

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



**VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SECTOR B Y D DEL HOSPITAL REGIONAL
DE CAJAMARCA**

Tesis para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por el Bachiller:

TEÓFILO EMANUEL CHOLÁN CARUAJULCA

Asesor:

Dr. en I. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

CAJAMARCA - PERÚ

2018

AGRADECIMIENTO

A mi asesor, el Dr. en I. Miguel Angel Mosqueira Moreno por el constante apoyo y dedicación al desarrollo de esta tesis.

A los docentes de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a mi Jurado conformado por el M. Cs. Ing. José Luis Marchena Araujo, el M. Cs. Ing. Jaime Amorós Delgado y el Ing. Marcos Mendoza Linares quienes con su experiencia y dedicación volcaron sus conocimientos para el desarrollo de esta tesis.

A mis amigos con quienes compartimos las diferentes cátedras recibidas en la Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a mi amiga Janeth por su apoyo incondicional en la realización de este proyecto de tesis.

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María

Gracias a Dios por haberme regalado la vida y permitirme ser parte de una familia sólida y unida.

A santa María por guiarme cada momento en el camino del Señor Jesús.

A mi Padres Teófilo y Juana

Quienes sabiamente me supieron guiar en la vida, siendo parte de mis planes, éxitos, alegrías y tristezas.

A mis Hermanos Cynthia, Jimmy y Carol

Por las enseñanzas que cada día recibo de ellos y por el ímpetu de seguir luchando en el arduo camino de la vida.

A mis Abuelitos, Tíos y Primos

Quienes me brindaron su apoyo constante en mi vida.

Teófilo Emanuel Cholán Caruajulca

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ABREVIATURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
1. CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1. Contexto del problema	1
1.2. Planteamiento del Problema	1
1.3. Justificación de la Investigación	1
1.3.1. Justificación Científica	1
1.3.2. Justificación Técnica - Práctica	2
1.3.3. Justificación Institucional y Personal	2
1.4. Alcances de la Investigación	2
1.5. Objetivos	2
1.5.1. Objetivo general	2
1.5.2. Objetivos Específicos	2
1.6. Organización del proyecto de tesis	3
2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes Teóricos.....	4
2.2. Bases Teóricas.....	7
2.2.1. Métodos de análisis de vulnerabilidad	7
2.2.2. Método ATC 21 - FEMA 154.....	8
2.2.3. Método de Hirosawa	18
2.2.4. Componente Estructural	34
2.2.5. Componente No Estructural	40
2.2.6. Componente Funcional	45
2.3. Definición de términos básicos.....	48
3. CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	50
3.1. Ubicación Geográfica	52
3.2. Tiempo o época de investigación	54
3.3. Procedimiento	54

3.3.1. Vulnerabilidad Estructural	54
3.3.2. Vulnerabilidad No Estructural.....	66
3.3.3. Vulnerabilidad Funcional.....	67
3.3.4. Vulnerabilidad Sísmica.....	67
3.4. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados	68
3.4.1. Tipo, nivel, diseño y método de investigación	68
3.4.2. Población de estudio	68
3.4.3. Muestra	68
3.4.4. Evaluación de Vulnerabilidad Estructural.....	69
3.4.5. Evaluación de Vulnerabilidad No Estructural	76
3.4.6. Evaluación de Vulnerabilidad Funcional	90
3.4.7. Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica	100
4. CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	102
4.1. Análisis y discusión de resultados de Vulnerabilidad Estructural	103
4.1.1. Método ATC 21 - FEMA 154	103
4.1.2. Método de Hirosawa	103
4.2. Análisis y discusión de resultados de Vulnerabilidad No Estructural.....	104
4.3. Análisis y discusión de resultados de Vulnerabilidad Funcional.....	105
4.4. Análisis y discusión de resultados de Vulnerabilidad Sísmica	105
5. CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
5.1. Conclusiones.....	106
5.2. Recomendaciones.....	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
A. ANEXOS	
A. APÉNDICES	

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1 Puntajes básicos de riesgo estructural según niveles de sismicidad ...	10
Tabla 2.2. Descripción de tipos de estructuras según ATC 21 - FEMA 154.....	10
Tabla 2.3 Tipos de Suelo y Parámetros	17
Tabla 2.4 Valores de los coeficientes γ_i	22
Tabla 2.5 Valores G_i y R_i	27
Tabla 2.6 Valores del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro	31
Tabla 2.7 Clasificación de daños causados por sismo	32
Tabla 2.8 Factor de Zona “Z”	34
Tabla 2.9 Factor de Suelo “S”	35
Tabla 2.10 Periodos “ T_P y T_L ”	35
Tabla 2.11 Categoría de las Edificaciones y Factor “U”	37
Tabla 2.12 Sistemas Estructurales	38
Tabla 2.13 Factor de Irregularidad I_a	39
Tabla 2.14 Factor de Irregularidad I_p	39
Tabla 2.15 Matriz de Prioridades	44
Tabla 3.1 Parámetros preliminares del Sector B	57
Tabla 3.2 Datos generales del Sector B	58
Tabla 3.3 Factores Sísmicos del Sector B	61
Tabla 3.4 Índice de juicio estructural de Japón y Perú	62
Tabla 3.5 Parámetros preliminares del Sector D	63
Tabla 3.6 Datos generales del Sector D	64
Tabla 3.7 Índice sísmico básico del Sector B	70
Tabla 3.8 Índice de configuración estructural del Sector B	70
Tabla 3.9 Índice de deterioro del Sector B	71
Tabla 3.10 Índice de resistencia provista del Sector B	71
Tabla 3.11 Índice de resistencia demandada del Sector B y D	71
Tabla 3.12 Comportamiento Sísmico del Sector B	72
Tabla 3.13 Índice sísmico básico del Sector D	73
Tabla 3.14 Índice de configuración estructural del Sector D	73
Tabla 3.15 Índice de deterioro del Sector D	74
Tabla 3.16 Índice de resistencia provista del Sector D	74

Tabla 3.17 Comportamiento Sísmico del Sector D.....	75
Tabla 3.18 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector B Primer Piso	76
Tabla 3.19 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector B Segundo Piso	79
Tabla 3.20 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector D Primer Piso.....	83
Tabla 3.21 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector D Segundo Piso	84
Tabla 3.22 Vulnerabilidad No Estructural del Sector B.....	89
Tabla 3.23 Vulnerabilidad No Estructural del Sector D	90
Tabla 3.24 Actividades típicas del Sector B Primer Piso	95
Tabla 3.25 Actividades típicas del Sector B Segundo Piso	96
Tabla 3.26 Actividades típicas del Sector D Primer Piso.....	97
Tabla 3.27 Actividades típicas del Sector D Segundo Piso.....	97
Tabla 3.28 Vulnerabilidad Funcional del Sector B.....	98
Tabla 3.29 Vulnerabilidad Funcional del Sector D.....	99
Tabla 3.30 Nivel de vulnerabilidad sísmica del Sector B	100
Tabla 3.31 Nivel de vulnerabilidad sísmica del Sector D.....	101
Tabla A.1 Metrado de Cargas en la columna del Sector B	
Tabla A.2 Metrado de Cargas en la columna del Sector D	
Tabla A.3 Área transversal de “ma” Sector B (primer piso)	
Tabla A.4 Área transversal de “ma” Sector B (segundo piso)	
Tabla A.5 Área transversal de “m2, m3 y m4” Sector B (primer piso)	
Tabla A.6 Área transversal de “m2, m3 y m4” Sector B (segundo piso)	
Tabla A.7 Área transversal de “ma” Sector D (primer piso)	
Tabla A.8 Área transversal de “ma” Sector D (segundo piso)	
Tabla A.9 Área transversal de “m3” Sector D Primer Piso	
Tabla A.10 Metrado de Cargas del primer piso del Sector B	
Tabla A.11 Metrado de Cargas del segundo piso del Sector B	
Tabla A.12 Metrado de Cargas del primer piso del Sector D	
Tabla A.13 Metrado de Cargas del segundo piso del Sector D	

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 (a) Edificio de mediana y (b) edificio de gran altura	15
Figura 2.2 Irregularidad vertical.....	15
Figura 2.3 Irregularidad en planta	16
Figura 2.4 Efecto de Columna Corta	20
Figura 2.5 Definición de columna de concreto reforzado	20
Figura 2.6 Regularidad en planta.	27
Figura 2.7 Relación largo – ancho.....	28
Figura 2.8 Contracción en planta.	28
Figura 2.9 Razón entre área de patio y área total	29
Figura 2.10 Relación de excentricidad del patio interior con el área total	29
Figura 2.11 Razón de área promedio de sótanos y de pisos superiores.....	30
Figura 2.12 Separación sísmica de edificios	30
Figura 2.13 Componente Funcional y Organizativo	45
Figura 3.1 Mapa departamental, provincial y distrital de Cajamarca	52
Figura 3.2 Ubicación del HRC	53
Figura 3.3 Ubicación del Sector B y D en el HRC	53
Figura 3.4 Vulnerabilidad Estructural del Sector B	72
Figura 3.5 Vulnerabilidad Estructural del Sector D.....	75
Figura 3.6 Humedad en losa del segundo piso del Sector B.....	87
Figura 3.7 Columna corta en segundo piso del Sector B y D	88
Figura 3.8 Ventanería en el Sector B	88
Figura 3.9 Vulnerabilidad No Estructural del Sector B	89
Figura 3.10 Vulnerabilidad No Estructural del Sector D	90
Figura 3.11 Acceso Vehicular V-1	91
Figura 3.12 Acceso Vehicular V-2	92
Figura 3.13 Acceso Vehicular V-3.....	92
Figura 3.14 Acceso Peatonal P-1.....	93
Figura 3.15 Acceso Peatonal P-2.....	93
Figura 3.16 Acceso Peatonal P-3.....	94
Figura 3.17 Edificaciones adyacentes.....	95
Figura 3.18 Vulnerabilidad Funcional del Sector B.....	98

Figura 3.19 Vulnerabilidad Funcional del Sector D	99
Figura 3.20 Vulnerabilidad Sísmica del Sector B	100
Figura 3.21 Vulnerabilidad Sísmica del Sector D	101
Figura A.1 Ubicación del HRC en el Mapa de Intensidades Sísmicas Locales	
Figura A.2 Ficha FEMA 154 Sector B	
Figura A.3 Ficha FEMA 154 Sector D	
Figura A.4. Clasificación SUCS y AASHTO. Calicata 6: Perfil estratigráfico	
Figura A.5. Clasificación SUCS y AASHTO. Calicata 9: Perfil estratigráfico	
Figura A.6. Clasificación SUCS y AASHTO. Calicata 4: Perfil estratigráfico	

INDICE DE ABREVIATURAS

ATC	: Applied Technology Council.
BSH	: Basic Score Hazard.
COE	: Comité de Operaciones frente a Emergencias y Desastres.
ECHO	: Departamento de Asistencia Humanitaria y Protección Civil de la Comunidad Europea.
FEMA 154	: Federal Emergency Management Agency.
HRC	: Hospital Regional de Cajamarca.
INDECI	: Instituto de Defensa Civil.
INGEMMET	: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
ISH	: Índice de Seguridad Hospitalaria.
MF	: Modifying Factors - Factores Modificadores.
MINSA	: Ministerio de Salud.
MM	: Mercalli Modificada.
MVCS	: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
NTE.020	: Norma Técnica, Estructuras, Cargas.
NTE.030	: Norma Técnica, Estructuras, Diseño Sismorresistente.
NTE.060	: Norma Técnica, Estructuras, Concreto Armado.
NTE.070	: Norma Técnica, Estructuras, Albañilería.
OPS/PAHO	: Organización Panamericana de la Salud / Pan American Health Organization.
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones.
RVS	: Rapid Visual Screening - Análisis Visual Rápido.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación comprendió determinar el grado de vulnerabilidad sísmica del sector B y D del Hospital Regional de Cajamarca (HRC), por ello se evaluó la vulnerabilidad estructural en la cual se empleó la metodología propuesta por el ATC 21 - FEMA 154 (2002) e Hirosawa de segundo orden (1992), después se determinó la vulnerabilidad no estructural y funcional en las que se empleó la metodología propuesta por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) del 2004. El procedimiento empezó aplicando el método cualitativo del ATC 21 – FEMA 154, donde se calculó un puntaje estructural y se determinó el comportamiento sísmico, luego se empleó el método cuantitativo de Hirosawa, en el cual se comparó el índice de vulnerabilidad estructural con el índice de juicio estructural donde se determinó el comportamiento estructural y la vulnerabilidad estructural. Posteriormente con los resultados de la vulnerabilidad estructural y la metodología de la OPS se evaluó las instalaciones básicas, equipos y los componentes arquitectónicos, determinándose la vulnerabilidad no estructural; por último se analizó el aspecto administrativo y organizativo, determinándose la vulnerabilidad funcional. Obteniendo como resultados de la vulnerabilidad estructural del sector B 50% alta, la vulnerabilidad no estructural 88% media y la vulnerabilidad funcional 49% media; del mismo modo en el sector D la vulnerabilidad estructural resultó 75% alta, la vulnerabilidad no estructural 78% media y la vulnerabilidad funcional 60% baja. De esta manera se concluye que la vulnerabilidad sísmica del sector B es media, y del sector D es alta.

Palabras Claves: Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No estructural, Funcional, FEMA 154, Hirosawa, OPS.

ABSTRACT

The present research project included determining the degree of seismic vulnerability of sector B and D of the Regional Hospital of Cajamarca (HRC), for which the structural vulnerability in which the methodology proposed by the ATC 21 - FEMA 154 (2002) was used was evaluated and second-order Hirosawa (1992), after which the non-structural and functional vulnerability was determined using the methodology proposed by the Pan American Health Organization (PAHO) of 2004. The procedure started by applying the qualitative method of ATC 21 - FEMA 154, where a structural score was calculated and the seismic behavior was determined, then the Hirosawa quantitative method was used, in which the structural vulnerability index was compared with the structural judgment index where the structural behavior and the structural behavior were determined. structural vulnerability. Subsequently, with the results of the structural vulnerability and methodology of PAHO, the basic facilities, equipment and architectural components were evaluated, determining non-structural vulnerability; Finally, the administrative and organizational aspect was analyzed, determining the functional vulnerability. Obtaining as results of the structural vulnerability of sector B 50% high, non-structural vulnerability 88% average and functional vulnerability 49% average; Similarly, in Sector D, structural vulnerability was 75% high, non-structural vulnerability 78% medium and functional vulnerability 60% low. In this way it is concluded that the seismic vulnerability of sector B is medium, and of sector D it is high.

Key Words: Seismic, Structural, Non-structural, Functional Vulnerability, FEMA 154, Hirosawa, PAHO.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto del problema

Perú se encuentra en la zona conocida como “Cinturón de Fuego del Pacífico” (zona altamente sísmica y volcánica) y está prácticamente ubicado sobre una falla geológica, el encuentro de la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana. Razón por la cual el país ha experimentado en los últimos 50 años importantes eventos sísmicos, que han provocado pérdidas humanas y materiales, siendo el de mayor envergadura en 1970 en el departamento de Huaraz (Jácono y Quispe 2014:7).

De acuerdo a la historia sísmica de la Región Cajamarca (400 años) han ocurrido sismos de intensidades VII MM, hasta intensidades máximas de X MM. La falla Chaquilbamba está ubicada en la cordillera Occidental del Norte del Perú, entre Chaquilbamba y Marcabal (en el límite de las regiones Cajamarca y La Libertad), a unos 13 km al SSE de Cajabamba (Zavala y Rosado 2011).

1.2. Planteamiento del Problema

El problema que plantea este proyecto de tesis es evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica del Sector B y D del HRC, teniendo en cuenta que en edificaciones esenciales como son los establecimientos de salud, su función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo; por lo cual se formula la hipótesis de que la vulnerabilidad sísmica sea alta y las vulnerabilidades estructural, no estructural y funcional, también sean altas.

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Justificación Científica

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre el estudio de la vulnerabilidad sísmica en establecimientos de salud, considerando el aspecto estructural, no estructural y funcional; cuyos resultados de esta investigación podrán sistematizarse en una metodología de evaluación.

1.3.2. Justificación Técnica - Práctica

Esta investigación tiene la necesidad de evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica del Sector B y D del HRC, considerando sus componentes estructural, no estructural y funcional, con el fin de identificar sus debilidades y así planificar, diseñar y construir las intervenciones físicas o reestructuraciones que sean necesarias, cómo lo indica la OPS (2004).

1.3.3. Justificación Institucional y Personal

Es importante esta investigación, por ser un estudio de proyección social que es una de las funciones sustantivas de la Universidad Nacional de Cajamarca y personalmente es importante, porque me permite desarrollar mis conocimientos en el área de estructuras y con ello obtener el Título Profesional.

1.4. Alcances de la Investigación

Los edificios en estudio constan de dos pisos, construidos utilizando losas rígidas y sistemas aporticados con muros no estructurales (tabiquería) de relleno, elementos arquitectónicos, instalaciones eléctricas e instalaciones de agua y desagüe; además de sus accesos, flujos, señalización, comunicación y áreas críticas. Para realizar el estudio del grado de vulnerabilidad sísmica del edificio, se emplea el Método ATC 21 - FEMA 154 y el Método HIROSAWA; utilizando la NTE.030 "Diseño Sismorresistente" vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica del Sector B y D del HRC.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la vulnerabilidad estructural del Sector B y D del HRC.
- Determinar la vulnerabilidad no estructural del Sector B y D del HRC.
- Determinar la vulnerabilidad funcional del Sector B y D del HRC.

1.6. Organización del proyecto de tesis

En el Capítulo I se describe el contexto y el problema, la justificación de la investigación, los objetivos y la descripción de los contenidos de los capítulos.

En el Capítulo II se describe los antecedentes teóricos que existen sobre el problema y los resultados o conclusiones más importantes a las que han llegado con una antigüedad no mayor de 10 años. Luego en acápite separados o sub capítulos se desarrolla los fundamentos teóricos que sirven de base o fundamento para la investigación. Finalmente apoyado en la literatura y a manera de un glosario se describe cada término que este autor utiliza en el documento.

En el Capítulo III se muestra la ubicación geográfica donde se realiza la investigación, para continuar con el procedimiento y describir de manera concisa los métodos y técnicas que se utilizan, siguiendo un orden cronológico y citando la fuente; de esta manera se continua con el tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados, indicando el tratamiento que se utiliza en los datos de cada variable, el tipo de análisis que se realiza y cómo se presentan los resultados.

En el Capítulo IV se inicia con la descripción, explicación y discusión de los resultados siguiendo la secuencia de los objetivos planteados para terminar con la discusión de los resultados encontrados con los datos que aparecen en la sección antecedentes teóricos, resaltando las coincidencias o divergencias y tratando de encontrar explicaciones lógicas a las mismas.

En el Capítulo V se establece las conclusiones más pertinentes para los objetivos, derivadas de los resultados así como las recomendaciones referidas a los aspectos que se consideren necesarios realizar para seguir ampliando los conocimientos sobre el problema de investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Teóricos

A continuación se describe el resumen y los objetivos de algunas investigaciones que existen sobre vulnerabilidad sísmica y los resultados o conclusiones más importantes a las que han llegado:

Morán-Rodríguez y Novelo-Casanova (2017), estimaron la vulnerabilidad sísmica de los establecimientos de salud en México. Desarrollaron una metodología de evaluación de vulnerabilidad para instalaciones de salud, así reducir los niveles de vulnerabilidad estructural, no estructural, funcional y administrativo-organizacional. La metodología es la siguiente:

-) Presentar los resultados en forma cuantitativa y descripción cualitativa.
-) Identificar el nivel de vulnerabilidad sísmica para cada elemento evaluado.
-) A través de clasificaciones de daños esperados, el método proporciona a las autoridades del hospital la posibilidad de priorizar las acciones necesarias, para reducir el nivel de vulnerabilidad.

Concluyen que, los establecimientos de salud en México tienen un alto nivel de vulnerabilidad sísmica, debido a:

-) Factores que aumentan la vulnerabilidad estructural: falta de mantenimiento y tecnología para resistir el sismo, uso de formas arquitectónicas complejas, falta de separación suficiente entre las diferentes instalaciones del hospital, el tipo y la antigüedad del hospital, así como los objetos pesados o elementos arquitectónicos colocados en la parte superior de los techos.
-) Factores que aumentan la vulnerabilidad no estructural: uso de estructuras no apropiadas para hospitales.
-) Factores que aumentan la vulnerabilidad funcional: falta de conocimiento de las autoridades del hospital sobre el nivel de vulnerabilidad sísmica de su instalación.
-) Factores que aumentan la vulnerabilidad administrativo-organizacional: falta de un plan de emergencia para soportar un gran sismo.

Hernández (2016: 81-82), en su tesis de maestría, realizó un estudio de vulnerabilidad sísmica de edificios del campus Mocambo de la Universidad Veracruzana empleando el Método de Hirosawa de primer orden donde llega a la conclusión que de acuerdo a la simulación y al resultado experimental el edificio A de la Facultad de Contaduría no se considera vulnerable pues en todos los casos el $I_s > I_{s0}$ mientras que los edificios A y B de la Facultad de Odontología se consideran vulnerables en el tercer nivel en la dirección Y pues el $I_s < I_{s0}$ debido a la falta de rigidez en esa dirección.

Gómez y Loayza (2014: 65-69), en su tesis profesional, analizó la vulnerabilidad sísmica de tres Centros de Salud del distrito de Ayacucho con el método del Índice de Vulnerabilidad de Hirosawa, llegando a los siguientes resultados, que de los tres Centros de Salud evaluados se encontró que los Centros de Salud de Conchopata y Santa Elena tiene una vulnerabilidad baja mientras que el Centro de Salud de Belén tiene una vulnerabilidad media. Se observó que en el Centro de Salud de Belén, el tercer nivel no se realizó con asesoría técnica por lo que esto hace que su vulnerabilidad sea mayor.

Fernández y Parraga (2013: 214), en su tesis profesional realizaron el estudio de la vulnerabilidad sísmica de Centros Educativos de Huancayo, de acuerdo a la metodología aplicada en la evaluación de los módulos de los Centros Educativos inspeccionados, se determina que: el 17% son altamente vulnerables, el 69% son vulnerables y el 14% son no vulnerables frente a eventos sísmicos severos; los módulos que han sido construidos antes que se promulgue el código sismorresistente son los más vulnerables. Cuando se emplea los métodos ATC 21, Italiano y Japonés a una edificación, se obtiene similares resultados lo que valida la metodología empleada.

Palomino (2010: 106), en su tesis profesional realizó un estudio de vulnerabilidad sísmica de los Centros Educativos del distrito de Breña y reforzamiento del C.E. Señor de los Milagros en Lima, indicando que de acuerdo a la metodología aplicada en la evaluación de las edificaciones escolares se determina, que el 72.50% de las mismas son vulnerables frente a eventos sísmicos severos. Cuando se aplican diferentes metodologías para la determinación de la vulnerabilidad sísmica, tales como el método de Hirosawa, el ATC 21 y el de la

NTE.030 (2003) a una edificación, se obtienen similares resultados, lo que valida la metodología empleada. La aplicación del Método del Índice de Vulnerabilidad estructural de Hirosawa, da como resultado que la estructura de 02 Niveles del Centro Educativo estudiado en detalle es vulnerable para un evento sísmico establecido bajo la NTE.030 (2003); estos resultados se validaron con los resultados que arrojó el análisis dinámico del modelo matemático para esta estructura desarrollado con el ETABS 8.2.7.

Chávez et al. (2014), en la Evaluación del Hospital Regional de Cajamarca con el índice de seguridad hospitalaria (ISH) para establecimientos de mediana complejidad; indican que la seguridad estructural dio una calificación de alta en 81%, medio en un 19% y bajo en un 0%; la seguridad no estructural dio una calificación de alto en un 66%, medio en un 24% y bajo en un 10%; la seguridad funcional dio una calificación de alta en un 9%, medio en un 2% y baja en un 89 %. Teniendo como resultado final el ISH del HRC de 0.68 y el índice de vulnerabilidad de 0.32.

Solano (2013: 127), en su tesis profesional, realizó una evaluación de comportamiento sísmico del sector E del HRC. En la investigación indica que el sector E del HRC, de acuerdo al análisis de modos de vibración y derivas máximas, tendrá un comportamiento adecuado frente a la ocurrencia de un sismo severo. Pero en el análisis de esfuerzos internos, en función a la relación de 6/5 de momentos nominales entre vigas y columnas, muchas columnas exceden el límite, lo que podría originar la formación de rótulas plásticas en las columnas y por consiguiente el colapso de la estructura.

Mosqueira (2012: 102), en su tesis doctoral, realizó un estudio del riesgo sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca. En la investigación indica que los pabellones 1A, 1B y 1C de la facultad de Ingeniería debido a su comportamiento sísmico inadecuado, conservación regular e inestabilidad de tabiques, tienen una vulnerabilidad sísmica alta. El pabellón 4J a pesar de ser una edificación de tan solo 4 años de antigüedad, debido a su inadecuado comportamiento sísmico en el cual se contempla una falla frágil en las columnas tiene vulnerabilidad sísmica alta.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Métodos de análisis de vulnerabilidad

El ítem 2.2.1 ha sido extraído de Palomino (2010: 32-33):

En los procedimientos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica se utilizan métodos cualitativos y cuantitativos.

2.2.1.1. Métodos cualitativos

Los métodos cualitativos tienen como objetivo evaluar de forma rápida y sencilla las condiciones de seguridad estructural de la obra. Con estos métodos la estructura recibe una clasificación de acuerdo a la evaluación de parámetros tales como la edad de la edificación, el estado de conservación, las características de los materiales, el número de pisos y la configuración geométrica arquitectónica. También reciben clasificación las condiciones geológicas y la amenaza sísmica en el sitio de la obra.

La calificación de los métodos cualitativos sirve para realizar una evaluación y reafirmar la seguridad de la estructura. Si con este diagnóstico alguna edificación resulta insegura, se requerirá de análisis cuantitativo más detallado para conocer su vulnerabilidad sísmica.

2.2.1.2. Métodos cuantitativos

Los métodos cuantitativos deben determinar la resistencia de la estructura principal. Así mismo, los métodos cuantitativos sirven para profundizar en los resultados obtenidos de los métodos cualitativos, cuando estos últimos no otorguen resultados determinantes sobre la seguridad de la estructura.

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.

Generalmente los análisis cuantitativos son realizados mediante modelaciones matemáticas de la estructura, en las cuales se deben considerar aspectos tales como:

1. Interacción de la estructura con los elementos no estructurales como son la tabiquería, vanos, instalaciones y equipamiento.
2. Cargas reales a las que está sometida la estructura según lo establecido en la NTE.020.
3. Análisis para los diferentes sismos que se pueden presentar según lo establecido en la NTE.030.

2.2.2. Método ATC 21 - FEMA 154

El ítem 2.2.2 ha sido extraído de Fernández y Parraga (2013: 47-57):

El método del ATC 21 (Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – Investigación Visual Rápida de los Edificios para los Peligros Sísmicos Potenciales) consiste en la inspección visual de una edificación desde el exterior para determinar rápidamente si el edificio es adecuado para soportar las fuerzas sísmicas que pueden presentarse eventualmente y evaluar si hay dudas razonables en cuanto al comportamiento sísmico del edificio.

Del desarrollo de la ficha de inspección de ATC 21 da como resultado un calificador estructural “S”. Si una estructura recibe una puntuación del calificador estructural “S” mayor o igual a dos significa que el módulo tiene un buen comportamiento sísmico, si “S” es menor a 2 y mayor a cero la estructura tiene un comportamiento sísmico regular y si “S” es negativo quiere decir que la estructura tiene un comportamiento sísmico débil, por lo cual es necesario una evaluación más detallada con un ingeniero estructural y una revisión de los planos estructurales, haciendo una inspección más detallada en campo y realizando el análisis sísmico.

Este método evalúa las edificaciones a través de un formato estándar (Ficha de inspección visual rápida) del riesgo sísmico de edificaciones, que ha sido desarrollado para los tres niveles de sismicidad (alto, moderado y bajo), según el mapa de zonificación del Perú (NTE.030).

La ficha de inspección debe ser rellenada de manera progresiva con una mínima escritura, ya que los ítems que se presentan dentro de este formato simplemente se deben resaltar o encerrar con un círculo.

A. Procedimiento de Evaluación del Método ATC 21

El procedimiento de evaluación consta de una inspección visual del módulo, esta inspección es documentada por gráficos y fotos. El procedimiento es el siguiente:

- Ñ Identificar la tipología estructural más apropiada para el módulo, y la puntuación estructural básica correspondiente.
- Ñ Identifíquese en base a la inspección visual esos factores modificadores significantes que modificarían el desempeño sísmico del módulo.
- Ñ Sustraiga los valores de los factores modificadores (MF) de la puntuación básica de peligro inicial (BSH), para llegar a una puntuación estructural final (S).

El puntaje Estructural Básico, Basic Score Hazard (BSH), está definido, según el tipo de edificación; y ha sido calculado como el negativo del logaritmo (base 10) de la probabilidad de daño (D) que exceda el 60% de valor de la edificación.

Por otra parte, la misma definición vale para la S Puntaje estructural, que es la puntuación resultante de sumar o restar los factores de desempeño de modificación de la BSH.

Entendiéndose que cuando $S = 3$ corresponde a una probabilidad de 1 en 1000, si $S = 2$ corresponde a una probabilidad de 1 en 100, si $S = 1$ corresponde a una probabilidad de 1 en 10 y así sucesivamente. Si un edificio tiene una calificación S menor a 2, el ATC 21 recomienda realizar una evaluación a detalle por un ingeniero profesional con experiencia en el diseño sísmico.

El BSH es el puntaje inicial para un tipo de edificación, éste puede variar dependiendo de la zona sísmica (nivel de sismo); es decir, donde se espera mayor aceleración durante un movimiento sísmico se obtendrá un BSH menor y donde se espere una aceleración menor se obtendrá un BSH mayor.

Finalmente con el valor "S" se determinaría si el edificio deberá someterse a una investigación más detallada en cuanto a su "potencia" de resistencia sísmica.

B. Identificación de la categoría estructural básica

Consiste en identificar la categoría estructural básica más apropiada de la edificación a través de la Tabla 2.1, la cual especifica los diferentes tipos estructurales definidos por este método. Para cada categoría estructural existen

puntajes básicos de riesgo estructural los cuales dependen de su comportamiento sísmico y están ligados directamente a la susceptibilidad de ser dañadas.


Tabla 2.1 Puntajes básicos de riesgo estructural según niveles de sismicidad

Tipo estructural	Descripción del Edificio	Riesgo		
		Bajo	Moderado	Alto
W	Estructura de madera de cualquier tipo	8.5	6.0	4.5
S1	Estructura de acero resistente a momento	3.5	4.0	4.5
S2	Estructura de acero arriostrada	2.5	3.0	3.0
S3	Estructura de metal ligero	6.5	6.0	5.5
S4	Estructura de acero con muros de corte	4.5	4.0	3.5
S5	Estructura de acero con muros de relleno de albañilería no reforzada	3.0	2.0	1.5
C1	Pórticos de concreto armado	4.0	3.0	2.0
C2	Pórticos de concreto armado con placas	4.0	3.5	3.0
C3	Pórticos de concreto armado con muros de relleno confinado	3.0	2.0	1.5
PC1	Estructuras inclinadas y elevadas	3.5	3.5	2.0
PC2	Estructuras de concreto pre-moldeado	2.5	2.0	1.5
URM	Albañilería no reforzada	5.0	2.0	1.0
RM	Albañilería reforzada y confinada	4.0	3.5	3.0

Fuente: Tomado de Fernández y Parraga (2013).

