNA	8	263	210
C24	27/04/2010	COLUMNA	8	266	210
C25	27/04/2010	COLUMNA	8	265	210
C26	27/05/2010	COLUMNA	8	266	210
C27	27/05/2010	COLUMNA	8	264	210
C28	27/04/2010	COLUMNA	8	233	210
C29	27/04/2010	COLUMNA	8	263	210
C30	27/04/2010	COLUMNA	8	262	210
C31	27/05/2010	COLUMNA	8	263	210
C32	27/05/2010	COLUMNA	8	231	210
C33	27/04/2010	COLUMNA	8	239	210
C34	27/04/2010	COLUMNA	8	252	210

C35	27/04/2010	COLUMNA	8	233	210
C36	27/05/2010	COLUMNA	8	242	210
C37	27/05/2010	COLUMNA	8	236	210
C38	27/04/2010	COLUMNA	8	242	210
C39	27/04/2010	COLUMNA	8	271	210
C40	27/04/2010	COLUMNA	8	225	210
C41	03/06/2010	COLUMNA	45	273	210
C42	03/06/2010	COLUMNA	45	272	210
C43	03/06/2010	COLUMNA	45	265	210
C44	03/06/2010	COLUMNA	45	234	210
C45	03/06/2010	COLUMNA	45	234	210
C46	03/06/2010	COLUMNA	45	271	210
C47	03/06/2010	COLUMNA	45	243	210
C48	03/06/2010	COLUMNA	45	271	210
C49	03/06/2010	COLUMNA	45	273	210

Fuente: Expediente técnico del Hospital Regional Lambayeque

Tabla 5

Resultados de ensayo a compresión axial de probetas del quinto piso

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS (SECTOR C Y F) TERCER PISO</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>EDAD (DÍAS)</b>	<b>RESISTENCIA (Kg/Cm2)</b>	<b>DISEÑO</b>
C1	05/04/2010	COLUMNA	20	270	210
C2	05/04/2010	COLUMNA	20	220	210
C3	05/04/2010	COLUMNA	20	262	210
C4	05/04/2010	COLUMNA	20	235	210
C5	05/04/2010	COLUMNA	20	270	210
C6	05/04/2010	COLUMNA	20	262	210
C7	05/04/2010	COLUMNA	20	220	210
C8	05/04/2010	COLUMNA	20	222	210
C9	05/04/2010	COLUMNA	20	250	210
C10	05/04/2010	COLUMNA	20	262	210
C11	05/04/2010	COLUMNA	20	270	210
C12	05/04/2010	COLUMNA	20	260	210
C13	05/04/2010	COLUMNA	20	250	210
C14	05/04/2010	COLUMNA	20	220	210
C15	05/04/2010	COLUMNA	20	262	210
C16	08/04/2010	COLUMNA	28	270	210
C17	08/04/2010	COLUMNA	30	233	210

C18	08/04/2010	COLUMNA	30	191	210
C19	08/04/2010	COLUMNA	28	222	210
C20	08/04/2010	COLUMNA	30	187	210
C21	08/04/2010	COLUMNA	30	220	210
C22	08/04/2010	COLUMNA	30	270	210
C23	08/04/2010	COLUMNA	30	194	210
C24	08/04/2010	COLUMNA	30	263	210
C25	08/04/2010	COLUMNA	30	222	210
C26	08/04/2010	COLUMNA	30	253	210
C27	08/04/2010	COLUMNA	28	252	210
C28	08/04/2010	COLUMNA	28	252	210
C29	08/04/2010	COLUMNA	28	262	210
C30	08/04/2010	COLUMNA	28	193	210
C31	08/04/2010	COLUMNA	28	238	210
C32	20/04/2010	COLUMNA	28	220	210
C33	20/04/2010	COLUMNA	28	254	210
C34	20/04/2010	COLUMNA	28	235	210
C35	20/04/2010	COLUMNA	28	265	210
C36	20/04/2010	COLUMNA	28	270	210
C37	20/04/2010	COLUMNA	28	180	210
C38	20/04/2010	COLUMNA	28	252	210
C39	20/04/2010	COLUMNA	28	219	210
C40	20/04/2010	COLUMNA	28	220	210
C41	20/04/2010	COLUMNA	28	223	210
C42	20/04/2010	COLUMNA	28	270	210
C43	20/04/2010	COLUMNA	28	262	210
C44	20/04/2010	COLUMNA	28	180	210
C45	20/04/2010	COLUMNA	28	220	210
C46	20/04/2010	COLUMNA	28	180	210
C47	27/04/2010	COLUMNA	28	180	210
C48	27/04/2010	COLUMNA	28	270	210
C49	03/06/2010	COLUMNA	28	280	210

Fuente: Expediente técnico del Hospital Regional Lambayeque



Tabla 6

Resultados de ensayo a compresión axial de probetas del sexto piso

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS (SECTOR C Y F) CUARTO PISO</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>EDAD (DÍAS)</b>	<b>RESISTENCIA (Kg/Cm2)</b>	<b>DISEÑO</b>
C1	22/04/2010	COLUMNA	15	224	210
C2	22/04/2010	COLUMNA	15	233	210
C3	22/04/2010	COLUMNA	15	226	210
C4	22/04/2010	COLUMNA	15	225	210
C5	22/04/2010	COLUMNA	15	228	210
C6	22/04/2010	COLUMNA	15	227	210
C7	22/04/2010	COLUMNA	15	223	210
C8	22/04/2010	COLUMNA	15	229	210
C9	22/04/2010	COLUMNA	15	231	210
C10	22/04/2010	COLUMNA	15	225	210
C11	22/04/2010	COLUMNA	15	219	210
C12	22/04/2010	COLUMNA	15	218	210
C13	27/04/2010	COLUMNA	8	266	210
C14	27/04/2010	COLUMNA	8	265	210
C15	27/04/2010	COLUMNA	8	219	210
C16	27/04/2010	COLUMNA	8	231	210
C17	27/04/2010	COLUMNA	8	240	210
C18	27/04/2010	COLUMNA	8	263	210
C19	27/04/2010	COLUMNA	8	229	210
C20	27/04/2010	COLUMNA	8	231	210
C21	27/04/2010	COLUMNA	8	269	210
C22	27/04/2010	COLUMNA	8	237	210
C23	27/04/2010	COLUMNA	8	263	210
C24	27/04/2010	COLUMNA	8	266	210
C25	27/04/2010	COLUMNA	8	265	210
C26	27/05/2010	COLUMNA	8	266	210
C27	27/05/2010	COLUMNA	8	264	210
C28	27/04/2010	COLUMNA	8	233	210
C29	27/04/2010	COLUMNA	8	263	210
C30	27/04/2010	COLUMNA	8	262	210
C31	27/05/2010	COLUMNA	8	263	210
C32	27/05/2010	COLUMNA	8	231	210
C33	27/04/2010	COLUMNA	8	239	210
C34	27/04/2010	COLUMNA	8	252	210
C35	27/04/2010	COLUMNA	8	233	210

C36	27/05/2010	COLUMNA	8	242	210
C37	27/05/2010	COLUMNA	8	236	210
C38	27/04/2010	COLUMNA	8	242	210
C39	27/04/2010	COLUMNA	8	271	210
C40	27/04/2010	COLUMNA	8	225	210
C41	03/06/2010	COLUMNA	45	273	210
C42	03/06/2010	COLUMNA	45	272	210
C43	03/06/2010	COLUMNA	45	265	210
C44	03/06/2010	COLUMNA	45	234	210
C45	03/06/2010	COLUMNA	45	234	210
C46	03/06/2010	COLUMNA	45	271	210
C47	03/06/2010	COLUMNA	45	243	210
C48	03/06/2010	COLUMNA	45	271	210
C49	03/06/2010	COLUMNA	45	273	210

Fuente: Expediente técnico del Hospital Regional Lambayeque

A continuación, se muestra en la tabla 7 el cuadro de resumen de ensayo a compresión axial de probetas del sector C y F de todos los niveles:

Tabla 7

Promedio de ensayo a compresión axial de probetas de todos los niveles

<b>PROMEDIO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE PROBETAS</b>				
<b>Nivel</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>DISEÑO (Kg/Cm2)</b>	<b>RESISTENCIA (Kg/Cm2)</b>	<b>RESISTENCIA (Kg/Cm2)</b>
6B	COLUMNAS	210	239.19	240
6A	COLUMNAS	210	239.19	240
5B	COLUMNAS	210	237.80	240
5A	COLUMNAS	210	237.80	240
4	COLUMNAS	210	245.10	250
3	COLUMNAS	210	237.49	240
2	COLUMNAS	210	238.39	240
1	COLUMNAS	210	239.36	240

Fuente: Expediente técnico del Hospital Regional Lambayeque

**Anexo N° 04**  
Metrado de cargas

## Cálculos de pesos del Hospital Regional de Lambayeque

Se realizó un breve resumen de las descripciones más importantes que sirven para el análisis de metrado de la edificación que a continuación se describe:

Ubicación del edificio	=	Chiclayo
Uso de la edificación	=	Hospital
Número de pisos	=	6
Altura de piso	=	4.05 mts
F'c	=	210 kg/cm <sup>2</sup>
F'y	=	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Peso de enlucido	=	200 kg/m <sup>2</sup>
Peso tabiquería repartida	=	191.24 kg/m <sup>2</sup>
Peso de contrapiso	=	20 kg/(m <sup>2</sup> *cm)
Peso de Cobertura	=	120 kg/m <sup>2</sup>
S/C 1-5	=	300 kg/m <sup>2</sup>
S/C azotea	=	150 kg/m <sup>2</sup>
Altura de losa	=	0.2 mts
Peso específico ladrillo kk 12.2x9x23	=	2000 kg/m <sup>3</sup>
Altura de falso piso	=	6 cm
Espesor de tabiquería	=	0.15 m
Espesor de placa	=	0.25 m
γca	=	2400 kg/m <sup>3</sup>

## Cálculo de piso 1

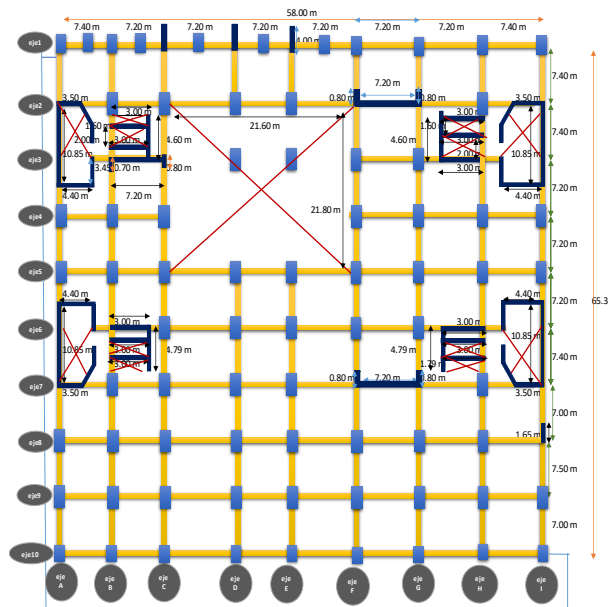




Figura 1: Vista de elementos estructurales para el metrado del primer piso del Hospital Regional de Lambayeque  
Elaborado por los autores

Existen dos tipos de columnas que a continuación se describe:

- En los ejes 1 y 10 se tienen columnas de 40cmx60cm y las columnas entre 2 y 9 son 40cm x 80cm