Los puntajes de peligro estructural básico tienen un rango que va desde 1 a 8.5 según sea el tipo estructural, los valores han sido determinados de tal manera que un edificio de buen comportamiento tiene un valor alto y un edificio de débil comportamiento tiene un valor inferior.





Tabla 2.2. Descripción de tipos de estructuras según ATC 21 - FEMA 154

Identificador de Edificio	Fotografía	BSH	Características y Rendimiento
W1		H = 4,4 M = 5,2 L = 7,4	Los materiales de acabado exterior más comunes son el revestimiento de madera, el revestimiento de metal o el estuco.

Continuación de Tabla 2.2. Descripción de tipos de estructuras según ATC 21 - FEMA 154



Identificador de Edificio	Fotografía	BSH	Características y Rendimiento
W2		<p>H = 3,8 M = 4,8 L = 6,0</p>	<p>Tipo de estructura que se usa para grandes edificios de apartamentos, edificios comerciales o estructuras industriales.</p>
S1		<p>H = 2,8 M = 3,6 L = 4,6</p>	<p>Tipo de estructura que se usa para edificios comerciales, institucionales y públicos.</p>
S2		<p>H = 3,0 M = 3,6 L = 4,8</p>	<p>Al ocurrir un sismo los marcos arriostrados sufren daños en las conexiones de las abrazaderas, especialmente en los niveles inferiores.</p>
S3		<p>H = 3,2 M = 3,8 L = 4,6</p>	<p>Los edificios de metal ligero pueden tener muros de mampostería de altura parcial.</p>

Continuación de Tabla 2.2. Descripción de tipos de estructuras según ATC 21 - FEMA 154

Identificador de Edificio	Fotografía	BSH	Características y Rendimiento
S4		<p>H = 2,8 M = 3,6 L = 4,8</p>	<p>Las cargas laterales son resistidas por los muros de corte.</p>
S5		<p>H = 2,0 M = 3,6 L = 5,0</p>	<p>Las columnas de acero son relativamente delgadas y pueden estar ocultas en las paredes.</p>
C1		<p>H = 2,5 M = 3,0 L = 4,4</p>	<p>La rigidez relativamente baja del marco, puede conducir a un daño no estructural sustancial.</p>
C2		<p>H = 2,8 M = 3,6 L = 4,8</p>	<p>El daño comúnmente observado en edificios más altos se debe a discontinuidades, golpes y configuraciones irregulares.</p>

Continuación de Tabla 2.2. Descripción de tipos de estructuras según ATC 21 - FEMA 154

Identificador de Edificio	Fotografía	BSH	Características y Rendimiento
C3		<p>H = 1,6 M = 3,2 L = 4,4</p>	<p>Las paredes de relleno tienden a pandearse y caerse fuera del plano, cuando se las somete a un fuerte movimiento sísmico.</p>
PC1		<p>H = 2,6 M = 3,2 L = 4,4</p>	<p>Edificios de uno o dos pisos y tienen forma rectangular en planta. El techo puede ser un diafragma de madera, soportado en el interior del edificio sobre columnas de tubos de acero.</p>
PC2		<p>H = 2,4 M = 3,2 L = 4,6</p>	<p>Las conexiones mal diseñadas, entre elementos prefabricados, pueden fallar.</p>
RM1		<p>H = 2,8 M = 3,6 L = 4,8</p>	<p>Las paredes son de ladrillo o bloque de hormigón. Los sistemas de piso y techo más comunes son madera, acero ligero o concreto prefabricado.</p>

Identificador de Edificio	Fotografía	BSH	Características y Rendimiento
RM2		<p>H = 2,8 M = 3,4 L = 4,6</p>	<p>Las paredes son de ladrillo o bloque de concreto. Los sistemas de piso y techo más comunes son madera, acero ligero o concreto prefabricado.</p>
URM		<p>H = 1,8 M = 3,4 L = 4,6</p>	<p>El rendimiento es pobre debido a la falta de anclaje de las paredes a los pisos y el techo, el mortero blando y los pilares estrechos entre las aberturas de las ventanas.</p>

Fuente: Adaptado de ATC 21 2002: 26-34

C. Identificación de los modificadores del comportamiento sísmico

Identificar sobre la base de una inspección visual, los factores significativos que modificarían el comportamiento sísmico de la edificación, como irregularidades en el sistema estructural, deterioro de los materiales constitutivos condiciones adversas de suelos etc., que afectaría negativamente el comportamiento sísmico. El método del ATC 21 concordantemente con la NTE.030 y NTE.050 presenta los siguientes ordenados y determinados:

- Edificación de gran altura

Las edificaciones evaluadas deberán ser ubicadas dentro de un sistema estructural, el cual se clasifica según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección, de acuerdo a ello esta edificación tendría una limitación de altura que no se debería exceder para asegurar un comportamiento estructural satisfactorio.

Figura 2.1 (a) Edificio de mediana y (b) edificio de gran altura

(a)

(b)

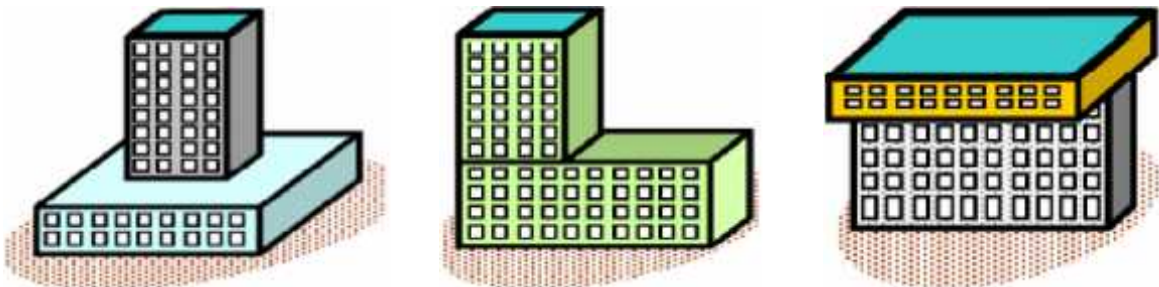


Fuente: Tomado (a) de 3D Warehouse y (b) de Benavides & Watmough

- Irregularidad vertical

Este modificador es aplicable a todos los tipos de estructuras. Si la edificación es irregular en su configuración vertical según pautas establecidas por la NTE.030, si las paredes no son perpendiculares al suelo de cimentación, si existe desalineamiento de elementos verticales, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento de magnitud mayor que la dimensión del elemento.

Figura 2.2 Irregularidad vertical

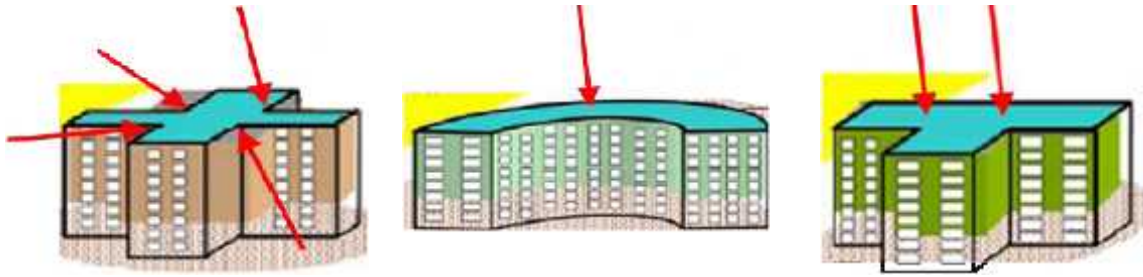


Fuente: Tomado de Astorga y Rivero (2009)

- Planta irregular

Este modificador se aplica todo tipo estructural y es un problema típico de las formas irregulares de planta tales como “L”, “E”, “U” o “T” o cuando una de sus longitudes, es demasiado grande respecto a la otra y más aún cuando la densidad de muros es mucho menor en la dirección más corta.

Figura 2.3 Irregularidad en planta



Fuente: Tomado de Astorga y Rivero (2009)

- **Año pos reglamentación**

Se aplica este modificador a las edificaciones diseñadas antes del año de promulgación del código sismorresistente (año: 1977). Este criterio se aplica debido a que las edificaciones más antiguas son las que presentan las mayores deficiencias en el sistema estructural sismorresistente por falta de especificaciones mínimas de diseño y construcción.

- **Perfil del suelo**

Este modificador es muy importante y es aplicable a todo tipo de estructura. El tipo de suelo tiene mucha influencia en la amplitud y duración de los esfuerzos de corte y por consiguiente de los daños estructurales que pueda causar en una edificación. Para el propósito del método ATC 21 se clasifica en 6 tipos de suelos A, B, C, D, E, F que es concordante con la NTE.050 como se muestra en la Tabla 2.3.

Si no existen datos bases para poder clasificar el tipo de suelo, se asume como suelo tipo E. Sin embargo para edificaciones de uno o dos pisos con altura techo superior a 7.6 m se puede asumir como suelo tipo D cuando se desconoce las condiciones del suelo.

Tabla 2.3 Tipos de Suelo y Parámetros

Tipo de perfil	Descripción	Vs (Velocidad de onda de corte) en m/s	N (Número de golpes del ensayo)	Su (Resistencia al corte sin drenar)	Características y ejemplo
A	Perfil de roca dura	vs > 1500			Roca dura
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 > vs > 760			Roca de rigidez media
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de corte. Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	760 > vs > 360	N > 50	Mayor que 100 kPa (> 1 kgf/cm ²)	Gravas y arenas muy densas y compactas (GM, GP)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de la onda de corte. Perfiles de suelos rígidos que cumplan con cualquiera de las dos condiciones.	360 > vs > 180	50 > N > 15	Entre 100 kPa (> 1 kgf/cm ²) y 50 kPa	Suelos granulados medianamente densos Suelos cohesivos de consistencia dura (SM, SC)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de corte. Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas.	180 > vs	N < 15	Menor de 50 kPa (< 0.5 kgf/cm ²)	Suelos granulares poco densos, suelos cohesivos blandos o semi duros (ML, CL)
F	<p>Los suelos requieren evaluaciones de sitio específico</p> <p>F1 - Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.</p> <p>F2 - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).</p> <p>F3 - Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75)</p> <p>F4 - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)</p>				

Fuente: Tomado de Fernández y Parraga (2013)

D. Determinación del valor del calificador estructural “S”

Después de haber identificado la categoría estructural básica, su uso y los modificadores del comportamiento sísmico, se procederá a restar estos valores del puntaje de peligro estructural básico, para obtener el calificador estructural “S”.

El calificador estructural “S” es una medida del grado de vulnerabilidad sísmica de la edificación, si es alto, la edificación tiene un buen comportamiento sísmico, si es bajo, el comportamiento sísmico de la edificación no es bueno y debería efectuarse un análisis más detallado por un profesional experimentado en ingeniería estructural. Generalmente si el calificador estructural es “ $S < 2$ ”, esta edificación no tiene un adecuado comportamiento sísmico y debería ser evaluado a detalle por un ingeniero especialista en estructuras.

Es importante entender las fortalezas y limitaciones de este método. Su punto fuerte es que puede hacerse rápidamente y a bajo costo (considerando lo tipificado en concordancia con las normas vigentes del Perú), lo que permite desarrollar una lista de edificios potencialmente peligrosos. La debilidad es que no es un sustituto para un análisis detallado de ingeniería. Está destinado a ser una evaluación inicial.

2.2.3. Método de Hirosawa

El ítem 2.2.3 ha sido extraído de Hernández (2016: 39-52):

El método propuesto por Hirosawa es utilizado oficialmente en Japón por el Ministerio de Construcción, en la evaluación de la seguridad sísmica de edificios de concreto reforzado. El método recomienda tres niveles de evaluación, que van de lo simple a lo detallado, y se basa en el análisis del comportamiento sísmico de cada piso del edificio en las direcciones principales de la planta.

El método fue propuesto originalmente para ser utilizado en edificios de concreto reforzado de altura media existentes o dañados, del orden de seis a ocho pisos estructurados con muros o pórticos. En estudios más recientes el método se ha aplicado a edificios mixtos de concreto reforzado y mampostería (Iglesias *et al.* 1985).

La vulnerabilidad estructural se establece considerando que:

-) Si $I_s \geq I_{s0}$ se puede considerar que el edificio tiene un comportamiento seguro frente a un evento sísmico.
-) Si $I_s < I_{s0}$ se puede considerar que el edificio tiene un comportamiento incierto frente a un evento sísmico y, por lo tanto, se considera como inseguro.

A. Cálculo del Índice I_s

Este índice se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$I_s = E_0 \cdot S_D \cdot T \quad (2.1)$$

Dónde:

E_0 = Índice sísmico básico de comportamiento estructural.

S_D = Índice de configuración estructural.

T = Índice de deterioro de la edificación.

B. Cálculo del Índice E_0

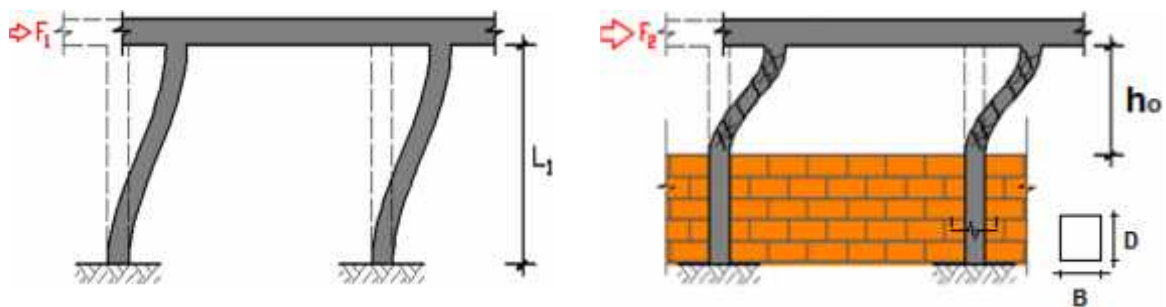
Al aplicar el primer nivel de evaluación, el término E_0 se determina a partir de un cálculo simple de la resistencia última de corte de cada piso. Esta resistencia se calcula para cada dirección de la planta por la suma de los productos del área de la sección transversal de un muro o columna y de su resistencia de corte, reduciendo este producto por un factor (γ_i) que considera la presencia de elementos que alcanzan su resistencia a un nivel de deformación menor que el resto de los elementos sismorresistentes como, por ejemplo, columnas cortas o muros de mampostería, reforzados o no, si se comparan con muros o columnas de concreto reforzado.

El índice E_0 es proporcional al producto del coeficiente de resistencia (C) y del ductilidad (F) como se muestra en la ecuación (2.2).

Para el cálculo de E_0 , todo elemento o subestructura vertical que forma parte de la estructura sismorresistente debe clasificarse en alguna de las categorías siguientes:

) Columnas cortas de concreto reforzado. Son todas las columnas en las que la relación h_0/D , entre la altura libre (h_0) 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.

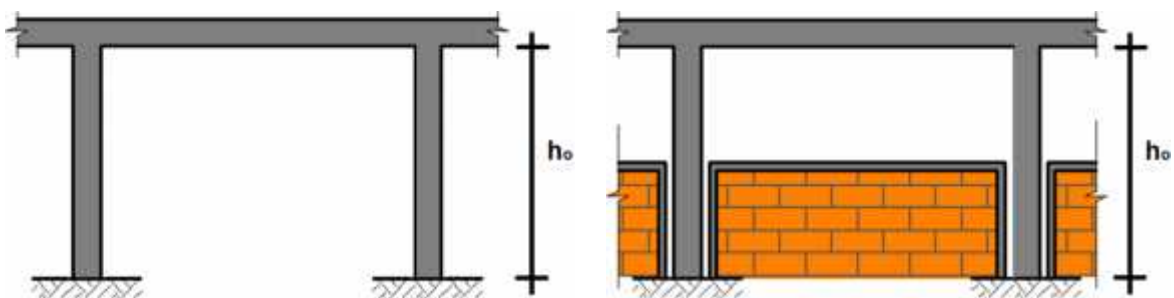
Figura 2.4 Efecto de Columna Corta



Fuente: Adaptado de Beauperthuy J. y Urich A. s. f.

) Columnas de concreto reforzado. Son todas las columnas en las que la relación h_0/D es mayor que 2.

Figura 2.5 Definición de columna de concreto reforzado



Fuente: Adaptado de Beauperthuy J. y Urich A. s. f.

) Muros de concreto reforzado. Son los elementos de concreto reforzado 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 mampostería. Son aquellos muros de mampostería, normalmente con escaso o ningún refuerzo, ubicados en el interior de los vanos de la subestructura resistente (pórticos) sin aislarlos de ella.
-) Muros de mampostería reforzada o muros de mampostería confinada con elementos esbeltos de concreto reforzado (columnas de amarre y viga solera).

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 superior a un inferior (hasta la cimentación); 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 sismorresistente.

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 mampostería de relleno sin refuerzo, cuando el comportamiento sísmico está controlado por ellos.

El índice E_0 se calcula con la ecuación siguiente:

$$E_c = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} \cdot \{ \alpha_1 \cdot (C_m + C_s + C_u + C_m) + \alpha_2 \cdot C_w + \alpha_3 \cdot C_c \} \cdot F \quad (2.2)$$

Dónde:

- 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 (Murakami *et al.* 1992). Los valores de estos factores se entregan en la Tabla 2.4 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 mampostería.

- C_{sc} : Índice de resistencia proporcionada por las columnas cortas de concreto reforzado.
- C_a : Índice de resistencia proporcionada por los muros de mampostería no reforzada o parcialmente confinada.
- C_{ma} : Índice de resistencia proporcionada por los muros de mampostería confinada.
- C_w : Índice de resistencia proporcionada por los muros de concreto reforzado.
- C_c : Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto reforzado.
- 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 mampostería confinada controlen la capacidad resistente, el valor de F es igual a 1 considerando la capacidad de deformación inelástica que se logra con los elementos de confinamiento.

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.

En la Tabla 2.4 se observa que el modo de falla depende del sistema estructural del edificio, esta consideración tiene similitud al ítem de sistemas estructurales de concreto armado, definido en la NTE.030, en el tipo B y C, referente a muros estructurales y pórticos respectivamente (ver Tabla 2.12).

Tabla 2.4 Valores de los coeficientes γ_i

Tipo	1	2	3	Modo de falla
A	1.0	0.7	0.5	Muros de relleno de mampostería o columnas cortas o muros de mampostería no reforzada y parcialmente confinada o muros de mampostería confinada, controlan la falla.
B	0.0	1.0	0.7	Muros de concreto reforzado controlan la falla.
C	0.0	0.0	1.0	Columnas de concreto reforzado controlan la falla.

Fuente: Tomado de OPS 2004.

El término $(n_p+1)/(n_p+i)$ 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.

Los índices de resistencia (C_i) se han determinado considerando las características de refuerzo de los muros de concreto reforzado construidos en Chile (cuantía y modalidad de refuerzo), lo que incorpora modificaciones en las expresiones propuestas por Hirosawa e Iglesias. Para los muros de mampostería se usa la resistencia propuesta por Iglesias para los muros de relleno (muros tipo diafragma) y la resistencia de agrietamiento diagonal recomendada por Raymondi (1990) para los muros de mampostería confinada.

Las ecuaciones usadas son:

$$C_m = \frac{0.6 \cdot 0.85 \cdot \tau_{ci} \cdot \sum A_m}{\sum_{j=i}^{n_p} W_j} \quad (2.3)$$

$$C_s = \frac{f'_c}{200} \cdot \frac{15 \cdot \sum A_s}{\sum_{j=i}^{n_p} W_j} \quad (2.4)$$

$$C_m = \frac{0.6 \cdot (0.45 \cdot \tau_{ci} + 0.25 \cdot \sigma_{ci}) \cdot \sum A_m}{\sum_{j=i}^{n_p} W_j} \quad (2.5)$$

$$C_u = C_m \quad (2.6)$$

$$C_w = \frac{f'_c}{200} \cdot \frac{30 \cdot \sum A_{m1} + 20 \cdot \sum A_{m2} + 12 \cdot \sum A_{m3} + 10 \cdot \sum A_{m4}}{\sum_{j=i}^{n_p} W_j} \quad (2.7)$$

$$C_c = \frac{f'_c}{200} \cdot \frac{10 \cdot \sum A_{c1} + 7 \cdot \sum A_{c2}}{\sum_{j=i}^{n_p} W_j} \quad (2.8)$$

Dónde:

f'_c : Resistencia cilíndrica a la compresión del concreto.

$\sum A_{mar}$: Suma de las áreas de los muros de relleno de mampostería del piso en evaluación en la dirección analizada.

$\sum A_{sc}$: Suma del área de las columnas cortas de concreto reforzado del piso de evaluación.

$\sum A_{ma}$: Suma de las áreas de los muros de mampostería confinada del piso en evaluación en la dirección analizada.

$\sum A_{m1}$: Suma de las áreas de los muros de concreto reforzado del piso en evaluación, con columnas en ambos extremos, con cuantía de refuerzo horizontal igual o mayor que 1.2 % y una esbeltez (H/L) 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 (Wakabayashi, 1986).

$\sum A_{m2}$: Suma de las áreas de muros de concreto reforzado 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 (Wakabayashi, 1986).

$\sum A_{m3}$: Suma de las áreas de muros de concreto reforzado 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 concreto, debido a su reducida cuantía de armadura de refuerzo (Wakabayashi, 1986).

$\sum A_{m4}$: Suma de las áreas de muros de concreto reforzado del piso en evaluación, sin columnas o con una columna en alguno de sus extremos, una esbeltez del muro mayor que 2. En estos muros la resistencia al corte está dada por las ecuaciones de la norma ACI-318 (2001).

$\sum A_{c1}$: Suma de las áreas de las columnas de concreto reforzado 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 concreto reforzado donde la relación entre la altura libre (h) y el ancho (D) es mayor o igual que 6.

W_j : Peso del piso j.

τ_0 : Resistencia básica de corte de la mampostería.

σ_0 : 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.

P_u : Fuerza axial en la columna.

A : Área de la sección transversal de la columna.

La NTE.060 indica que la función principal de los muros estructurales es la de resistir fuerzas horizontales en su plano, originadas por la acción de los sismos, respecto a esto, el Método de Hirosawa, para el coeficiente $\sum A_{m2}$, indica que en los muros estructurales la resistencia al corte es proporcionada principalmente por la armadura horizontal.

Para el coeficiente $\sum A_{m4}$, el Método de Hirosawa señala que, en los muros estructurales la resistencia al corte está dada por las ecuaciones de la norma ACI 318, definición similar que sostiene la NTE.060; porque la resistencia al cortante depende de la resistencia proporcionada por el concreto y la resistencia proporcionada por el refuerzo.

La resistencia al corte de la albañilería τ_0 y el esfuerzo axial σ_0 , que considera el Método de Hirosawa, también se define en la NTE.070.

En estas ecuaciones las áreas se deben expresar en cm^2 , las resistencias y tensiones en kgf/cm^2 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 sismorresistente, expresados en kgf/cm^2 .

C. Cálculo del índice S_D

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.

La información para calcular S_D se obtiene principalmente de los planos estructurales y se complementa con visitas al 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.

La NTE.030 determina la regularidad en planta con criterios como esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos; el Método de Hirosawa compara el área de salientes con el área total, evalúa la forma del edificio y la contracción en planta.

Hirosawa propone calcular S_D cuando se usa el primer nivel de evaluación de vulnerabilidad con la ecuación siguiente:

$$S_D = \prod_{i=1}^{i=8} q_i \quad (2.9)$$

Dónde:

$$q_i = \{ 1.0 - (1 - G_i) \cdot R_i \} \text{ para } i = 1, 2, 3, 4, 5, 7 \text{ y } 8$$

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

Los valores de G_i y R_i recomendados por Hirosawa se indican en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Valores G_i y R_i

ITEMS (q_i)	G_i			R_i
	1,0	0,9	0,8	
1. Regularidad	Regular (a_1)	Mediano (a_2)	Irregular (a_3)	1,0
2. Relación largo-ancho	B 5	5 < B 8	B > 8	0,5
3. Contracción de planta	0,8 c	0,5 c 0,8	c < 0,5	0,5
4. Atrio o patio interior	$R_{ap} = 0,1$	0,1 < R_{ap} 0,3	0,3 < R_{ap}	0,5
5. Excentricidad de atrio o patio interior	$f_1 = 0,4$ $f_2 = 0,1$	f_1 0,4 0,1 < f_2 0,3	0,4 < f_1 0,3 < f_2	0,25
6. Subterráneo	1,0 R_{as}	0,5 $R_{as} < 1,0$	$R_{as} < 0,5$	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 R_h	0,7 $R_h < 0,8$	$R_h < 0,7$	0,5

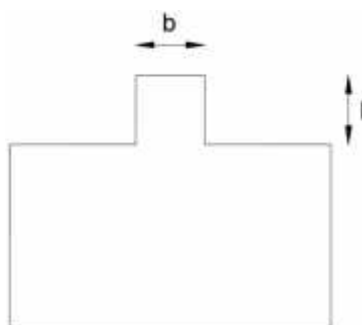
Fuente: Tomado de OPS 2004.

La descripción de cada una de las características se entrega a continuación:

C.1. Regularidad a_i :

a_1 : 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 $l/b \geq 0,5$.

Figura 2.6 Regularidad en planta.



Fuente: Tomado de 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.

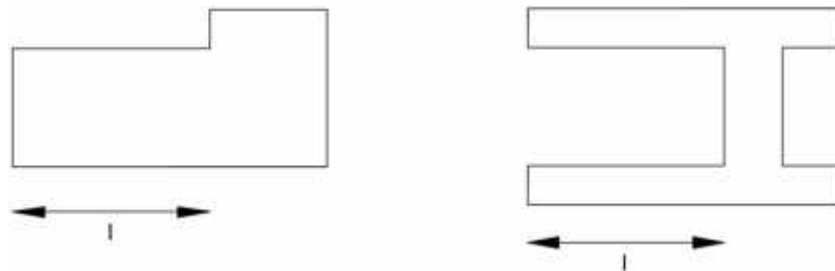
a₃: La planta es más irregular que el caso a₂, y el área de salientes es mayor que el 30% del área de la planta.

C.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·l indicado en la Figura 2.7.

Figura 2.7 Relación largo – ancho.

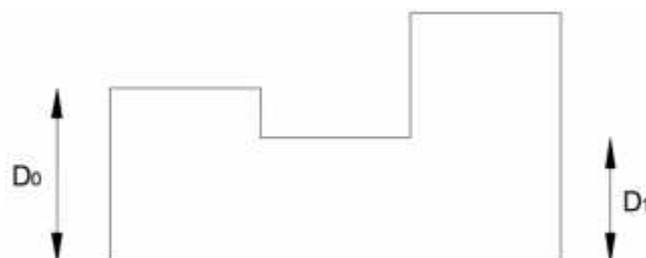


Fuente: Tomado de OPS 2004.

C.3. Contracción de planta, c:

$$c = \frac{D_1}{D_0} \quad (2.10)$$

Figura 2.8 Contracción en planta.



Fuente: Tomado de OPS 2004.

C.4. Atrio o patio interior, R_{ap} :

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 concreto reforzado no se considera en este análisis.

Figura 2.9 Razón entre área de patio y área total



Fuente: Adaptado de Mattos 2014

C.5. Excentricidad de atrio o patio interior, f :

f_1 : Razón entre la distancia del centro de la planta al centro del atrio y la longitud menor de la planta.

f_2 : Razón entre la distancia del centro de la planta al centro del atrio y la longitud mayor de la planta.

Figura 2.10 Relación de excentricidad del patio interior con el área total

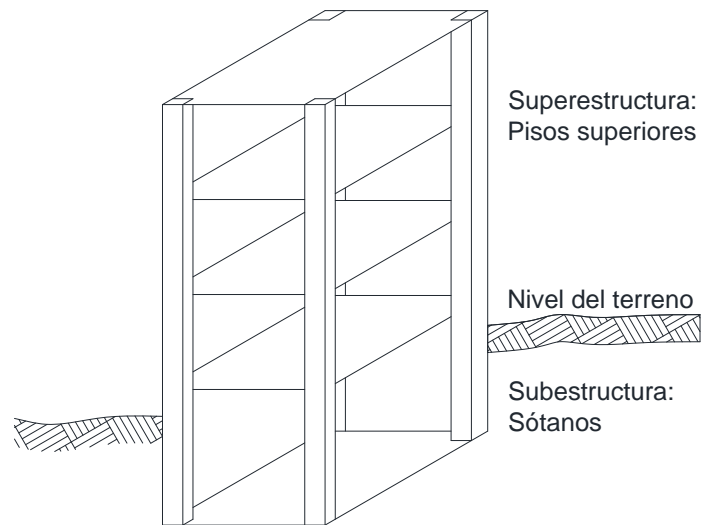


Fuente: Adaptado de Mattos 2014

C.6. Subterráneo, R_{as} :

Razón entre el área promedio de la planta de los subterráneos y el área promedio de la planta del edificio.

Figura 2.11 Razón de área promedio de sótanos y de pisos superiores



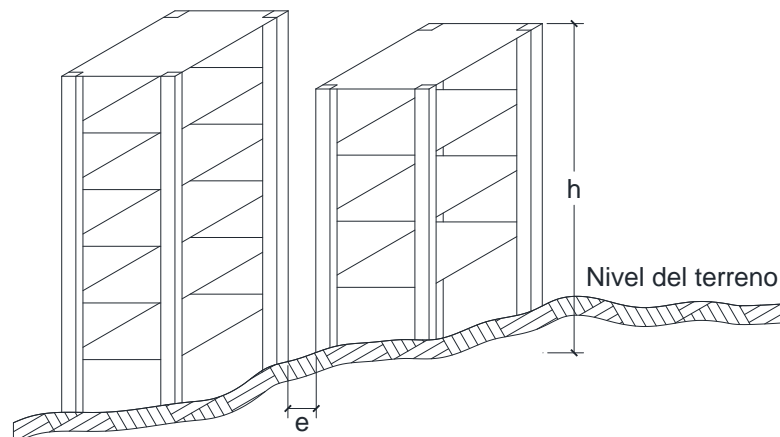
Fuente: Adaptado de Mattos 2014

C.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.

Figura 2.12 Separación sísmica de edificios



Fuente: Adaptado de Mattos 2014

C.8. Uniformidad de altura de piso, R_h :

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 S_D se calcula usando el valor más desfavorable ente los obtenidos para la característica en los diferentes pisos, valor que se asume como representativo del edificio completo.

D. Cálculo del índice 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 proporciona el propietario.

El índice T se determina considerando que se usa un valor único para el edificio, este valor debe corresponder al menor valor obtenido de la Tabla 2.6.