<b>C-1</b>	<b>C-2</b>
	
b = 0.40 m	b = 0.40 m
t = 0.60 m	t = 0.80 m
# de columnas = 20	# de columnas = 52

$$PCol_i = \#c * St * he_i * \gamma c$$

$$PCol_i = \#c * St * he_i * \gamma c$$

$$PCol_i = 208.40 \text{ tn}$$

- Las vigas en ambas direcciones son de 0.30mx0.70m

	b = 0.30 m
	t = 0.70 m

## Área de vigas

### Eje1

$$Avxx_1 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (5)} &= 1 \\ \text{A.V x-x(5)} &= 15.86 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje 5

$$Avxx_5 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (5)} &= 1 \\ \text{A.V x-x(5)} &= 16.32 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje 2,7

$$Avxx_{2,7} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (2,7)} &= 2 \\ \text{A.V x-x(2,7)} &= 24.78 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje 3

$$Avxx_3 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (3)} &= 1 \\ \text{A.V x-x(3)} &= 4.61 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje 4

$$Avxx_4 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (4)} &= 1 \\ \text{A.V x-x(4)} &= 10.08 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje 6

$$Avxx_6 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (6)} &= 1 \\ \text{A.V x-x(6)} &= 12.21 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje 8

$$Avxx_8 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (8)} &= 1 \\ \text{A.V x-x(8)} &= 16.37 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje 9 y 10

$$Avxx_9 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (9)} &= 2 \\ \text{A.V x-x(9)} &= 32.64 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje A

$$Avyy_{(A)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y(A)} &= 1 \\ \text{A. V y-y(A)} &= 11.76 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje B

$$Avyy_{(B)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y(B)} &= 1 \\ \text{A. V y-y(B)} &= 17.21 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### EjeC

$$Avyy_{(C)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y (C)} &= 1 \\ \text{A. V y-y(C)} &= 17.31 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje D y E

$$Avyy_{(D,E)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y(D,E)} &= 2 \\ \text{A.V y-y(D,E)} &= 22.50 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje F,G

$$Avyy_{(F,G)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y (F,G)} &= 2 \\ \text{A. V y-y(F,G)} &= 34.62 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje H

$$Avyy_{(H)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y(H)} &= 1 \\ \text{A. V y-y(H)} &= 17.34 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### Eje I

$$Avyy_{(I)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y(I)} &= 1 \\ \text{A. V y-y(I)} &= 11.51 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

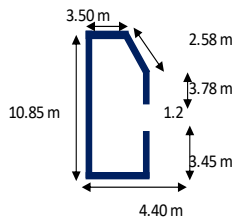
$$\text{Área total eje x-x} = 132.86 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total eje y-y} = 132.24 \text{ m}^2$$

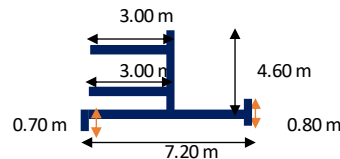
$$\text{A. V total} = 265.10 \text{ m}^2$$

- Existen 7 tipos de placas que tienen un espesor de 0.25 m, en la cual se determinará su área y sus pesos respectivamente.

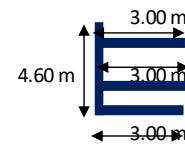
**Placa típica 1**



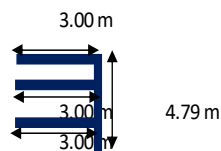
**Placa típica 2**



**Placa típica 3**



**Placa típica 4**



**Placa típica 5**



**Placa típica 6**



**Placa típica 4**



$$A_{placa\ tip} = \#Placas * L_{pl} * e_{pl}$$

- # Placa típica 1=4 → Área Placa Tip 1= 28.56 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 2=1 → Área Placa Tip 1= 4.83 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 3=1 → Área Placa Tip 1= 3.40 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 4=2 → Área Placa Tip 1= 6.90 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 5=1 → Área Placa Tip 1= 0.41 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 6=2 → Área Placa Tip 1= 4.40 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 7=3 → Área Placa Tip 1= 3.00 m<sup>2</sup>

Placas Total=51.49 m<sup>2</sup>

$$P_{placas_i} = \#pl * St * he_i * \gamma_c$$

$$P_{placas_1} = 500.51\ tn$$

La losa aligerada es de 300 kg/cm<sup>2</sup> para una altura de 0.20 m según la norma E030.

$$A_{techada} = A_{total} - A_{vacíos} - A_{col} - A_{placas} - A_{vig}$$

$$A_{techada} = 2813.26 \text{ m}^2$$

Peso de losa aligerada

$$P_{l.a} = (A_t - A_{col} - A_{pl} - A_{vp}) * \gamma_{l.a}$$

$$P_{l.a} = 841.16 \text{ tn}$$

Peso de cargas muertas

$$P_{de\ enlucido} = 562.66 \text{ tn}$$

$$P_{de\ enlucido} = 337.60 \text{ tn}$$

#### TABIQUERÍA PERIMÉTRICA

SECTOR C		Cantidad	Largo	altura	Área
EJE 1	m2	3	6.8	2.7	55.08
EJE A	m2	1	13.2	1.8	23.76
EJE I	m2	1	6.3	3.4	21.42
	m2	1	7.45	2	14.9

#### TABIQUERÍA REPARTIDA

ENTRE EJES 1-2	m2	1	24.7	3.9	96.33
ENTRE EJES 2-3	m2	1	31.58	3.9	123.162
ENTRE EJES 3-4	m2	2	38.18	3.9	297.804
ENTRE EJES 4-5	m2	1	80	3.9	312
ENTRE EJES 5-6	m2	1	49.65	3.9	193.635
ENTRE EJES 6-7	m2	1	78	3.9	304.2
ENTRE EJES 7-8	m2	1	101	3.9	393.9
ENTRE EJES 8-9	m2	1	18.55	3.9	72.345

Tabla1

Resumen de pesos del primer Piso

Piso	hi	P la	P cont	P enl	P t.r	P t.p
1	4.05 tn	841.17 tn	337.59 tn	562.65 tn	538.01 tn	34.55 tn
Pcol	P placa	P vigas	P cob	P m o Pd	P viva	P sismo
208.40 tn	500.51 tn	445.36 tn	0.00 tn	3468.24 tn	843.98 tn	3890.22 tn

Elaborado por los autores



## Cálculo de piso 2

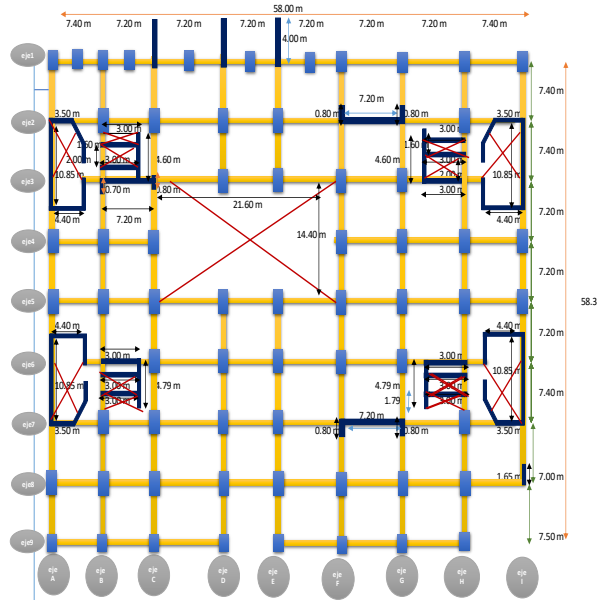
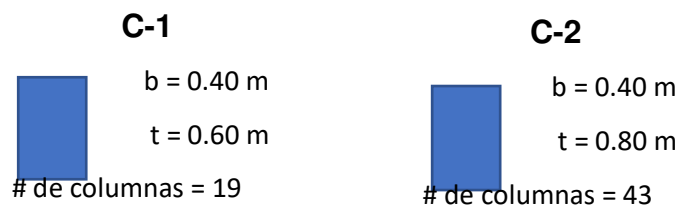


Figura 2: Vista de elementos estructurales para el metrado del Segundo piso del Hospital Regional de Lambayeque  
Elaborado por los autores

Existen dos tipos de columnas que a continuación se describe:

- En los ejes 1 y 9 se tienen columnas de 40cmx60cm y las columnas entre 2 y 8 son 40cm x 80cm

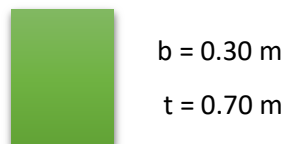


$$PCol_i = \#c * St * he_i * \gamma_c$$

$$PCol_i = \#c * St * he_i * \gamma_c$$

$$PCol_i = 178.07 \text{ tn}$$

- Las vigas en ambas direcciones son de 0.30mx0.70m



## Área de vigas

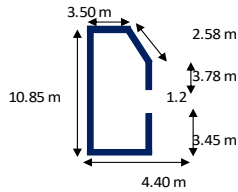
<b>Eje x</b>	<b>Eje y</b>
<b>Eje 1</b>	<b>Eje A</b>
$Avxx_{1,5} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Avyy_{(A)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (1) = 1	# Ejes Y(A) = 1
A.V x-x(1) = 15.86 m2	A. V y-y(A) = 9.60 m2
<b>Eje 2 y 7</b>	<b>Eje B</b>
$Avxx_2 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Avyy_{(B)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (2) = 2	# Ejes Y(B) = 1
A.V x-x(2) = 24.48 m2	A. V y-y(B) = 15.35 m2
<b>Eje 3</b>	<b>Eje C,F,G</b>
$Avxx_3 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Avyy_{(B,C,F,G,H)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (3) = 1	# Ejes Y (C,F,G)= 3
A.V x-x(3) = 10.70 m2	A. V y-y(C,F,G) = 47.07 m2
<b>Eje 4</b>	<b>Eje D y E</b>
$Avxx_4 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Avyy_{(A,I)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (4) = 1	# Ejes Y(D,E) = 2
A.V x-x(4) = 10.08 m2	A.V y-y(D,E) = 22.74 m2
<b>Eje 5</b>	<b>Eje H</b>
$Avxx_{1,5} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Avyy_{(H)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (5) = 1	# Ejes Y(H) = 1
A.V x-x(5) = 16.32 m2	A. V y-y(H) = 15.48 m2
<b>Eje 6</b>	<b>Eje I</b>
$Avxx_6 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Avyy_{(I)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (6) = 1	# Ejes Y(I) = 1
A.V x-x(6) = 11.91 m2	A. V y-y(I) = 7.28 m2
<b>Eje 8</b>	
$Avxx_8 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	
# Ejes X (8) = 1	
A.V x-x(8) = 16.37 m2	
<b>Eje 9</b>	
$Avxx_9 = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	
# Ejes X (9) = 1	
A.V x-x(9) = 12.06 m2	

Área total eje xx=117.77 m<sup>2</sup>  
 Área total eje yy=117.51 m<sup>2</sup>  
**Área Vigas total =235.28 m<sup>2</sup>**  
 P vigas= P<sub>vx</sub> + P<sub>vy</sub>  
 P vigas= (Avx \* hvx)\*γc.a  
 +(Avy \* hvy)\*γca

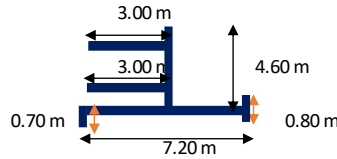
Área total eje xx=197.85 m<sup>2</sup>  
 Área total eje yy=197.42 m<sup>2</sup>  
**Área Vigas total =395.26 m<sup>2</sup>**

- Existen 7 tipos de placas que tienen un espesor de 0.25 m, en la cual se determinará su área y sus pesos respectivamente.