Tabla 2.6 Valores del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro

Deformación permanente (T_1)	
Característica	T_1
El edificio presenta inclinación debido a asentamiento diferencial.	0.7
El edificio está constituido sobre relleno artificial.	0.9
El edificio ha sido reparado debido a deformaciones presentadas anteriormente.	0.9
Tiene visible deformaciones de vigas o columnas.	0.9
No presenta signos de deformación.	1.0
Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo (T_2)	
Característica	T_2
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
Incendio (T_3)	
Característica	T_3
Ha experimentado incendio pero no fue reparado.	0.7
Ha experimentado incendio y fue adecuadamente reparado.	0.8
No ha experimentado incendio.	1.0

Continuación de la Tabla 2.6 Valores del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro

Uso del cuerpo o bloque (T₄)	
Característica	T₄
Almacena sustancias químicas.	0.8
No contiene sustancias químicas.	1.0
Tipo de daño estructural (T₅)	
Característica	T₅
Presenta daño estructural grave.	0.8
Presenta daño estructural fuerte.	0.9
Presenta daño estructural ligero o no estructural.	1.0

Fuente: Tomado de OPS 2004.

El criterio de la clasificación del daño asociado al sismo es de la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Clasificación de daños causados por sismo

Tipo de daño	Descripción
No estructural	Daños únicamente en elementos no estructurales.
Estructural ligero	Grietas de menos de 0.5 mm de espesor en elementos de concreto armado.
	Grietas de menos de 3 mm de espesor en muros de mampostería.
Estructural fuerte	Grietas de 0.5 a 1 mm de espesor en elementos de concreto reforzado.
	Grietas de 3 a 10 mm de espesor en muros de mampostería.
Estructural grave	Grietas de más de 1 mm de espesor en elementos de concreto armado. Aberturas en muros de mampostería. Aplastamiento del concreto, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en vigas, columnas y muros de concreto reforzado. Agrietamiento de capiteles y consolas. Desplome de columnas. Desplome del edificio en más de 1% de su altura. Asentamiento de más de 20 cm.

Fuente: Tomado de Iglesias *et al.* 1985.

E. Cálculo del índice I_{s0}

Este índice se calcula con la ecuación siguiente:

$$I_{s0} = E_{s0} \cdot Z \cdot G \cdot U \quad (2.11)$$

Dónde:

E_{s0} : Resistencia sísmica básica requerida, independientemente de la dirección del edificio, los valores estándar deberán de ser seleccionados como sigue:

E_{s0} : 0.80 para el primer nivel del análisis.

E_{s0} : 0.60 para el segundo nivel del análisis.

E_{s0} : 0.60 para el tercer nivel del análisis.

Z : Factor de zona sísmica; su valor depende del peligro sísmico del lugar donde se ubica el edificio, para nuestro caso $Z = 0.35$ (NTE.030).

G : Factor de influencia de las condiciones topográficas y geotécnicas.

U : Factor de importancia del edificio por su uso.

El factor G se considera igual a 1 para condiciones topográficas sin pendiente e igual a 1.1 para zonas de pendiente.

El factor de importancia U se considera igual a 1.5 dado que las condiciones demandadas por el uso del edificio se consideran al establecer el valor de E_{s0} .

F. Comparación del Índice de Juicio Estructural I_{so}

Luna (1998) señala que podemos buscar una relación existente entre los Iso Perú e Iso Japón, haciendo una relación entre las aceleraciones pico de ambos códigos sismorresistentes, además indica que el Iso es proporcional a E_o y luego que E_o es proporcional a S_a , obteniendo la siguiente ecuación:

$$\frac{I_{s \text{ Perú}}}{I_{s \text{ Japón}}} = \frac{S_{a \text{ Perú}}}{S_{a \text{ Japón}}} \quad (2.12)$$

También calcula el S_a para Japón obteniendo:

$$S_{a \text{ Japón}} = 0.863 \cdot g \quad (2.13)$$

2.2.4. Componente Estructural

El componente estructural se determina con la metodología del ATC 21 – FEMA 154 y con el método de Hirosawa de segundo orden, en el cual se utiliza la Norma Técnica de Edificaciones NTE.030 del 2016.

A. Norma Técnica E.030

El ítem A ha sido extraído de MVCS (2016):

En la NTE.030 “Diseño Sismorresistente”, encontramos los factores para realizar el análisis modal espectral, que a continuación se detalla:

A.1. Zonificación: A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla 2.8. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla 2.8 Factor de Zona “Z”

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Tomado de la NTE.030 2016

A.2. Microzonificación Sísmica: Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

Para los siguientes casos podrán ser considerados los resultados de los estudios de microzonificación correspondientes:

- Áreas de expansión de ciudades.
- Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

A.2. Condiciones Geotécnicas: Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

- **Perfil Tipo S₀:** Roca Dura.
- **Perfil Tipo S₁:** Roca o Suelos Muy Rígidos.
- **Perfil Tipo S₂:** Suelos Intermedios.
- **Perfil Tipo S₃:** Suelos Blandos.
- **Perfil Tipo S₄:** Condiciones excepcionales.

A.3. Parámetros de Sitio (S, T_P y T_L): Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los periodos T_P y T_L dados en la Tabla 2.9 y Tabla 2.10.

Tabla 2.9 Factor de Suelo "S"

ZONA	SUELO			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Tomado de la NTE.030 2016

Tabla 2.10 Periodos "T_P y T_L"

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
T _L (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Tomado de la NTE.030 2016

A.4. Factor de Amplificación Sísmica (C): De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_P \quad C = 2.5 \quad (2.14)$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T} \right) \quad (2.15)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{I_P \cdot T_L}{T^2} \right) \quad (2.16)$$

A.5. Periodo Fundamental de Vibración: El periodo fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_{M}}{C_T} \quad (2.17)$$

Dónde:

$C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muro de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostamiento.

$C_T = 45$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$ Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

A.6. Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U): Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla 2.11.

Tabla 2.11 Categoría 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
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. 	1.5
	<p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	
B Edificaciones Importantes	<p>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.</p> <p>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	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: Tomado de la NTE.030 2016

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

A.7. Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0): Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración Sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla 2.12.

Tabla 2.12 Sistemas Estructurales

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0
Acero:	
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
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Tomado de la NTE.030 2016

A.8. Factores de Irregularidad (I_a , I_p): Las estructuras deben ser clasificadas como regulares e irregulares.

Tabla 2.13 Factor de Irregularidad I_a

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	0.75
Irregularidad de Resistencia - Piso Débil	
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50
Irregularidad Extrema de Resistencia	
Irregularidad de Masa o Peso	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.60

Fuente: Tomado de la NTE.030 2016

Tabla 2.14 Factor de Irregularidad I_p

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	0.60
Esquinas Entrantes	0.90
Discontinuidad del Diafragma	0.85
Sistemas no Paralelos	0.90

Fuente: Tomado de la NTE.030 2016

A.9. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R: El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente R_0 determinado a partir de la Tabla 2.13 y Tabla 2.14.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p \quad (2.18)$$

A.10. Aceleración Espectral: Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudoaceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad (2.19)$$

2.2.5. Componente No Estructural

El ítem 2.2.5 ha sido extraído de MINSA *et al.* (1997:7-10):

El componente No Estructural está conformado por un conjunto de Sistemas y Sub Sistemas que realizan funciones específicas diferenciales y algunas complementarias.

Todos estos sistemas son los que permiten que el edificio sea habitable y que además pueda funcionar.

A. LINEAS VITALES

Incluye a todas las instalaciones fijas, las cuales en caso de mal funcionamiento dejarán inoperativa a la edificación.

1. Sistemas de distribución de Energía Eléctrica
 - Suministro y Sub Estaciones de Transformación
 - Transformadores y Tableros de Distribución
 - Sistema de Emergencia (Grupo Electrónico)
2. Sistema de distribución de Agua, Agua caliente, Vapor y Desagüe
 - Suministro y Almacenamiento (Cisternas)
 - Sistema de Distribución e Hidroneumáticos
 - Sistema de Distribución de Agua Caliente
 - Sistema de Distribución de Vapor
 - Sistema de Desagüe
3. Sistema de Comunicaciones
 - Teléfono
 - Radio
4. Sistema de Distribución de Aire y Gases
 - Aire Comprimido
 - Aire Acondicionado
 - Oxígeno
 - Otros Gases

B. COMPONENTES ARQUITECTÓNICOS

Este grupo está conformado por todos aquellos elementos que siendo físicamente parte de la edificación, no cumplen funciones de índole estructural.

C.A.1. Elementos Arquitectónicos

- Muros No Estructurales (Mampostería)
- Muros de Cerco
- Separadores de Ambiente (Material Ligero)
- Cielo Rasos Decorativos
- Puertas
- Ventanas y Tragaluces

C.A.2. Sistemas de Iluminación

- Fluorescentes
- Incandescentes
- Equipos de Luz de Emergencia
- Lámparas sobre mesas o escritorios

C.A.3. Ornamentos y apéndices permanentes

- Cornisas
- Parapetos
- Barandas
- Volados
- Balcones
- Enchapes y Revestimientos (exteriores e interiores)
- Rejas
- Postes y astas
- Letreros y señales
- Pedestales
- Tejas
- Chimeneas

C.A.4. Juntas Constructivas

C. EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO

Este grupo incluye todos aquellos componentes que no son parte de la edificación, pero que se encuentran distribuidos en su interior.

C.1. Equipamiento y Mobiliario en General (E-M.G.)

E-M.G.1. Equipos de Comunicación

- Telefonía
- Radio Comunicación
- Televisión
- Audio

E-M.G.2. Equipos de Informática

E-M.G.3. Equipos de Oficina

E-M.G.4. Mobiliario en General

E-M.G.5. Elementos Decorativos

- Macetas
- Cuadros
- Adornos sobre muebles
- Espejos
- Obras de arte

Debido a las características de especial complejidad con las que cuenta un hospital, se hace necesario ampliar esta categoría con aquellas exclusivamente referidas a los hospitales: El equipamiento y Mobiliario de los Componentes Médicos y de Servicio.

C.2. Equipo y Mobiliario Médico (E-M.M.)

- Equipo y Mobiliario Médico. (Organizado por áreas de atención: Emergencia, U.C.I., Centro Quirúrgico, Hospitalización, Laboratorio, Imagenología, etc.)
- Equipos y Mobiliario de Áreas de Servicio (Cocina, lavandería, almacenes, etc.)
- Sustancias y Materiales peligrosos.

OPS *et al.* (2004) señalan lo siguiente:

Para el estudio de estos elementos, se hace una selección previa, a partir de un inventario general de los equipos considerados importantes o estratégicos por sus características físicas (dimensiones, peso, forma), por su alto costo económico, por su importancia para la operación de los servicios esenciales del hospital o por las condiciones de su anclaje.

Con el objetivo de determinar las prioridades de intervención, se consideran dos parámetros:

A. La vulnerabilidad del elemento o sistema, entendiendo por ello la susceptibilidad al daño, que se mide en términos de:

-) Características de la aceleración del suelo.
-) Respuesta del edificio en cuanto a aceleración y desplazamientos.
-) Tamaño y peso del elemento.
-) Localización del elemento en el edificio.
-) Tipo de sistema resistente a fuerzas laterales del edificio, rigidez relativa del componente y la estructura, o entre el componente y otro elemento no estructural de soporte.
-) Características de la conexión o unión (o falla de ella) entre el componente respecto a la del edificio.

La vulnerabilidad de las instalaciones y equipos puede determinarse mediante metodologías cualitativas y cuantitativas, y se mide en tres categorías: baja, mediana y alta.

Baja vulnerabilidad. El componente evaluado está razonablemente bien anclado, y hay una baja probabilidad de que se dañe ante las fuerzas de diseño y la deformación del edificio.

Mediana vulnerabilidad. El componente está anclado, pero hay una moderada probabilidad de falla de esta sujeción ante las fuerzas de diseño y las deformaciones del edificio.

Alta vulnerabilidad. El componente carece de anclaje o éste es insuficiente o inapropiado, por lo tanto, existe una alta probabilidad de daño ante fuerzas de diseño y deformaciones del edificio.

B. Las consecuencias, como un estimado del efecto de la falla o daño en el componente, en términos de:

-) Localización del componente en el edificio (según el servicio o área).
-) Ocupación del edificio o servicio y el posible impacto sobre las vidas de los ocupantes o sobre la operatividad del edificio o servicio, en caso de que el elemento falle.

Las consecuencias pueden medirse también en tres categorías:

Bajas consecuencias. Por su ubicación en el edificio o por su tipo, el daño en el componente representa una baja probabilidad de ocasionar lesiones a los ocupantes o de interferir con el funcionamiento del establecimiento.

Moderadas consecuencias. Por su ubicación o por su tipo, el componente representa una moderada probabilidad de causar lesiones a los ocupantes o de interferir con el funcionamiento del establecimiento.

Altas consecuencias. El componente representa una alta probabilidad de causar lesiones (e inclusive muertes) a los ocupantes, o de comprometer seriamente el funcionamiento del edificio.

Tabla 2.15 Matriz de Prioridades

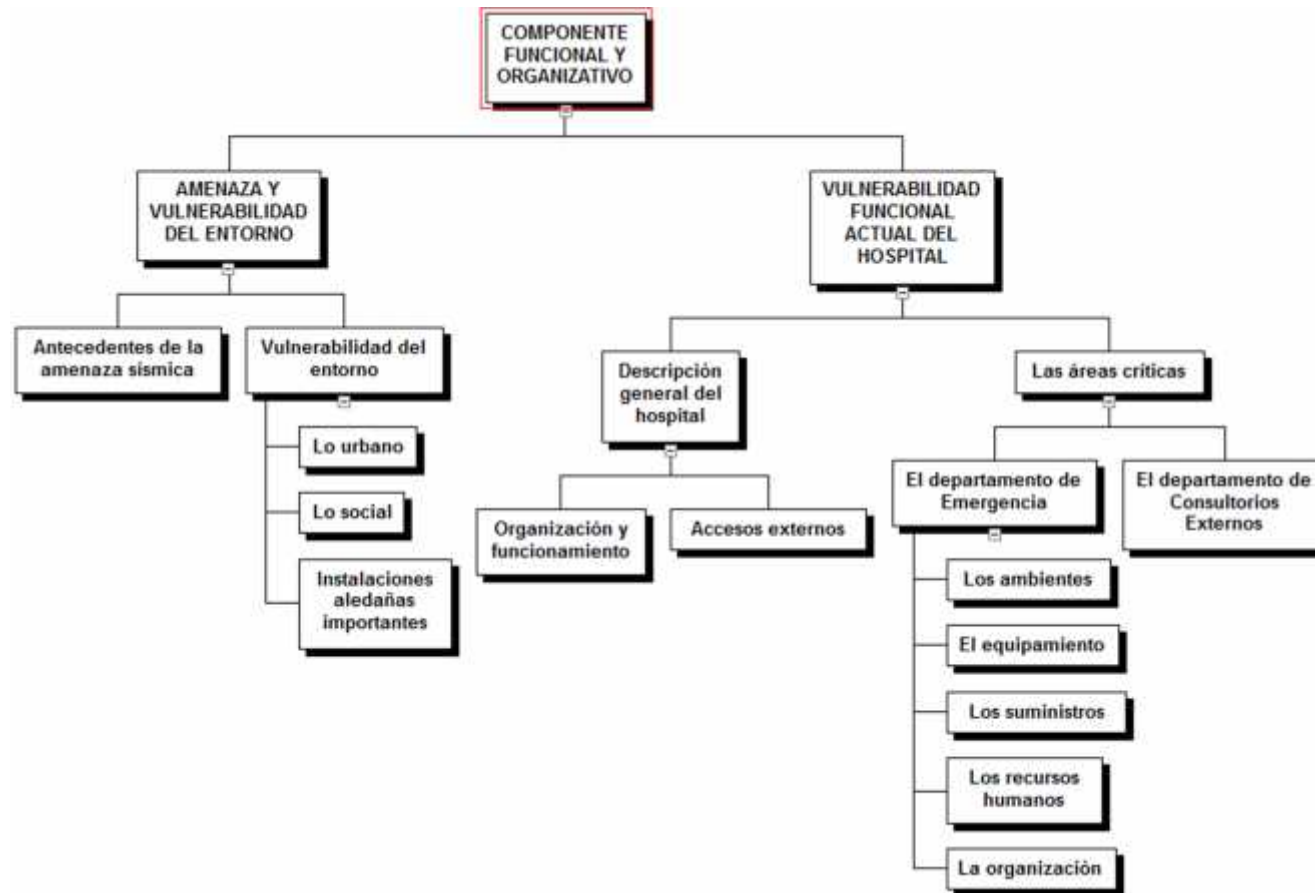
Vulnerabilidad	Consecuencias		
	Altas	Medias	Bajas
Alta	1	4	7
Media	2	5	8
Baja	3	6	9

Fuente: Tomado de OPS (2004)

2.2.6. Componente Funcional

El ítem 2.2.6 ha sido extraído de MINSA *et al.* (1997:2-3):

Figura 2.13 Componente Funcional y Organizativo



Fuente: Elaborado con base en MINSA *et al.* 1997.

OPS *et al.* (2004) señalan lo siguiente:

La vulnerabilidad funcional está relacionada con la vulnerabilidad administrativa y organizativa, para este análisis se hace una revisión crítica del Plan de Emergencias como un aspecto administrativo-organizativo más, para identificar sus posibles deficiencias y resaltar los aspectos útiles e importantes relacionados con la funcionalidad de los servicios.

A. Aspectos Administrativos

Para el análisis de los aspectos administrativos, debe partirse de las relaciones espaciales y administrativas del hospital como institución con respecto a su entorno, incluyendo convenios o provisiones especiales con entidades prestadoras de servicios públicos y abastecimientos en general.

A.1. Distribución Espacial

Para realizar un análisis de la distribución espacial interna y externa de un hospital en relación con su funcionamiento, tanto en situaciones normales de operación como en casos de emergencia, será necesario desarrollar los siguientes pasos:

- Formulación de un modelo de evaluación mediante el establecimiento de patrones ideales de comportamiento, basados en guías y modelos existentes, y priorización de los espacios a ser evaluados, de acuerdo con la lista de servicios clínicos o de apoyo identificados como “indispensables” para atender emergencias.
- Revisión de la coordinación médico-arquitectónica, inspección del edificio y revisión de los planos, para corroborar e identificar la ubicación física de cada espacio y para establecer las relaciones funcionales.
- Análisis y evaluación de la disposición de organización espacial interna y externa del hospital, y comparación con los patrones establecidos.
- Formulación de recomendaciones para mejorar la funcionalidad de aquellos aspectos que hayan resultado deficientes.

Se debe evaluar la disposición de los espacios de acuerdo con su función en operación normal y la capacidad de algunos de ellos para alojar las actividades requeridas en la atención de una emergencia masiva, así como la capacidad de otros espacios para transformarse rápidamente y complementar algunos de los anteriores.

Dentro de los temas que pueden ser considerados están los siguientes:

- Ñ Accesos al conjunto hospitalario. Accesos vehiculares; accesos peatonales; accesos para personal y público en general; accesos peatonales auxiliares (exclusivos para personal del hospital y servicios), y acceso aéreo (si lo hubiere).
- Ñ Relaciones internas de la edificación (programa general del hospital). División en áreas funcionales críticas y complementarias; organización espacial interna y externa, y capacidad de los aspectos espaciales necesarios para desempeñar la atención que debe brindar el hospital después de emergencias sin desatender sus funciones regulares.

La funcionalidad del hospital, dependiendo de los diferentes parámetros que la determinan, se mide en tres niveles:

Bueno. El parámetro evaluado cumple razonablemente con los requisitos indispensables exigidos de acuerdo con las normas locales vigentes; no hay necesidad de modificarlo.

Regular. El parámetro evaluado cumple moderadamente con los requisitos indispensables exigidos; con una modificación menor, se puede llevar al nivel idóneo.

Malo. El parámetro evaluado no cumple con los requisitos indispensables para un funcionamiento apropiado; debe ser modificado para resolver esta deficiencia.

B. Aspectos Organizativos

Dentro de los aspectos organizativos, es necesario mencionar que muchos de los problemas que se presentan en la operación cotidiana de un hospital se deben a deficiencias o ausencia de programas de mantenimiento preventivo de las instalaciones.

Internamente, cada uno de los servicios que presta el hospital tendrá una mayor o menor importancia en el manejo de emergencias. Algunos de los servicios resultan indispensables, por lo que requerirán de soporte de personal y logístico (agua, electricidad, suministros), mientras que otros podrían ser prescindibles. Eventualmente, el área física que ocupan algunos de los servicios que no son críticos podría resultar útil para la expansión de otras.

Escala de Importancia:

5: indispensable

4: muy necesario

3: necesario

2: preferible

1: prescindible

2.3. Definición de términos básicos

Sismo: Es todo movimiento, vibración o sacudida brusca de la superficie terrestre causado por el desplazamiento relativo de las placas geológicas (Kuroiwa *et al.* 2010:77).

Vulnerabilidad Sísmica: Es el grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un sismo (Kuroiwa *et al.* 2010:64).

Vulnerabilidad Estructural: Se refiere a aquellas partes de un edificio que lo mantienen en pie. Esto incluye cimientos, columnas, muros portantes, vigas y diafragmas (entendidos éstos como los pisos y techos diseñados para transmitir fuerzas horizontales, como las de sismos, a través de las vigas y columnas hacia los cimientos) (OPS 2004:27).

Vulnerabilidad No Estructural: Se refiere a aquellos componentes de un edificio que están unidos a las partes estructurales, que cumplen funciones esenciales en el edificio o que simplemente están dentro de las edificaciones, pudiendo por lo tanto ser agrupados en tres categorías: componentes arquitectónicos, instalaciones y equipos (OPS 2004:28).

Vulnerabilidad Funcional: Se refiere a la distribución y relación entre los espacios arquitectónicos y los servicios médicos y de apoyo al interior de los hospitales; así como, a los procesos administrativos y a las relaciones de dependencia física y funcional entre las diferentes áreas de un hospital (OPS 2004:28).

Afectación: Se refiere al nivel de perturbación funcional que puede sufrir una instalación y está directamente relacionada con la denominada vulnerabilidad funcional (Yépez 1996).

Daño en edificaciones: Se refiere al deterioro físico que pueden sufrir los diversos elementos de una edificación. Al nivel de deterioro que pueden sufrir estos elementos se le conoce como grado de daño (Yépez 1996).

Daño estructural: El daño estructural depende del comportamiento de los elementos resistentes de una estructura como son las vigas, columnas, muros de carga, sistema de piso y esto se tiene que ver con la calidad de los materiales que componen dichos elementos; así como, su configuración, tipo de sistema y obviamente de las características de las cargas actuantes (Gómez y Loayza 2014:40).

Daño no estructural: Este tipo de daños está asociado principalmente a elementos arquitectónicos que no forman parte del mismo sistema resistente, como puede ser muros divisorios, ventanales, revestimientos y los sistemas sanitarios y electrónicos (Gómez y Loayza 2014:40).

Daño económico: Se define como la relación entre los costos de reparación y los costos de reposición e incluyen tanto los daños como los costos de daños indirectos (Gómez y Loayza 2014:40)

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

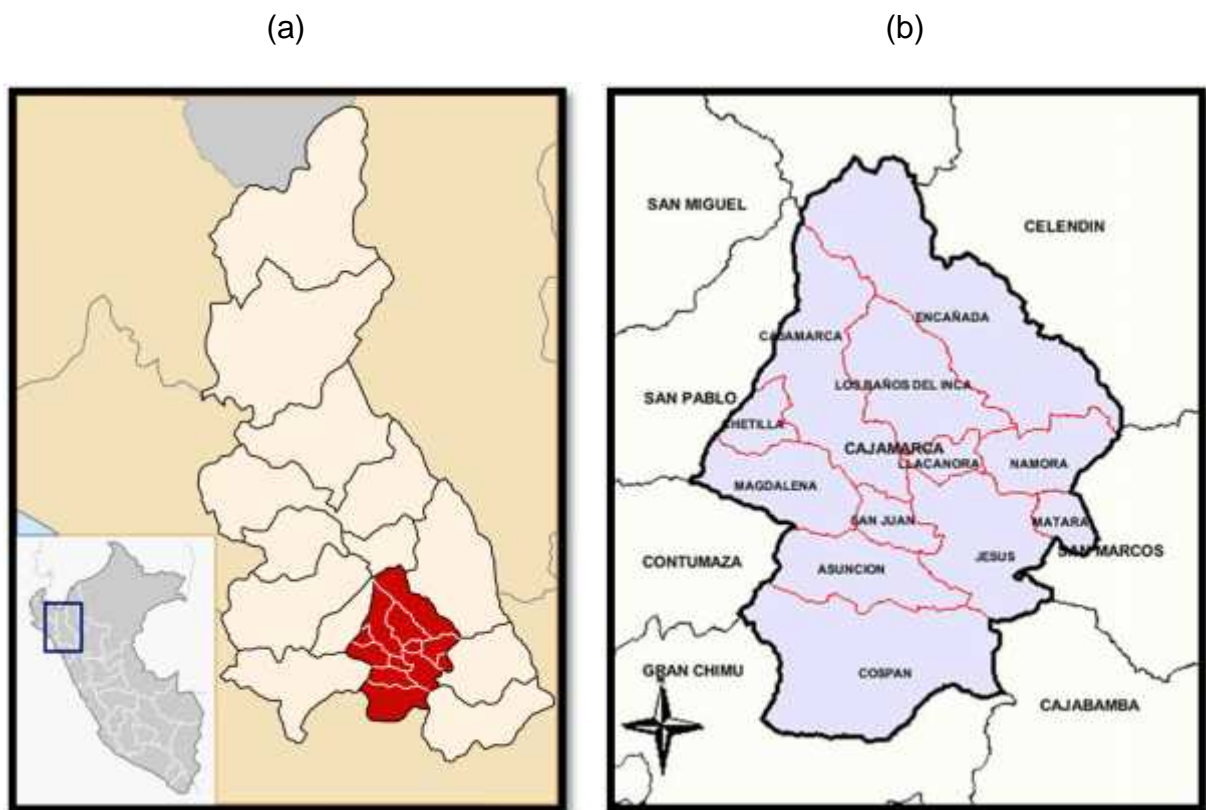
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación Geográfica

Este proyecto de investigación se realizó en el departamento, provincia y distrito de Cajamarca, Hospital Regional de Cajamarca, Sector B y D.

Coordenadas DATUM UTM WGS 84: 777451.55 E y 9205222.66 N Hemisferio Sur, Huso 17 Zona M.

Figura 3.1 Mapa departamental, provincial y distrital de Cajamarca



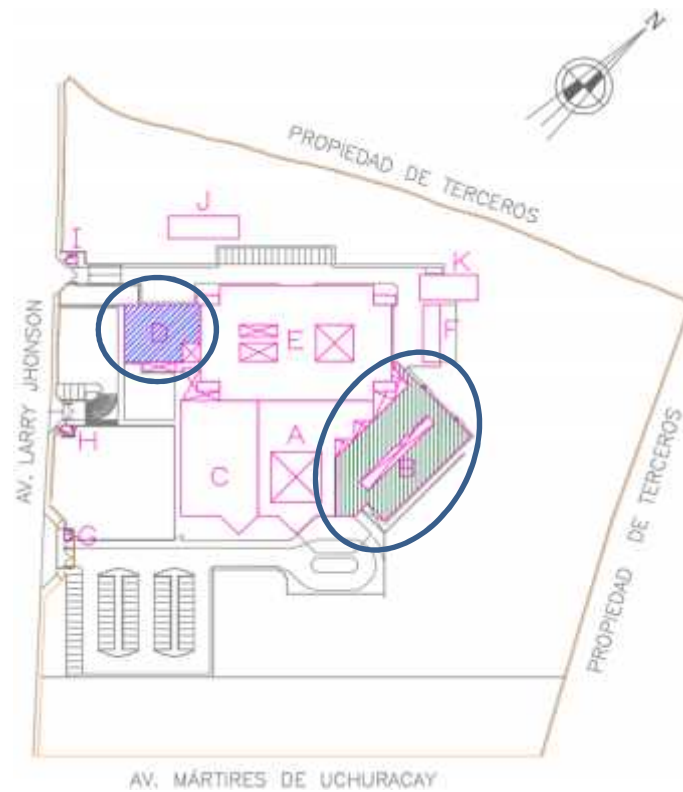
Fuente: Tomado de (a) Wikipedia Provincia de Cajamarca 2017 y de (b) Gualberto Valderrama Mapa de la provincia de Cajamarca 2005.

Figura 3.2 Ubicación del HRC



Fuente: Tomado de Google Earth 2018.

Figura 3.3 Ubicación del Sector B y D en el HRC



Fuente: Adaptado de planos de Replanteo del Expediente Técnico del HRC.

3.2. Tiempo o época de investigación

Este proyecto de tesis tuvo una duración de seis meses y se elaboró desde el mes de diciembre del año 2017 hasta el mes de mayo del año 2018.

3.3. Procedimiento

Se determinó la Vulnerabilidad Sísmica del sector B y D del HRC a partir de la Vulnerabilidad Estructural, No estructural y Funcional conociendo el nivel de Sismicidad Severo a partir de la Zonificación de la NTE.030 vigente y la Microzonificación Sísmica que nos muestra INDECI (Ver Figura A.1).

3.3.1. Vulnerabilidad Estructural

Se determinó la Vulnerabilidad Estructural del Sector B y D del HRC con el método cualitativo del ATC 21 - FEMA 154 y el método cuantitativo de Hirosawa de segundo orden, en el cual se trabajó con la normativa vigente para las concordancias respectivas:

- **NTE.020** Cargas.
- **NTE.030** Diseño Sismorresistente.
- **NTE.060** Concreto Armado.
- **NTE.070** Albañilería.

A. Método ATC 21 - FEMA 154

Se usó el formulario de recolección de datos FEMA 154 para una intensidad de sismo alto, donde se utilizaron los datos cualitativos y cuantitativos del expediente técnico, planos replanteados y la observación directa simple, tal como se muestra en los anexos (ver Figura A.2 y Figura A.3).

A.1. Identificación Visual Rápida del Sector B

Se identificó el edificio del sector B y se completó la información general en el primer apartado de la ficha. Luego se rellenó en uso y ocupación lo referente a servicios de emergencia, y en número de ocupantes el valor entre 101 a 1000.

A.1.1. Categoría estructural básica:

El sistema estructural del edificio según la NTE.030 es dual (pórticos y muros estructurales), por lo que el tipo estructural que se eligió es un C2 (ver Tabla 2.1).

A.1.2. Modificadores del comportamiento sísmico

- El edificio es de dos niveles por lo que no se marcó el puntaje modificador de edificio de mediana altura (4 a 7 niveles), ni de gran altura (> 7 niveles).
- El edificio no presentó irregularidad vertical, por lo que no se marcó este puntaje modificador.
- El edificio presentó una irregularidad en planta como se aprecia en el plano de arquitectura del Sector B, teniendo una forma irregular en O (ver Plano A-01 y Plano A-02), por lo que se marcó el puntaje modificador igual a -0.5.
- El edificio se diseñó con la NTE.030 (2003), y se construyó durante los años 2009 y 2011, siendo esta la razón por la que no se marcó el modificador Pre código.
- La evaluación de la vulnerabilidad se realizó durante los años 2017 y 2018 considerando la NTE.030 (2016) a la fecha vigente, razón por la cual no se marcó el modificador Post. Punto de referencia.

A.1.3. Perfil del suelo

Según el perfil del suelo, las calicatas 6 y 9 que se encuentran en el plano del estudio de suelos del Expediente Técnico es un CL y con esta clasificación se obtuvo un tipo de perfil E (ver Tabla 2.3, Figura A.4 y Figura A.5), por lo que se marcó el puntaje modificador -0.8.

A.2. Identificación Visual Rápida del Sector D

Se identificó el edificio del sector D y se completó la información general en el primer apartado de la ficha. Luego se rellenó en uso y ocupación lo referente a servicios de emergencia y oficinas, y en número de ocupantes el valor entre 101 a 1000.

A.2.1. Categoría estructural básica:

El sistema estructural del edificio según la NTE.030 es dual (pórticos y muros estructurales), por lo que el tipo estructural que se eligió es un C2 (ver Tabla 2.1).

A.2.2. Modificadores del comportamiento sísmico

- El edificio es de dos niveles por lo que no se marcó el puntaje modificador de edificio de mediana altura (4 a 7 niveles), ni de gran altura (> 7 niveles).
- El edificio presentó irregularidad vertical debido a que tiene mayor área en el segundo piso (ver Plano A-06), por lo que se marcó el puntaje modificador igual a -1.0.
- El edificio presentó una irregularidad en planta como se aprecia en el plano de arquitectura del Sector D, donde existe área libre en una esquina del edificio (ver Plano A-05), por lo que se marcó el puntaje modificador igual a -0.5.
- El edificio se diseñó con la NTE.030 (2003), y se construyó durante los años 2009 y 2011, siendo esta la razón por la que no se marcó el modificador Pre código.
- La evaluación de la vulnerabilidad se realizó durante los años 2017 y 2018 considerando la NTE.030 (2016) a la fecha vigente, razón por la cual no se marcó el modificador Post. Punto de referencia.

A.2.3. Perfil del suelo

Según el perfil del suelo, la calicata 4 que se encuentra en el plano del estudio de suelos del Expediente Técnico es un CL y con esta clasificación se obtuvo un tipo de perfil E (ver Tabla 2.3 y Figura A.6), por lo que se marcó el puntaje modificador -0.8.

B. Método de Hirosawa

Se consideró el método de segundo orden de Hirosawa para la evaluación del índice de vulnerabilidad estructural “ I_s ”, utilizando los datos cuantitativos del expediente técnico y planos replanteados de Arquitectura, Estructuras y Cimentaciones.

Concreto armado

- Resistencia, f'_c : 280 kg/cm² (Columnas y Placas)
- Resistencia, f'_c : 210 kg/cm² (Vigas y Losas)
- Peso específico : 2 400 kg/cm³

Acero

- Resistencia, a la Fluencia f_y : 4 200 kg/cm²

B.1. Sector B

Características generales del Expediente Técnico:

- La altura total del primer y segundo piso es 3.30 m
- La altura total de la edificación es 9.81 m
- Las vigas de ancho 0.30m y de peralte 0.60m (principales)
- Las vigas de ancho 0.25m y de peralte 0.60m (secundarias)
- Todas las columnas son de 0.30 x 0.30m
- Las placas son de espesor de 0.25m
- Las losas aligeradas en una dirección de 0.25m

B.1.1. Parámetros preliminares:

Tabla 3.1 Parámetros preliminares del Sector B

Parámetros preliminares				Und
Longitud del edificio	L		55.31	m
Ancho del edificio	B		31.10	m
		1º PISO	2º PISO	
Altura de piso	H	3.30	3.30	m
Peralte de vigas	h_v	60	60	cm
Altura libre de piso	l_e	2.70	2.70	m
Peralte de la columna	D	30	30	cm
Base de la columna	b_c	30	30	cm
Área de la sección transversal de la columna	$A = b_c \cdot D$	900	900	cm ²
Número de columnas cortas	N_{cc}	11	8	
Fuerza axial	P_u	45216.88	15160.25	Kgf
Espesor de los muros de mampostería	t	15	15	cm
Longitud de los muros de mampostería	L_x	570	570	cm
Longitud de los muros de mampostería	L_y	570	570	cm
Área de la sección transversal de los muros de mampostería	$A_t = t \cdot L_x$	8550	8550	cm ²
Área de la sección transversal de los muros de mampostería	$A_t = t \cdot L_y$	8550	8550	cm ²
Resistencia de diseño a compresión diagonal de muretes de mampostería	V'_m		8.1	Kg/cm ²

Los parámetros preliminares se calcularon con los planos del Sector B y la NTE.020 de cargas, los parámetros que incluyen el metrado para la fuerza axial en la columna se muestra en los anexos (ver Tabla A.1).

La resistencia de diseño a compresión diagonal de muretes de mampostería V'_m se obtuvo de la NTE.070 (Tabla 9 Resistencias características de la albañilería), para el tipo de ladrillo Tipo V King Kong industrial.

B.1.2. Procesamiento de datos:

- Índice sísmico básico de comportamiento estructural

El valor de cada coeficiente γ_i se obtuvo de la Tabla 2.4, para muros de concreto reforzado que controlan la falla.

La resistencia básica de corte de la mampostería τ_0 se obtuvo de la Tabla 3.1.

La tensión normal σ_0 se obtuvo de dividir la fuerza axial entre el área de la sección transversal de la columna (Ver Tabla 3.1).

Tabla 3.2 Datos generales del Sector B

Datos Generales	Dirección X		Dirección Y		Und
	1º PISO	2º PISO	1º PISO	2º PISO	
n_p	2.00	2.00	2.00	2.00	
γ_i	0.00	0.00	0.00	0.00	
β_2	1.00	1.00	1.00	1.00	
β_3	0.70	0.70	0.70	0.70	
γ_i	1.00	2.00	1.00	2.00	
σ_0	8.10	8.10	8.10	8.10	Kgf/cm ²
f'_c	280.00	280.00	280.00	280.00	Kgf/cm ²
τ_0	50.24	16.84	50.24	16.84	Kgf/cm ²
A_{mar}	0.00	0.00	0.00	0.00	cm ²
A_{sc}	0.00	0.00	0.00	0.00	cm ²
A_{ma}	314612.50	322657.80	448087.50	447195.30	cm ²
A_{m1}	0.00	0.00	0.00	0.00	cm ²
A_{m2}	63450.00	63450.00	0.00	0.00	cm ²
A_{m3}	15300.00	15300.00	3000.00	3000.00	cm ²
A_{m4}	0.00	0.00	13000.00	13000.00	cm ²
A_{c1}	0.00	0.00	0.00	0.00	cm ²
A_{c2}	54900.00	57600.00	54900.00	57600.00	cm ²
W_j	1508305.08	1527111.13	1508305.08	1527111.13	Kgf

Los datos de la Tabla 3.2 se calcularon con los planos del Sector B y la NTE.020 de cargas, las áreas de muros de mampostería (ver Tabla A.3 y Tabla A.4), muros estructurales (ver Tabla A.5, y Tabla A.6) y el metrado por piso (ver Tabla A.10 y Tabla A.11); se adjuntó en los anexos indicados.

- Índice de Configuración Estructural

Se determinó las características del edificio que se consideró en la determinación de los coeficientes G_i y R_i , como se muestra en la Tabla 2.5. Además se consideró los mismos valores para los dos pisos porque son iguales.

1. Regularidad geométrica en planta

$$l = 16.97 \text{ m}$$

$$b = 6.37 \text{ m}$$

$$\frac{l}{b} \geq 0.50$$

$$3 \geq 0.50$$

Se consideró la esquina entrante

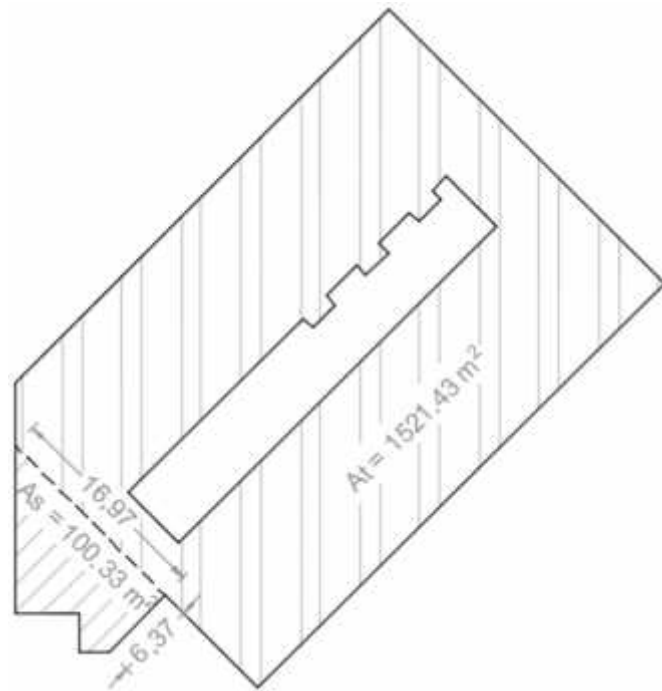
$$A_s = 100.33 \text{ m}^2$$

$$A_t = 1521.43 \text{ m}^2$$

a_1 : Regular

$$A_s \leq 10\% \cdot A_t$$

$$100.33 \leq 152.14$$



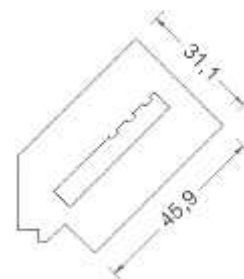
2. Relación largo – ancho

$$l = 45.90 \text{ m}$$

$$b = 31.10 \text{ m}$$

$$B = \frac{l}{b}$$

$$B = 1.5 \leq 5$$



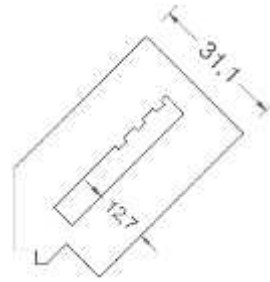
3. Contracción en planta

$$D_1 = 12.70 \text{ m}$$

$$D_0 = 31.10 \text{ m}$$

$$c = \frac{D_1}{D_0}$$

$$c = 0.4 < 0.5$$



4. Patio interior o atrio

$$A_{\text{patio}} = 196.31 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = 1521.43 \text{ m}^2$$

$$R_a = \frac{A_p}{A_{t_i}}$$

$$0.1 < R_{ap} = 0.13 < 0.3$$



5. Excentricidad del atrio

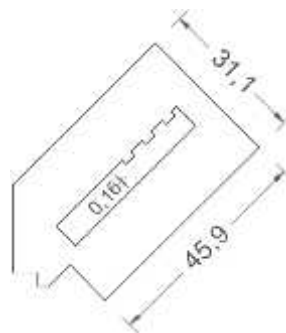
$$d = 0.162 \text{ m}$$

$$L_{\text{mayor}} = 45.90 \text{ m}$$

$$L_{\text{menor}} = 31.10 \text{ m}$$

$$f_1 = \frac{d}{L_m} \quad f_2 = \frac{d}{L_m}$$

$$f_1 = 0.005 < 0.4 \quad f_2 = 0.004 < 0.1$$



7. Separación de edificios

$$e = 0.005 \text{ m}$$

$$h = 9.81 \text{ m}$$

$$s = 0.0005$$

8. Uniformidad de altura de piso

Altura de piso superior = 3.30 m

Altura de piso en evaluación = 3.30 m

- Índice de deterioro de la edificación

Se realizó una inspección visual del primer y segundo piso del sector B usando la Tabla 2.6 para obtener cada valor de T.

- Índice de Resistencia Demandada

Se consideró el mismo índice de Resistencia demandada para los dos sectores en evaluación, porque los parámetros sísmicos son iguales.

a. Comparación del índice de juicio estructural de Hirosawa para Japón y Perú

Luna, Enrique (1998) señala que:

a.1. Aceleración espectral de Perú

Tabla 3.3 Factores Sísmicos del Sector B

Factor Sísmico	
Z	0.35
U	1.50
S	1.15
C	2.50
R	5.67

Se reemplazó los factores sísmicos de la Tabla 3.3 en la ecuación (2.19) y se obtuvo:

$$S_a = 0.266 \cdot g$$

a.2. Aceleración espectral de Japón

Se obtuvo de la ecuación (2.13)

$$S_a = 0.863 \cdot g$$

b. Análisis del Índice del Juicio Estructural de Japón y Perú

Se calculó el índice de juicio estructural para Japón y Perú con la ecuación (2.11), el valor para Perú no está definido por el método por lo que se lo determinó comparando ambos índices como se muestra en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Índice de juicio estructural de Japón y Perú

Datos	Japón	Perú
E_0	0.6	E_0 PERÚ
Z	1	0.35
G	1.1	1.1
U	1	1.5
Iso	0.66	$0.578 \cdot E_0$ PERÚ

c. Comparación según Códigos Peruano y Japonés

De la ecuación (2.12) se obtuvo la resistencia básica requerida para Perú.

$$\frac{I_s \text{ Perú}}{I_s \text{ Japón}} = \frac{S \text{ Perú}}{S \text{ Japón}} = \frac{0.266}{0.863} = 0.308$$

$$\frac{I_s \text{ Perú}}{I_s \text{ Japón}} = \frac{0.578 \cdot E \text{ Perú}}{0.66} = 0.308$$

$$E_0 \text{ Perú} = 0.353$$

B.2. Sector D

Características generales del Expediente Técnico

- La altura total del primer piso es 4.30 m y del segundo piso es 3.80 m
- La altura total de la edificación es 10.19 m
- Las vigas de ancho 0.30m y de peralte 0.60m (principales y secundarias)
- Todas las columnas son de 0.30 x 0.30m
- Las placas son de espesor de 0.25m
- Las losas aligeradas en una dirección de 0.25m

B.2.1. Encontramos los parámetros preliminares:

Los parámetros preliminares se calcularon con los planos del Sector D y la NTE.020 de cargas, los parámetros que incluyen el metrado para la fuerza axial en la columna se muestra en los anexos (ver Tabla A.2).

Tabla 3.5 Parámetros preliminares del Sector D

Parámetros preliminares				Und
Longitud del edificio	L		23.93	m
Ancho del edificio	B		21.70	m
		1º PISO	2º PISO	
Altura de piso	H	4.30	4.30	m
Peralte de vigas	h_v	60.00	60.00	cm
Altura libre de piso	l_e	3.70	3.70	m
Peralte de la columna	D	30.00	30.00	cm
Base de la columna	b_c	30.00	30.00	cm
Área de la sección transversal de la columna	$A = b_c \cdot D$	900	900	cm ²
Número de columnas cortas	N_{cc}	2	7	
Fuerza axial	P_u	105388.1	28626.59	Kgf
Espesor de los muros de mampostería	t	15	15	cm
Longitud de los muros de mampostería	L_x	690	690	cm
Longitud de los muros de mampostería	L_y	458	670	cm
Área de la sección transversal de los muros de mampostería	$A_t = t \cdot L_x$	10350	10350	cm ²
Área de la sección transversal de los muros de mampostería	$A_t = t \cdot L_y$	6863	10050	cm ²
Resistencia de diseño a compresión diagonal de muretes de mampostería	V'_m		8.1	Kg/cm ²

La resistencia de diseño a compresión diagonal de muretes de mampostería V'_m se obtuvo de la NTE.070 (Tabla 9 Resistencias características de la albañilería), para el tipo de ladrillo Tipo V King Kong industrial.

B.2.2. Procesamiento de datos:

- Índice sísmico básico de comportamiento estructural

El valor de cada coeficiente γ_i se obtuvo de la Tabla 2.4, para muros de concreto reforzado que controlan la falla.

La resistencia básica de corte de la mampostería τ_0 se obtuvo de la Tabla 3.5.

La tensión normal σ_0 se obtuvo de dividir la fuerza axial entre el área de la sección transversal de la columna (ver Tabla 3.5).

Tabla 3.6 Datos generales del Sector D

Datos	Dirección X		Dirección Y		Und
	1º PISO	2º PISO	1º PISO	2º PISO	
n_p	2.00	2.00	2.00	2.00	
i	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	1.00	0.00	1.00	0.00	
3	0.70	1.00	0.70	1.00	
i	1.00	2.00	1.00	2.00	
0	8.10	8.10	8.10	8.10	Kgf/cm ²
f'_c	280.00	280.00	280.00	280.00	Kgf/cm ²
0	117.10	31.81	117.10	31.81	Kgf/cm ²
A_{mar}	0.00	0.00	0.00	0.00	cm ²
A_{sc}	0.00	0.00	0.00	0.00	cm ²
A_{ma}	236866.65	221287.50	156150.00	193875.00	cm ²
A_{m1}	0.00	0.00	0.00	0.00	cm ²
A_{m2}	0.00	0.00	0.00	0.00	cm ²
A_{m3}	4650.00	0.00	43000.00	0.00	cm ²
A_{m4}	0.00	0.00	0.00	0.00	cm ²
A_{c1}	0.00	0.00	0.00	0.00	cm ²
A_{c2}	11700.00	10800.00	11700.00	10800.00	cm ²
W_j	499505.46	564539.72	499505.46	564539.72	Kgf

Los datos de la Tabla 3.6 se calcularon con los planos del Sector D y la NTE.020 de cargas, los datos que incluyen áreas de muros de mampostería (ver Tabla A.7 y Tabla A.8), muros estructurales (ver Tabla A.9) y el metrado por piso (ver Tabla A.12 y Tabla A.13); se adjuntó en los anexos indicados.

- Índice de Configuración Estructural:

Se determinó las características del edificio que se consideró en la determinación de los coeficientes G_i y R_i , como se muestra en la Tabla 2.5. Además se consideró los valores para cada piso porque no son iguales.

1. Regularidad geométrica en planta

$$l = 14.50 \text{ m}$$

$$b = 6.85 \text{ m}$$

$$\frac{l}{b} \geq 0.50$$

$$2 \geq 0.50$$

Se consideró la esquina entrante

1º Piso

$$As = 99.33 \text{ m}^2$$

$$At = 469.86 \text{ m}^2$$

a_1 : Regular

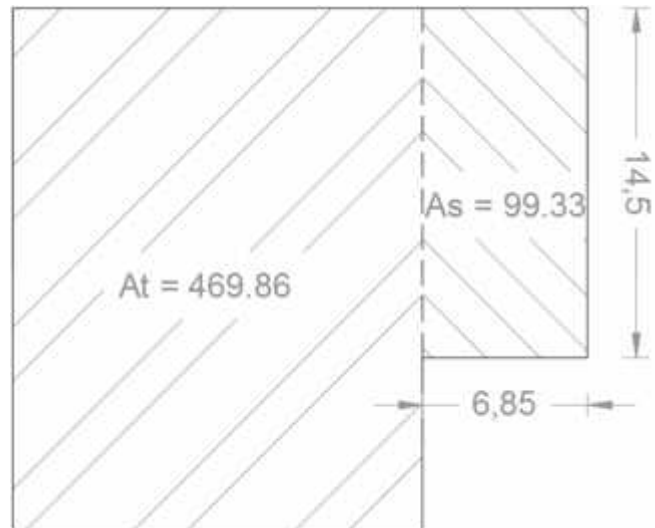
$$As = 10\% \cdot At$$

99.33 46.99 ... No Cumple

a_2 : Mediano

$$As = 30\% \cdot At$$

99.33 141



2º Piso

$$As = 99.33 \text{ m}^2$$

$$At = 574.56 \text{ m}^2$$

a_1 : Regular

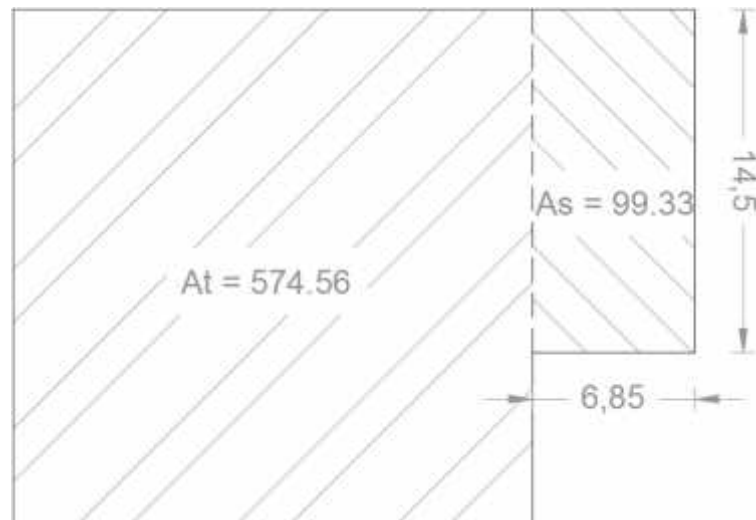
$$As = 10\% \cdot At$$

99.33 57.46 ... No Cumple

a_2 : Mediano

$$As = 30\% \cdot At$$

99.33 172.4



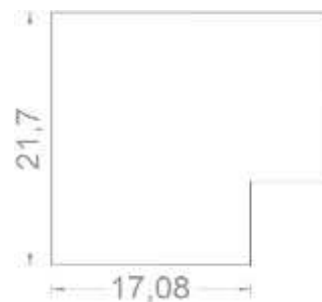
2. Relación largo – ancho

$$l = 21.70 \text{ m}$$

$$b = 17.07 \text{ m}$$

$$B = \frac{l}{b}$$

$$B = 1.3 \quad 5$$



3. Contracción en planta

$$D_1 = 14.50 \text{ m}$$

$$D_0 = 21.70 \text{ m}$$

$$c = \frac{D_1}{D_0}$$

$$0.5 \quad c = 0.7 \quad 0.8$$



7. Separación de edificios

$$e = 0.005 \text{ m}$$

$$h = 10.19 \text{ m}$$

$$s = 0.0005$$

8. Uniformidad de altura de piso

1º Piso

Altura de piso superior = 4.30 m

Altura de piso en evaluación = 3.80 m

Rh = 1.1

2º Piso

Altura de piso superior = 3.80 m

Altura de piso superior = 4.30 m

Rh = 0.9

- Índice de deterioro de la edificación

Se realizó una inspección visual del primer y segundo piso del sector D usando la Tabla 2.6 para obtener cada valor de T.

3.3.2. Vulnerabilidad No Estructural

En la Vulnerabilidad No Estructural se consideró usar la metodología de la OPS (2004):

A. Instalaciones básicas y Equipos

Se determinó la vulnerabilidad de las instalaciones básicas y equipos; y se realizó un inventario, inspección y evaluación de estos considerando lo siguiente:

- Tipo de equipo: Seleccionado en función a su importancia dentro del servicio y el costo que genera una reparación o pérdida.
- Ubicación por sectores y por pisos.
- Dimensión y/o características.
- Tipo de soporte: piso o pared, fijo o móvil, etc.

B. Elementos Arquitectónicos

Se realizó visitas con los planos a los diferentes ambientes de los sectores en estudio, para identificar el estado actual que se encuentran los muros no estructurales, acabados y terminaciones, cielos rasos, columnas cortas y ventanería.

3.3.3. Vulnerabilidad Funcional

A. Administrativo espacial

Se realizó una identificación de la relación del hospital con su entorno, los accesos y las edificaciones adyacentes a los sectores B y D para determinar los niveles bueno, regular y malo.

B. Aspectos organizativos

Se realizó un inventario de los ambientes donde se prestan los servicios clínicos y de apoyo de los sectores B y D para representar según la escala de importancia en caso de emergencia representada del 1 al 5.

3.3.4. Vulnerabilidad Sísmica

Se determinó la vulnerabilidad sísmica con la metodología de la OPS donde usa parámetros de ponderación vertical a partir de la vulnerabilidad estructural que corresponde al 50% del total, del componente no estructural que tiene un peso relativo del 30% y del componente funcional que corresponde al 20% de la medición. (Chumacero, 2009:61)

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica se realizó en base a los resultados de la vulnerabilidad estructural, no estructural y funcional, y se expresó en porcentajes de bajo, medio y alto para el sector B y D.

3.4. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados

3.4.1. Tipo, nivel, diseño y método de investigación

A. Tipo de Investigación:

El tipo de investigación es aplicada o tecnológica ya que se va utilizar los conocimientos en la práctica, para aplicarlos en provecho de la sociedad.

B. Nivel de Investigación:

Es una Investigación Descriptiva ya que se describen los datos y características de la población en estudio.

C. Diseño de Investigación:

El diseño de Investigación será No Experimental Transversal, porque se mide el nivel o estado de una o más variables.

D. Método de Investigación:

El método de investigación se realizará a través del método cualitativo ATC 21 – FEMA 154 y cuantitativo de Hirosawa para determinar la vulnerabilidad estructural, y un método cualitativo de la OPS para determinar la vulnerabilidad no estructural y funcional de los edificios en estudio.

3.4.2. Población de estudio

La población de estudio son los edificios de los establecimientos de salud de Cajamarca.

3.4.3. Muestra

La muestra será el edificio del Sector B y D del HRC.

3.4.4. Evaluación de Vulnerabilidad Estructural

A. Método ATC 21 – FEMA 154

A.1. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados

A.1.1. Sector B

En el formulario de recolección de datos FEMA 154 del Sector B, una vez obtenido el valor del puntaje básico se procedió a sumar a este, los valores de los modificadores estructurales que se identificaron, de esta manera se calculó el puntaje final S resultando igual a 1.5.

A.1.2. Sector D

En el formulario de recolección de datos FEMA 154 del Sector D, una vez obtenido el valor del puntaje básico se procedió a sumar a este, los valores de los modificadores estructurales que se identificaron, de esta manera se calculó el puntaje final S resultando igual a 0.5.

B. Método de Hirosawa

B.1. Sector B

B.1.1. Tratamiento y análisis de datos

- Índice Sísmico Básico de Comportamiento Estructural

Se calculó el índice sísmico básico de comportamiento estructural con los datos de la Tabla 3.2 y la Tabla 3.7 usando las ecuaciones que se indican, para cada piso y dirección analizada.

Tabla 3.7 Índice sísmico básico del Sector B

Datos	Dirección X		Dirección Y		Ecuación
	1º PISO	2º PISO	1º PISO	2º PISO	
C_{mar}	0.00	0.00	0.00	0.00	(2.3)
C_{sc}	0.00	0.00	0.00	0.00	(2.4)
C_{ma}	2.03	1.00	2.89	1.38	(2.5)
C_a	2.03	1.00	2.89	1.38	(2.6)
C_w	1.35	1.33	0.15	0.15	(2.7)
C_c	0.36	0.37	0.36	0.37	(2.8)
F	0.80	0.80	0.80	0.80	
Resultado					
E_0	1.28	0.95	0.32	0.25	(2.2)

- Índice de Configuración Estructural

Finalmente se usó la Tabla 2.5 para completar la Tabla 3.8 y se obtuvo de la ecuación (2.9), el índice de configuración estructural, considerándose el mismo para ambas direcciones.

Tabla 3.8 Índice de configuración estructural del Sector B

Dirección X, Y								
Datos	1º Piso	2º Piso	Datos	1º Piso	2º Piso	Datos	1º Piso	2º Piso
G_1	1.00	1.00	R_1	1.00	1.00	q_1	1.00	1.00
G_2	1.00	1.00	R_2	0.50	0.50	q_2	1.00	1.00
G_3	0.80	0.80	R_3	0.50	0.50	q_3	0.90	0.90
G_i	G_4	0.90	R_i	R_4	0.50	q_i	q_4	0.95
	G_5	0.80		R_5	0.30		q_5	0.94
	G_7	0.80		R_7	0.50		q_7	0.90
	G_8	1.00		R_8	0.50		q_8	1.00
Resultado						S_D	0.72	0.72

- Índice de deterioro de la edificación

El método considera el menor valor de los índices T, así se obtuvo para el primer y segundo piso del sector B, los resultados de la Tabla 3.9.

Tabla 3.9 Índice de deterioro del Sector B

Datos	Dirección X		Dirección Y	
	1º PISO	2º PISO	1º PISO	2º PISO
T ₁	1	1	1	1
T ₂	1	0.8	1	0.8
T ₃	1	1	1	1
T ₄	0.8	0.8	0.8	0.8
T ₅	1	1	1	1
Resultado				
T	0.8	0.8	0.8	0.8

B.1.2. Presentación de resultados

- Índice de Resistencia Provista por el Edificio

Se determinó el índice de resistencia provista por el edificio, al reemplazar los datos en la ecuación (2.1), para ambas direcciones del primer y segundo piso del sector B como se muestra en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10 Índice de resistencia provista del Sector B

Datos	Dirección X		Dirección Y	
	1º PISO	2º PISO	1º PISO	2º PISO
E ₀	1.28	0.95	0.32	0.25
S _D	0.72	0.72	0.72	0.72
T	0.8	0.8	0.8	0.8
Resultado				
I_s	0.740	0.552	0.187	0.143

- Índice de Resistencia Demandada

De la ecuación (2.11) se obtuvo el índice de resistencia demandada para ambos sectores de estudio como se muestra en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11 Índice de resistencia demandada del Sector B y D

Índice de Resistencia Demandada	
E _{s0} PERÚ	0.353
Z	0.35
G	1.1
U	1.5
I_{s0}	0.204

En la Tabla 3.12 se observó que el índice de vulnerabilidad estructural en ambas direcciones es mayor que el índice de juicio estructural en el primer piso por lo que el primer piso es seguro, mientras que en el segundo piso el índice de vulnerabilidad estructural en la dirección X es mayor que el índice de juicio estructural y en la dirección Y es menor por lo que el segundo piso es un piso seguro en dirección X e inseguro en dirección Y.

Tabla 3.12 Comportamiento Sísmico del Sector B

Piso	Dirección	Índice de Vulnerabilidad Estructural (I _s)	Índice de Juicio Estructural (I _{so})	Comportamiento Estructural
1	X	0.740	0.204	Piso Seguro
	Y	0.187	0.204	Piso Inseguro
2	X	0.552	0.204	Piso Seguro
	Y	0.143	0.204	Piso Inseguro

En las dos direcciones del primer y segundo piso, el índice de vulnerabilidad estructural indicó que en la dirección X el piso es seguro y tiene un comportamiento seguro frente a un evento sísmico; y en la dirección Y el piso es inseguro por lo que tiene un comportamiento incierto frente a un evento sísmico.

Figura 3.4 Vulnerabilidad Estructural del Sector B



Como se observa en la Figura 3.4 la vulnerabilidad estructural del sector B es 50% Alta y 50% Baja.

B.2. Sector D

B.2.1. Tratamiento y análisis de datos

- Índice Sísmico Básico de Comportamiento Estructural

Se calculó el índice sísmico básico de comportamiento estructural con los datos de la Tabla 3.6 y la Tabla 3.13 usando las ecuaciones que se indican, para cada piso y dirección analizada.

Tabla 3.13 Índice sísmico básico del Sector D

Datos	Dirección X		Dirección Y		Ecuación
	1º PISO	2º PISO	1º PISO	2º PISO	
C_{mar}	0.00	0.00	0.00	0.00	(2.3)
C_{sc}	0.00	0.00	0.00	0.00	(2.4)
C_{ma}	9.37	2.73	6.17	2.39	(2.5)
C_a	9.37	2.73	6.17	2.39	(2.6)
C_w	0.16	0.00	1.45	0.00	(2.7)
C_c	0.23	0.19	0.23	0.19	(2.8)
F	0.80	0.80	0.80	0.80	
Resultado					
E_0	0.25	0.11	1.29	0.11	(2.2)

- Índice de Configuración Estructural

Finalmente se usó la Tabla 2.5 para completar la Tabla 3.14 y se obtuvo de la ecuación (2.9), el índice de configuración estructural, considerándose el mismo para ambas direcciones.