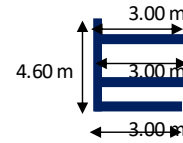
**Placa típica 1**



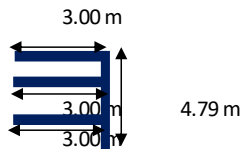
**Placa típica 2**



**Placa típica 3**



**Placa típica 4**



**Placa típica 5**



**Placa típica 6**



**Placa típica 4**



$$A_{placa\ tip} = \#Placas * L_{pl} * e_{pl}$$

- # Placa típica 1=4 → Área Placa Tip 1= 28.56 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 2=1 → Área Placa Tip 1= 4.83 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 3=1 → Área Placa Tip 1= 3.40 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 4=2 → Área Placa Tip 1= 6.90 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 5=1 → Área Placa Tip 1= 0.41 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 6=2 → Área Placa Tip 1= 4.40 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 7=3 → Área Placa Tip 1= 3.00 m<sup>2</sup>

A. Placas Total = **51.49 m<sup>2</sup>**

Peso de placas:

$$P_{placas_i} = \#pl * St * he_i * \gamma_c$$

$$he_1 = 4.05\ m$$

$$P_{placas_1} = 500.51\ tn$$

- La losa aligerada es de 300 kg/cm<sup>2</sup> para una altura de 0.20 m según la norma E030.

$$A_{techada} = A\ total - A.\ vacíos - A.\ col - A.\ placas - A.\ vig$$

$$A_{techada} = 2489.91\ m^2$$

$$P.\ de\ enlucido = 497.98\ tn$$

$$P.\ de\ contrap = 298.79\ tn$$

**TABIQUERÍA PERIMÉTRICA**

<b>SECTOR C</b>		Cantidad	Largo	altura	
EJE 1	m2	8	6.8	2.7	146.88
EJE A	m2	1	13.65	2.7	36.85
EJE I	m2	1	6.6	2.7	17.82
	m2	1	6.6	1.8	11.88

**TABIQUERÍA REPARTIDA**

ENTRE EJES 1-2	m2	6	17.55	3.9	410.67
	m2	2	10.72	3.9	83.62
ENTRE EJES 2-3	m2	2	69.49	3.9	271.01
ENTRE EJES 3-6	m2	1	83.51	3.9	325.69
	m2	1	26.44	3.9	103.12
ENTRE EJES 6-7	m2	1	66.45	2.5	166.13
ENTRE EJES 7-8	m2	1	17.25	2.5	258.75
ENTRE EJES 8-9	m2	1	14.95	2.7	80.73

Tabla 2

Resumen de pesos del segundo piso

<b>Piso</b>	<b>hi</b>	<b>P la</b>	<b>P cont</b>	<b>P enl</b>	<b>P t.r</b>	<b>P t.p</b>
<b>1</b>	4.05 tn	744.48 tn	298.79 tn	497.98 tn	509.91 tn	64.03 tn
<b>Pcol</b>	<b>P placa</b>	<b>P vigas</b>	<b>P cob</b>	<b>Pm o Pd</b>	<b>P viva</b>	<b>P sismo</b>
178.07 tn	500.51 tn	395.26 tn	0.00 tn	3189.03 tn	746.97 tn	3562.52 tn

Elaborado por los autores

### Cálculo de piso 3

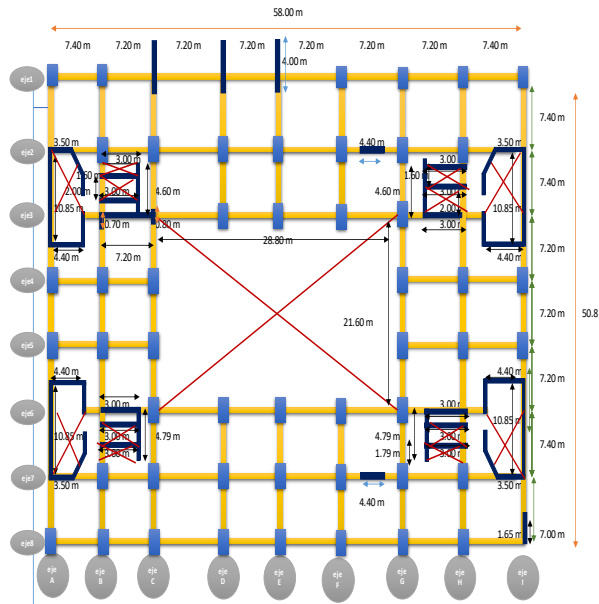
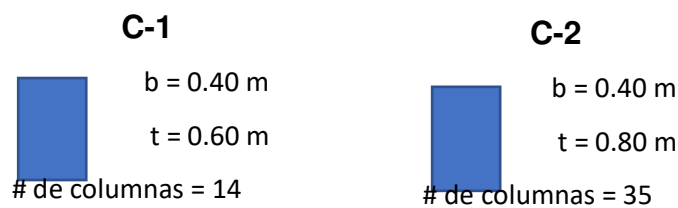


Figura 3: Vista de elementos estructurales para el metrado del tercer piso del Hospital Regional de Lambayeque  
Elaborado por los autores

Existen dos tipos de columnas que a continuación se describe:

- En los ejes 1 y 8 se tienen columnas de 40cmx60cm y las columnas entre 2 y 7 son 40cm x 60cm

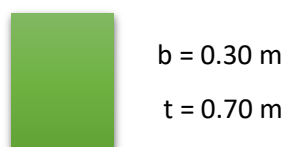


$$PCol_i = \#c * St * he_i * \gamma_c$$

$$PCol_i = \#c * St * he_i * \gamma_c$$

$$PCol_i = 141.52 \text{ tn}$$

- Las vigas en ambas direcciones son de 0.30mx0.70m



## Área de vigas

### Eje x

#### Eje 1

$$Av_{xx_1} = \#V_{xx} * Lv_x * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (1)} &= 1 \\ \text{A.V x-x(1)} &= 16.46 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### Eje 2 y 7

$$Av_{xx_{2,7}} = \#V_{xx} * Lv_x * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (2,7)} &= 2 \\ \text{A.V x-x(2,7)} &= 26.28 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### Eje 3

$$Av_{xx_3} = \#V_{xx} * Lv_x * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (3)} &= 1 \\ \text{A.V x-x(3)} &= 10.77 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### Eje 4 y 5

$$Av_{xx_4} = \#V_{xx} * Lv_x * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (4,5)} &= 2 \\ \text{A.V x-x(4,5)} &= 16.08 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### Eje 6

$$Av_{xx_6} = \#V_{xx} * Lv_x * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (6)} &= 1 \\ \text{A.V x-x(6)} &= 12.06 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### Eje 8

$$Av_{xx_8} = \#V_{xx} * Lv_x * b_{xx}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes X (8)} &= 1 \\ \text{A.V x-x(8)} &= 16.37 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

**Área total eje x-x= 98.01 m<sup>2</sup>**

**Área total eje y-y= 90.99 m<sup>2</sup>**

**A. V total = 189 m<sup>2</sup>**

### Eje y

#### Eje A

$$Av_{yy_{(A)}} = \#V_{yy} * Lv_y * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y(A)} &= 1 \\ \text{A. V y-y(A)} &= 7.83 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### Eje B

$$Av_{yy_{(B)}} = \#V_{yy} * Lv_y * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y(B)} &= 1 \\ \text{A. V y-y(B)} &= 13.28 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### Eje C,G

$$Av_{yy_{(C,G)}} = \#V_{yy} * Lv_y * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y (C,G)} &= 2 \\ \text{A. V y-y(C,G)} &= 26.76 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### Eje D, E y F

$$Av_{yy_{(A,I)}} = \#V_{yy} * Lv_y * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y(A,I)} &= 3 \\ \text{A.V y-y(A,I)} &= 22.14 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### Eje H

$$Av_{yy_{(H)}} = \#V_{yy} * Lv_y * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y(H)} &= 1 \\ \text{A. V y-y(H)} &= 13.41 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### Eje I

$$Av_{yy_{(I)}} = \#V_{yy} * Lv_y * b_{yy}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Ejes Y(I)} &= 1 \\ \text{A. V y-y(I)} &= 7.58 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Peso de vigas:

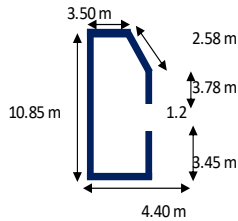
$$P_{vx} = 164.66 \text{ tn}$$

$$P_{vy} = 152.86 \text{ tn}$$

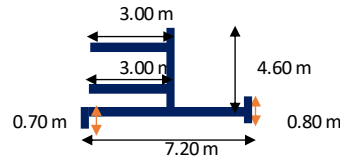
$$P_{v \text{ total}} = 317.52 \text{ tn}$$

- Existen 7 tipos de placas que tienen un espesor de 0.25 m, en la cual se determinará su área y sus pesos respectivamente.

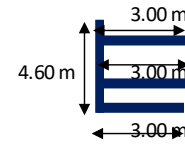
**Placa típica 1**



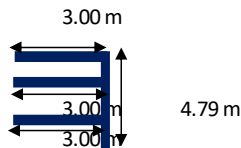
**Placa típica 2**



**Placa típica 3**



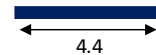
**Placa típica 4**



**Placa típica 5**



**Placa típica 6**



**Placa típica 4**



$$A_{placa\ tip} = \#Placas * L_{pl} * e_{pl}$$

- # Placa típica 1=4 → Área Placa Tip 1= 28.56 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 2=1 → Área Placa Tip 1= 4.83 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 3=1 → Área Placa Tip 1= 3.40 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 4=2 → Área Placa Tip 1= 6.90 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 5=1 → Área Placa Tip 1= 0.41 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 6=2 → Área Placa Tip 1= 2.20 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 7=3 → Área Placa Tip 1= 3.00 m<sup>2</sup>
- A.Placas Total=49.29 m<sup>2</sup>**

Peso de placas

$$P_{placas_i} = \#pl * St * he_i * \gamma_c$$

$$he_1 = 4.05\ m$$

$$P_{placas_1} = 479.12\ tn$$

- La losa aligerada es de 300 kg/cm<sup>2</sup> para una altura de 0.20 m según la norma E030.

$$A_{techada} = A\ total - A.\ vacíos - A.\ col - A.\ placas - A.\ vig$$

$$A_{techada} = 1905.60\ m^2$$

$$P.L.a = (A_t - A_{col} - A_{pla} - A_{vp}) * \gamma_{L.a}$$

$$P.\ de\ enlucido = 381.12\ tn$$

$$P.\ de\ contrapiso = 228.67\ tn$$

TABIQUERÍA PERIMÉTRICA

<b>SECTOR C</b>		Cantidad	Largo	altura	
EJE 1	m2	8	6.8	2.7	146.88
EJE A	m2	1	13.65	2.7	36.86
EJE I	m2	1	6.6	2.7	17.82
	m2	1	6.6	1.8	11.88

TABIQUERÍA REPARTIDA

ENTRE EJES 1-2	m2	6	12	3.9	280.80
	m2	2	10.72	3.9	83.62
ENTRE EJES 2-3	m2	1	69.49	3.9	206.70
ENTRE EJES 3-6	m2	1	83.51	3.9	331.50
	m2	1	26.44	3.9	132.60
ENTRE EJES 6-7	m2	1	66.45	2.5	101.50
ENTRE EJES 7-8	m2	6	17.25	2.5	201
ENTRE EJES 8-9	m2	2	14.95	2.7	76.14

Tabla3

Resumen de pesos del tercer piso

<b>Piso</b>	<b>hi</b>	<b>P la</b>	<b>P cont</b>	<b>P enl</b>	<b>P t.r</b>	<b>P t.p</b>
1	4.05 tn	569.77 tn	228.67 tn	381.12 tn	424.16 tn	64.03 tn
<b>Pcol</b>	<b>P placa</b>	<b>P vigas</b>	<b>P cob</b>	<b>Pm o Pd</b>	<b>P viva</b>	<b>P sismo</b>
141.52 tn	479.12 tn	317.52 tn	0.00 tn	2605.92 tn	571.68 tn	2891.76 tn