Tabla 3.14 Índice de configuración estructural del Sector D

Dirección X, Y								
Datos	1º Piso		Datos	2º Piso		Datos	2º Piso	
	1º Piso	2º Piso		1º Piso	2º Piso		1º Piso	2º Piso
G_1	0.90	0.90	R_1	1.00	1.00	q_1	0.90	0.90
G_2	1.00	1.00	R_2	0.50	0.50	q_2	1.00	1.00
G_i	G_3	0.90	R_i	R_3	0.50	q_i	q_3	0.95
	G_7	0.80		R_7	0.50		q_7	0.90
	G_8	1.00		R_8	0.50		q_8	1.00
Resultado						S_D	0.77	0.77

- Índice de deterioro del Edificio

El método considera el menor valor de los índices T, así se obtuvo para el primer y segundo piso del sector D, los resultados de la Tabla 3.15.

Tabla 3.15 Índice de deterioro del Sector D

Datos	Dirección X		Dirección Y	
	1º PISO	2º PISO	1º PISO	2º PISO
T ₁	1	1	1	1
T ₂	1	1	1	1
T ₃	1	1	1	1
T ₄	0.8	0.8	0.8	0.8
T ₅	1	1	1	1
Resultado				
T	0.8	0.8	0.8	0.8

B.2.2. Presentación de resultados

- Índice de Resistencia Provista por el Edificio

Se determinó el índice de resistencia provista por el edificio, al reemplazar los datos en la ecuación (2.1), para ambas direcciones del primer y segundo piso del sector B como se muestra en la Tabla 3.16.

Tabla 3.16 Índice de resistencia provista del Sector D

Datos	Dirección X		Dirección Y	
	1º PISO	2º PISO	1º PISO	2º PISO
E ₀	0.25	0.11	1.29	0.11
S _D	0.77	0.77	0.77	0.77
T	0.8	0.8	0.8	0.8
Resultado				
I_s	0.156	0.069	0.791	0.069

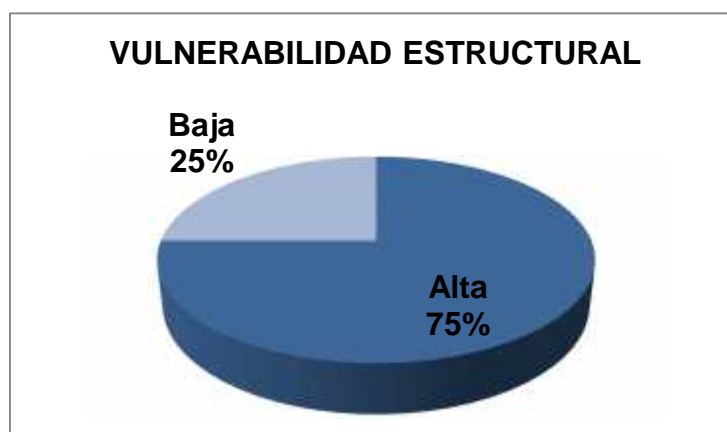
En la Tabla 3.17 se observa que el índice de vulnerabilidad estructural en ambos pisos y en ambas direcciones es menor que el índice de juicio estructural, por lo que ambos pisos son inseguros.

Tabla 3.17 Comportamiento Sísmico del Sector D

Piso	Dirección	Índice de Vulnerabilidad Estructural (I _s)	Índice de Juicio Estructural (I _{so})	Comportamiento Estructural
1	X	0.156	0.204	Piso Inseguro
	Y	0.791	0.204	Piso Seguro
2	X	0.069	0.204	Piso Inseguro
	Y	0.069	0.204	Piso Inseguro

En el primer piso el índice de vulnerabilidad estructural indicó que en la dirección Y el piso es seguro y tiene un comportamiento seguro frente a un evento sísmico, y en la dirección X el piso es inseguro por lo que tiene un comportamiento incierto frente a un evento sísmico.

Figura 3.5 Vulnerabilidad Estructural del Sector D



Como se observa en la Figura 3.5 la vulnerabilidad estructural del sector D es baja en un 25% y alta en un 75%.

3.4.5. Evaluación de Vulnerabilidad No Estructural

A. Tratamiento y análisis de datos

A.1. Instalaciones básicas y equipos

A.1.1. Sector B

A continuación, se realizó el análisis de la vulnerabilidad no estructural de los equipos médicos considerados en ambos pisos, los cuales se obtuvieron del área de Patrimonio del HRC como se muestra en la Tabla 3.18 del primer piso y en la Tabla 3.19 del segundo piso.

Tabla 3.18 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector B Primer Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Sala de Procedimientos					
Negatoscopio de 1 campo	METAX 78x11x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Balón de Oxígeno	AGA	Media	Alta	2	Fijo
Control de crecimiento y desarrollo					
Negatoscopio de 1 campo	METAX 78x10.5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Infantómetro	145x55x104 cm	Media	Moderada	5	Sobremesa
Control de crecimiento y desarrollo					
Balanza de pie con tallímetro	DETECTO	Media	Moderada	5	Rodable
Ropero	50x47x188 cm	Media	Moderada	5	Sobremesa
Consultorio Pediatría					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 198x46x68 cm	Media	Alta	2	Fijo
Consultorio Ginecología					
Negatoscopio de 1 campo	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Balanza de pie con tallímetro	DETECTO 205 cm	Media	Moderada	5	Rodable
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 198x46x68 cm	Media	Alta	2	Fijo

Continuación de Tabla 3.18 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector B Primer Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Consultorio Anestesiología					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio Obstetricia					
Negatoscopio de 1 campo	METAX 78x10.5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Balanza de pie con tallímetro	DETECTO 205 cm	Media	Moderada	5	Rodable
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 198x46x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Consultorio Otorrinolaringología					
Negatoscopio de 1 campo	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Unidad de otorrino laringología	EVERTOP T2	Media	Baja	8	Fijo
Aspiradora de secreciones	CA - MI	Media	Moderada	5	Fijo
Consultorio Otorrinolaringología					
Microscopio	RUNDEUNK CHEN NIDERDORF 40x75x180 cm	Media	Moderada	5	Sobremesa
Consultorio Cirugía General					
Negatoscopio de 1 campo	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio Cabeza y Cuello					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Tópico Cirugía General					
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 78x10.5x55 cm	Media	Alta	2	Fijo
Aspiradora de secreción portátil	CA-MI	Alta	Moderada	4	Sobremesa
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción

Continuación de Tabla 3.18 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector B Primer Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Consultorio Cirugía Plástica y Quemados					
Negatoscopio de 1 campo	METAX 78x11x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio Cirugía Urológica					
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 768x45x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 78x11x55 cm	Media	Alta	2	Fijo
Negatoscopio de 1 campo	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio de Cirugía Ortopédica y Traumatología					
Unidad de succión	AMVEX CORPOTATION 12x12x30	Alta	Moderada	4	Fijo
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x46x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Consultorio de Cirugía Ortopédica y Traumatología					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio de Terapia Ocupacional					
Vitrina de metal	METAX 80x30x206 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio N° 118					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10.5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x45x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Consultorio de Tracción Cervical - Lumbar					
Balanza de pie con tallímetro	DETECTO 180 Kg	Media	Moderada	5	Rodable
Equipo de tracción cervical y lumbar	ENRAF NONIUS 78x11x55 cm	Media	Baja	8	Fija

Continuación de Tabla 3.18 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector B Primer Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Mecanoterapia					
Doble polea multifunción	WEIDER 185 cm	Media	Moderada	5	Fija
Tanque de compresas calientes	45x39x80 cm	Alta	Moderada	4	Rodable
Cinta de correr motorizada - Trotadora	SPORTS ART FITNESS 165x64x130 cm	Media	Moderada	5	Fija
Bicicleta estacionaria	SPORTS ART FITNESS 165x64x130 cm	Media	Moderada	5	Fija
Minigimnasio	WEIDER 92x160x80 cm	Media	Moderada	5	Fija
Polea de pared	84x2x21 cm	Media	Moderada	5	Fija a pared

Tabla 3.19 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector B Segundo Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Consultorio Neurología					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x11x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio Medicina Interna					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x45x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Consultorio Inmuno Reumatología					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio Endocrinología					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10.5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio Geriatría					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción

Continuación de Tabla 3.19 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector B Segundo Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x45x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Consultorio Nefrología					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10.5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x45x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Consultorio Psicología					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10.5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x45x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Consultorio de Nutrición					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10x51.5 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio Dermatología					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio Dermatología					
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x45x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Consultorio de Psiquiatría					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10.5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Tópico					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10.5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x45x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Balón de Oxígeno	ALM6738079-0	Media	Alta	2	Fijo
Consultorio Gastroenterología					
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x45x198 cm	Media	Alta	2	Fijo

Continuación de Tabla 3.19 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector B Segundo Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10,5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Consultorio Odontología					
Unidad dental	GNATUS	Alta	Moderada	4	Fija
Equipo de Rayos X dental	FONA 3101FF0906	Alta	Moderada	4	Fija
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x45x170 cm	Media	Alta	2	Fijo
Procesador revelador de placas para rayos X	DENTX 810PLUS-4430	Alta	Moderada	4	Fija
Cámara Intraoral	MONITEX	Media	Moderada	5	Fija
Esterilizador	MEMMERT	Media	Moderada	5	Fija
Prueba de esfuerzo					
Ecocardiografo computarizado	GE HEALTHCARE	Alta	Moderada	4	Rodable
Módulo de adquisición cardiaca	GE HEALTHCARE	Alta	Moderada	4	Rodable
Prueba de esfuerzo					
Balanza de pie con tallímetro	GIMA 53x42x215 cm	Media	Moderada	5	Rodable
Consultorio Cardiología					
Balanza de pie con tallímetro	SECA	Media	Moderada	5	Fija
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	68x45x197.5 cm	Media	Alta	2	Fijo
Equipo doppler vascular	IMEX	Media	Alta	2	Rodable
Consultorio Cardiovascular					
Negatoscopio de 1 campo	METAX 101213-7786	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Ecocardiografía					
Ecocardiógrafo	GE HEALTHCARE	Media	Alta	2	Rodable

Continuación de Tabla 3.19 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector B Segundo Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Electrocardiógrafo	GE HEALTHCARE	Media	Alta	2	Fija
Sala de Hemodinamia					
Vitrina de metal	80x30x197 cm	Media	Alta	2	Fijo
Negatoscopio de 2 campos	14" x 17" x 0.6mm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Equipo de Rayos X Arco en C	PHILIPS	Media	Alta	2	Fijo
Generador de Rayos X	ODEL X-RAY	Media	Alta	2	Fijo
Equipo de Anestesia	GE HEALTHCARE 70x50x100 cm	Media	Alta	2	Fijo
Electrocardiografía					
Electrocardiógrafo	BIONET	Media	Alta	2	Rodable
Electrocardiógrafo	GE HEALTHCARE	Media	Alta	2	Fija
Electrocardiógrafo	SMART ECG	Media	Alta	2	Fija
Oftalmología					
Vitrina de metal	95x43x181cm	Media	Alta	2	Fijo
Queratómetro	BAUSCH & LOMB	Media	Moderada	5	Fija
Oftalmología					
Lensómetro	VITZRO	Media	Moderada	5	Fija
Autoqueratoreflectómetro	DONG YANG	Media	Moderada	5	Fija
Campímetro	KOWA	Alta	Moderada	4	Fijo
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10.5x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Yag Láser	WELCHALLYN	Alta	Moderada	4	Sobremesa
Tonómetro de aplanación	TAKAGESUKO	Alta	Moderada	4	Fijo
Consultorio Recuperación					
Electrocauterio	MICROVASIVE	Media	Moderada	5	Sobremesa
Endoscopias bajas					
Armario bastidor metálico - Rack Cabinet	METAX	Alta	Moderada	4	Rodable

Continuación de Tabla 3.19 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector B Segundo Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x45x197.5 cm	Media	Alta	2	Fijo
Aspiradora de secreciones	STORS	Media	Moderada	5	Fijo
Electrocauterio	ERBE	Media	Moderada	5	Sobremesa
Endoscopia alta					
Procesador automático de tubos	94x68x182.5 cm	Alta	Moderada	4	Fijo
Equipo para lavado hemorrágico	OLYMPUS 24x13x23 cm	Alta	Moderada	4	Fijo
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	METAX 68x45x197.5 cm	Media	Alta	2	Fijo
Balón de Oxígeno	SPUN	Media	Alta	2	Fijo
Balón de Oxígeno	LUXFER	Media	Alta	2	Fijo
Videoendoscopio		Media	Moderada	5	Rodable
Desfibrilador	NIHON KOHDEN	Media	Moderada	5	Sobremesa
Electrocauterio	VALLEYLAB	Media	Moderada	5	Sobremesa

A.1.2. Sector D

A continuación, se realizó el análisis de la vulnerabilidad no estructural de los equipos médicos considerados en ambos pisos, los cuales se obtuvieron del área de Patrimonio del HRC como se muestra en la Tabla 3.20 del primer piso y en la Tabla 3.21 del segundo piso.

Tabla 3.20 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector D Primer Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Cadáveres					
Cámara para conservación de cadáveres	MATACHANA 89x235x196 cm	Media	Baja	8	Fijo

Continuación de Tabla 3.20 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector D Primer Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Biopsia por congelación					
Microtomo	LEICA	Media	Alta	2	Sobremesa
Criostato	THERMO SCIENTIFIC	Media	Baja	8	Fijo
Microscopía					
Microscopio	LEICA	Media	Alta	2	Sobremesa
Histología					
Microscopio	SWIFT	Media	Alta	2	Sobremesa
Preparación de muestras					
Procesador automatizado de tejidos	THERMO SCIENTIFIC	Media	Baja	8	Fijo
Inmunohistoquímica					
Microscopio	LEICA	Media	Alta	2	Sobremesa
Laboratorio de Histología					
Microscopio	SWIFT	Media	Alta	2	Sobremesa
Microtomo	LEICA	Media	Alta	2	Fijo
Microtomo	THERMO SCIENTIFIC	Media	Alta	2	Fijo
Estación de inclusión integrada	THERMO SCIENTIFIC	Media	Alta	2	Sobremesa
Patología Nº 1 y Nº 2					
Microscopio electrónico	ZEISS	Media	Alta	2	Sobremesa
Patología Nº 3					
Microscopio óptico	OLYMPUS	Media	Alta	2	Sobremesa
Sala de Microscopia					
Microscopio	MOTIC	Media	Alta	2	Sobremesa
Microscopio	ZEISS	Media	Alta	2	Sobremesa

Tabla 3.21 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector D Segundo Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Tópico de procedimientos					
Electrocardiógrafo	GENERAL MEDICS	Alta	Moderada	4	
Balón de Oxígeno	OXICAX	Media	Alta	2	Movible

Continuación de Tabla 3.21 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector D Segundo Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Trauma Shock					
Equipo ecógrafo ultrasonido	SAMSUNG	Alta	Alta	1	Rodable
Desfibrilador	MEDICAL SISTEM	Alta	Moderada	4	Sobremesa
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	105x45x197 cm	Media	Alta	2	Fijo
Aspiradora de secreciones	CA-MI	Media	Moderada	5	Fijo
Electrocardiógrafo	MINDRAY	Alta	Moderada	4	Movible
Coche de paro	GBY PUKAN 69x50x98 cm	Media	Moderada	5	Rodable
Monitor multiparámetro	GENERAL ELECTRIC	Alta	Moderada	4	Fijo
Negatoscopio de 1 campo	METAX 78x11x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Equipo UPS acumulador de energía	CENTRALION	Alta	Moderada	4	Fijado a pared
Tópico de Gineco Obstetricia					
Equipo ecógrafo ultrasonido	ALOKA	Alta	Alta	1	Rodable
Unidad de succión obstétrica	AMVEX 10øx25 cm	Alta	Moderada	4	Fijo
Tópico de Gineco Obstetricia					
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	60x40x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Negatoscopio de 1 campo	METAX 78x12x56 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Tópico de Pediatría					
Unidad de succión obstétrica	AMYCO CORPORATION 9x29 cm	Alta	Moderada	4	Fijo
Aspiradora de secreciones	CA-MI	Media	Moderada	5	Fijo

Continuación de Tabla 3.21 Vulnerabilidad de equipos evaluados Sector D Segundo Piso

Tipo de equipo Componente	Dimensión Características	(V) (A,M,B)	(C) (A,M,B)	Prioridad f (V,C)	Tipo de soporte
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	68x48x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Cuna de calor radiante	74x45x87 cm	Alta	Moderada	4	Rodable
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10.5x56 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Tópico de Cirugía					
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x10x55 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción
Unidad de succión obstétrica	AMVEX	Alta	Moderada	4	Fijo
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	105x45x198 cm	Media	Alta	2	Fijo
Tópico 4 Yesos					
Vitrina metálica para instrumental quirúrgico	105x45x197 cm	Media	Alta	2	Fijo
Negatoscopio de 2 campos	METAX 78x12x56 cm	Media	Baja	8	Orejas de sujeción

A.2. Elementos Arquitectónicos

- Acabados y terminaciones: En la Figura 3.6 (a) se observa que alrededor del ducto de ventilación, la humedad producida por las precipitaciones está afectando a los acabados y terminaciones de la losa, además muy cerca se encuentra un punto de energía eléctrica; similar a ello se observa en la Figura 3.6 (b) con más deterioro y en consecuencia peligro. Esto debido a que no existe una cobertura sobre la losa en estas áreas de servicios higiénicos y limpieza.

Figura 3.6 Humedad en losa del segundo piso del Sector B



- Columnas Cortas: Se identificó este fenómeno con ayuda de los planos de arquitectura y la visita que se realizó en los sectores de estudio. En la Figura 3.7 (a) se observa la presencia de columna corta en el segundo piso del Sector B y en la Figura 3.7 (b) se observa la columna corta en el segundo piso del Sector D.

Figura 3.7 Columna corta en segundo piso del Sector B y D

(a)



(b)



- Ventanería: Este elemento arquitectónico se observó en las partes exteriores y en los corredores interiores de los sectores estudiados, sin tener las medidas de seguridad apropiadas frente a un evento sísmico. En la Figura 3.8 (a) se observa ventanería exterior en ambos pisos del Sector B y en la Figura 3.8 (b) se observa ventanería exterior en ambos pisos del Sector B y en la Figura 3.8 (b) en los corredores y patios interiores de ambos pisos del Sector B.

Figura 3.8 Ventanería en el Sector B

(a)



(b)



B. Presentación de resultados

La Vulnerabilidad No Estructural se determinó en porcentajes para los niveles Alto, Medio y Bajo, teniendo en cuenta las instalaciones básicas y equipos, así como los elementos arquitectónicos para cada sector evaluado.

B.1. Sector B

El nivel de Vulnerabilidad No Estructural del Sector B resultó media para ambos pisos, como se muestra en la Tabla 3.22.

Tabla 3.22 Vulnerabilidad No Estructural del Sector B

Piso	Vulnerabilidad	
1	Alta	0%
	Media	93%
	Baja	7%
2	Alta	0%
	Media	83%
	Baja	17%

Se obtuvo los resultados en porcentaje del Sector B al promediar los resultados de cada piso como se observa en la Figura 3.9.

Figura 3.9 Vulnerabilidad No Estructural del Sector B



B.2. Sector D

El nivel de Vulnerabilidad No Estructural del Sector D resultó media para ambos pisos, como se muestra en la Tabla 3.23.

Tabla 3.23 Vulnerabilidad No Estructural del Sector D

Piso	Vulnerabilidad	
1	Alta	0%
	Media	100%
	Baja	0%
2	Alta	0%
	Media	56%
	Baja	44%

Se obtuvo los resultados en porcentaje del Sector D al promediar los resultados de cada piso como se observa en la Figura 3.10.

Figura 3.10 Vulnerabilidad No Estructural del Sector D



3.4.6. Evaluación de Vulnerabilidad Funcional

La Vulnerabilidad Funcional se determinó en porcentajes para los niveles Alto, Medio y Bajo, teniendo en cuenta el aspecto administrativo espacial y el organizativo para cada sector evaluado.

A. Tratamiento y análisis de datos

A.1. Administrativo espacial

A.1.1. Relación del hospital con su entorno

Regular: El hospital está rodeado por dos avenidas muy importantes (Av. Larry Jhonson y Av. Mártires de Uchuracay) que son amplias y permiten un cómodo acceso, tanto peatonal como vehicular, desde los sectores del área que a este hospital le corresponde servir. La topografía del terreno tiene una pendiente en subida clara hacia sus puertas de ingreso, por lo que es inadecuada frente a un desastre de inundación y el sentido del viento fuerte hacia el HRC produce problemas con los sistemas de techumbres.

A.1.2. Accesos

- **Vehiculares** (al conjunto hospitalario):

El acceso V-1 al estacionamiento principal desde la Av. Larry Jhonson, para empleados y público en general.

Figura 3.11 Acceso Vehicular V-1



Bueno: Como se observa en la Figura 3.11, tiene una dimensión de la vía que permite que entren y salgan vehículos en simultáneo por la misma entrada, sin obstaculizarse. Además es una entrada controlada porque sólo se permite la entrada de automóviles para empleados y público en general.

El acceso V-2 al estacionamiento de emergencia desde la Av. Larry Jhonson, para empleados y público en general.

Figura 3.12 Acceso Vehicular V-2



Regular: Como se observa en la Figura 3.12, tiene una dimensión de la vía que permite que entren y salgan vehículos en simultáneo por la misma entrada, sin obstaculizarse. Igualmente permite la entrada y salida de vehículos como ambulancias hasta la entrada de emergencia (segundo piso del Sector D). Tiene una pendiente moderada en la entrada.

El acceso V-3 al estacionamiento de morgue, entre otros desde la Av. Larry Jhonson, para empleados y público en general.

Figura 3.13 Acceso Vehicular V-3



Regular: Como se observa en la Figura 3.13, tiene una dimensión de la vía que permite que entren y salgan vehículos no simultáneo por la misma entrada, sin obstaculizarse. Igualmente permite la entrada y salida de vehículos hasta la

entrada de la morgue (primer piso del Sector D). Tiene una pendiente suave en la entrada.

- **Peatonales** (a los edificios de los Sectores B y D) para personal y público en general.

El acceso P-1 al hall principal

Figura 3.14 Acceso Peatonal P-1



Bueno: Como se observa en la Figura 3.14, permite la entrada al público, a los pacientes ambulatorios, a las visitas y al personal del hospital desde la entrada principal al hall de entrada en donde se concentran el núcleo de circulación.

El acceso P-2 a Emergencia

Figura 3.15 Acceso Peatonal P-2



Bueno: Como se observa en la Figura 3.15, es un acceso independiente directo a Emergencia y con acceso a la entrada principal, por su ubicación facilita la entrada de público, pacientes ambulatorios, visitas, etc.

El acceso P-3 a Consulta Externa

Figura 3.16 Acceso Peatonal P-3



Regular: Como se observa en la Figura 3.16, en el inicio es un acceso compartido con Banco de Sangre entre otros, por su ubicación facilita la entrada de público, pacientes ambulatorios, visitas, etc.

A.1.3. Edificaciones adyacentes a los Sectores B y D:

Regular: En relación a las otras edificaciones del conjunto Hospitalario, se identificó el Sector E de 5 pisos entre los sectores B y D, ambos de dos pisos separados por juntas de dilatación, también se identificó el pasadizo del Sector A de 1 piso que limita con la entrada del Sector B separado por una junta de dilatación, como se observa en la Figura 3.17.

Figura 3.17 Edificaciones adyacentes



A.2. Aspectos organizativos

A.2.1. Sector B

En la Tabla 3.24 y Tabla 3.25 se presenta una lista de actividades del Sector B y su importancia relativa en casos de emergencia para cada piso.

Tabla 3.24 Actividades típicas del Sector B Primer Piso

SERVICIOS CLÍNICOS Y DE APOYO	IMPORTANCIA EN CASO DE EMERGENCIA
Sala de Espera	2
Triaje de Pediatría	2
Informes y Control	1
Sala de Procedimientos	3
Control de Crecimiento y Desarrollo	3
Consultorio de Pediatría	4
Consultorio de Ginecología	4
Consultorio de Anestesiología	3
Consultorio de Obstetricia	4
Consultorio de Otorrinolaringología	3
Consultorio de Cirugía General	3
Consultorio de Cirugía Plástica y Quemaduras	3
Consultorio de Cirugía Urológica	3
Consultorio de Cirugía Ortopédica y Traumatología	3
Consultorio de Terapia Ocupacional	3
Consultorio	2
Recepción y Control	1
Consultorio de Tracción Cervical Lumbar	3

Continuación de Tabla 3.24 Actividades típicas del Sector B Primer Piso

SERVICIOS CLÍNICOS Y DE APOYO	IMPORTANCIA EN CASO DE EMERGENCIA
Consultorio de Terapia Física de Mujeres	3
Consultorio de Terapia Física de Hombres	3
Mecanoterapia	2
Hidroterapia	2
Consultorio de Terapia para Niños	3

Tabla 3.25 Actividades típicas del Sector B Segundo Piso

SERVICIOS CLÍNICOS Y DE APOYO	IMPORTANCIA EN CASO DE EMERGENCIA
Sala de Espera	2
Control - Jefatura	1
Triaje	2
Consultorio de Neurología	3
Consultorio de Medicina Interna	3
Consultorio de Inmunoreumatología	3
Consultorio de Endocrinología	3
Consultorio de Geriátrica	3
Consultorio de Nefrología	3
Consultorio de Psicología	2
Consultorio de Nutrición	2
Consultorio de Dermatología	2
Consultorio de Psiquiatría	2
Consultorio de Tópico	3
Consultorio de Gastroenterología	3
Consultorio de Odontología	2
Prueba de Esfuerzo	2
Consultorio de Cardiología	4
Consultorio de Cardiovascular	4
Consultorio de Ecocardiografía	4
Sala de Hemodinamia	4
Consultorio de Electrocardiología	4
Consultorio de Oftalmología	3
Consultorio de Recuperación	2
Consultorio de Endoscopia alta	3
Consultorio de Endoscopia baja	3

A.2.2. Sector D

En la Tabla 3.26 y Tabla 3.27 se presenta una lista de actividades del Sector D y su importancia relativa en casos de emergencia para cada piso.

Tabla 3.26 Actividades típicas del Sector D Primer Piso

SERVICIOS CLÍNICOS Y DE APOYO	IMPORTANCIA EN CASO DE EMERGENCIA
Cuarto Séptico	1
Cadáveres	1
Autopsia	1
Biopsia por congelación	1
Imágenes y Fotografía	1
Almacén de reactivos	1
Equipos	3
Histoquímica	3
Microscopía	2
Histología	3
Preparación de Muestras	3
Inmunohistoquímica	2
Laboratorio de Histología	2
Depósito de Biopsia y Citología	1
Patología N° 1, N° 2 y N° 3	1
Sala de Microscopía	1

Tabla 3.27 Actividades típicas del Sector D Segundo Piso

SERVICIOS CLÍNICOS Y DE APOYO	IMPORTANCIA EN CASO DE EMERGENCIA
Sala de Espera	2
Servicio Social	2
Triaje	2
Ventas de Farmacia	2
Tópico de Procedimientos	3
Observación Gineco obstetricia	4
Trauma Shock	5
Tópico de Gineco obstetricia	4
Tópico de Pediatría	4
Tópico de Cirugía	4
Tópico de Yesos	2

B. Presentación de resultados

B.1. Sector B

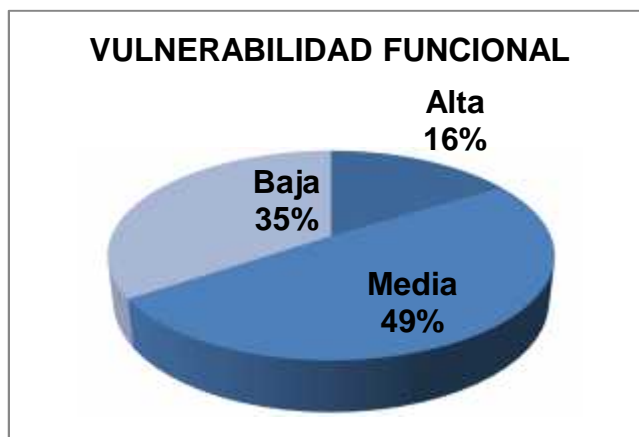
El nivel de Vulnerabilidad Funcional del Sector B resultó media, como se muestra en la Tabla 3.28.

Tabla 3.28 Vulnerabilidad Funcional del Sector B

Piso	Vulnerabilidad	
1	Alta	13%
	Media	57%
	Baja	30%
2	Alta	19%
	Media	42%
	Baja	38%

Se obtuvo los resultados en porcentaje del Sector B al promediar los resultados de cada piso como se observa en la Figura 3.18.

Figura 3.18 Vulnerabilidad Funcional del Sector B



B.2. Sector D

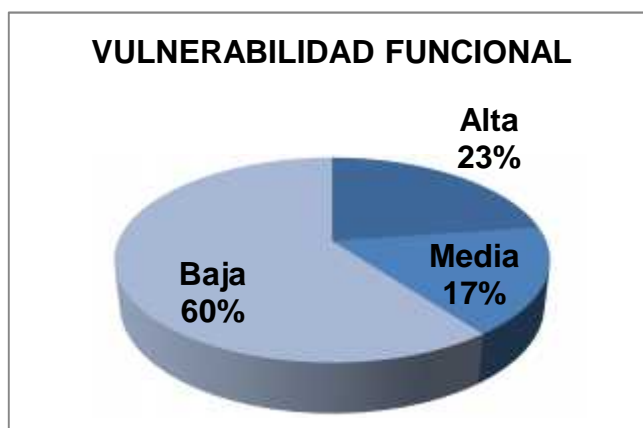
El nivel de Vulnerabilidad Funcional del Sector D resultó baja, como se muestra en la Tabla 3.29.

Tabla 3.29 Vulnerabilidad Funcional del Sector D

Piso	Vulnerabilidad	
1	Alta	0%
	Media	25%
	Baja	75%
2	Alta	45%
	Media	9%
	Baja	45%

Se obtuvo los resultados en porcentaje del Sector D al promediar los resultados de cada piso como se observa en la Figura 3.19.

Figura 3.19 Vulnerabilidad Funcional del Sector D



En su mayoría los equipos especiales no contaron con un manual de funcionamiento, o falta su actualización respectiva, así como faltan algunas bitácoras de mantenimiento que permita proveer fallas antes de que estas se presenten.

3.4.7. Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica

A. Tratamiento y análisis de datos, y presentación de resultados

Se obtuvo los resultados de la evaluación de la Vulnerabilidad Estructural, No Estructural y Funcional de los sectores B y D y se consiguieron los resultados para la Vulnerabilidad Sísmica que se presentó a continuación.

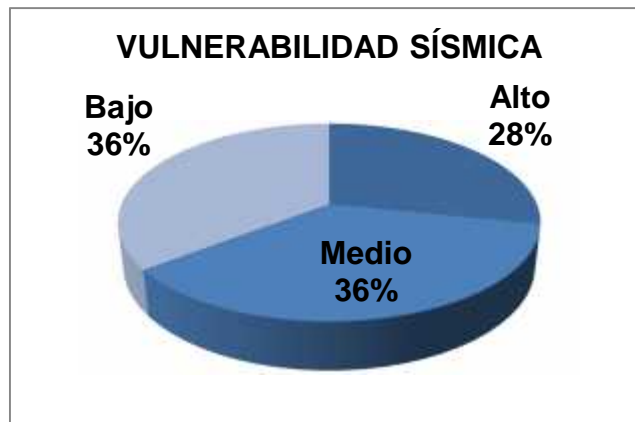
A.1. Sector B

Se asignó los pesos relativos a cada vulnerabilidad y se logró determinar la vulnerabilidad sísmica como se muestra en la Tabla 3.30 y en la Figura 3.20.

Tabla 3.30 Nivel de vulnerabilidad sísmica del Sector B

VULNERABILIDAD	Alto	Medio	Bajo
Estructural	50%	0%	50%
No Estructural	0%	88%	12%
Funcional	16%	50%	34%
SÍSMICA	28%	36%	35%

Figura 3.20 Vulnerabilidad Sísmica del Sector B



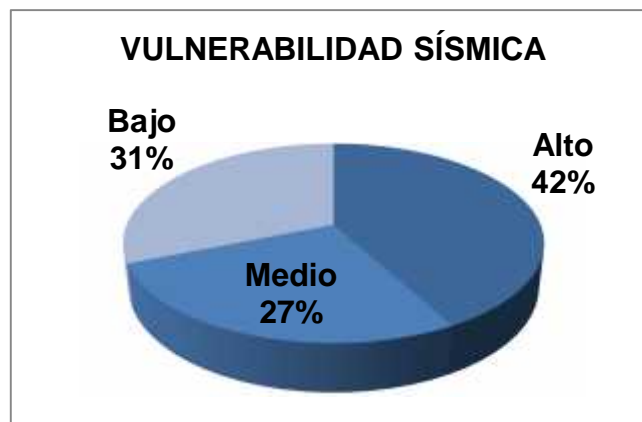
A.2. Sector D

Se asignó los pesos relativos a cada vulnerabilidad y se logró determinar la vulnerabilidad sísmica como se muestra en la Tabla 3.31 y en la Figura 3.21.

Tabla 3.31 Nivel de vulnerabilidad sísmica del Sector D

VULNERABILIDAD	Alto	Medio	Bajo
Estructural	75%	0%	25%
No Estructural	0%	78%	22%
Funcional	23%	17%	60%
SÍSMICA	42%	27%	31%

Figura 3.21 Vulnerabilidad Sísmica del Sector D



CAPÍTULO IV
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis y discusión de resultados de Vulnerabilidad Estructural

A continuación se analizaron y discutieron los resultados de la Vulnerabilidad Estructural por el método cualitativo del ATC 21 - FEMA154 y por el método cuantitativo de Hirosawa en los sectores B y D del HRC.

4.1.1. Método ATC 21 - FEMA 154

Se calculó el puntaje final S para el Sector B, el cual resultó igual a 1.5, como es menor a 2 y mayor a cero, se identificó que el edificio tiene un comportamiento sísmico regular y que por lo tanto se requiere una evaluación minuciosa. De la misma manera se calculó el puntaje final S para el Sector D, el cual resultó igual a 0.5, como es menor a 2 y mayor a cero, también se identificó que el edificio tiene un comportamiento sísmico regular, por lo tanto también requiere una evaluación minuciosa.

Los resultados del método cualitativo ATC 21 – FEMA 154 indicaron que ambos edificios tienen una vulnerabilidad sísmica media frente a un evento sísmico severo. Palomino (2010:106) determina que el 72.50 % de las edificaciones escolares son vulnerables frente a eventos sísmicos severos, resultado que valida con la metodología del ATC 21.

4.1.2. Método de Hirosawa

Se determinó la vulnerabilidad estructural con el concepto de que si tiene un buen comportamiento estructural entonces la vulnerabilidad estructural es baja, caso contrario si tiene un débil comportamiento estructural entonces la vulnerabilidad estructural es alta. De esta manera se obtuvo como resultado que la vulnerabilidad estructural del Sector B es media porque en la dirección X se determinó baja y en la dirección Y alta; mientras que en el Sector D es alta porque en la dirección X se determinó alta en ambos pisos, y en la dirección Y media porque en el primer piso es baja y en el segundo piso es alta. Similares resultados se encuentra en la tesis de Pariona (2014: 148-149) donde emplea la metodología de Hirosawa, en una vivienda pensando ampliar hasta cinco niveles de altura, en la investigación muestra que el edificio tiene una vulnerabilidad alta en la dirección X y una vulnerabilidad baja en la dirección Y. Además en la tesis de Fernández y

Parraga (2013:214) determinan que de los módulos inspeccionados en los Centros Educativos de Huancayo: el 17% son altamente vulnerables, el 69% son vulnerables y el 14% son no vulnerables frente a eventos sísmicos severos, así concluyen que cuando se emplean los métodos ATC 21, Italiano y Japonés a una edificación, se obtienen similares resultados lo que valida la metodología empleada.

Los resultados que se obtuvieron luego de aplicar los métodos del ATC 21 – FEMA 154 e Hirosawa a los sectores estudiados, determinaron que la vulnerabilidad estructural es media. Chávez *et al.* (2014) en la evaluación del Hospital Regional de Cajamarca con el Índice de Seguridad Hospitalaria para establecimientos de mediana complejidad concluyen que la vulnerabilidad estructural es baja.

4.2. Análisis y discusión de resultados de Vulnerabilidad No Estructural

Del estudio realizado, se tiene que los muros de albañilería del Sector B y D, no están aislados de los pórticos y ante un evento sísmico severo, se presentará el fenómeno de columna corta, provocando daños en los elementos estructurales y en el componente arquitectónico. Además las instalaciones y el equipo médico presentan un vulnerable medio de soporte, anclaje y/o arriostramiento por sus características, lo que ocasionaría daño en las instalaciones y equipos ante la ocurrencia de un evento sísmico severo.

Los resultados que se obtuvieron luego de aplicar la metodología de la OPS 2004 determinaron que la vulnerabilidad no estructural del Sector B es media en un 88% y del Sector D es media en un 78%; esto indicó que en ambos sectores la vulnerabilidad no estructural es media. Chávez *et al.* (2014) en la evaluación del Hospital Regional de Cajamarca con el Índice de Seguridad Hospitalaria para establecimientos de mediana complejidad concluyeron que la vulnerabilidad no estructural es baja. Los resultados que se tuvieron no son iguales porque en la evaluación que realizaron para el Centro de Prevención y Control de Emergencias y Desastres – COE consideraron todos los sectores del HRC en el año 2014.

4.3. Análisis y discusión de resultados de Vulnerabilidad Funcional

Los resultados que se obtuvieron luego de aplicar la metodología de la OPS 2004 determinaron que la vulnerabilidad funcional es media en un 49% en el sector B y baja en un 60% el sector D. Chávez *et al.* (2014) en la evaluación del Hospital Regional de Cajamarca con el Índice de Seguridad Hospitalaria para establecimientos de mediana complejidad concluyeron que la vulnerabilidad funcional es alta. Los resultados que se tienen no coincidieron porque en la evaluación que realizaron para el Centro de Prevención y Control de Emergencias y Desastres - COE consideraron todos los sectores del HRC en el año 2014 y a la fecha contaron con un Plan de Respuesta Hospitalaria del año 2017.

4.4. Análisis y discusión de resultados de Vulnerabilidad Sísmica

Se obtuvo que la vulnerabilidad estructural tiene mayor influencia en la determinación de la vulnerabilidad sísmica, porque el daño ocasionado a la estructura principal afecta el componente no estructural y funcional de los edificios estudiados.

La vulnerabilidad sísmica del sector B es media; ya que la vulnerabilidad estructural, la vulnerabilidad no estructural y la vulnerabilidad funcional se determinaron en una categoría media. En el sector D la vulnerabilidad sísmica se determinó alta; ya que la vulnerabilidad estructural se determinó alta, la vulnerabilidad no estructural media y la vulnerabilidad funcional baja. Chávez *et al.* (2014) en la evaluación del Hospital Regional de Cajamarca con el Índice de Seguridad Hospitalaria para establecimientos de mediana complejidad concluyeron que la vulnerabilidad sísmica es baja. Los resultados que se tuvieron no coinciden porque en la evaluación que realizaron para el Centro de Prevención y Control de Emergencias y Desastres - COE consideraron todos los sectores del HRC en el año 2014.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determina que la vulnerabilidad sísmica del sector B es media, la hipótesis de que es alta se rechaza; y la vulnerabilidad sísmica del sector D es alta, la hipótesis de que es alta se acepta.
- El diagnóstico de la vulnerabilidad estructural del sector B, revela que presenta una vulnerabilidad media, mientras que el sector D presenta una vulnerabilidad alta.
- El análisis de los elementos no estructurales sufrirían daños moderados a severos debido a la acción del sismo, por lo que los sectores B y D indican una vulnerabilidad media.
- Se concluye que el sector B muestra una vulnerabilidad media y el sector D una vulnerabilidad baja para el componente organizativo y funcional de sus áreas críticas.

5.2. Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones anteriores, se exponen temas a ser estudiados en futuros trabajos de investigación, de modo que las recomendaciones son:

- Realizar un estudio de las patologías de los sectores que se trataron en las tesis para identificar soluciones y reducir la vulnerabilidad.
- Realizar un estudio de la interacción suelo estructura de los sectores que se trataron en las tesis con las normas técnicas peruanas vigentes.
- Realizar un estudio vulnerabilidad sísmica empleando la misma metodología en las nuevas edificaciones consideradas en el Plan Maestro del HRC que se realizó en el año 2014.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3D Warehouse. 2014. Edificio de 4 pisos. Sketcherup. (en línea sitio web) consultado el 29 de may. 2018 disponible en <https://3dwarehouse.sketchup.com/model/a8a99268e9bc7515adf1b0cfdfa57cbd/Edificio-de-4-pisos>.
- ACI (American Concrete Institute, Estados Unidos). 2002. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook. 2 ed. Washington, DC, Estados Unidos de América. 140 p. Federal Emergency Management Agency (FEMA) 154.
- Astorga A; Rivero P. 2009. Patologías en las edificaciones. (Módulo III Sección IV). Mérida, Venezuela. Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR). 44 p.
- Barbat H; Oller S; Vielma JC. 2005. Cálculo y diseño Sismorresistente de edificios. (Monografía). Aplicación de la norma NCSE-02. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. Barcelona, España. Editor A. H. Barbat. 183 p.
- Benavides y Watmough. 2013. Hotel y edificio oficinas Talbot. (en línea sitio web) consultado el 29 de may. 2018 disponible en <http://www.benwat.com/proyectos/2013-hotel-edificio-oficinas-talbot.html>
- Camacho Villegas AV. 2011. Vulnerabilidad Sísmica Estructural de los Edificios Principales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis Ing. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 165 p.
- Chávez Lara, D; Chávez Lara, M; Ruiz Ruiz, N. 2014. Evaluación del Hospital Regional de Cajamarca. Cajamarca, Perú, Gobierno Regional de Cajamarca. 29 p.
- Chumacero Torres SN. 2009. Vulnerabilidad de los Centros de Salud ante Desastres. Informe de Suficiencia Ing. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 183 p.

- Fernández Párraga A; Parraga Catay CA. 2013. Vulnerabilidad Sísmica de Centros Educativos de Huancayo Metropolitano. Tesis Ing. Ciudad de Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 218 p.
- Gobierno Regional de Cajamarca. 2009. Expediente Técnico: Hospital Regional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. s.p.
- Gómez Prado, W; Loayza Yañez, A. 2014. Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Centros de Salud del Distrito de Ayacucho. Tesis Ing. Ciudad de Huancavelica, Perú. Universidad Nacional de Huancavelica. 98 p.
- Hernández Ávila, MA. 2016. Vulnerabilidad Sísmica de Edificios del campus Mocambo de la Universidad Veracruzana. Tesis MEng. Ciudad de Boca del Río, México. Universidad Veracruzana. 140 p.
- Iglesias J; Robles F; De la Cera J; Gonzáles OM. 1985. Reparación de estructuras de concreto y mampostería. México. Universidad Autónoma Metropolitana. 127 p. Versión Preliminar.
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil, Perú)/PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Estados Unidos. 2005. Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante Desastres de la Ciudad de Cajamarca. Ciudad de Cajamarca, Perú. 122 p. PER/02/051.
- Jácobo Azabache, YJA; Quispe Siccha, JC. 2014. Diseño Estructural Comparativo entre los Sistemas Dual y con Aislamiento Sísmico en la base para una Clínica de 8 pisos en la ciudad de Trujillo. Plan de Tesis Ing. Ciudad de Trujillo, Perú. Universidad Privada Antenor Orrego. 21 p.
- Luna Victoria Vera, EA. 1998. Determinación del Índice de Juicio Estructural Iso para El Método de Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Hirosawa. Tesis Ing. Lima, Perú, Universidad Nacional de Ingeniería. 114 p.
- Mattos Castro, FY. 2014. Evaluación de vulnerabilidad sísmica del edificio municipal del distrito de Río Negro a través del Método de Hirosawa. Tesis Ing. Lima, Perú, Universidad Nacional de Ingeniería. 73 p.

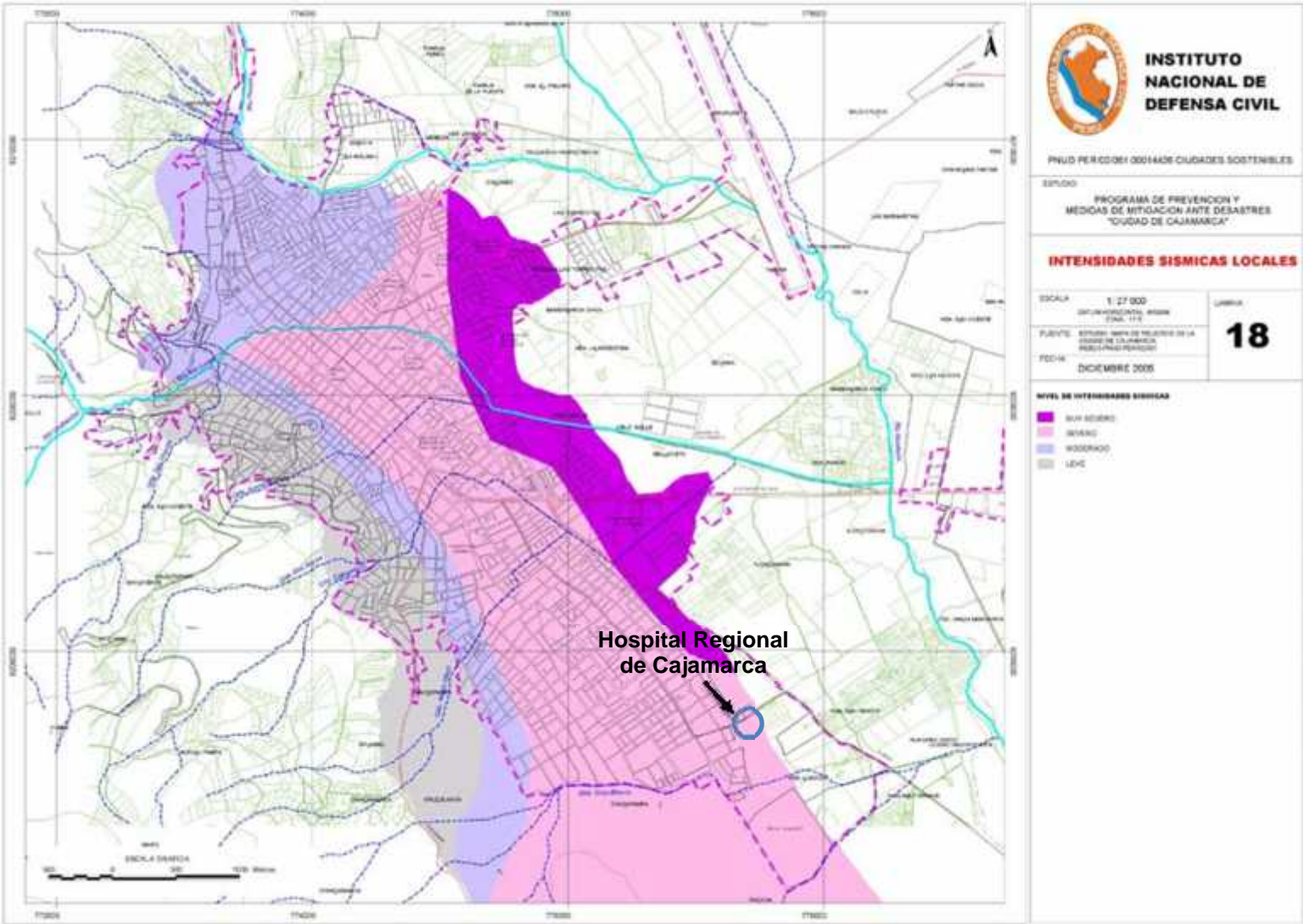
- MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú). 2006. Albañilería. Norma Técnica E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, El peruano. 05 mar. 58 p.
- MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú). 2006. Cargas. Norma Técnica E.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, El peruano. 05 mar. 29 p.
- MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú). 2009. Concreto Armado. Norma Técnica E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, El peruano. 05 mar. 175 p.
- MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú). 2016. Diseño Sismorresistente. Norma Técnica E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, El peruano. 24 ene. 31 p.
- MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú). 2006. Suelos y Cimentaciones. Norma Técnica E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, El peruano. 24 ene. 55 p.
- MINSA (Ministerio de Salud, Perú); IPSS (Instituto Peruano de Seguridad Social, Perú); ECHO (Comunidad Económica Europea, Bélgica); OPS – OMS (Organización Panamericana de la Salud - Organización Mundial de la Salud, Estados Unidos). 1997. Proyecto de la Vulnerabilidad Sísmica de los Hospitales del Perú. Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen. Perú. 122 p.
- Mosqueira Moreno MA. 2012. Riesgo Sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis Dr. Ciudad de Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 158 p.
- Murakami. M; K. Hara; Yamaguchi S; Shimazi. 1992. Seismic Capacity of Reinforced Concrete Buildings which Suffered 1987 Chibaken-toho-ok; Earthquake. Proceedings 10th World Conference of Earthquake Engineering, Madrid, España.

- OPS (Organización Panamericana de la Salud, Estados Unidos de América). 2004. Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud (en línea). 2 ed. Washington DC, Estados Unidos de América. 168 p. (Serie Mitigación de Desastres). Consultado 04 ene. 2018. Disponible en <http://helid.digicollection.org/es/d/Js8287s/>
- Palomino Bendezú, JS; Tamayo Ly, RE. 2016. Evaluación probabilística del Riesgo Sísmico de Hospitales en Lima con plataforma CAPRA. Tesis Ing. Ciudad de Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 70 p.
- Palomino Nolasco RA. 2010. Vulnerabilidad Sísmica de Centros Educativos del Distrito de Breña y Reforzamiento del C.E. Señor de los Milagros. Tesis. Ing. Ciudad de Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 112 p.
- Raymondi V. 1990. Anteproyecto de norma de diseño y cálculo de albañilería reforzada con pilares y cadenas. Santiago, Chile. Universidad de Chile.
- Solano Camacho NE. 2013. Evaluación del Comportamiento Sísmico del Sector E del Hospital Regional de Cajamarca. Tesis. Ing. Ciudad de Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 130 p.
- Vizconde Campos A. 2004. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: Clínica San Miguel, Piura. Tesis Ing. Ciudad de Piura. Perú. Universidad de Piura. 237 p.
- Wakabayashi M. 1986. Design of Earthquake Resistant Buildings. New York. McGraw-Hill.
- Wikipedia. 2018. Provincia de Cajamarca. (en línea sitio web) consultado el 05 de feb. 2018 disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Cajamarca
- Zavala Carrión B; Rosado Seminario M. 2011. Riesgo Geológico en la Región Cajamarca. Boletín INGEMMET N° 44 Serie C Geodinámica e Ingeniería Geológica. Ciudad de Lima, Perú. 394 p.

Valderrama G. 2005. Mapa de la provincial de Cajamarca. (en línea sitio web) consultado el 05 de feb. 2018 disponible en http://www.perutouristguide.com/translator/06ca/translator_06ca_mapa_cajamarca.html.

ANEXOS

Figura A.1 Ubicación del HRC en el Mapa de Intensidades Sísmicas Locales



Fuente: Adaptado de INDECI 2005

Figura A.2				Dirección: <u>Av. Larry Jhonson N° S/N</u>																																																							
				C.P: <u>06003</u>																																																							
				Otras características: <u>Edificación esencial</u>																																																							
				N° pisos: <u>2</u> Año construcción: <u>2009</u>																																																							
				Evaluador: <u>T. E. Cholán C.</u> Fecha: <u>15-01-18</u>																																																							
				Área Total de la Edificación (m ²): <u>1327.28</u>																																																							
				Nombre de la edificación: <u>Sector B del HRC</u>																																																							
				Uso: <u>Establecimiento de Salud Público</u>																																																							
Escala: N/S				 																																																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4">USO Y OCUPACIÓN</th> <th colspan="6">TIPO DE SUELO</th> <th colspan="4">RIESGO DE CAÍDAS</th> </tr> <tr> <td>Asamblea</td> <td>Gob.</td> <td>Oficinas</td> <td>Número de ocupantes</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> <td colspan="4">Fachadas <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Comercio</td> <td>Histórico</td> <td>Resid.</td> <td>0 - 10 11 - 100</td> <td>Roca dura</td> <td>Roca débil</td> <td>Suelo denso</td> <td>Suelo duro</td> <td>Suelo suave</td> <td>Suelo pobre</td> <td colspan="4">Antenas y rótulos <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f8d7da;">Ser. Emerg.</td> <td>Industria</td> <td>Escuela</td> <td style="background-color: #f8d7da;">101 - 1000 > 1000</td> <td colspan="6"></td> <td colspan="4">Otros <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>																USO Y OCUPACIÓN				TIPO DE SUELO						RIESGO DE CAÍDAS				Asamblea	Gob.	Oficinas	Número de ocupantes	A	B	C	D	E	F	Fachadas <input type="checkbox"/>				Comercio	Histórico	Resid.	0 - 10 11 - 100	Roca dura	Roca débil	Suelo denso	Suelo duro	Suelo suave	Suelo pobre	Antenas y rótulos <input type="checkbox"/>				Ser. Emerg.	Industria
USO Y OCUPACIÓN				TIPO DE SUELO						RIESGO DE CAÍDAS																																																	
Asamblea	Gob.	Oficinas	Número de ocupantes	A	B	C	D	E	F	Fachadas <input type="checkbox"/>																																																	
Comercio	Histórico	Resid.	0 - 10 11 - 100	Roca dura	Roca débil	Suelo denso	Suelo duro	Suelo suave	Suelo pobre	Antenas y rótulos <input type="checkbox"/>																																																	
Ser. Emerg.	Industria	Escuela	101 - 1000 > 1000							Otros <input type="checkbox"/>																																																	
PUNTAJES ESTRUCTURALES BÁSICOS Y MODIFICADORES																																																											
TIPO DE EDIFICIO	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM																																												
Puntaje básico	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8																																												
h med (4 a 7 niveles)	N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	0.0																																												
h alt (> 7 niveles)	N/A	N/A	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	N/A	0.4	N/A	0.6	N/A																																												
Irreg. Vertical	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0																																												
Irreg. Planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5																																												
Pre código	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2																																												
Post. Punto de ref.	2.4	2.4	1.4	1.4	N/A	1.6	N/A	1.4	2.4	N/A	2.4	N/A	2.8	2.6	N/A																																												
Suelo Tipo C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4																																												
Suelo Tipo D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6																																												
Suelo Tipo E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8																																												
PUNTAJE FINAL, S									1.5																																																		
COMENTARIOS:												Requiere evaluación minuciosa <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO																																															
1. La estructura consiste principalmente de pórticos de concreto armado resistentes a momento con placas en los dos pisos. 2. El suelo no es favorable, está formado por arcillas arenosas con presencia de gravas y limos.																																																											

* = Datos estimados, subjetivos o no confiables

BR = Marco reforzado
MRF = Momento resistente del marco
RC = Concreto reforzado
SW = Pared de corte

FD = Diafragma flexible
RD = Diafragma rígido
URM INF = Relleno de mampostería no reforzada

Figura A.3

Escala: N/S

Dirección: Av. Larry Jhonson N° S/N
C.P: 06003

Otras características: Edificación esencial
Nº pisos: 2 **Año construcción:** 2009
Evaluidor: T. E. Cholán C. **Fecha:** 16-01-18
Área Total de la Edificación (m²): 575.10
Nombre de la edificación: Sector D del HRC
Uso: Establecimiento de Salud Público

USO Y OCUPACIÓN				TIPO DE SUELO						RIESGO DE CAÍDAS		
Asamblea	Gob.	Oficinas	Número de ocupantes	A	B	C	D	E	F	Fachadas	<input type="checkbox"/>	
Comercio	Histórico	Resid.	0 - 10 11 - 100	Roca dura	Roca débil	Suelo denso	Suelo duro	Suelo suave	Suelo pobre	Antenas y rótulos	<input type="checkbox"/>	
Ser. Emerg.	Industria	Escuela	101 - 1000 > 1000							Otros	<input type="checkbox"/>	

PUNTAJES ESTRUCTURALES BÁSICOS Y MODIFICADORES															
TIPO DE EDIFICIO	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
			(MRF)	(BR)	(LM)	(RC SW)	(URM INF)	(MRF)	(SW)	(URM INF)	(TU)		(FD)	(RD)	
Puntaje básico	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
h med (4 a 7 niveles)	N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	0.0
h alt (> 7 niveles)	N/A	N/A	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	N/A	0.4	N/A	0.6	N/A
Irreg. Vertical	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Irreg. Planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre código	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post. Punto de ref.	2.4	2.4	1.4	1.4	N/A	1.6	N/A	1.4	2.4	N/A	2.4	N/A	2.8	2.6	N/A
Suelo Tipo C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo Tipo D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Suelo Tipo E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8

PUNTAJE FINAL, S **0.5**

COMENTARIOS:

- La estructura consiste principalmente de pórticos de concreto armado resistentes a momento con muros estructurales el primer piso.
- El suelo no es favorable, está formado por arcillas arenosas con presencia de gravas y limos.





Requiere evaluación minuciosa
SI **NO**

* = Datos estimados, subjetivos o no confiables

BR = Marco reforzado
MRF = Momento resistente del marco
RC = Concreto reforzado
SW = Pared de corte




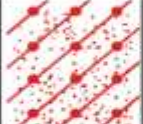

FD = Diafragma flexible
RD = Diafragma rígido
URM INF = Relleno de mampostería no reforzada

Figura A.4. Clasificación SUCS y AASHTO. Calicata 6: Perfil estratigráfico.

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00		MATERIAL ORGANICO, ARENA LIMO ARCILLOSA, SEMI HUMEDO	s/m	Re	
1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON OSCURO, SEMI HUMEDA, DE CONSISTENCIA DURA	M - 1	CL	A - 6
2.20 2.30 2.40		GRAVA CON ARENA, DE COLOR MARRON CLARO A PLOMO	M - 2	GM	A - 1
2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00		MATERIAL ARCILLOSO DE COLOR AMARILLENTO PLASTICO HUMEDO DE CONSISTENCIA DURA, CON PRESENCIA DE GRAVAS MENORES DE 3 PULGADAS	M - 3	SM - SC	A - 2





Fuente: Tomado de Estudio de Suelos del Expediente Técnico del Hospital Regional de Cajamarca 2008:6.

Figura A.5. Clasificación SUCS y AASHTO. Calicata 9: Perfil estratigráfico.

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80		MATERIAL ORGANICO, ARENA LIMO ARCILLOSA, SEMI HUMEDO	s/m	Re	
0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON PARDO, SEMI HUMEDA, DE CONSISTENCIA DURA	M - 1	CL	A - 6
1.60 1.70 1.80 1.90 2.00		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON OSCURO, SEMI HUMEDA, DE CONSISTENCIA DURA	M - 2	CL	A - 6
2.10 2.20 2.30 2.40		GRAVAS Y GRAVILLAS DE COLOR AMARILLENTO CON ARENAS Y ARCILLAS	M - 4	GM	A - 1
2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00		MATERIAL ARCILLOSO DE COLOR AMARILLENTO PLASTICO HUMEDO DE CONSISTENCIA DURA, CON PRESENCIA DE GRAVAS MENORES DE 3 PULGADAS	M - 5	SM - SC	A - 2

Fuente: Tomado de Estudio de Suelos del Expediente Técnico del Hospital Regional de Cajamarca 2008:9.

Figura A.6. Clasificación SUCS y AASHTO. Calicata 4: Perfil estratigráfico.

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80		MATERIAL ORGANICO, ARENA LIMO ARCILLOSA. SEMI HUMEDO	s/m	Re	
0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40		ARCILLA CON ARENA MEDIA A FINA DE COLOR AMARILLENTO. DE COMPACIDAD SEMI SUELTO	M - 1	CL	A - 6
1.50 1.60 1.70 1.80		ARCILLA CON GRAVA Y ARENA. DE COLOR MARRON CLARO A PLOMO	M - 2	CL	A - 6
1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00		MATERIAL ARCILLOSO DE COLOR AMARILLENTO PLASTICO HUMEDO DE CONSISTENCIA DURA, CON PRESENCIA DE GRAVAS MENORES DE 3 PULGADAS	M - 3	SC - SM	A - 2

Fuente: Tomado de Estudio de Suelos del Expediente Técnico del Hospital Regional de Cajamarca 2008:4.