Elaborado por los autores



## Cálculo de piso 4

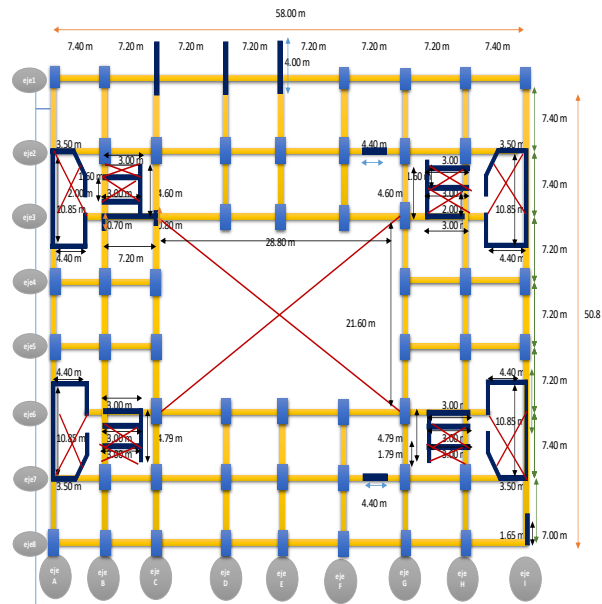


Figura 4: Vista de elementos estructurales para el metrado del cuarto piso del Hospital Regional de Lambayeque  
Elaborado por los autores

Existen dos tipos de columnas que a continuación se describe:

- En el eje 8 se tienen columnas de 40cmx40cm y las columnas entre 2 y 7 son 40cm x 60cm

**C-1**



$b = 0.40 \text{ m}$   
 $t = 0.40 \text{ m}$

# de columnas = 8

**C-2**



$b = 0.40 \text{ m}$   
 $t = 0.60 \text{ m}$

# de columnas = 41

$$PCol_i = \#c * St * he_i * \gamma_c$$

$$PCol_i = \#c * St * he_i * \gamma_c$$

$$PCol_i = 108.09 \text{ tn}$$

- Las vigas en ambas direcciones son de 0.30mx0.70m



$b = 0.30 \text{ m}$   
 $t = 0.70 \text{ m}$

## Área de vigas

**Eje x**  
**Eje 1**

$$Av_{xx_{1,5}} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

# Ejes X (1) = 1  
A.V x-x(1) = 16.46 m<sup>2</sup>

**Eje 2 y 7**

$$Av_{xx_{2,7}} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

# Ejes X (2,7)= 2  
A.V x-x(2,7) = 26.28 m<sup>2</sup>

**Eje 3**

$$Av_{xx_3} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

# Ejes X (3) = 1  
A.V x-x(3) = 10.77 m<sup>2</sup>

**Eje 4 y 5**

$$Av_{xx_4} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

# Ejes X (4,5) = 2  
A.V x-x(4,5) = 16.08 m<sup>2</sup>

**Eje 6**

$$Av_{xx_6} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

# Ejes X (6) = 1  
A.V x-x(6) = 12.06 m<sup>2</sup>

**Eje 8**

$$Av_{xx_8} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

# Ejes X (8) = 1  
A.V x-x(8) = 16.37 m<sup>2</sup>

Área total eje xx=98.01 m<sup>2</sup>

Área total eje yy=94.11 m<sup>2</sup>

Área Vigas total = **192.12 m<sup>2</sup>**

Peso de vigas:

P vx = 164.66 tn

P vy = 158.10 tn

P vtotal = 322.76 tn

**Eje y**  
**Eje A**

$$Av_{yy_{(A)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

# Ejes Y(A) = 1  
A. V y-y(A) = 8.07 m<sup>2</sup>

**Eje B**

$$Av_{yy_{(B)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

# Ejes Y(B) = 1  
A. V y-y(B) = 13.64 m<sup>2</sup>

**Eje C**

$$Av_{yy_{(C)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

# Ejes Y (C,G)= 1  
A. V y-y(C,G) = 13.80 m<sup>2</sup>

**Eje D, E y F**

$$Av_{yy_{(A,I)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

# Ejes Y(D,E,F)= 3  
A.V y-y(D,E,F)= 23.22 m<sup>2</sup>

**Eje G**

$$Av_{yy_{(G)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

# Ejes Y (C,G)= 1  
A. V y-y(C,G) = 13.86 m<sup>2</sup>

**Eje H**

$$Av_{yy_{(H)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

# Ejes Y(H) = 1  
A. V y-y(H) = 13.77 m<sup>2</sup>

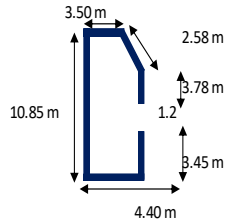
**Eje I**

$$Av_{yy_{(I)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

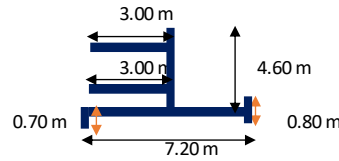
# Ejes Y(I) = 1  
A. V y-y(I) = 7.76 m<sup>2</sup>

- Existen 7 tipos de placas que tienen un espesor de 0.25 m, en la cual se determinará su área y sus pesos respectivamente.

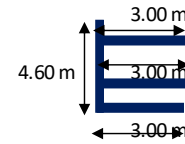
**Placa típica 1**



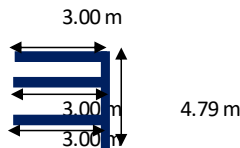
**Placa típica 2**



**Placa típica 3**



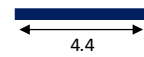
**Placa típica 4**



**Placa típica 5**



**Placa típica 6**



**Placa típica 4**



$$A_{placa\ tip} = \#Placas * L_{pl} * e_{pl}$$

- # Placa típica 1=4 → Área Placa Tip 1= 28.56 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 2=1 → Área Placa Tip 1= 4.83 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 3=1 → Área Placa Tip 1= 3.40 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 4=2 → Área Placa Tip 1= 6.90 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 5=1 → Área Placa Tip 1= 0.41 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 6=2 → Área Placa Tip 1= 4.40 m<sup>2</sup>
  - # Placa típica 7=3 → Área Placa Tip 1= 3.00 m<sup>2</sup>
- A.Placas Total = 49.29 m<sup>2</sup>**

Peso de placas

$$P_{placas_i} = \#pl * St * h_{e_i} * \gamma_c$$

$$h_{e_1} = 4.05\ m$$

$$P_{placas_1} = 479.12\ tn$$

- La losa aligerada es de 300 kg/cm<sup>2</sup> para una altura de 0.20 m según la norma E-030.

$$A_{techada} = A\ total - A.\ vacíos - A.\ col - A.\ placas - A.\ vig$$

$$A_{techada} = 1905.92\ m^2$$

$$P.\ de\ enlucido = 381.18\ tn$$

$$P.\ de\ contrapiso = 228.71\ tn$$

TABIQUERÍA PERIMÉTRICA

<b>SECTOR C</b>		Cantidad	Largo	altura	Área
EJE 1	m2	5	4.75	2.7	64.125
EJE A	m2	1	14	2.7	37.8
EJE I	m2	2	6.8	2.7	36.72

TABIQUERÍA REPARTIDA

ENTRE EJES 1-2	m2	6	12	3.9	280.80
	m2	2	10.72	3.9	83.62
ENTRE EJES 2-3	m2	1	49.3	3.9	192.27
ENTRE EJES 3-6	m2	1	75.3	3.9	587.34
	m2	1	42.5	3.9	165.75
ENTRE EJES 6-7	m2	1	40.6	3.9	158.34
ENTRE EJES 7-8	m2	6	13.4	2.7	36.18

Tabla 4

Resumen de pesos del cuarto piso

<b>Piso</b>	<b>hi</b>	<b>P la</b>	<b>P cont</b>	<b>P enl</b>	<b>P t.r</b>	<b>P t.p</b>
<b>1</b>	4.05 tn	569.87 tn	228.71 tn	381.18 tn	451.29 tn	41.59 tn
<b>Pcol</b>	<b>P placa</b>	<b>P vigas</b>	<b>P cob</b>	<b>Pm o Pd</b>	<b>P viva</b>	<b>P sismo</b>
108.09 tn	479.12 tn	322.76 tn	0.00 tn	2582.62 tn	571.78 tn	2868.51 tn

Elaborado por Los autores

## Cálculo de piso 5

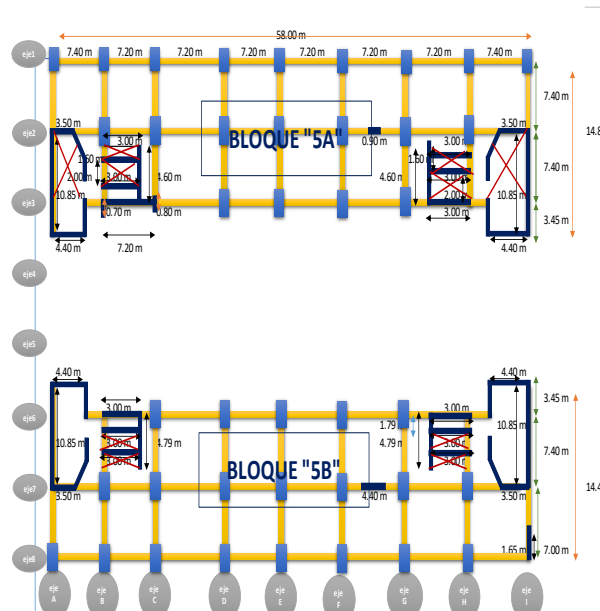


Figura 5: Vista de elementos estructurales para el metrado del quinto piso del Hospital Regional de Lambayeque  
Elaborado por los autores

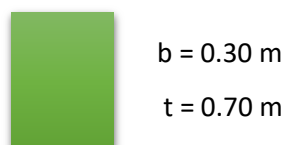
Existen 1 tipo de columnas para ambos bloques:

- En todos los ejes se tienen columnas de 40cmx40cm



$$\begin{aligned} \text{Peso de columnas} &= PCol_i = \#c * St * he_i * \gamma_c \\ \text{Peso de columnas bloque A} &= PCol_A = 15.55 \text{ tn} \\ \text{Peso de columnas bloque B} &= PCol_B = 13.21 \text{ tn} \\ \text{Peso de columnas total} &= PCol_{A \text{ y } B} = 62.21 \text{ tn} \end{aligned}$$

- Las vigas en ambas direcciones son de 0.30mx0.70m



## Área de vigas (Bloque A)

Eje x	Bloque "A" Eje y
<b>Eje 1</b>	<b>Eje A, I</b>
$Av_{xx_{1,5}} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Av_{yy_{(A,I)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (1) = 1	# Ejes Y(A) = 2
A.V x-x(1) = 16.32 m <sup>2</sup>	A. V y-y(A) = 4.44 m <sup>2</sup>
<b>Eje 2</b>	<b>Eje B</b>
$Av_{xx_{2,7}} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Av_{yy_{(B)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (2,7)= 1	# Ejes Y(B) = 1
A.V x-x(2,7) = 14.19 m <sup>2</sup>	A. V y-y(B) = 3.98 m <sup>2</sup>
<b>Eje 3</b>	<b>Eje C</b>
$Av_{xx_3} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Av_{yy_{(C)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (3) = 1	# Ejes Y (C,G) = 1
A.V x-x(3) = 10.77 m <sup>2</sup>	A. V y-y(C,G) = 3.96 m <sup>2</sup>
<b>Eje D, E, F y G</b>	<b>Eje H</b>
$Av_{xx_{(D,E,F,G)}} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Av_{yy_{(D,E,F)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X(D,E,F,G) = 4	# Ejes Y(D,E,F) = 1
A.V x-x(D,E y F) = 16.32 m <sup>2</sup>	A. V y-y(D,E,F) = 3.98 m <sup>2</sup>
<b>Peso de vigas</b>	
P vigas = P <sub>vx</sub> + P <sub>vy</sub>	
P vigas = (A <sub>vx</sub> * h <sub>vx</sub> ) * γ <sub>c.a</sub> + (A <sub>vy</sub> * h <sub>vy</sub> ) * γ <sub>c.a</sub>	
P vx = 69.35 tn	
P vy = 54.89 tn	
P vtotal = 124.24 tn	
<p>Área total eje xx=41.28 m<sup>2</sup></p> <p>Área total eje yy=32.67 m<sup>2</sup></p> <p>Área Vigas total = <b>73.95 m<sup>2</sup></b></p>	

## Área de vigas (Bloque B)

### Eje x

#### Eje 6

$$Av_{xx_{1,5}} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\# \text{ Ejes X (1)} = 1$$

$$A.V \text{ x-x(1)} = 12.06 \text{ m}^2$$

#### Eje 7

$$Av_{xx_{2,7}} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\# \text{ Ejes X (2,7)} = 1$$

$$A.V \text{ x-x(2,7)} = 13.14 \text{ m}^2$$

#### Eje 8

$$Av_{xx_3} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\# \text{ Ejes X (3)} = 1$$

$$A.V \text{ x-x(3)} = 16.37 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total eje xx} = 41.57 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total eje yy} = 31.22 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Vigas total} = \mathbf{72.78 \text{ m}^2}$$

### Peso de vigas

$$P \text{ vigas} = P_{vx} + P_{vy}$$

$$P \text{ vigas} = (Av_x * hv_x) * \gamma_{c.a} + (Av_y * hv_y) * \gamma_{c.a}$$

$$P_{vx} = 69.83 \text{ tn}$$

$$P_{vy} = 52.44 \text{ tn}$$

$$P_{vtotal} = 122.27 \text{ tn}$$

### Bloque "B"

### Eje y

#### Eje A, I

$$Av_{yy_{(A,I)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\# \text{ Ejes Y(A)} = 1$$

$$A.V \text{ y-y(A)} = 2.10 \text{ m}^2$$

#### Eje B,H

$$Av_{yy_{(B,H)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\# \text{ Ejes Y(B,H)} = 2$$

$$A.V \text{ y-y(B,H)} = 7.71 \text{ m}^2$$

#### Eje C,D,E,F,G

$$Av_{yy_{(C,D,E,F,G)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\# \text{ Ejes Y (C,D,E,F,G)} = 5$$

$$A.V \text{ y-y(C,D,E,F,G)} = 19.80 \text{ m}^2$$

#### Eje I

$$Av_{yy_{(A,I)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\# \text{ Ejes Y(A,I)} = 1$$

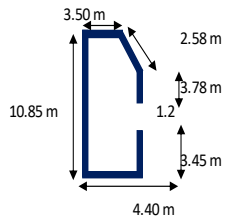
$$A.V \text{ y-y(A,I)} = 1.61 \text{ m}^2$$

$$P_v. \text{ total de ambos bloques (A y B)} = \mathbf{246.51 \text{ tn}}$$

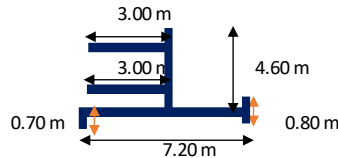
## Bloque A

- Existen 4 tipos de placas que tienen un espesor de 0.25 m, en la cual se determinará su área y sus pesos respectivamente.

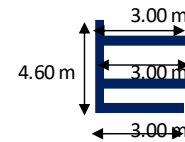
### Placa típica 1



### Placa típica 2



### Placa típica 3



### Placa típica 4



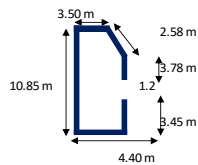
$$A_{placa\ tip} = \#Placas * L_{pl} * e_{pl}$$

- # Placa típica 1=2 → Área Placa Tip 1= 14.33 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 2=1 → Área Placa Tip 1= 4.83 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 3=1 → Área Placa Tip 1= 3.40 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 4=1 → Área Placa Tip 1= 0.23 m<sup>2</sup>

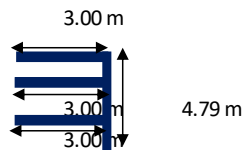
## Bloque B

- Existen 4 tipos de placas que tienen un espesor de 0.25 m, en la cual se determinará su área y sus pesos respectivamente.

### Placa típica 1



### Placa típica 2



### Placa típica 3



### Placa típica 4



$$A_{placa\ tip} = \#Placas * L_{pl} * e_{pl}$$

- # Placa típica 1=2 → Área Placa Tip 1= 14.33 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 2=2 → Área Placa Tip 1= 6.90 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 3=1 → Área Placa Tip 1= 0.41 m<sup>2</sup>
- # Placa típica 4=1 → Área Placa Tip 1= 1.10 m<sup>2</sup>



### Peso de placas de bloques A y B

$$he_1 = 4.05 \text{ m}$$

$$P_{placas_{bloque\ A\ y\ B}} = \#pl * St * he_i * \gamma c$$

$$P_{placas_{bloque\ A}} = 221.42 \text{ tn}$$

$$P_{placas_{bloque\ B}} = 221.01 \text{ tn}$$

$$P_{placas_{total}} = 442.43 \text{ tn}$$

- La losa aligerada es de 300 kg/cm<sup>2</sup> para una altura de 0.20 m según la norma E-030.

$$A_{techada} = A_{total} - A_{vacíos} - A_{col} - A_{placas} - A_{vig}$$

$$A_{techada\ Bloque\ A} = 808.556 \text{ m}^2$$

$$A_{techada\ Bloque\ B} = 784.216 \text{ m}^2$$

$$A_{techada\ Bloque\ A\ y\ B} = 1592.77 \text{ m}^2$$

$$P_{L.a} = (A_t - A_{col} - A_{pla} - A_{vp}) * \gamma_{L.a}$$

Peso de losa aligerada:

#### **Bloque A**

$$P_{L.a} = 242.57$$

#### **Bloque B**

$$P_{L.a} = 235.26$$

$$P_{L.a} \text{ (Total)} = 447.83$$

Peso de cargas muertas:

#### **Bloque A**

$$P. \text{ de enlucido} = 161.71 \text{ tn}$$

$$P. \text{ de contrapiso} = 93.91 \text{ tn}$$

#### **Bloque B**

$$P. \text{ de enlucido} = 156.84 \text{ tn}$$

$$P. \text{ de contrapiso} = 94.11 \text{ tn}$$

**TABICUERÍA PERIMÉTRICA (Bloque A)**

<b>SECTOR C</b>		Cantidad	Largo	altura	Área
EJE 1	m2	1	6.8	3.35	22.78
EJE I	m2	1	6.8	3.35	22.78

**TABICUERÍA REPARTIDA**

ENTRE EJES 1-2	m2	1	43.4	3.9	169.26
ENTRE EJES 2-3	m2	1	45.3	3.9	176.67

**TABICUERÍA PERIMÉTRICA (Bloque B)**

<b>SECTOR C</b>		Cantidad	Largo	altura	Área
EJE 1	m2	1	6.8	2.7	18.36
EJE I	m2	1	6.8	3.35	22.78

**TABICUERÍA REPARTIDA**

ENTRE EJES 1-2	m2	1	43.4	3.9	169.26
----------------	----	---	------	-----	--------

## F) PESO DE SOBRECARGA

$$Ps/c \text{ 5 BLOQUE A} = (Att-Ac-Ap) * s/c-5\text{piso} = 242.5668 \text{ tn}$$

$$Ps/c \text{ 5 BLOQUE A} = (Att-Ac-Ap) * s/c-5\text{piso} = 235.2648 \text{ tn}$$

En la tabla 5, se tiene el resumen de los pesos del quinto piso del hospital regional de Lambayeque, bloques A y B.

Tabla5  
Resumen de pesos del quinto piso

### Bloque "A"

Piso	hi	P la	P cont	P enl	P t.r	P t.p
5A	4.05 tn	242.57 tn	93.91 tn	161.71 tn	103.78 tn	13.67 tn

Pcol	P placa	P vigas	P cob	Pm o Pd	P viva	P sismo
31.10 tn	221.42 tn	124.24 tn	0.00 tn	992.40 tn	242.57 tn	1113.68 tn

### Bloque "B"

Piso	hi	P la	P cont	P enl	P t.r	P t.p
5A	4.05 tn	235.26 tn	94.11 tn	156.84 tn	107.23 tn	12.34 tn

Pcol	P placa	P vigas	P cob	Pm o Pd	P viva	P sismo
31.10 tn	221.01 tn	122.27 tn	0.00 tn	980.16 tn	235.26 tn	1097.80 tn

Elaborado por los autores

## Cálculo de piso 6

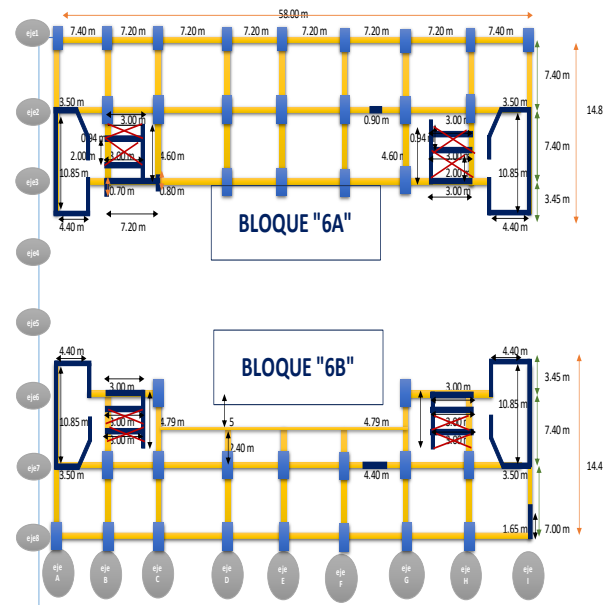


Figura 6: Vista de elementos estructurales para el metrado del sexto piso del Hospital Regional de Lambayeque  
Elaborado por los autores

Existen 1 tipo de columnas para ambos bloques:

- En todos los ejes se tienen columnas de 40cmx40cm



$$\text{Peso de columnas} = P_{Col_i} = \#c * St * he_i * \gamma_c$$

$$\text{Peso de columnas bloque A} = P_{Col_A} = 15.55 \text{ tn}$$

$$\text{Peso de columnas bloque B} = P_{Col_B} = 13.22 \text{ tn}$$

$$\text{Peso de columnas total} = P_{Col_{A y B}} = 28.77 \text{ tn}$$

- Las vigas en ambas direcciones son de 0.30mx0.70m



$$b = 0.30 \text{ m}$$

$$t = 0.70 \text{ m}$$

### Área de vigas (Bloque A)

#### Eje x

##### Eje 1

$$Av_{xx_{1,5}} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\# \text{ Ejes X (1)} = 1$$

$$A.V \text{ x-x(1)} = 16.32 \text{ m}^2$$

##### Eje 2

$$Av_{xx_{2,7}} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\# \text{ Ejes X (2,7)} = 1$$

$$A.V \text{ x-x(2,7)} = 14.19 \text{ m}^2$$

##### Eje 3

$$Av_{xx_3} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$$

$$\# \text{ Ejes X (3)} = 1$$

$$A.V \text{ x-x(3)} = 10.77 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total eje xx} = 41.28 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total eje yy} = 32.67 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Vigas total} = 73.95 \text{ m}^2$$