APÉNDICES

Tabla A.1 Metrado de Cargas en la columna del Sector B

Nivel	Elemento	Peso Unitario (Kg/m ³) o Carga Repartida (Kg/m ²)	Volumen (m ³) o Área Tributaria (m ²)	Peso Parcial (Kg)	Peso Acumulado (Kg)
	Carga Muerta			12640.29	
2	Losa aligerada	350	22.23	7780.29	15160.25
	Viga	2400	1.73	4147.20	
	Columna	2400	0.30	712.80	
	Carga Viva			2519.96	
	Techo	100	25.20	2519.96	
	Carga Muerta			22418.45	
1	Losa aligerada	350	22.23	7780.29	30056.63
	Viga	2400	1.73	4147.20	
	Columna	2400	0.30	712.80	
	Tabiquería fija	1800	4.20	7555.22	
	Acabados	100	22.23	2222.94	
	Carga Viva			7638.18	
	Zonas de servicio	300	17.08	5122.98	
	Corredores y escaleras	400	6.29	2515.20	

Tabla A.2 Metrado de Cargas en la columna del Sector D

Nivel	Elemento	Peso Unitario (Kg/m ³) o Carga Repartida (Kg/m ²)	Volumen (m ³) o Área Tributaria (m ²)	Peso Parcial (Kg)	Peso Acumulado (Kg)
	Carga Muerta			23442.59	
2	Losa aligerada	350	47.61	16664.80	28626.59
	Viga	2400	2.48	5956.99	
	Columna	2400	0.34	820.80	
	Carga Viva			5184.00	
	Techo	100	51.84	5184.00	
	Carga Muerta			60828.39	
1	Losa aligerada	350	47.61	16664.80	76761.51
	Viga	2400	2.48	5956.99	
	Columna	2400	0.39	928.80	
	Tabiquería fija	1800	18.06	32516.44	
	Acabados	100	47.61	4761.37	
	Carga Viva			15933.12	
	Zonas de servicio	300	32.23	9669.12	
	Corredores y escaleras	400	15.66	6264.00	

Tabla A.3 Área transversal de “ma” Sector B (primer piso)

Dirección X	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje A1 de 6A a 7A	210	15	3150
Eje A1 de 7A a 8A	470	15	7050
Eje A2 de 1A a 2A	470	15	7050
Eje A2 de 2A a 3A	210	15	3150
Eje A2 de 3A a 4A	470	15	7050
Eje A2 de 4A a 5A	570	15	8550
Eje A3' de 7A a 8A	272.5	15	4087.5
Eje A4 de 1A a 2A	290	15	4350
Eje A4 de 3A a 4A	290	15	4350
Eje A4' de 1A a 2A	485	15	7275
Eje A4' de 3A a 4A	485	15	7275
Eje A4' de 7A a 8A	500	15	7500
Eje A5 de 7A a 8A	455	15	6825
Eje A5' de 1A a 2A	500	15	7500
Eje A5' de 3A a 4A	685	15	10275
Eje A5' de 5A a 6A	240	15	3600
Eje A5' de 5A a 6A	115	25	2875
Eje A5' de 5A a 6A	385	15	5775
Eje A5' de 7A a 8A	745	15	11175
Eje A6 de 1A a 2A	470	15	7050
Eje A6 de 3A a 4A	470	15	7050
Eje A6 de 5A a 6A	470	15	7050
Eje A6 de 7A a 8A	445	15	6675
Eje A6' de 1A a 2A	500	15	7500
Eje A6' de 3A a 4A	685	15	10275
Eje A6' de 4A a 5A	240	15	3600
Eje A6' de 5A a 6A	115	25	2875
Eje A6' de 5A a 6A	385	15	5775
Eje A6' de 7A a 8A	500	15	7500
Eje A7 de 1A a 2A	470	15	7050
Eje A7 de 3A a 4A	470	15	7050
Eje A7' de 1A a 2A	500	15	7500
Eje A7' de 3A a 4A	685	15	10275
Eje A7' de 4A a 5A	240	15	3600
Eje A7' de 5A a 6A	500	15	7500
Eje A8 de 4A a 5A	525	15	7875
Eje A8' de 1A a 2A	485	15	7275
Eje A8' de 1A a 2A	120	25	3000
Eje A8' de 3A a 4A	500	15	7500
Eje A8' de 4A a 5A	320	15	4800
Eje A8' de 4A a 5A	125	25	3125
Eje A8' de 5A a 6A	500	15	7500
Eje A9 de 1A a 2A	470	15	7050
Eje A9 de 2A a 3A	210	15	3150

Continuación de Tabla A.3 Área transversal de "ma" Sector B (primer piso)

Dirección X	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje A9 de 4A a 5A	570	15	8550
Eje A9 de 5A a 6A	470	15	7050
Eje A9 de 6A a 7A	210	15	3150
Σma			314613
Dirección Y	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje 1A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 1A de A5 a A6	570	15	8550
Eje 1A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 1A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 1A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 1A' de A4 a A5	292.5	15	4387.5
Eje 1A' de A8 a A9	205	15	3075
Eje 2A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 2A de A5 a A6	570	15	8550
Eje 2A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 2A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 2A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 3A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 3A de A5 a A6	570	15	8550
Eje 3A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 3A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 3A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 3A' de A4 a A5	205	15	3075
Eje 3A' de A5 a A6	225	15	3375
Eje 3A' de A6 a A7	225	15	3375
Eje 3A' de A7 a A8	225	15	3375
Eje 4A de A2 a A3	570	15	8550
Eje 4A de A3 a A4	570	15	8550
Eje 4A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 4A de A5 a A6	345	15	5175
Eje 4A de A6 a A7	345	15	5175
Eje 4A de A7 a A8	345	15	5175
Eje 4A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 4A' de A5 a A6	255	15	3825
Eje 4A' de A8 a A9	970	15	14550
Eje 5A de A2 a A3	570	15	8550
Eje 5A de A3 a A4	570	15	8550
Eje 5A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 5A de A5 a A6	570	15	8550
Eje 5A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 5A de A7 a 83	570	15	8550
Eje 5A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 6A de A3 a A4	570	15	8550

Continuación de Tabla A.3 Área transversal de “ma” Sector B (primer piso)

Dirección Y	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje 6A de A5 a A6	570	15	8550
Eje 6A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 6A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 6A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 7A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 7A de A5 a A6	202.5	15	3037.5
Eje 7A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 7A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 7A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 7A' de A3 a A4	300	15	4500
Eje 7A' de A5 a A6	217.5	15	3262.5
Eje 7A' de A5 a A6	360	25	9000
Eje 8A de A1 a A2	330	15	4950
Eje 8A de A2 a A3	570	15	8550
Eje 8A de A3 a A4	570	15	8550
Eje 8A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 8A de A5 a A6	570	15	8550
Eje 8A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 8A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 8A de A8 a A9	570	15	8550
Σma			448088

Tabla A.4 Área transversal de “ma” Sector B (segundo piso)

Dirección X	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje A1 de 6A a 7A	210	15	3150
Eje A1 de 7A a 8A	470	15	7050
Eje A2 de 1A a 2A	470	15	7050
Eje A2 de 2A a 3A	210	15	3150
Eje A2 de 3A a 4A	470	15	7050
Eje A4 de 3A a 4A	290	15	4350
Eje A4 de 5A a 6A	335	15	5025
Eje A4' de 1A a 2A	485	15	7275
Eje A4' de 3A a 4A	485	15	7275
Eje A4' de 5A a 6A	490	15	7350
Eje A5 de 7A a 8A	455	15	6825
Eje A5' de 1A a 2A	500	15	7500
Eje A5' de 3A a 4A	500	15	7500
Eje A5' de 5A a 6A	380	25	9500
Eje A5' de 5A a 6A	385	15	5775
Eje A5' de 7A a 8A	695	15	10425
Eje A6 de 1A a 2A	470	15	7050
Eje A6 de 3A a 4A	470	15	7050
Eje A6 de 5A a 6A	240.52	15	3607.8

Continuación de Tabla A.4 Área transversal de "ma" Sector B (segundo piso)

Dirección X	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje A6 de 7A a 8A	345	15	5175
Eje A6' de 1A a 2A	500	15	7500
Eje A6' de 3A a 4A	500	15	7500
Eje A6' de 5A a 6A	380	25	9500
Eje A6' de 5A a 6A	385	15	5775
Eje A6' de 7A a 8A	360	15	5400
Eje A7 de 1A a 2A	335	15	5025
Eje A7 de 3A a 4A	470	15	7050
Eje A7 de 7A a 8A	345	15	5175
Eje A7' de 1A a 2A	350	15	5250
Eje A7' de 3A a 4A	685	15	10275
Eje A7' de 4A a 5A	240	15	3600
Eje A7' de 5A a 6A	500	15	7500
Eje A7' de 7A a 8A	500	15	7500
Eje A8 de 4A a 5A	525	15	7875
Eje A8' de 1A a 2A	485	15	7275
Eje A8' de 1A a 2A	120	25	3000
Eje A8' de 3A a 4A	605	15	9075
Eje A8' de 4A a 5A	320	15	4800
Eje A8' de 4A a 5A	125	25	3125
Eje A8' de 5A a 6A	500	15	7500
Eje A9 de 1A a 2A	470	15	7050
Eje A9 de 2A a 3A	210	15	3150
Eje A9 de 3A a 4A	470	15	7050
Eje A9 de 4A a 5A	570	15	8550
Eje A9 de 5A a 6A	470	15	7050
Eje A9 de 6A a 7A	210	15	3150
Σma			322658
Dirección Y	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje 1A de A2 a A3	570	15	8550
Eje 1A de A3 a A4	570	15	8550
Eje 1A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 1A de A5 a A6	570	15	8550
Eje 1A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 1A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 1A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 1A' de A8 a A9	205	15	3075
Eje 2A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 2A de A5 a A6	570	15	8550
Eje 2A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 2A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 2A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 3A de A4 a A5	570	15	8550

Continuación de Tabla A.4 Área transversal de “ma” Sector B (segundo piso)

Dirección Y	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje 3A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 3A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 3A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 3A' de A4 a A5	205	15	3075
Eje 3A' de A7 a A8	225	15	3375
Eje 3A' de A8 a A9	215	15	3225
Eje 4A de A2 a A3	570	15	8550
Eje 4A de A3 a A4	570	15	8550
Eje 4A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 4A de A5 a A6	345	15	5175
Eje 4A de A6 a A7	500	15	7500
Eje 4A de A7 a A8	500	15	7500
Eje 4A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 4A' de A5 a A6	255	15	3825
Eje 4A' de A5 a A6	970	15	14550
Eje 5A de A2 a A3	570	15	8550
Eje 5A de A3 a A4	570	15	8550
Eje 5A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 5A de A5 a A6	570	15	8550
Eje 5A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 5A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 5A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 5A' de A4 a A5	285	15	4275
Eje 5A' de A5 a A6	210	15	3150
Eje 5A' de A6 a A7	210	15	3150
Eje 6A de A3 a A4	570	15	8550
Eje 6A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 6A de A5 a A6	570	15	8550
Eje 6A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 6A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 6A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 7A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 7A de A5 a A6	202.5	15	3037.5
Eje 7A de A6 a A7	570	15	8550
Eje 7A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 7A de A8 a A9	345	15	5175
Eje 7A' de A3 a A4	300	15	4500
Eje 7A' de A5 a A6	270.52	15	4057.8
Eje 8A de A1 a A2	330	15	4950
Eje 8A de A2 a A3	570	15	8550
Eje 8A de A3 a A4	570	15	8550
Eje 8A de A4 a A5	570	15	8550
Eje 8A de A5 a A6	570	15	8550

Continuación de Tabla A.4 Área transversal de “ma” Sector B (segundo piso)

Dirección Y	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm ²)
Eje 8A de A7 a A8	570	15	8550
Eje 8A de A8 a A9	570	15	8550
Σma			447195

Tabla A.5 Área transversal de “m2, m3 y m4” Sector B (primer piso)

Dirección X	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Altura (cm)	Esbeltez	Tipo	Área (cm ²)
ΣAm2						63450
Eje A3 de 5A a 6A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A4 de 7A a 8A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A5 de 1A a 2A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A5 de 3A a 4A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A5 de 5A a 6A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A7 de 5A a 6A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A8 de 1A a 2A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A8 de 3A a 4A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A8 de 7A a 8A	470	15	330	0.70	m2	7050
ΣAm3						15300
Eje A0' de 3A a 4A	225	15	270	1.20	m3	3375
Eje A1 de 4A a 5A	210	20	270	1.29	m3	4200
Eje A8' de 7A a 8A	515	15	330	0.64	m3	7725
Dirección Y	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Altura (cm)	Esbeltez	Tipo	Área (cm ²)
ΣAm3						5707
Eje 3A' de A0 a A1	150	20	270	1.80	m3	3000
Eje 4A' de A0 a A1	135.34	20	270	1.99	m3	2707
ΣAm4						13000
Eje 4A de A0 a A1	110	20	270	2.45	m4	2200
Eje 4A de A3 a A4	40	15	270	6.75	m4	600
Eje 4A de A4 a A5	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 4A de A5 a A6	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 4A de A6 a A7	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 4A de A7 a A8	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 4A de A8 a A9	40	15	270	6.75	m4	600
Eje 5A de A3 a A4	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 5A de A4 a A5	40	15	270	6.75	m4	600
Eje 5A de A5 a A6	40	15	270	6.75	m4	600
Eje 5A de A6 a A7	40	15	270	6.75	m4	600
Eje 5A de A7 a A8	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 5A de A8 a A9	40	15	270	6.75	m4	600

Tabla A.6 Área transversal de “m2, m3 y m4” Sector B (segundo piso)

Dirección X	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Altura (cm)	Esbeltez	Tipo	Área (cm ²)
ΣAm3						15300
Eje A0' de 3A a 4A	225	15	270	1.20	m3	3375
Eje A1 de 4A a 5A	210	20	270	1.29	m3	4200
Eje A8' de 7A a 8A	515	15	330	0.64	m3	7725
ΣAm2						63450
Eje A3 de 5A a 6A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A4 de 7A a 8A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A5 de 1A a 2A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A5 de 3A a 4A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A5 de 5A a 6A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A7 de 5A a 6A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A8 de 1A a 2A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A8 de 3A a 4A	470	15	330	0.70	m2	7050
Eje A8 de 7A a 8A	470	15	330	0.70	m2	7050
Dirección Y	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Altura (cm)	Esbeltez	Tipo	Área (cm ²)
ΣAm3						5707
Eje 3A' de A0 a A1	150	20	270	1.80	m3	3000
Eje 4A' de A0 a A1	135.34	20	270	1.99	m3	2707
ΣAm4						13000
Eje 4A de A0 a A1	110	20	270	2.45	m4	2200
Eje 4A de A3 a A4	40	15	270	6.75	m4	600
Eje 4A de A4 a A5	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 4A de A5 a A6	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 4A de A6 a A7	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 4A de A7 a A8	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 4A de A8 a A9	40	15	270	6.75	m4	600
Eje 5A de A3 a A4	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 5A de A4 a A5	40	15	270	6.75	m4	600
Eje 5A de A5 a A6	40	15	270	6.75	m4	600
Eje 5A de A6 a A7	40	15	270	6.75	m4	600
Eje 5A de A7 a A8	80	15	270	3.38	m4	1200
Eje 5A de A8 a A9	40	15	270	6.75	m4	600

Tabla A.7 Área transversal de “ma” Sector D (primer piso)

Dirección X	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm ²)
Eje 14* de D a E	690	15	10350
Eje 14* de E a F	655	15	9825
Eje 14*' de B a C	485	15	7275
Eje 14*' de C a D	472.5	15	7087.5

Continuación de Tabla A.7 Área transversal de "ma" Sector D (primer piso)

Dirección X	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje 14** de E a F	1280	15	19200
Eje 13 de B a C	212.5	15	3187.5
Eje 13 de C a D	472.5	15	7087.5
Eje 13 de D a E	232.5	15	3487.5
Eje 13' de B a C	125	15	1875
Eje 13' de C a D	1020	15	15300
Eje 13' de D a E	1470	15	22050
Eje 13' de E a F	990	15	14850
Eje 12 de B a C	212.5	15	3187.5
Eje 12 de C a D	352.45	15	5286.75
Eje 12 de D a E	690	15	10350
Eje 12 de E a F	655	15	9825
Eje 12' de B a C	757.5	15	11362.5
Eje 12' de C a D	352.45	15	5286.75
Eje 12' de D a E	1500	15	22500
Eje 11 de C a D	690	15	10350
Eje 11 de D a E	690	15	10350
ma			236866.65
Dirección Y	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje 14* de C a D	690	15	10350
Eje 14* de D a E	690	15	10350
Eje 14* de E a F	655	15	9825
Eje 14** de B a C	502.5	15	7537.5
Eje 14** de C a D	1020	15	15300
Eje 14** de D a E	215	15	3225
Eje 14** de E a F	655	15	9825
Eje 13 de B a C	472.5	15	7087.5
Eje 13 de C a D	690	15	10350
Eje 13 de D a E	510	15	7650
Eje 13 de E a F	277.5	15	4162.5
Eje 13' de C a D	495	15	7425
Eje 13' de D a E	735	15	11025
Eje 13' de E a F	850	15	12750
Eje 12 de E a F	655	15	9825
Eje 12' de C a D	727.5	15	10912.5
Eje 12' de D a E	990	15	14850
Eje 11 de C a D	690	15	10350
Eje 11 de D a E	690	15	10350
ma			221287.5

Tabla A.8 Área transversal de “ma” Sector D (segundo piso)

Dirección X	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje B de 12 a 11	690	15	10350
Eje C de 14* a 13	472.5	15	7087.5
Eje C de 13 a 12	180	15	2700
Eje C de 12 a 11	450	15	6750
Eje C' de 14* a 13	692.5	15	10387.5
Eje D de 13 a 12	450	15	6750
Eje D de 12 a 11	450	15	6750
Eje D' de 14* a 13	640	15	9600
Eje D' de 13 a 12	682.5	15	10237.5
Eje D' de 12 a 11	457.5	15	6862.5
Eje E de 12 a 11	690	15	10350
Eje E' de 14* a 13	1495	15	22425
Eje E' de 13 a 12	930	15	13950
Eje E' de 12 a 11	555	15	8325
Eje F de 13 a 12	465	15	6975
Eje F' de 14* a 13	1400	15	21000
Eje F' de 13 a 12	880	15	13200
ma			193875
Dirección Y	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Área (cm²)
Eje C' de 14* a 13	220	15	3300
Eje C' de 13 a 12	235	15	3525
Eje D de 14* a 13	442.5	15	6637.5
Eje D de 13 a 12	502.5	15	7537.5
Eje D de 12 a 11	500	15	7500
Eje D' de 14* a 13	950	15	14250
Eje D' de 13 a 12	1375	15	20625
Eje D' de 12 a 11	810	15	12150
Eje E de 14* a 13	442.5	15	6637.5
Eje E de 13 a 12	787.5	15	11812.5
Eje E de 12 a 11	660	15	9900
Eje E' de 14* a 13	457.5	15	6862.5
Eje E' de 13 a 12	760	15	11400
Eje E' de 12 a 11	690	15	10350
Eje F de 14* a 13	442.5	15	6637.5
Eje F de 13 a 12	675	15	10125
Eje F' de 14* a 13	915	15	13725
Eje F' de 13 a 12	922.5	15	13837.5
ma			156150

Tabla A.9 Área transversal de “m3” Sector D Primer Piso

Dirección X	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Altura (cm)	Esbeltez	Tipo	Área (cm ²)
Eje 11' de B a C	232.5	20	370	1.59	m3	4650
Dirección Y	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Altura (cm)	Esbeltez	Tipo	Área (cm ²)
Eje B' de 14* a 13	715	20	430	0.60	m3	14300
Eje B' de 13 a 12	720	20	430	0.60	m3	14400
Eje B' de 12 a 11	715	20	430	0.60	m3	14300
Am3						43000

Tabla A.10 Metrado de Cargas del primer piso del Sector B

Tipo de Elemento	Nº de veces	Área Total (m ²)	Longitud (m)	e (m)	b (m)	h (m)	WD (Tn)
Losa aligerada	1	1142.13		0.25			399.75
	1		556.18		0.30	0.60	240.27
	1		8.97		0.25	0.60	3.23
Vigas	1		39.39		0.20	0.60	11.34
	1		2.28		0.15	0.60	0.49
	1		3.30		0.20	0.25	0.40
Columnas	72		3.30		0.30	0.30	51.32
	1		52.55		0.15	2.70	51.08
Placas	1		26.94		0.20	2.70	34.92
	1		6.37		0.25	2.70	10.31
Escaleras	1		9.45	0.15	0.25	0.18	6.82
	1		11.83	0.15	0.25	0.18	8.54
Tabiquería Fija		1142.13					205.58
Acabados		1142.13					114.21
CARGA MUERTA							1138.27
Ambiente		Área Total (m ²)		Carga Repartida (Kg/m ²)			WL (Tn)
Salas de operación, laboratorios, áreas de servicio		483.48		300			145.04
Cuartos		338.50		200			67.70
Corredores y Escaleras		393.23		400			157.29
CARGA VIVA							370.03
PESO PRIMER PISO SECTOR B (Kgf)							1508305.08

Tabla A.11 Metrado de Cargas del segundo piso del Sector B

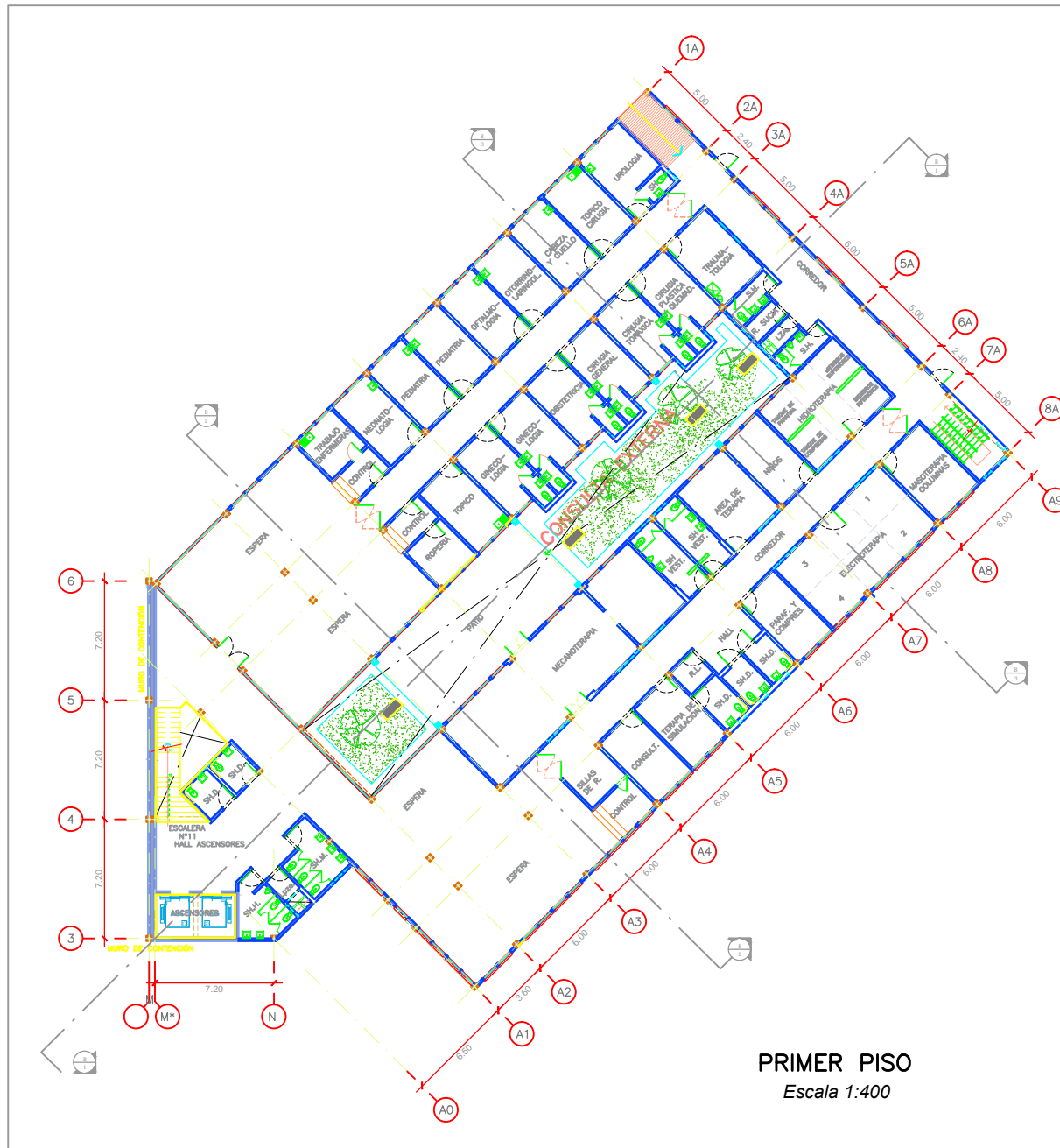
Tipo de Elemento	Nº de veces	Área Total (m ²)	Longitud (m)	e (m)	b (m)	h (m)	WD (Tn)
Losa aligerada	1	1171.13		0.25			409.89
	1		559.87		0.30	0.60	241.87
Vigas	1		8.97		0.25	0.60	3.23
	1		44.94		0.20	0.60	12.94
	1		2.28		0.15	0.60	0.49
Columnas	72		3.30		0.30	0.30	51.32
Placas	1		52.55		0.15	2.70	51.08
	1		26.94		0.20	2.70	34.92
Tabiquería Fija		1171.13					117.11
Acabados		1171.13					117.11
CARGA MUERTA							1039.96
Ambiente		Área Total (m ²)		Carga Repartida (Kg/m ²)		WL (Tn)	
Salas de operación, laboratorios, áreas de servicio		483.48			300	145.04	
Cuartos		338.50			200	67.70	
Corredores y Escaleras		393.23			400	157.29	
Techo		1171.13			100	117.11	
CARGA VIVA							487.15
PESO SEGUNDO PISO SECTOR B (Kgf)							1527111.13

Tabla A.12 Metrado de Cargas del primer piso del Sector D

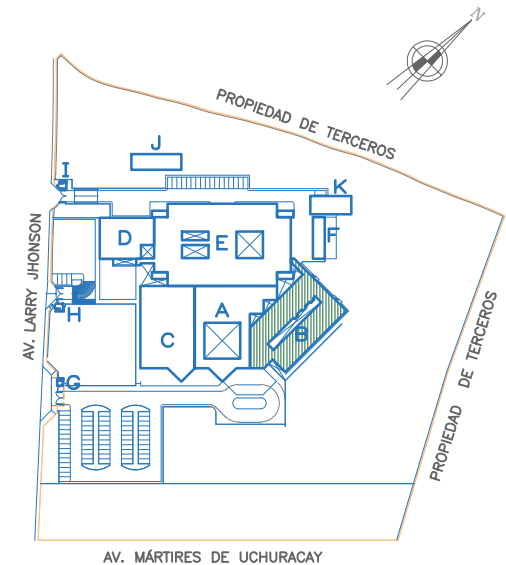
Tipo de Elemento	Nº de veces	Área Total (m ²)	Longitud (m)	e (m)	b (m)	h (m)	WD (Tn)
Losa aligerada	1	415.53		0.25			145.44
	1		158.45		0.30	0.60	68.45
Vigas	1		23.58		0.25	0.60	8.49
Columnas	15		4.30		0.30	0.30	13.93
Placa	1		23.58		0.25	3.70	52.34
Tabiquería Fija		415.53					41.55
Acabados		415.53					41.55
CARGA MUERTA							371.75
Ambiente		Área Total (m ²)		Carga Repartida (Kg/m ²)		WL (Tn)	
Salas de operación, laboratorios, áreas de servicio		193.26			300	57.98	
Cuartos		121.98			200	24.40	
Corredores y Escaleras		113.45			400	45.38	
CARGA VIVA							127.76
PESO PRIMER PISO SECTOR D (Kgf)							499505.46

Tabla A.13 Metrado de Cargas del segundo piso del Sector D

Tipo de Elemento	Nº de veces	Área Total (m²)	Longitud (m)	e (m)	b (m)	h (m)	WD (Tn)
Losa aligerada	1	512.91		0.25			179.52
Vigas	1		177.35		0.30	0.60	76.62
Columnas	19		4.30		0.30	0.30	17.65
Tabiquería Fija		512.91					51.29
Acabados		512.91					51.29
CARGA MUERTA							376.36
Ambiente		Área Total (m²)		Carga Repartida (Kg/m²)			WL (Tn)
Salas de operación, laboratorios, áreas de servicio		127.31		300			38.19
Cuartos		324.09		200			64.82
Corredores y Escaleras		84.69		400			33.87
Techo		512.91		100			51.29
CARGA VIVA							188.18
PESO SEGUNDO PISO SECTOR D (Kgf)							564539.72

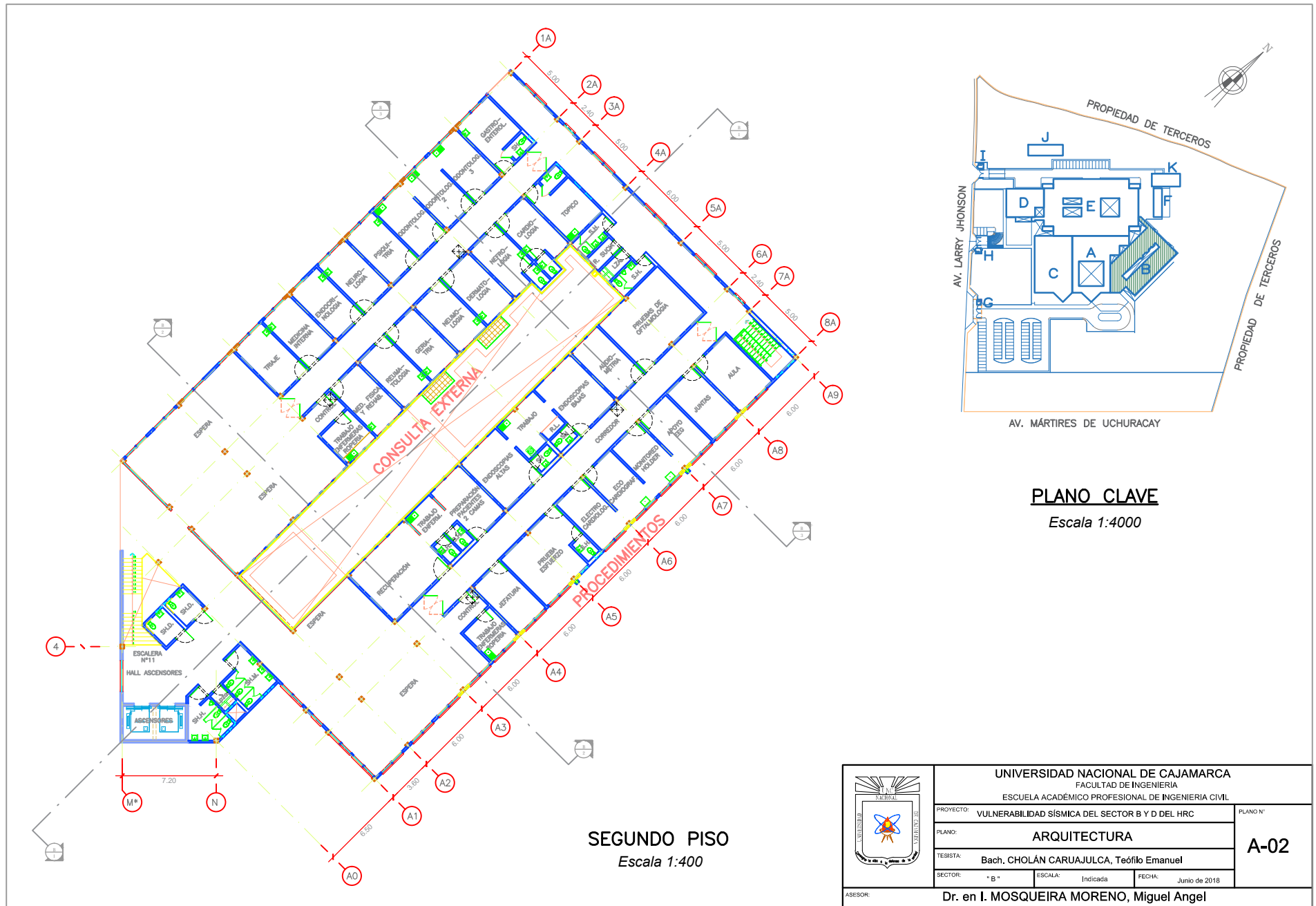


PRIMER PISO
Escala 1:400



PLANO CLAVE
Escala 1:4000

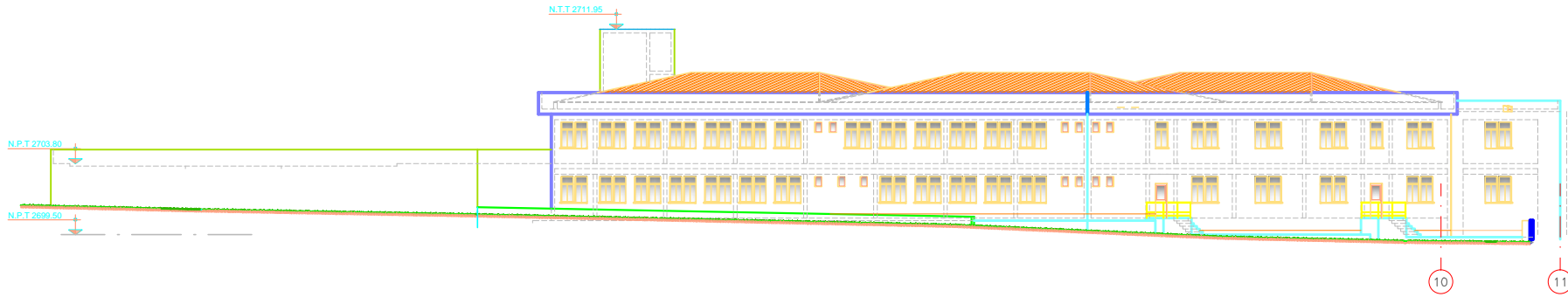
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			A-01	
	PROYECTO:	VULNERABILIDAD SISMICA DEL SECTOR B Y D DEL HRC			
	PLANO:	ARQUITECTURA			
	TESISTA:	Bach. CHOLÁN CARUAJULCA, Teófilo Emanuel			
SECTOR:	"B"	ESCALA:	Indicada	FECHA:	Junio de 2018
ASESOR: Dr. en I. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel					