#### Peso de vigas

$$P \text{ vigas} = P_{vx} + P_{vy}$$

$$P \text{ vigas} = (Av_x * h_{vx}) * \gamma_c * a$$

$$+ (Av_y * h_{vy}) * \gamma_c * a$$

$$h_{vy} * \gamma_c * a$$

$$P_{vx} = 69.35 \text{ tn}$$

$$P_{vy} = 54.89 \text{ tn}$$

### Bloque "A"

#### Eje y

##### Eje A, I

$$Av_{yy_{(A,I)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\# \text{ Ejes Y(A)} = 2$$

$$A.V \text{ y-y(A)} = 4.44 \text{ m}^2$$

##### Eje B

$$Av_{yy_{(B)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\# \text{ Ejes Y(B)} = 1$$

$$A.V \text{ y-y(B)} = 3.98 \text{ m}^2$$

##### Eje C

$$Av_{yy_{(C)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\# \text{ Ejes Y (C,G)} = 1$$

$$A.V \text{ y-y(C,G)} = 3.96 \text{ m}^2$$

##### Eje D, E, F y G

$$Av_{yy_{(D,E,F,G)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\# \text{ Ejes Y(D,E y F)} = 4$$

$$A.V \text{ y-y(D,E y F)} = 16.32 \text{ m}^2$$

##### Eje H

$$Av_{yy_{(D,E,F)}} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$$

$$\# \text{ Ejes Y(D,E,F)} = 1$$

$$A.V \text{ y-y(D,E,F)} = 3.98 \text{ m}^2$$

## Área de vigas (Bloque B)

### BLOQUE "B"

Eje x	Eje y
<b>Eje 6</b>	<b>Eje A, I</b>
$Av_{xx1,5} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Av_{yy(A,I)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (1)= 1	# Ejes Y(A)= 1
A.V x-x(1)= 3.78 m <sup>2</sup>	A. V y-y(A)= 2.10 m <sup>2</sup>
<b>Eje 7</b>	<b>Eje B,H</b>
$Av_{xx2,7} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Av_{yy(B)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (2,7)= 1	# Ejes Y(B)= 2
A.V x-x(2,7)= 13.14 m <sup>2</sup>	A. V y-y(B)= 7.71 m <sup>2</sup>
<b>Eje 8</b>	<b>Eje C,D,E,F,G</b>
$Av_{xx3} = \#V_{xx} * L_{vx} * b_{xx}$	$Av_{yy(C,D,E,F y G)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
# Ejes X (3)= 1	# Ejes Y (C,G)= 5
A.V x-x(3)= 16.37 m <sup>2</sup>	A. V y-y(C,G)= 12.90 m <sup>2</sup>
<b>Eje I</b>	
	$Av_{yy(A,I)} = \#V_{yy} * L_{vy} * b_{yy}$
	# Ejes Y(I)= 1
	A.V y-y(I)= 1.61 m <sup>2</sup>

Área total eje xx=33.29 m<sup>2</sup>  
 Área total eje yy=24.32 m<sup>2</sup>  
 Área Vigas total =**57.60 m<sup>2</sup>**

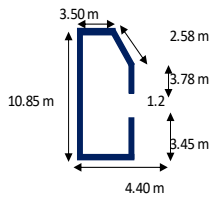
#### Peso de vigas

$$\begin{aligned}
 P \text{ vigas} &= P_{vx} + P_{vy} \\
 P \text{ vigas} &= (Av_x * hv_x) * \gamma_{c.a} + (Av_y * hv_y) * \gamma_{c.a} \\
 P_{vx} &= 69.35 \text{ tn} \\
 P_{vy} &= 52.89 \text{ tn} \\
 P_{vtotal} &= \mathbf{124.24 \text{ tn}}
 \end{aligned}$$

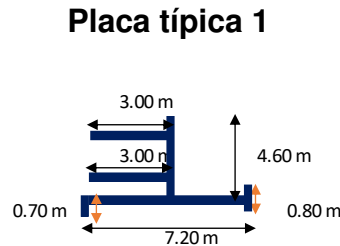
Pv. total de ambos bloques (A y B) = **221.00 tn**

## Bloque A

- Existen 4 tipos de placas que tienen un espesor de 0.25 m, en la cual se determinará su área y sus pesos respectivamente.

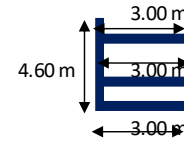


**Placa típica 3**



**Placa típica 1**

**Placa típica 2**



**Placa típica 4**



$$A_{placa\ tip} = \#Placas * L_{pl} * e_{pl}$$

# Placa típica 1=2 → Área Placa Tip 1= 14.33 m<sup>2</sup>

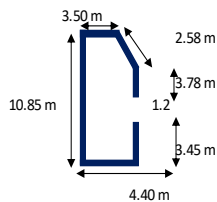
# Placa típica 2=1 → Área Placa Tip 1= 4.83 m<sup>2</sup>

# Placa típica 3=1 → Área Placa Tip 1= 3.40 m<sup>2</sup>

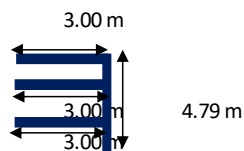
# Placa típica 4=1 → Área Placa Tip 1= 0.23 m<sup>2</sup>

## Bloque B

- Existen 4 tipos de placas que tienen un espesor de 0.25 m, en la cual se determinará su área y sus pesos respectivamente.



**Placa típica 1**

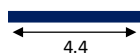


**Placa típica 2**

**Placa típica 3**



**Placa típica 4**



$$A_{placa\ tip} = \#Placas * L_{pl} * e_{pl}$$

# Placa típica 1=2 → Área Placa Tip 1= 14.33 m<sup>2</sup>

# Placa típica 2=2 → Área Placa Tip 1= 6.90 m<sup>2</sup>

# Placa típica 3=1 → Área Placa Tip 1= 0.41 m<sup>2</sup>

# Placa típica 4=1 → Área Placa Tip 1= 1.10 m<sup>2</sup>

Peso de placas de bloques A y B

$$P_{placas_{bloque\ A\ y\ B}} = \#pl * St * he_i * \gamma_c \quad he_1 = 4.05\ m$$

$$P_{placas_{bloque\ A}} = 230.59\ tn$$

$$P_{placas_{bloque\ B}} = 185.60\ tn$$

$$P_{placas_{total}} = 416.22\ tn$$

- La losa aligerada es de 300 kg/cm<sup>2</sup> para una altura de 0.20 m según la norma E030.

$$A_{techada} = A_{total} - A_{vacíos} - A_{col} - A_{placas} - A_{vig}$$

$$A_{techada\ Bloque\ A} = 871.12\ m^2$$

$$A_{techada\ Bloque\ B} = 703.92\ m^2$$

$$A_{techada\ Bloque\ A\ y\ B} = 1575.04\ m^2$$

Peso de losa aligerada:

$$P_{L.a} = (A_t - A_{col} - A_{pla} - A_{vp}) * \gamma_{L.a}$$

#### Bloque A

$$P_{L.a} = 230.58$$

#### Bloque B

$$P_{L.a} = 185.64$$

$$P_{L.a} (Total) = 416.22$$

Peso de cargas muertas:

#### Bloque A

$$P. de\ enlucido = 87.112\ tn$$

$$P. de\ contrapiso = 43.55\ tn$$

#### Bloque B

$$P. de\ enlucido = 70.392\ tn$$

$$P. de\ contrapiso = 35.19\ tn$$

#### F) PESO DE SOBRECARGA

$$S/C\ PISO\ 5 = 300.00\ kg/m^2$$

$$Ps/c\ 5\ BLOQUE\ A = (A_t - A_c - A_p) * s/c - 2\ piso = 130.67\ tn$$

$$Ps/c\ 5\ BLOQUE\ B = (A_t - A_c - A_p) * s/c - 2\ piso = 105.59\ tn$$



En la tabla 6, se tiene el resumen de los pesos del sexto piso del hospital regional de Lambayeque, bloques A y B.

Tabla 6  
Resumen de pesos del sexto piso

**Bloque "A"**

<b>Piso</b>	<b>hi</b>	<b>P la</b>	<b>P cont</b>	<b>P enl</b>	<b>P t.r</b>	<b>P t.p</b>
<b>6A</b>	4.05 tn	230.59 tn	0.00 tn	87.11 tn	0.00 tn	0.00 tn

<b>Pcol</b>	<b>P placa</b>	<b>P vigas</b>	<b>P cob</b>	<b>Pm o Pd</b>	<b>P viva</b>	<b>P sismo</b>
15.552	110.71 tn	124.24 tn	43.56 tn	611.75 tn	130.67 tn	677.09 tn

**Bloque "B"**

<b>Piso</b>	<b>hi</b>	<b>P la</b>	<b>P cont</b>	<b>P enl</b>	<b>P t.r</b>	<b>P t.p</b>
<b>6A</b>	4.05 tn	185.64 tn	0.00 tn	70.39 tn	0.00 tn	0.00 tn

<b>Pcol</b>	<b>P placa</b>	<b>P vigas</b>	<b>P cob</b>	<b>Pm o Pd</b>	<b>P viva</b>	<b>P sismo</b>
13.2192	110.50 tn	96.77 tn	35.20 tn	511.72 tn	105.59 tn	564.51 tn

Elaborado por los autores

En la tabla 7, se tiene el cuadro resumen de metrados del Hospital Regional de Lambayeque.

Tabla 7  
Cuadro resumen de metrados

Piso	hi	P la	P cont	P enl	P t.r	P t.p	P col	Peso placa	Peso vigas	Peso cob	P m o Pd	P viva	P sismo	Pla+Pt.r+Pt.p+Pvigas	Hirosawa
6A	4.1	230.6	0.0	87.1	0.0	0.0	15.6	110.7	124.2	43.6	611.8	130.7	677.1	354.82	
6B	4.1	185.6	0.0	70.4	0.0	0.0	13.2	110.5	96.8	35.2	511.7	105.6	564.5	282.41	
5A	4.1	242.6	93.9	161.7	103.8	13.7	31.1	221.4	124.2	0.0	992.4	242.6	1113.7	484.25	965.33
5B	4.1	235.3	94.1	156.8	107.2	12.3	31.1	221.0	122.3	0.0	980.2	235.3	1097.8	477.10	883.23
4	4.1	569.9	228.7	381.2	451.3	41.6	108.1	479.1	322.8	0.0	2582.6	571.8	2868.5	1385.51	3738.72
3	4.1	569.8	228.7	381.1	424.2	64.0	141.5	479.1	317.5	0.0	2605.9	571.7	2891.8	1375.48	5701.41
2	4.1	744.5	298.8	498.0	509.9	64.0	178.1	500.5	395.3	0.0	3189.0	747.0	3562.5	1713.69	8035.74
1	4.1	841.2	337.6	562.7	538.0	34.5	208.4	500.5	445.4	0.0	3468.2	844.0	3890.2	1859.09	10573.41

Elaborado por los autores

## **Anexo N° 05**

Ensayo de estándar de penetración

PROYECTO	HOSPITAL LAMBAYEQUE ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION	CALICATA	S-1
UBICACION	DISTR. CHICLAYO - PROV. CHICLAYO - DEP. LAMBAYEQUE	COTA	
CONSULTOR	ING CESAR ATALA ABAD	PROFUNDIDAD (m)	5.45
FECHA	AGOSTO 2008	CAMPO	ING. CESAR ATALA ABAD
		N.F. (m)	2.00

PROF. (mts.)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF. (SUCS)	SIMBOLO	N°	PENETRACION ESTANDAR (SPT)								
							0	10	20	30	40	50			
0.40	ENSAJO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT) WASH BORING	M1	MATERIAL DE RELLENO CONFORMADO POR LADRILLOS, CON RAICES CON MATRIZ ARCILLA ARENOSA, COLOR BEIGES, SECA.	R											
		M2	ARCILLA COLOR BEIGES OSCURO CON PUNTOS BLANQUESINOS, SECA, DE ALTA PLASTICIDAD.	CH											
1.00		M3	ARCILLA, COLOR MARRON, DE ALTA PLASTICIDAD, CON PUNTOS BLANQUESINOS, EN ESTADO SEMIRIGIDA.	CL			6								
1.45		M4	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON CON OXIDACIONES Y PUNTOS BLANQUESINOS CON GRAVILLAS ANGULOSAS AISLADAS, EN ESTADO SEMIRIGIDA.	CL <sub>NIF</sub>			9								
2.00		M5	ARCILLA, COLOR MARRON OSCURO, DE ALTA PLASTICIDAD EN ESTADO SEMIRIGIDA.	CL			10								
2.50		M6	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON OSCURO, CON GRAVILLAS AISLADAS.	CH											
3.00		M7	ARCILLA, COLOR BEIGES, DE ALTA PLASTICIDAD, CON GRAVILLAS AISLADAS, EN ESTADO BLANDO.	CL			2								
3.45		M8	ARCILLA, COLOR MARRON OSCURO, DE ALTA PLASTICIDAD, CON GRAVILLAS AISLADAS.	CL			2								
4.00		M9	ARCILLA, DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MARRON, CON GRAVILLAS AISLADAS, SATURADA.	CL			6								
4.20		M10	ARCILLA LIMOSA, COLOR BLANQUESINOS, CON GRAVILLAS AISLADAS, SECA, EN ESTADO RIGIDA.	CL			13								
4.45		M11	ARCILLA, COLOR BLANQUESINO CON MANCHAS NEGRUZCAS Y AMARILLENTA Y GRAVILLAS AISLADAS, SECA.	CL			15								
5.00		M12	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR BLANQUESINO CON VETAS AMARILLENTAS CON GRAVILLAS AISLADAS, EN ESTADO RIGIDA.	CL			12								
5.45						23									
						26									

Javier Perez Claramunt  
CONSORCIO DELTA

Vidal Janampa Quispe  
CONSORCIO DELTA

CESAR AUGUSTO ATALA ABAD  
INGENIERO CIVIL  
CIP 53414 14770

Este presente documento es copia fiel del original; que se encuentra en los archivos de UNOPS.

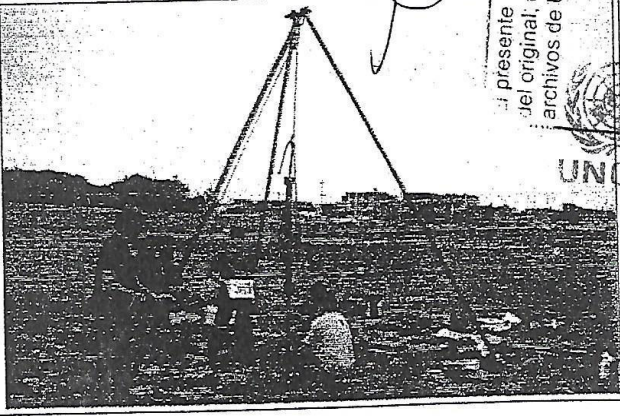
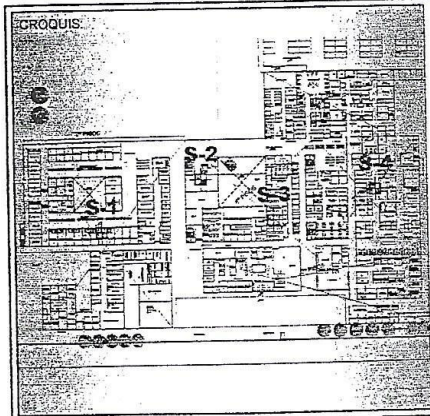


Figura 1: Estudio de suelos con fines de cimentación-S1  
Fuente: Hospital Regional de Lambayeque

PROYECTO:	HOSPITAL LAMBAYEQUE ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION	GALICATA	S-2
UBICACION:	DISTR. CHICLAYO - PROV. CHICLAYO - DEP. LAMBAYEQUE	COTA	
CONSULTOR:	ING CESAR ATALA ABAD	PROFUNDIDAD (m)	18.56
FECHA: AGOSTO - 2009	CAMPO: ING. CESAR ATALA ABAD	N.F. (m)	2.40

PROF. (mts.)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF. (SUCS)	SIMBOLO	N°	PENETRACION ESTANDAR SPT				
							3	10	20	30	40
1.30	ENLACE DE PENETRACION ESTANDAR (EPT) WASH BORING	M1	MATERIAL REMOVIDO CONSISTENTE RAICES SECAS PRESENCIA DE CERAMICOS CON MATRIZ ARCILLA ARENOSA, COLOR BEIGES OSCURO.	CL		3	10	20	30	40	50
		M2	ARCILLA, COLOR BEIGES OSCURO, CON RAICES SECAS AISLADAS, EN ESTADO SEMIRIGIDA.	CL		3	10	20	30	40	50
1.60		M3	ARCILLA, COLOR BEIGES OSCURO, CON RAICES AISLADAS, SEGA, EN ESTADO BLANDO.	CL		3	10	20	30	40	50
1.45		M4	ARCILLA, DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR BEIGES OSCURO, SATURADO.	CL		3	10	20	30	40	50
2.00		M5	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR MAHRON OSCURO, SATURADO, SEMIRIGIDA.	CH NF		3	10	20	30	40	50
2.45		M6	ARCILLA DE COLOR BEIGES OSCURO, CON OXIDACIONES, DE ALTA PLASTICIDAD.	CH		3	10	20	30	40	50
3.00		M7	ARCILLA, COLOR BEIGES, PLASTICA, CON GRAVILLAS AISLADAS, SATURADA EN ESTADO BLANDO.	CL		3	10	20	30	40	50
3.45		M8	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR BEIGES OSCURO, SATURADO.	CL		3	10	20	30	40	50
3.80		M9	ARCILLA, COLOR BEIGES OSCURO, PLASTICA.	CL		3	10	20	30	40	50
4.00		M10	ARENA LIMOSA DE GRANO FINO A MEDIO, NO PLASTICA, COLOR GRIS AMAHILLENTO, CON GRAVILLAS SUBREDONDEADAS SATURADO, EN ESTADO SEMICOMPACTO.	SM		3	10	20	30	40	50
4.45		M11	GRAVAS SUBREDONDEADAS CON MATRIZ LIMOSA, COLOR BEIGES, LIGERAMENTE PLASTICA, CON GRAVAS DE 3"-4", EN ESTADO SEMICOMPACTO.	GM		3	10	20	30	40	50
5.00	ALUBRACION REMANIDA CON ACEITE					21	23	25	27	29	31
						36	38	40	42	44	46
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
						16	18	20	22	24	26
8.56						88	90	92	94	96	

Javier Pérez Claramunt  
CONSORCIO DELTA

Vidal Janampa Quispe  
CONSORCIO DELTA

CESAR AUGUSTO ATALA  
INGENIERO CIVIL

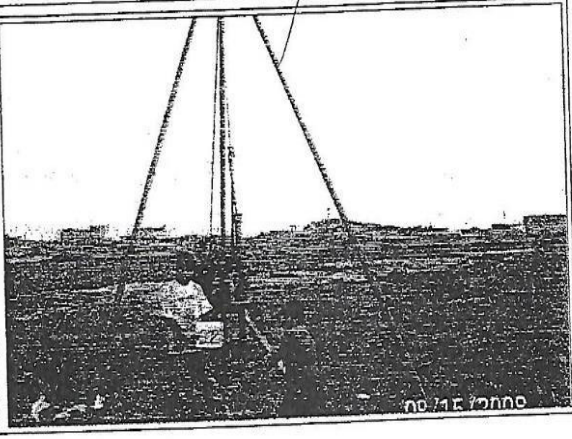
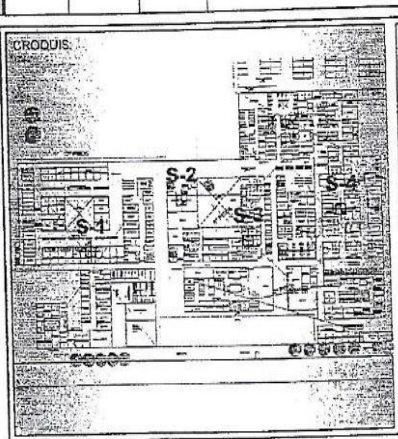


Figura 2: Estudio de suelos con fines de cimentación-S2  
Fuente: Hospital Regional de Lambayeque



CAA Ingenieros Consultores E.I.R.L.  
Ingeniería de Cimentaciones - Proyectos Consultoría  
Laboratorio de Mecánica de Suelos

# REGISTRO DE CAMPO

PROYECTO	HOSPITAL LAMBAYEQUE	CALICATA	S-3
UBICACION	ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION	COTA	
CONSULTOR	DISTR. CHICLAYO - PROV. CHICLAYO - DEP. LAMBAYEQUE	PROFUNDIDAD (m):	8.10
FECHA	ING. CESAR ATALA ABAD	N.F. (m):	1.90
FECHA	AGOSTO - 2008	CAMPO:	ING. CESAR ATALA ABAD

PROF. (mts.)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF. (SUCS)	SIMBOLO	N°	PENETRACION ESTANDAR SPT																				
							0	10	20	30	40	50															
2.30	ENLACE DE PENETRACION ESTANDAR (SPT) VASO BORRINO	M1	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR BEIGES CON PUNTOS BLANQUISINOS, SECA, CON RAICES.	CL																							
		M2	ARENA LIMOSA, COLOR BEIGES AMARILLENTO, HUMEDA, CON RAICES.	SM																							
1.60		M3	LIMO ARENOSO, COLOR BEIGES AMARILLENTO, POCO HUMEDA, DE BAJA PLASTICIDAD, CON RAICES AISLADAS.	ML																							
1.45		M4	ARCILLA, DE ALTA PLASTICIDAD, COLOR BEIGES OSCURO.	CL <sub>NP</sub>																							
2.00		M5	ARCILLA, DE ALTA PLASTICIDAD, CON OXIDACIONES, EN ESTADO SEMIRIGIDO.	CL																							
2.45		M6	ARCILLA, COLOR BEIGES OSCURO, SATURADO, DE ALTA PLASTICIDAD.	CL																							
3.00		M7	ARCILLA, COLOR BEIGES, CON GRAVILLAS SUBREDONDEADAS, AISLADAS, PLASTICA, SATURADO, EN ESTADO SEMIRIGIDO.	CL																							
3.45		M8	ARCILLA, PLASTICA, CON GRAVAS DE 2" - 3", AISLADAS, SATURADA.	CL																							
4.00		M9	ARENA DE GRANO FINO A MEDIO, COLOR GRIS, NO PLASTICA, CON GRAVAS SUBREDONDEADAS 2" - 3", SATURADAS, EN ESTADO SEMICOMPACTO.	SP																							
4.45		M10	GRAVA SUBREDONDEADA, CON MATRIZ ARENA LIMOSA, NO PLASTICA, CON GRAVAS DE 1" - 2" EN UN 10 - 15% Y DE 3" - 4" AISLADA, EN ESTADO SEMICOMPACTO.	GP-GM																							
5.00	ABSENTACION DINAMICA CONO PEER						36	64	26	46	18	23	23	25	16	11	12	26	30	45	49	55	69	78	80	100	100
								10	13	25																	

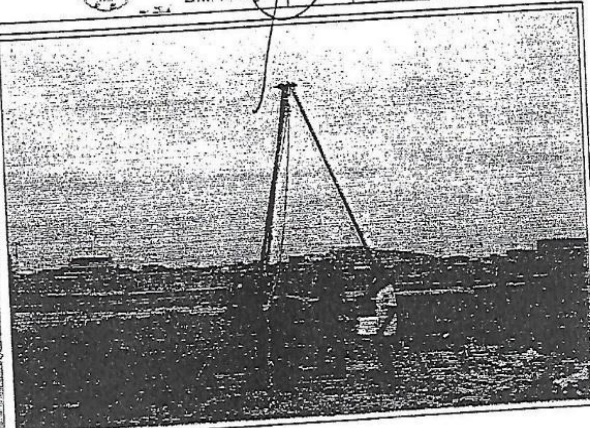
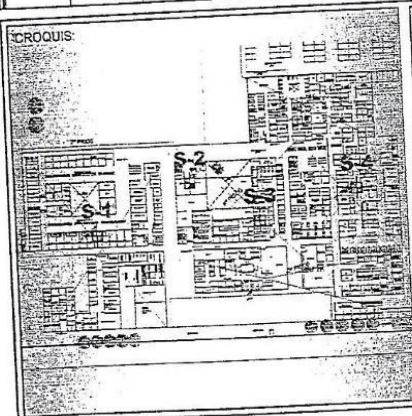


Figura 3: Estudio de suelos con fines de cimentación-S3  
Fuente: Hospital Regional de Lambayeque

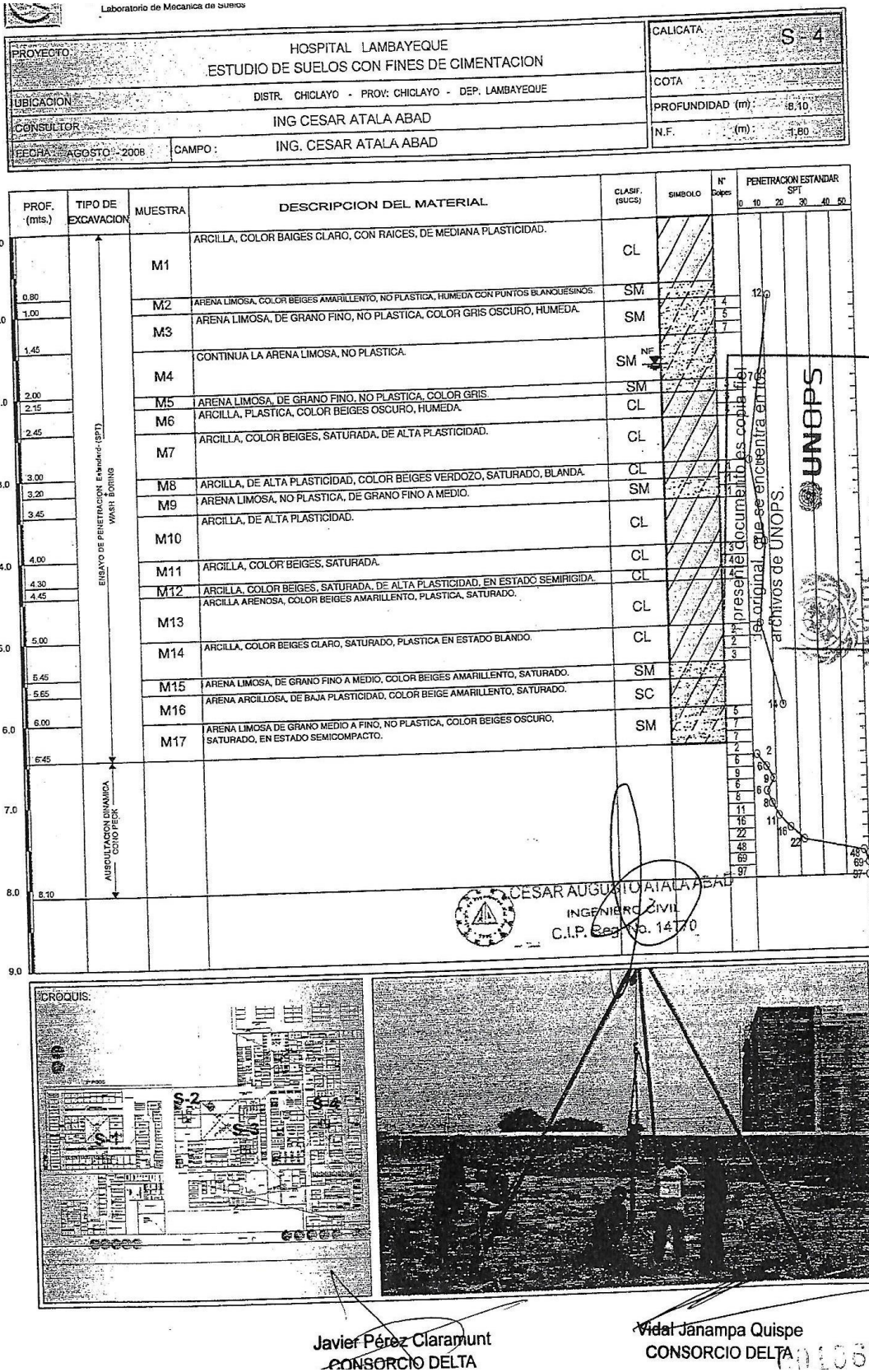


Figura 4: Estudio de suelos con fines de cimentación-S4  
Fuente: Hospital Regional de Lambayeque

## **Anexo N° 06**

Cálculo del juicio estructural Iso



**Anexo 05**  
**CÁLCULO DEL JUICIO ESTRUCTURAL Iso**  
**Iso= Eso\*Z\*G\*U**

**1.1 Norma E 030-2018**

El Hospital Regional de Lambayeque se ubica en la región de Lambayeque y según el mapa sísmico pertenece a la zona 4.

a) Zonificación de la edificación

Tabla1  
Factor de zona "Z"

Factores de zona "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: NTP E030-2018

b) Categoría de edificación y factor de uso

Tabla 2  
Categorías de las edificaciones y factor “U”

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> </ul> <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.                      Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.                      Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.  También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: NTP E030-2016

A continuación, se muestra el resumen de la tabla descrita anteriormente.

Tabla 3  
Categorías de las edificaciones y factor “U”

Categoría	U
A	1.5
B	1.3
C	1
D	a criterio

Fuente: NTP E.030-2018

Por tratarse de un hospital se encuentra en la categoría A (U=1.5)

c) Factor de suelo S según la zonificación:

Según la tabla NTP E030-2016 el suelo del hospital es tipo 3 (S=1.1)

Tabla 4  
Factor del suelo "S"

SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: NTP E030-2018

Asimismo, se usará T<sub>p</sub> igual a 0.1 y T<sub>L</sub> igual a 1.6

Tabla 5  
Periodos T<sub>P</sub> y T<sub>L</sub>

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: NTP E030-2018

d) Periodo fundamental de vibración: El período fundamental de vibración según la norma E 030 se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

CT = 60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios.

de concreto armado duales de muros estructurales.

El edificio es 6 pisos y cada piso tiene una altura de 4.05 m. Entonces **h<sub>n</sub>** es

24.30. Entonces:

$$T=24.30/60$$

$$T=0.405$$

Según su modelamiento en Etabs  $T=0.4$ .

e) Factor de amplificación sísmica:

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica  $C$ .

Tabla 6  
Periodos  $T_P$  y  $T_L$

$T < T_p$	$C=2.5$
$T_p < T < T_l$	$C=2.5 \cdot (T_p/T_l)$
$T > T_l$	$C=2.5 \cdot (T_p \cdot T_l/T^2)$

Fuente: NTP E030-2018

En nuestro caso  $T= 0.4$  y  $T_p$  es igual a 1.0. Por lo tanto,  $C= 2.5$

f) Coeficiente básico de reducción sísmica: La edificación es de C°A° y presenta placas y columnas por lo tanto R es igual a 7.

Tabla 7  
Periodos  $T_P$  y  $T_L$

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción $R_o$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albanilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

Fuente: NTP E.030 2016

Aceleración espectral

$$S_a = (Z*U*C*S)*g/R$$

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.5$$

$$C = 2.5$$

$$S = 1.1$$

$$R = 7$$

$$S_a = 0.2652 \text{ g}$$

## 1.2 Código Japonés

a) Zonificación de la edificación: El coeficiente Z de zonificación de riesgo sísmico tiene el mismo concepto que en el código peruano sin embargo sus valores son los siguientes:

Zona A =>  $Z=1.00$  (Zona mayor sismicidad)

Zona B =>  $Z=0.70$  (Zona menor sismicidad)

Como el hospital se ubica en Lambayeque y éste forma parte del cinturón de fuego entonces según el código japonés se ubica en la zona A. Por lo tanto, Z es igual a 1.

Clasificación de suelos:

Tabla 8  
Periodos  $T_P$  y  $T_L$

Tipo de suelo	$T_c$
Tipo I (suelo duro)	0.4
Tipo II (suelo medio)	0.6
Tipo III (suelo suave)	0.8

Fuente: Norma Japonesa

El S3 es 0.8 y el S1 es 0.4.

Periodo fundamental:

$$T = 0.02 * h$$

Como la altura total es 24.3. T es 0.486.

Diseño espectral: El coeficiente espectral de diseño ( $R_t$ ), se determina en base al tipo de perfil de suelo y al periodo fundamental de la estructura.

T	$T < T_c$	$T_c \leq T \leq 2T_c$	$2T_c \leq T$
$R_t$	1	$1 - 0.2(T/T_c - 1)^2$	$1.6 * T_c/T$

Para suelo 3, T es 0.486, el cual es menor a 0.8. Por lo tanto,  $R_t$  es igual a 1.

Factor de distribución de corte lateral: El factor de distribución de corte lateral es otra de las diferencias fundamentales con el código peruano en cuanto la distribución de fuerzas se refiere, para estructuras como hospitales.

$$A_i = 1$$

Factor de distribución de corte lateral: El coeficiente cortante estándar  $C_o$  tiene dos valores definidos 0.2 para sismos moderados y 1 para sismos severos.

Aceleración espectral:

$S_a = Z * R_t * A_i * C_o * g$	
<b>Sismo moderado</b>	<b>Sismo severo</b>
Z=1	Z = 1
$R_t = 1$	$R_t = 1$
$A_i = 1$	$A_i = 1$
$C_o = 0.2$	$C_o = 1$
$S_a = 0.20 * g$	$S_a = 1 * g$

Análisis del índice de juicio estructural Iso: El cálculo de este índice está basado en la máxima respuesta espectral esperada para las condiciones locales donde se encuentre el edificio (hospital) a evaluar, está dado por:

$$I_{so} = E_{so} * Z * G * U = cte * E_o$$

$Cte = Z * G * U$                       constante que depende del nivel sísmico

Iso es proporcional a  $E_o$ . Se sabe que:

$$Q = C_i * \sum W_j$$

$$Q = C_i * g * m$$

$$S_a = C_i * g$$

$$E_i = C_i * F_i$$

Como solo hallaremos la vulnerabilidad con el tipo 1, solo para columnas, entonces: F es 1.

Cálculo de los Iso para Japón según el método Hirosawa

$E_o=0.8$  Para el primer método de evaluación

$E_o=0.8$  Para el segundo y tercer método de evaluación

$Z=1.00$  Índice de zona

$G= 1.0$  cuando no hay mucha pendiente

$G= 1.0$  para zonas con mucha pendiente

$U=1.0$  índice de uso por importancia, para edificaciones en general

$Iso(Japón)=E_o*Z*G*U$

$Iso=0.8$

Cálculo de los Iso para Perú según el método Hirosawa:

$E_o=E_o$  Perú

$Z= 0.45$  factor de zona

$G=1.0$  Subíndice de terreno

$U=1.5$  Factor de categoría de edificaciones

$Iso(Perú)=E_o$  Perú\* $Z*G*U$

$Iso(Perú)=0.675*E_o$  Perú

Luego tenemos el cálculo de los Sa Perú y Japón

**Comparación según códigos peruano y japonés:**

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{S_{a(perú)}}{S_{a(japón)}}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{I_{so(japón)}} = \frac{0.2652 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{so(perú)}}{0.8} = 0.2652$$

$$I_{so(perú)} = 0.2121$$



**Anexo N° 07**  
Panel fotográfico



Elaborado por los autores



Elaborado por los autores



Elaborado por los autores



Elaborado por los autores



Elaborado por los autores



Elaborado por los autores



Elaborado por los autores



Elaborado por los autores

**Anexo N° 08**

Constancia de aprobación H.R.L



*"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"*

Chiclayo, 07 de mayo del 2018

## CONSTANCIA DE APROBACIÓN

El Departamento de Desarrollo de la Investigación Básica - Clínica de la Dirección de Investigación del Hospital Regional Lambayeque; después de considerar la factibilidad del área involucrada, de verificar los aspectos metodológicos, de no tener implicancias éticas y de contar con la aprobación metodológica de la universidad de procedencia del Proyecto de Investigación titulado: **"Evaluación de la vulnerabilidad estructural del Hospital Regional Lambayeque para determinar la seguridad a través del método Hirosawa"**, presentado por:

- Herbert Martin Cucho Salinas
- Karen Melanyth Nuñez Cusma

Y que, habiendo cumplido con los requisitos emite una Constancia de Conformidad de Aprobación para la ejecución del mismo en el área/departamento/servicio: **Servicio de Mantenimiento**. Durante el periodo: **08 de mayo hasta el 08 de agosto del 2018**.



  
Blanca Katiuzca Loayza Enriquez  
Jefe del Departamento del Desarrollo  
de la Investigación Básica - Clínica