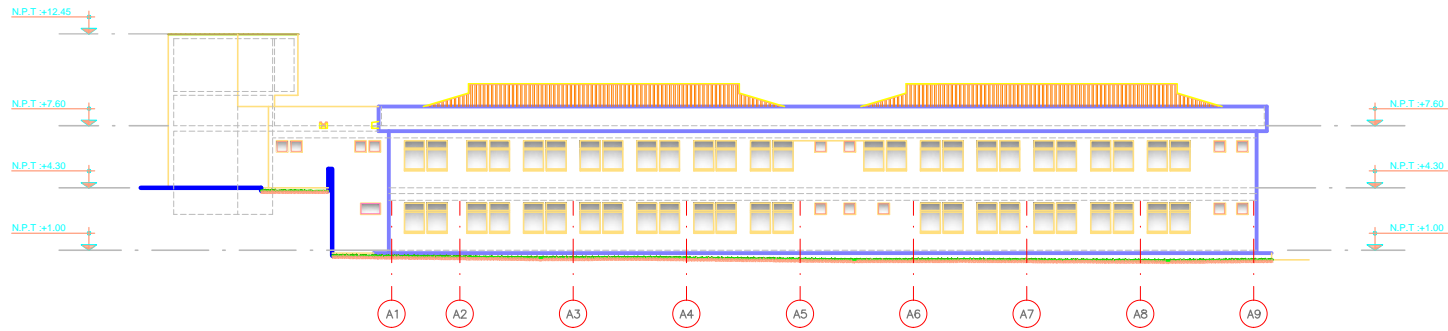
SEGUNDO PISO
Escala 1:400

PLANO CLAVE
Escala 1:4000

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			A-02	
	PROYECTO:	VULNERABILIDAD SISMICA DEL SECTOR B Y D DEL HRC			
	PLANO:	ARQUITECTURA			
	TESISTA:	Bach. CHOLÁN CARUAJULCA, Teófilo Emanuel			
SECTOR:	"B"	ESCALA:	Indicada	FECHA:	Junio de 2018
ASESOR: Dr. en I. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel					



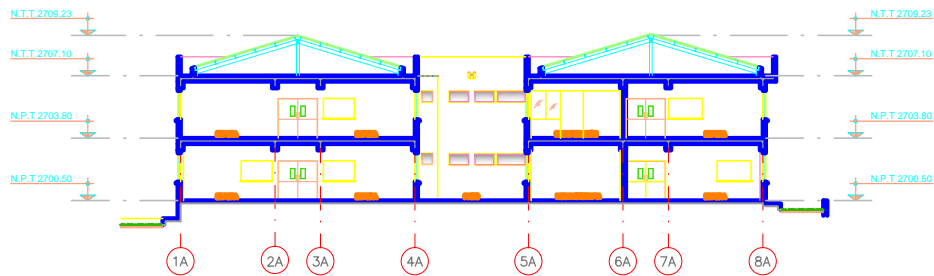
ELEVACIÓN LATERAL DERECHA



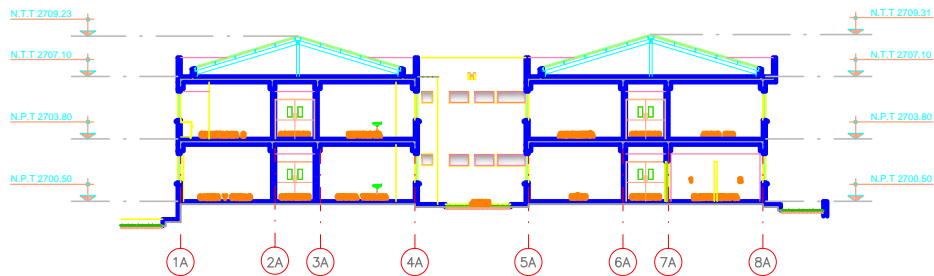
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		A-03	
	PROYECTO:	VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SECTOR B Y D DEL HRC		PLANO N°
	PLANO:	ELEVACIONES		
	TESISTA:	Bach. CHOLÁN CARUAJULCA, Teófilo Emanuel		
SECTOR:	"B"	ESCALA:	Indicada	
ASESOR:	Dr. en I. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel		FECHA:	Junio de 2018



CORTE B1-B1




CORTE B2-B2



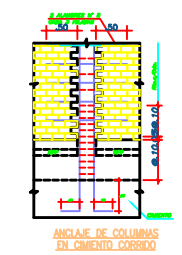
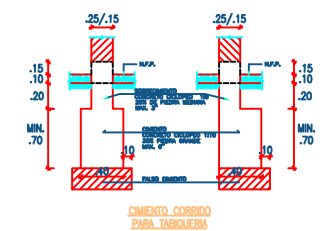
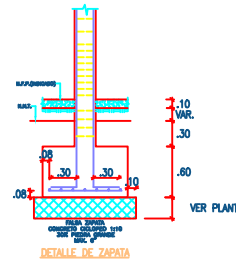
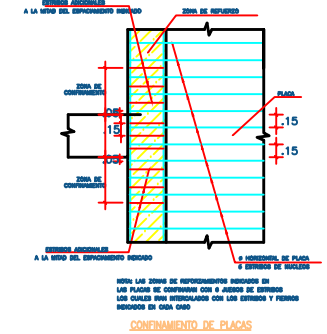
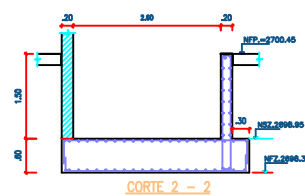
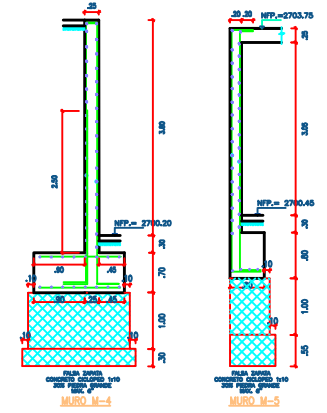
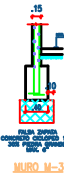
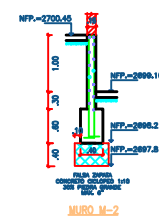
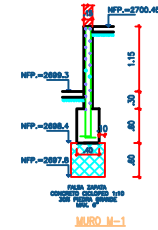
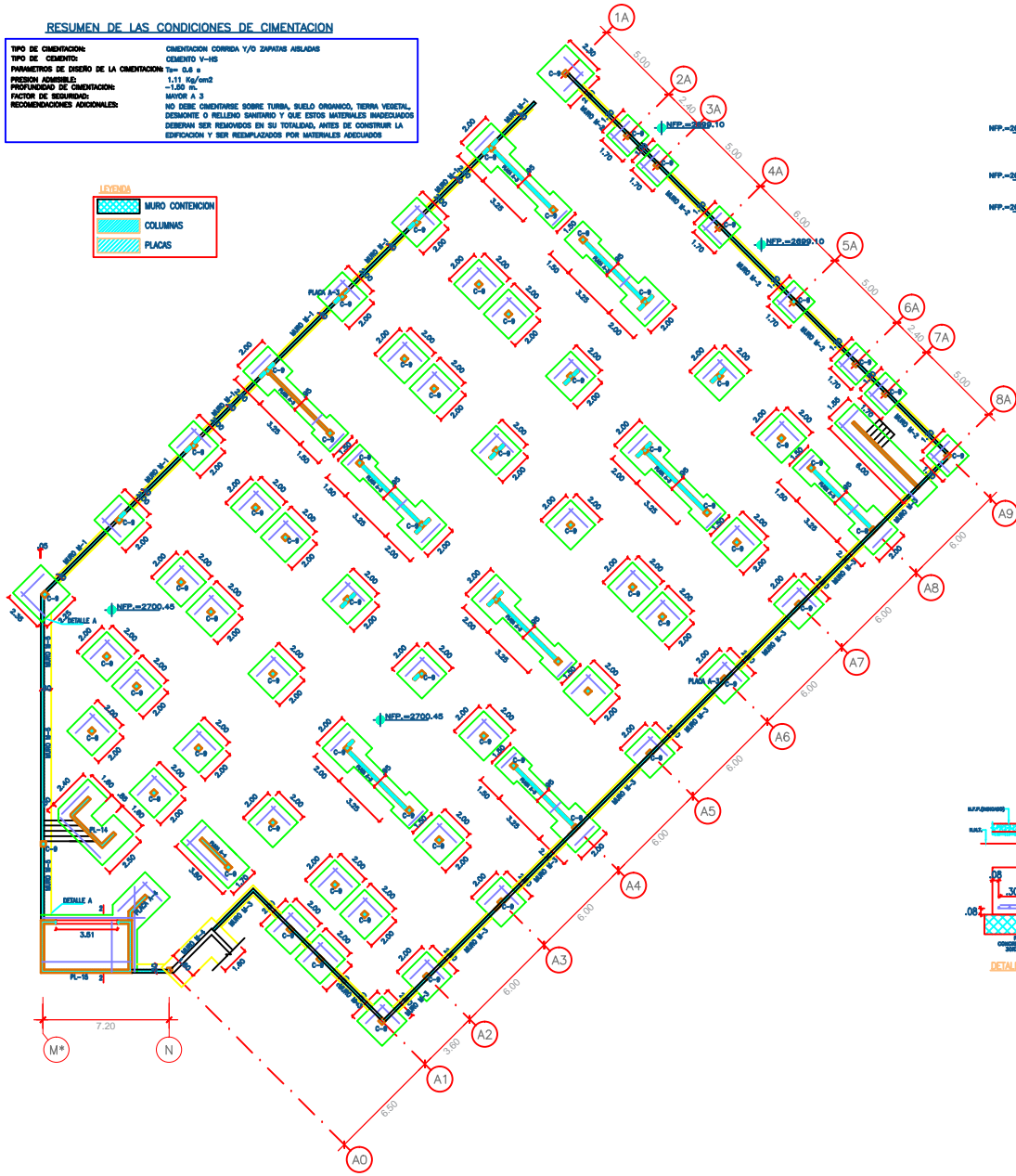
CORTE B3-B3

ZONAS VULNERABLES		
Método ATC 21	Método Hirasawa	Método OPS
Irregularidad en planta (Intersección de los ejes 4A y 5A con los ejes A2 y A8).	Efecto de Columna Corta en el primer y segundo piso (Intersección de ejes A6-5A) y por subterráneo en el primer piso (Ejes M* y 3).	Ventanería en el Sector B (Elevación lateral derecha y corte B1 - B1).

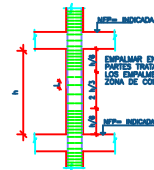
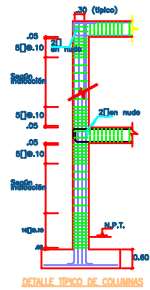
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		A-04		
	PROYECTO:	VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SECTOR B Y D DEL HRC		PLANO N°	
	PLANO:	CORTES			
	TESISTA:	Bach. CHOLÁN CARUAJULCA, Teófilo Emanuel			
SECTOR:	"B"	ESCALA:	Indicada	FECHA:	Junio de 2018
ASESOR: Dr. en I. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel					

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

TIPO DE CIMENTACION: CIMENTACION CORRIERA Y/O ZAPATA ASALADA
 TIPO DE CEMENTO: CEMENTO V-45
 PARAMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACION: $T_w = 0.6$ s
 PRESION ADMISIVA: 1.11 Kg/cm^2
 PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: -1.00 m.
 FACTOR DE SEGURIDAD: MAYOR A 3
 RECOMENDACIONES ADICIONALES:
 NO DEBE CIMENTARSE SOBRE TURBA, SUELO ORGANICO, TIERRA VEGETAL, DESMORTE O RELLENOS SANITARIOS Y QUE ESTOS MATERIALES INADECUADOS DEBERAN SER REMOVIDOS EN SU TOTALIDAD, ANTES DE CONSTRUIR LA EDIFICACION Y SER REEMPLAZADOS POR MATERIALES ADECUADOS

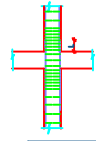


	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	PROYECTO:	VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SECTOR B Y D DEL HRC	PLANO N°:
	PLANO:	CIMENTACIONES	
	TESISTA:	Bach. CHOLÁN CARUAJULCA, Teófilo Emanuel	
ASESOR:	Dr. en I. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel	SECTOR:	"B"
	ESCALA:	Indicada	FECHA:
			Junio de 2018
			C-01



LONGITUD DE EMPALME (L)	
1/4"	1.40
3/4"	.85
5/8"	.70
1/2"	.58
3/8"	.45

CONSIDERANDO ZONA DE REFUERZOS ALTOS, PERO QUE SE EMPALMAN MENOS DEL 50% DE LAS VARILLAS



LONGITUD DE EMPALME (L)	
1/4"	1.40
3/4"	1.10
5/8"	.91
1/2"	.73
3/8"	.59

CONSIDERANDO ZONA DE REFUERZOS ALTOS, PERO QUE SE EMPALMAN MENOS DEL 50% DE LAS VARILLAS

CUADRO DE COLUMNAS	
PISO	f'c
PISO 1	200
PISO 2	200

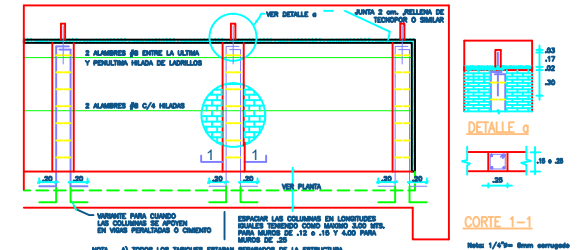
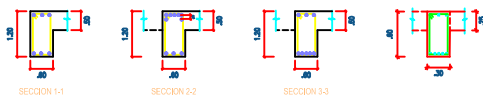
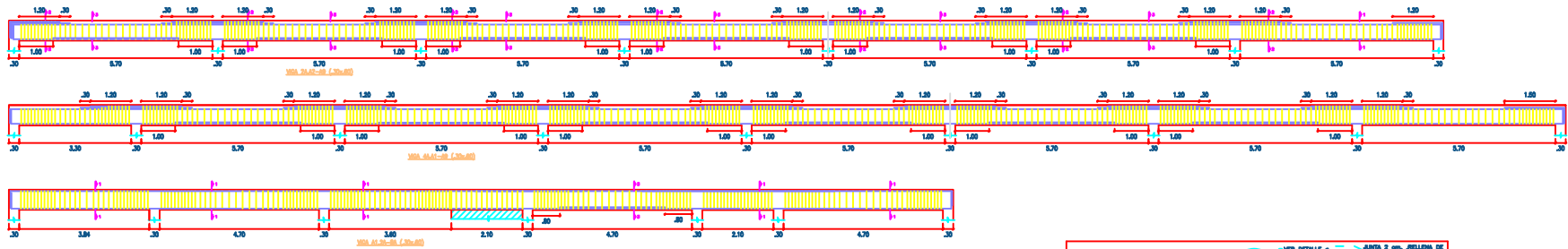
PARAMETROS DE FUERZA SISMICA	
Z = 0.20	S = 1.00
U = 1.00	R = 5.07
W = 0.00	Rp = 5.07
Q = 0.00	

ESPECIFICACIONES	
f'c = 200 kg/cm ²	(COLUMNAS, PLACA)
f'c = 210 kg/cm ²	(MURAS)
f'c = 170 kg/cm ²	(VEREDAS)
f'c = 4000 kg/cm ²	
n/a	RESISTENCIA
W = 1.11 kg/cm ³	
Para muros	norma de diseño
Resaca = 2"	(f'c = 100 kg/cm ²)
RECUBRIMIENTOS	
ALBERGADOS Y VIGAS OVIERS	2 cm
PLACA, LOSAS Y ESCALERA	2 cm
VIGAS PERALTAZAS Y MURAS	4 cm
COLUMNAS	4 cm
MURAS Y PLACAS EN CONTACTO CON TERRENO (COLUMNAS PLACAS EN CONTACTO CON EL TERRENO)	4 cm
MURAS DE GERMENAS EN CONTACTO CON EL AGUA (COLUMNAS IMPERMEABILIZADAS)	4 cm
ZANJONES	8 cm
ESPECIFICACIONES PARA MUROS DE LADRILLO	
f'c = 130 kg/cm ²	
f'c = 40 kg/cm ²	
TIPO DE LADRILLO	1114
ESPESES DE LOS ANJOS	1.2 cm

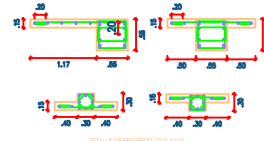
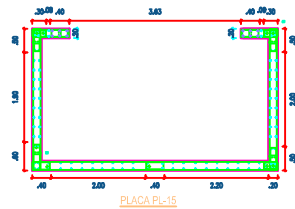
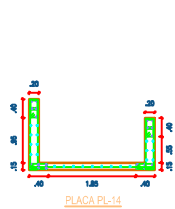
NOTA: PARA EL TIPO DE MURAS EN CONTACTO CON EL TERRENO (COLUMNAS, COLUMNAS Y PLACAS) SE UTILIZAN CEMENTO PORTLAND TIPO II

NOTA: PARA MURAS EN CONTACTO CON EL TERRENO (COLUMNAS, COLUMNAS Y PLACAS) SE UTILIZAN CEMENTO PORTLAND TIPO II

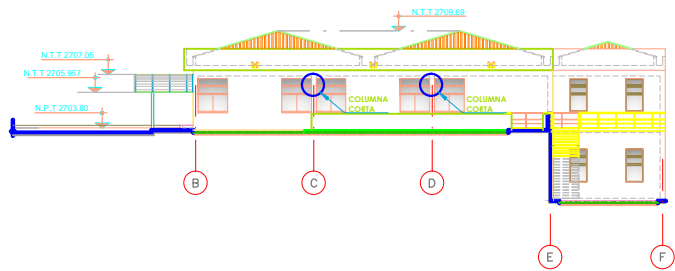
NOTA: PARA ALBERGADOS EN CONTACTO CON EL TERRENO (COLUMNAS, COLUMNAS Y PLACAS) SE UTILIZAN CEMENTO PORTLAND TIPO II



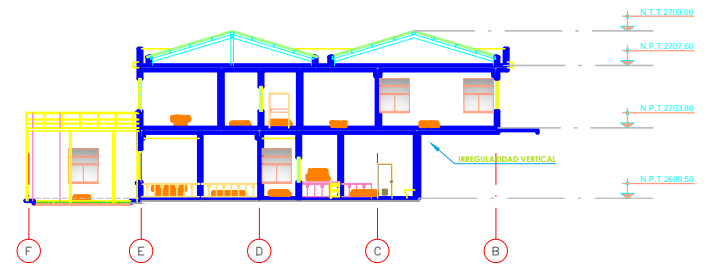
NOMENCLATURA PLACAS			
MURO	ESPESOR	REFUERZO HORIZONTAL	REFUERZO VERTICAL
PLACA A-3	.15	MALLA 3/8" x 8.20	MALLA 3/8" x 8.20
PLACA A-4	.30	DOBLE MALLA 3/8" x 8.20	DOBLE MALLA 3/8" x 8.20



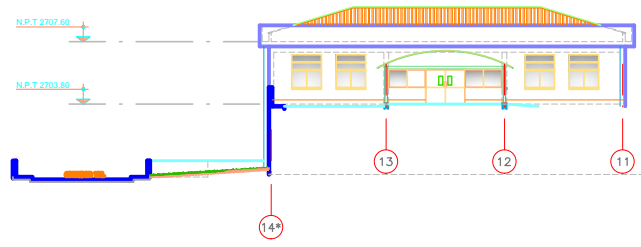
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		E-01		
	PROYECTO:	VULNERABILIDAD SISMICA DEL SECTOR B Y D DEL HRC		PLANO N°:	
	PLANO:	ESTRUCTURAS			
	TESISTA:	Bach. CHOLAN CARUAJULCA, Teófilo Emanuel			
SECTOR:	"B"	ESCALA:	Indicada	FECHA:	Junio de 2018
ASESOR: Dr. en I. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel					



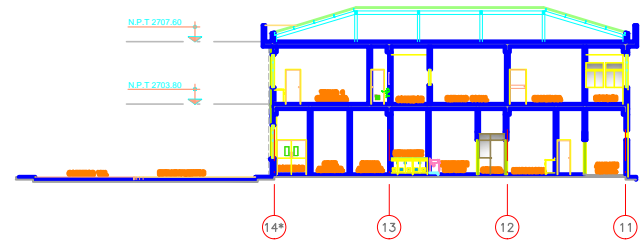
ELEVACIÓN FRONTAL



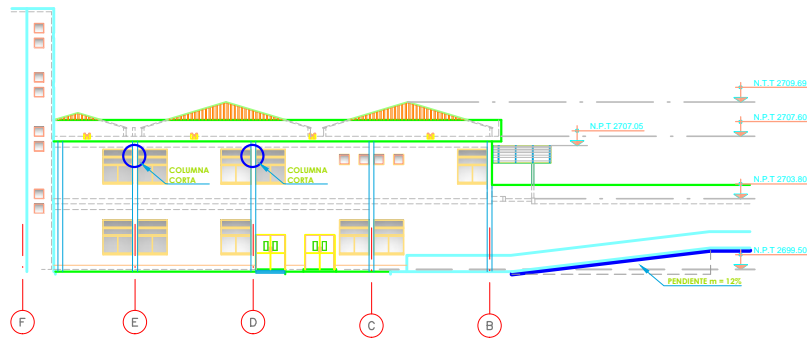
CORTE D1-D1



ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA



CORTE D2-D2

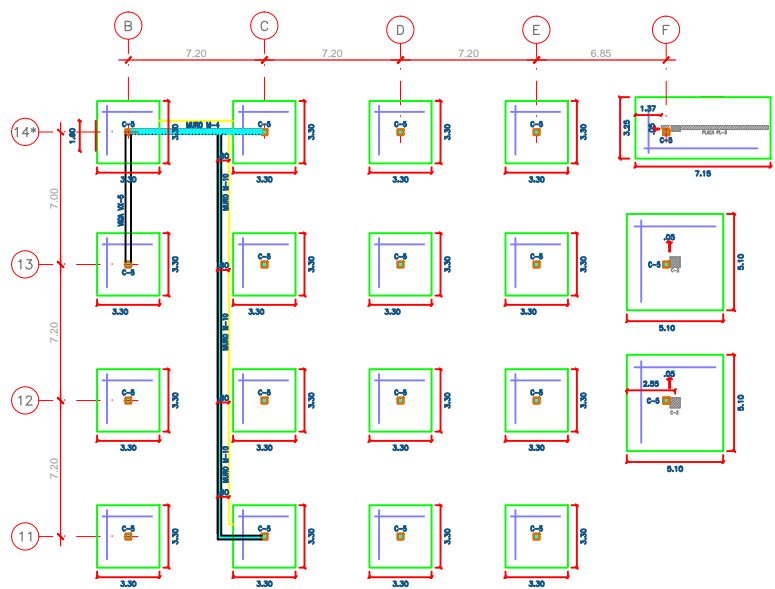


ELEVACIÓN POSTERIOR

ZONAS VULNERABLES		
Método ATC 21	Método Hiroswawa	Método OPS
Irregularidad vertical en el segundo piso (Corte D1-D1) e irregularidad en planta (Intersección del eje E y del eje 12).	Efecto de Columna Corta en el segundo piso (Intersección de ejes 11C, 11D, 14*D y 14*E) y por subterráneo en el primer piso (Ejes B, 11 y 14*).	Pendiente en accesos vehiculares al Sector D (Elevación posterior).

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	PROYECTO:	VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL SECTOR B Y D DEL HRC	PLANO N°:
	PLANO:	CORTES - ELEVACIONES	
	TESISTA:	Bach. CHOLÁN CARUAJULCA, Teófilo Emanuel	
SECTOR:	* D *	ESCALA:	Indicada
		FECHA:	Junio de 2018
ASESOR: Dr. en I. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel			

A-06



RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

TIPO DE CIMENTACION: CIMENTACION CORRIERA 1/0 ZAPATAS AISLADAS
 TIPO DE CEMENTO: CEMENTO V-105
 PARAMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACION: $T_m = 0.8 \text{ s}$
 PRECISIÓN ADMISIBIL: 1.11 kg/cm^2
 PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: -1.50 m
 FACTOR DE SEGURIDAD: MAYOR A 3
 RECOMENDACIONES ADICIONALES: NO DEBE CONSERVARSE SOBRE TURBA, SUELO ORGANICO, TIERRA VEGETAL, DEMONTE O RELLENDO BASTANTE Y QUE ESTOS MATERIALES INADECUADOS DEBERAN SER REMOVIDOS EN SU TOTALIDAD, ANTES DE CONSTRUIR LA EDIFICACION Y SER REEMPLAZADOS POR MATERIALES ADECUADOS

PARAMETROS DE FUERZA SISMICA

Z	= 0.35	S	= 1.10
U	= 1.00	W	= 0.40
T ₀	= 0.10	W	= 0.40
C	= 2.0		

ESPECIFICACIONES

ALUMBRADO (COLUMNAR, PLACAS)
 $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f' = 170 \text{ kg/cm}^2$
 $f' = 4300 \text{ kg/cm}^2$
 $M_1 =$ (vacío)
 $M_2 = 1.11 \text{ kg/cm}^2$
 $M_3 =$ (vacío)
 Malla = 2" ($f' = 100 \text{ kg/cm}^2$)

RECUBRIMIENTOS

ALUMBRADO Y VIGAS BARRAS: 2 cm
 PLACAS, LOSAS Y ESCALERAS: 2 cm
 VIGAS PERFORADAS Y MUROS: 4 cm
 COLUMNAS: 4 cm
 MUROS Y PLACAS EN CONTACTO CON TIERRA (SEGUN PLANTEAMIENTO DEL CONCRETO CON EL TIEMPO): 4 cm
 MUROS DE CONTACTO CON EL CONCRETO CON EL AREA (COLAR INDEPENDIENTE): 4 cm
 ZAPATA: 8 cm

ESPECIFICACIONES PARA MUROS DE LADRILLO

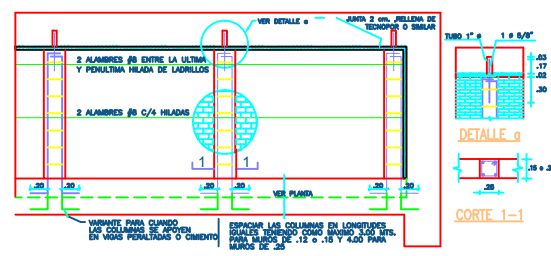
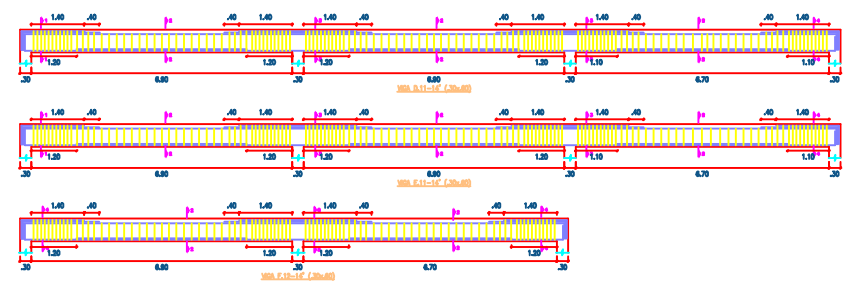
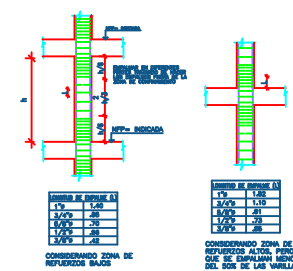
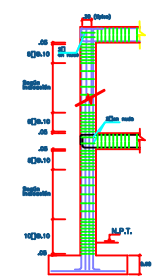
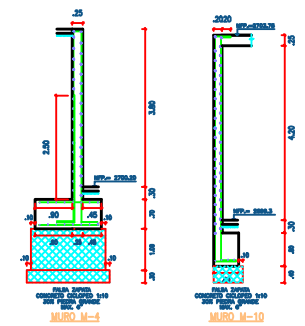
$f' = 130 \text{ kg/cm}^2$
 $f' = 40 \text{ kg/cm}^2$
 TIPO DE LADRILLO: MEDIO TIPO
 MEDIDA DE MORTERO: 1:1:6
 ESPESOR DE LAS JUNTAS: 1.2 cm

NOTA: PARA EL TIPO DE CIMENTACION VER PLANOS DE ARQUITECTURA
 NOTA: LAS VIGAS BARRAS DE 8.00 MTS. LLEVARAN UNA CORRIENTE DE VIGAS
 NOTA: PARA ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TIEMPO (CORNISA, COLUMNA, Y PLACA) SE USARÁ CONCRETO PORTLAND TIPO I



CUADRO DE COLUMNAS

	f'c	f'cs
PISO 1	(0)	(0)
PISO 2	(0)	(0)



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
	PROYECTO:	VULNERABILIDAD SISMICA DEL SECTOR B Y D DEL HRC	PLANO N°:		
	PLANO:	CIMENTACIONES - ESTRUCTURAS	CE-01		
	TESISTA:	Bach. CHOLAN CARUAJULCA, Teófilo Emanuel			
SECTOR:	"D"	ESCALA:	Indicada	FECHA:	Junio de 2018
ASesor: Dr. en I. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel					