UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES SÍSMICOS SLB DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MÁS SÓTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA – UCAYALI

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO CIVIL

DANA IRIS GIOVANNA NORIEGA SILVA

Pucallpa, Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 018-2022

GRADUANDO : **Bach. DANA IRIS GIOVANNA NORIEGA SILVA**

TEMA : **"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES SÍSMICOS SLB DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MÁS SÓTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA – UCAYALI".**

ASESOR : **MG. HORACIO SORIANO ALAVA**

CRITERIOS	PUNTAJE			
	3	2	1	0
I- PRESENTACION				
* MOTIVACION		x		
* TONO DE VOZ		x		
* CALIDAD DE MATERIAL AUDIOVISUAL			x	
II- DESARROLLO DE CONTENIDO				
* SECUENCIA		x		
* DOMINIO DE VOZ		x		
* USO ADECUADO DEL MATERIAL		x		
* VALIDEZ DE LOS HALLAZGOS		x		
III- ABSOLUCION DE PREGUNTAS				
* RESPONDE A LAS PREGUNTAS FORMULADAS POR EL JURADO			x	
IV- APORTE CIENTIFICO Y TECNOLOGICO				
* AL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD		x		
* A LA PROFESION		x		

EVALUACION

- EXCELENCIA 26 A 30 PUNTOS
- UNANIMIDAD 21 A 25 PUNTOS
- MAYORIA 16 A 20 PUNTOS
- DESAPROBADO 15 A MENOS

CALIFICACION FINAL:

PUNTAJE : 18 / 30

CONCLUSIONES:

APROBADO POR : MAYORÍA
DESAPROBADO POR :

JURADO EVALUADOR

- MG. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ — Presidente
- DR. WALTER GILBERTO ROMÁN CLAROS — Miembro
- DR. DAVID ABEL GONZÁLEZ MANRIQUE DE LARA — Miembro

SECRETARIA ACADÉMICA: M.SC. CLOTILDE RÍOS HIDALGO DE CERNA

PUCALLPA, 06 DE DICIEMBRE DEL 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

TESIS TITULADO : "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES SÍSMICOS SLB DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MAS SÓTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA - UCAYALI".

ELABORADO POR: Bach. DANA IRIS GIOVANNA NORIEGA SILVA.

APROBADO POR :

Ing. Mg. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ
JURADO PRESIDENTE

Dr. WALTER GILBERTO ROMAN CLAROS
JURADO MIEMBRO

Dr. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA
JURADO MIEMBRO

Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALAVA
ASESOR DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº **V/006-2023**.

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado: **"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES SÍSMICOS SLB DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MÁS SÓTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA - UCAYALI"**

Autor(es)	:	**Noriega Silva, Dana Iris Giovanna**
Facultad	:	**Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil**
Escuela	:	**Ing. Civil**
Asesor(a)	:	**Mg. Soriano Alava, Horacio**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un porcentaje de similitud **10%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.
En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia

Fecha: 18/01/2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI Dirección General de Producción Intelectual

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

UByP - REPOSITORIO INSTITUCIONAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, DANA IRIS GIOVANNA NORIEGA SILVA

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES SÍSMICOS SLB DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MÁS SÓTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA – UCAYALI"

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: ING. Mg. HORACIO SORIANO ALAVA

En la Facultad: INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

Escuela profesional: INGENIERÍA CIVIL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 10 / 01 / 2023

Email: dignoriegas@gmail.com
Teléfono: 959552047

Firma:
DNI: 47276967

DEDICATORIA

Dedico este gran paso en la escala profesional a los míos, a mis padres, Emerson y Anita junto al amor mío, vida de mi vida, a mi pequeño Joshua Kael y a mi amado esposo Jhonn Cordova, por ellos y para ellos todo de mí.

AGRADECIMIENTO

Estoy infinitamente agradecida con Dios mi creador, por la vida, salud, fuerza y ahora por el hijo mío, Joshua Kael.

Mi más sincero agradecimiento a mi esposo Jhoco, el Ing. Jhonn Cordova Caysahuana, por el asesoramiento y paciencia brindada; Pero más que todo por ser mi fortaleza en mis momentos de quiebre en todo este largo camino que ha significado la elaboración de esta investigación.

Al PhD. Luis Bozzo cuyo profesionalismo, sencillez y humildad se reflejan en sus investigaciones y enseñanzas transmitidas; Junto a su gran equipo de trabajo, particularmente al Ing. Edinson Muñoz.

Al Ing. Mg. Horacio Soriano por su apoyo y a mis docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, en especial al Ing. Mg. Devyn Donayre, que a lo largo de mi etapa universitaria me han inculcado sus valiosas enseñanzas. Les agradezco.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar y evaluar el comportamiento estructural del modelo convencional y el modelo con la integración de disipadores sísmicos SLB. El tipo de investigación fue aplicado de nivel descriptivo con un diseño no-experimental transversal comparativo. Para el análisis se consideró el edificio de la sede central del Gobierno Regional de Ucayali del bloque principal de ocho pisos más sótano, destinado para oficinas del Gobierno Regional de Ucayali. Debido a que se contó con solo una unidad de análisis subdividido en tres sub-bloques 01A, 01B y 01C, se usó un muestreo no probabilístico de tipo discrecional debido al número limitado de individuos que posee el rasgo de interés.

La metodología consistió en realizar análisis símicos espectrales a los modelos estructurales con el propósito de determinar el comportamiento sísmico. Adicionalmente, se realizó análisis Tiempo Historia No Lineal con la finalidad de diseño y asignación del sistema de disipación de energía con SLB apoyado a través de un procedimiento automatizado mediante un plug-in de iteración directa.

Como resultados se alcanzó que las distorsiones con el equipamiento de disipadores sísmicos SLB son menores a 7/1000 indicado en la Norma E030 diseño sismorresistente. Con la incorporación de disipadores SLB se obtuvo; que los esfuerzos cortantes con disipadores sísmicos SLB, absorben el 43.16% en el eje X y 29.24% en el eje Y en comparación al proyecto original validando su inclusión e importancia en cuanto a su reforzamiento con estos. Finalmente se realizó un modelo estructural que incluyó la subestructura y la superestructura resultando hallar los periodos y esfuerzos reales, por lo que se encontró un periodo de 0.758 mayor al periodo resonante.

Palabras Claves: Disipadores Sísmicos SLB, distorsiones, periodos y esfuerzo cortante.

ABSTRACT

The present research work aimed to analyze and evaluate the structural behavior of the conventional model and the model with the integration of SLB seismic dissipators. The type of research was applied at a descriptive level with a comparative cross-sectional non-experimental design. For the analysis, the building of the headquarters of the Regional Government of Ucayali of the main block of eight floors plus a basement, destined for offices of the Regional Government of Ucayali, was considered. Because there was only one unit of analysis subdivided into three sub-blocks 01A, 01B and 01C, a non-probabilistic sampling of discretionary type was used due to the limited number of individuals who possess the trait of interest.

The methodology consisted of performing spectral seismic analyses on structural models in order to determine seismic behavior. Additionally, Nonlinear Time History analysis was carried out in order to design and assign the energy dissipation system with VMS supported through an automated procedure through a direct iteration plug-in.

As a result, it was obtained that the distortions with the SLB seismic dissipator equipment are less than 7/1000 indicated in the Standard E030 earthquake resistant design. With the incorporation of SLB heatsinks was obtained; that the shear forces with SLB seismic dissipators, absorb 43.16% in the X axis and 29.24% in the Y axis compared to the original project validating its inclusion and importance in terms of its reinforcement with these. Finally, a structural model was made that included the substructure and the superstructure, resulting in finding the real periods and efforts, so a period of 0.758 greater than the resonant period was found.

Keywords: SLB seismic dissipators, distortions, periods and shear stress.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA ..... **vi**
AGRADECIMIENTO ..... **vii**
RESUMEN ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
ÍNDICE DE CONTENIDO ..... **x**
ÍNDICE DE TABLAS ..... **xiv**
ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xv**
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **1**
1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA 1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 4
1.2.1. PROBLEMA GENERAL 4
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 4
1.3. OBJETIVOS 5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL 5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 5
1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES 7
1.5.1. VIABILIDAD 7
1.5.2. LIMITACIONES 8
1.6. HIPÓTESIS 8
1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL 8
1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 8
1.7. SISTEMAS DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES 9
1.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE 9
1.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE 9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO **11**
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 11
2.1.1. INTERNACIONALES 11
2.1.2. NACIONALES 12

2.2. BASES TEÓRICAS.....15
2.2.1. SISMICIDAD EN EL PERÚ.....15
2.2.2. REFORZAMIENTO TRADICIONAL SISMORRESISTENTE.....18
2.2.2.1. PÓRTICOS ARRIOSTRADOS.....19
2.2.2.2. REFORZAMIENTO CON MUROS DE CORTE O PLACAS.....20
2.2.3. SISTEMA DE CONTROL DE VIBRACIONES.....21
2.2.3.1. SISTEMA DE CONTROL PASIVO.....25
2.2.3.2. SISTEMA DE CONTROL ACTIVO.....30
2.2.3.3. SISTEMA DE CONTROL HÍBRIDO.....36
2.2.4. DISIPADORES DE ENERGÍA "SHEAR LINK BOZZO".....40
2.2.4.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....40
2.2.4.2. ANTECEDENTES DE LOS DISIPADORES.....43
2.2.4.3. MODELO MATEMÁTICO.....51
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....52
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....55
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....55
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....55
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....55
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....55
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....56
3.3.1. POBLACIÓN.....56
3.3.2. MUESTRA.....56
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS.....57
3.4.1. FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....57
3.5. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS.....57
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....59
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....59
4.1.1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN.....59
4.1.2. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO.....59
4.1.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....60

4.2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO 71
4.2.1. BLOQUE 01A 71
4.2.2. BLOQUE 01B 73
4.2.3. BLOQUE 01C 75
4.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS 77
4.4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN 77
4.4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS 77
4.4.2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES 77
4.4.3. CARGAS DE DISEÑO 78
4.4.4. PARÁMETROS SÍSMICOS 78
4.5. ANÁLISIS SÍSMICO CON DISIPADORES TIEMPO HISTORIA NO LINEAL ... 79
4.5.1. REGISTROS SÍSMICOS EMPLEADOS 79
4.5.1.1. NORMALIZACIÓN DE REGISTROS PARA ANÁLISIS TIEMPO HISTORIA 83
4.5.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA CON SLB 89
4.5.2.1. VERIFICACIÓN TIEMPO HISTORIA NO LINEAL 94
4.5.2.2. DISTRIBUCIÓN FINAL DE DISIPADORES SLB 99
4.5.2.3. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES 104
4.5.2.4. ANÁLISIS MODAL DE LA ESTRUCTURA 104
4.6. ANÁLISIS DE DISTORSIONES 107
4.7. ANÁLISIS DE CORTANTES 115
4.8. ANÁLISIS DE MODOS DE VIBRACIÓN 117
4.9. ANÁLISIS DE COSTOS 119
4.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS 122
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 126
5.1. DISCUSIÓN 1 126
5.2. DISCUSIÓN 2 126
5.3. DISCUSIÓN 3 128
CONCLUSIONES 129
RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS 131
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 132

MATRIZ DE CONSISTENCIA 136
ANEXOS.....137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Operacionalización de variables*.....10
Tabla 2 *Principales Sismos ocurridos en el Perú*.....17
Tabla 3 *Principales Características de los Registros sísmicos*.....80
Tabla 4 *Parámetro de Diseño para los Disipadores SHEAR LINK BOZZO*.....92
Tabla 5 *Tabla comparativa de periodos – Análisis Modal*.....104
Tabla 6 *Tabla comparativa de Factor de participación – Análisis Modal*.....105
Tabla 7 *Tabla comparativa de Factor de periodos – Tiempo/Historia (Loreto Lagunas 2019)*105
Tabla 8 *Distorsiones con Disipadores – Registro sísmico Lima 1996*.....107
Tabla 9 *Distorsiones con Disipadores – Registro sísmico Ancash 1970*.....108
Tabla 10 *Distorsiones con Disipadores – Registro sísmico Loreto-Lagunas 2019*.....108
Tabla 11 *Distorsiones con Pseudo Aceleraciones NTP E030*.....109
Tabla 12 *Cortantes con pesudo aceleraciones NTP E.030 de acuerdo al proyecto base*.....116
Tabla 13 *Tabla comparativa de periodos del proyecto base y del equipamiento con disipadores SLB.*.....118
Tabla 14 *Tabla comparativa de costos de reforzamiento de muros y disipadores SLB*.....121
Tabla 15 *Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk dirección "X"*.....122
Tabla 16 *Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk dirección "Y"*.....123
Tabla 17 *Prueba de rangos con signo de Wilcoxon dirección "X"*.....124
Tabla 18 *Prueba de rangos con signo de Wilcoxon dirección "Y"*.....125
Tabla 19 *Diseño de Disipadores SLB*.....138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Plano de la placa tectónica Sudamericana* 15
Figura 2 *Movimiento de las Placas Tectónicas en la Costa Peruana*.....16
Figura 3 *Principales Sismos ocurridos en el Perú, escalados en tiempo*.....18
Figura 4 *Diagonales Concéntricas en un Pórtico*.....19
Figura 5 *Tipos de arriostramiento: a) Cruz, b) V invertida, c) V bracing* 20
Figura 6 *Continuidad Estructural* 21
Figura 7 *Clasificación de Diseño sismorresistente* 22
Figura 8 *Clasificación de los principales dispositivos para el control de vibraciones estructurales fabricados por empresas especializadas* 24
Figura 9 *Comportamiento dinámico de un Edificio convencional (izquierdo) y de uno con aislación basal (derecho)*.....29
Figura 10 *Sistema de control con red abierta*.....31
Figura 11 *Sistema de control con red cerrada*.....32
Figura 12 *Esquema de un sistema de Control activo de Estructuras*.....33
Figura 13 *Diagrama de bloques de un sistema digital de control activo de Estructuras* 33
Figura 14 *Amortiguador de masa del tipo de mecanismo de movimiento XY*.....37
Figura 15 *Amortiguador de masa del tipo de apoyo de goma multiplataforma*.....38
Figura 16 *Amortiguador de masa del tipo de péndulo multiplataforma*.....39
Figura 17 *Amortiguador de masa del tipo de péndulo cuerpo rígido*.....40
Figura 18 *Dispositivo de sección variable*.....43
Figura 19 *Geometría del TADAS* 44
Figura 20 *Comportamiento histérico del TADAS* 45
Figura 21 *Disipador ADAS*.....46
Figura 22 *Altura de disipador ADAS* 46
Figura 23 *Ubicación de la conexión de un pórtico* 46
Figura 24 *Ubicación alternativa del dispositivo*.....47
Figura 25 *Primer ciclo de carga vs ciclo número 100* 47
Figura 26 *Disipador tipo panal (honeycomb) y su curva histerética*.....48
Figura 27 *Disipador sísmico SLB en posición invertida y conexión tipo peine* 50

Figura 28 *Muros desacoplados no alienados verticalmente* 51
Figura 29 *Geometría de una placa del disipador, deformación, diagrama de momento y distribución de curvatura constante* 52
Figura 30 *Vista del predio desde Google Earth*.....59
Figura 31 *Sótano de la Sede central del GOREU* 61
Figura 32 *Primer nivel de la Sede central del GOREU* 62
Figura 33 *Segundo nivel de la Sede central del GOREU* 63
Figura 34 *Tercer nivel de la Sede central del GOREU* 64
Figura 35 *Cuarto nivel de la Sede central del GOREU* 65
Figura 36 *Quinto nivel de la Sede central del GOREU*.....66
Figura 37 *Sexto nivel de la Sede central del GOREU* 67
Figura 38 *Séptimo nivel de la Sede central*.....68
Figura 39 *Octavo nivel de la Sede central* 69
Figura 40 *Azotea de la Sede central* 70
Figura 41 *Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/Fachada principal del Bloque 01A*.....71
Figura 42 *Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista lateral del Bloque 01A* 72
Figura 43 *Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista Posterior del Bloque 01A* 72
Figura 44 *Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/fachada principal del Bloque 01B*.....73
Figura 45 *Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista lateral del Bloque 01B* 74
Figura 46 *Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista posterior del Bloque 01B* 74
Figura 47 *Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/fachada principal del Bloque 01C* 75
Figura 48 *Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista lateral del Bloque 01C* 76

Figura 49 *Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista posterior del Bloque 01C* 76
Figura 50 *Parámetro sísmico considerado –NTP E.030 2019* 79
Figura 51 *Registro Sísmico Lima E-W, 17-10-1996* 80
Figura 52 *Registro Sísmico Lima N-S, 17-10-1996*.....81
Figura 53 *Registro Sísmico Ancash E-W, 17-10-1970* 81
Figura 54 *Registro Sísmico Ancash N-S, 17-10-1970* 82
Figura 55 *Registro Sísmico Loreto - Lagunas E-W, 26-05-2019*.....82
Figura 56 *Registro Sísmico Loreto - Lagunas N-S, 26-05-2019*.....83
Figura 57 *Espectro ante respuestas originales E-W de los registros sísmicos*.....84
Figura 58 *Espectro ante respuestas escaladas E-W de los registros sísmicos* 84
Figura 59 *Espectro ante respuestas originales N-S de los registros sísmicos*.....85
Figura 60 *Espectro ante respuestas escaladas N-S de los registros sísmicos* 85
Figura 61 *Registros sísmicos escalados – Espectro real (Lima E-W 1996)*.....86
Figura 62 *Registros sísmicos escalados – Espectro real (Lima N-S 1996).*.....86
Figura 63 *Registros sísmicos escalados – Espectro real (Ancash E-W 1970)* 87
Figura 64 *Registros sísmicos escalados – Espectro real (Ancash N-S 1970)* 87
Figura 65 *Registros sísmicos escalados – Espectro real (Loreto- lagunas E-W 2019)* 88
Figura 66 *Registros sísmicos escalados – Espectro real (Loreto- lagunas N-S 2019)* 88
Figura 67 *Flujograma del procedimiento de refuerzo con Disipadores SLB*.....89
Figura 68 *(a) Aplicación clásica. (b) Aplicación de propuesta* 91
Figura 69 *Geometría y característica del Disipador* 91
Figura 70 *Análisis de Distorsiones TH en eje X, registro de Lima 1996.* 95
Figura 71 *Análisis de Distorsiones TH en eje Y, registro de Lima 1996.* 95
Figura 72 *Análisis de Distorsiones TH en eje X, registro de Ancash 1970.*.....96
Figura 73 *Análisis de Distorsiones TH en eje Y, registro de Ancash 1970.* 96
Figura 74 *Análisis de Distorsiones TH en eje X, registro de Loreto-Lagunas 2019.* 97
Figura 75 *Análisis de Distorsiones TH en eje Y, registro de Loreto-Lagunas 2019*.....97
Figura 76 *Análisis de Espectro de Pseudo aceleraciones para verificar la Distorsión en el Eje X*.....98

Figura 77 *Análisis de Espectro de Pseudo aceleraciones para verificar la Distorsión en el Eje Y* 98
Figura 78 *Equipamiento con Disipadores SLB (vista en planta)*.....100
Figura 79 *Equipamiento con Disipadores SLB (vista eje frontal)* 101
Figura 80 *Equipamiento con Disipadores SLB (vista eje lateral)* 102
Figura 81 *Equipamiento con Disipadores SLB (vista 3D)* 103
Figura 82 *Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Loreto - Lagunas 2019/Dirección X*.....110
Figura 83 *Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Loreto - Lagunas 2019/Dirección Y*.....110
Figura 84 *Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Ancash 1970/Dirección X* 111
Figura 85 *Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Ancash 1970/Dirección Y* 112
Figura 86 *Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Lima 1966/Dirección X* 113
Figura 87 *Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Lima 1966/Dirección Y*.....113
Figura 88 *Análisis de Distorsiones según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos – Espectro de Pseudo aceleraciones NTP E030 – Dirección X* 114
Figura 89 *Análisis de Distorsiones según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos – Espectro de Pseudo aceleraciones NTP E030 – Dirección Y*.....115
Figura 90 *Análisis de Fuerza cortante del Expediente técnico y Disipadores sísmicos NTP E.030 – Dirección X* 116
Figura 91 *Análisis de Fuerza cortante del Expediente técnico y Disipadores sísmicos NTP E.030 – Dirección Y* 117
Figura 92 *Comparativo de número de Modo Vs periodo con la inclusión de Disipadores sísmicos* 119

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

A lo largo de la historia humana, los terremotos se han convertido en una de las formas más frecuentes y peligrosas de desastres naturales en el Perú y en todo el mundo. Nuestro país pertenece a una zona en constante actividad sísmica, por la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana, lo que ocasiona vulnerabilidad al registrar movimientos sísmicos que pueden traer consigo grandes pérdidas humanas y materiales. La base de la arquitectura a prueba de terremotos siempre ha sido un equilibrio entre fuerza y flexibilidad. Dadas las cargas y frecuencias que se anticipa que se entregarán a la estructura, no es óptimo esperar que la estructura tenga una respuesta lineal a un evento sísmico y permanezca así en el rango elástico. Es una práctica común en el campo de la ingeniería estructural aprovechar la ductilidad inherente de las estructuras para diseñar edificios que puedan soportar algún grado de daño estructural y no estructural sin sufrir un colapso catastrófico.

Los edificios, puentes y otras estructuras se han beneficiado de una variedad de desarrollos que mejoran su capacidad para responder y mitigar los efectos de los terremotos, pero continuamente se realizan nuevos estudios de investigación para encontrar aún más formas de mejorar estos sistemas. (Bozzo, 2002). Estos avances de la ingeniería sismorresistente y del sistema de control de vibraciones se dividen en tres grupos: Sistemas Pasivos como aislamiento en la base y dispositivos suplementarios de disipación de energía; Sistemasactivos, estos requieren de la participación activa de dispositivos mecánicos los cuales cambian durante la respuesta sísmica; Sistemas híbridos, son las que combinan los sistemas pasivos y activos.

Ante un evento sísmico, las estructuras con placas poseen un diseño que les permite tener un buen desempeño mediante resistencia, rigidez, masa y disipación de energía, siempre y cuando

se acepte cierto nivel de daño estructural, aun así, con los pasos de los años se ha visto la necesidad de aplicar nuevas tecnologías para mejorar el desempeño estructural frente a estos eventos sísmicos severos. Es por ello que a partir del contexto en el que nos encontramos nacen las necesidades de tener estructuras antisísmicas, sistemas de control de vibraciones que fueron mencionados en el párrafo anterior, que a su vez permiten mejorar el desempeño y comportamiento estructural.

Por lo tanto, en la actualidad, el sistema de disipación de energía ha sido empleado en muchas estructuras a nivel mundial, estos elementos son diseñados con espectros de respuestas o por fuerzas equivalentes.

Según el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), la autoconstrucción informal representa el 60% de todas las edificaciones que hay en el país y aporta el 3.6% del PBI, lo que equivale a US$2,000 millones, De estos datos, podrían desarrollarse problemas en caso de un sismo, como se vio reflejado en el puerto de Pisco durante el sismo ocurrido en agosto de 2007, cuyas edificaciones se derrumbaron en un 80%, dichas construcciones de adobe, ladrillo y concreto se cayeron por temas netamente técnicos (además de materiales de baja calidad) que se hubiera podido evitar. El control de calidad es básico y fundamental en cuanto al desarrollo constructivo.

Según fuente de la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo dice que la ciudad de Pucallpa tiene una mayor tasa de crecimiento poblacional (número uno en la Amazonía peruana), cuenta con 350 asentamientos humanos registrados y una alta demanda de vivienda ya que las familias que se asientan son generalmente de otras provincias de nuestro departamento con un modo de vivencia particular. La Región Ucayali no se encuentra exenta a los eventos sísmicos durante el presente año y los más recientes ocurridos en la Selva y en nuestra localidad son:

- 26/05/2019: Un sismo de magnitud 8.0 en la escala de Richter en la provincia de Alto Amazonas.
- 24/08/2018: Un sismo de magnitud 7.0 en la escala de Richter ubicado a 109 km al Sur de Puerto Esperanza.
- 17/06/2018: Un sismo de magnitud 3.9 en la escala de Richter ubicado en la Ciudad de Pucallpa, Departamento de Ucayali.
- 21/04/2018: Un sismo de magnitud 4.7 en la escala de Richter ubicado en la Ciudad de Pucallpa, Departamento de Ucayali.
- 24/11/2017: Un sismo de magnitud 5.1 en la escala de Richter ubicado a 42 km al Sur de la Ciudad de Pucallpa, Departamento de Ucayali.
- 05/11/2017: Un sismo de magnitud 5.1 en la escala de Richter ubicado a 36 km al SE de la Ciudad de Pucallpa, Departamento de Ucayali.
- 11/08/2017: Un sismo de magnitud 5.3 en la escala de Richter ubicado a 26 km al NO de la Ciudad de Aguaytía, Departamento de Ucayali.
- 03/05/2017: Un sismo de magnitud 5.7 en la escala de Richter ubicado a 24 km al Sur de la Ciudad de Pucallpa, Departamento de Ucayali.
- 27/02/2017: Un sismo de magnitud 4.7 en la escala de Richter ubicado a 17 km al Nor-Este de la Ciudad de Pucallpa, Departamento de Ucayali.
- 11/05/2016: Un sismo de magnitud 5.4 en la escala de Richter.
- 06/05/2016: Un sismo de magnitud 4.9 en la escala Richter.
- 24/11/2015: Sismo de magnitud 7.3 y 7.2 en la escala de Richter ubicado en el centro y sur del país como en Cusco y Pucallpa, sobre todo en este último.

- 25/07/2015: Sismo de magnitud 5.3 en la escala de Richter, al norte de la ciudad de Aguaytía, Departamento de Ucayali.
- 24/08/2011: Un sismo de magnitud 6.8 en la escala de Richter (buscar en el Instituto Geofísico del Perú los sismos en Pucallpa con la data para el análisis tiempo historia).

Esta presente investigación nace por la necesidad y preocupación de la vulnerabilidad de las edificaciones orientada al análisis y evaluación comparativa entre el sistema convencional y un sistema con disipadores SLB para evaluar cuál de ellos es el más favorable desde el punto de vista estructural. Asimismo, se pretende incorporar nuevos conocimientos en cuanto al uso y experiencia de los disipadores SLB para edificios de gran altura en relación a su comportamiento estructural frente a solicitaciones sísmicas severas en nuestro país.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presentan un mejor comportamiento estructural en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento en relación a la deriva de entrepiso en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU?
- ¿Cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento estructural en relación al periodo en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU?

- ¿Cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento estructural en relación a la fuerza cortante en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar y evaluar el comportamiento estructural del modelo convencional y el modelo con la integración de disipadores sísmicos SLB en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento en relación a la deriva de entrepiso en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.
- Determinar cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento estructural en relación al periodo en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.
- Identificar cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento estructural en relación a la fuerza cortante en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La ciudad de Pucallpa se encuentra en el oriente de nuestro país, en una región que presenta una actividad sísmica intermedia (zona 2 según la Norma Técnica E.030). Las estructuras con mayor crecimiento vertical alcanzan hasta los 35 metros de altura, equivalente a unos 8 pisos, lo que las hace vulnerables a los efectos de los sismos; Sin embargo, no debemos dejar de un lado

que la naturaleza es impredecible y que en algún momento pueda superar la intensidad de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 (diseño sismorresistente).

A nivel local y nacional se han experimentado a lo largo de la historia efectos destructivos de sismos, en el último siglo XX, estos fenómenos naturales han incrementado su frecuencia de ocurrencia, es por ello que los sistemas de protección sísmica, son unos de los temas más importantes e investigados a nivel mundial en el campo de la ingeniería civil, en la actualidad muchas edificaciones como en los países vecinos cuentan con sistemas antisísmicos. Así las construcciones convencionales a base de muros estructurales o placas de concreto armado siguen siendo la mejor técnica de construcción durante muchos años pero realizando un análisis y comparación con los países vecinos se proponen muchas otras alternativas de protección sísmica, de tal manera que para la presente investigación se propone como estrategia para liberar energía, el uso de disipadores SLB que se basa en el aumento localizado de la ductilidad del edificio, permitiendo una reducción significativa en las fuerzas inducidas por un sismo de alta intensidad que nos beneficia tener mayor seguridad y capacidad al reforzarla estructuralmente. Propuesta que está orientada a facilitar su aplicación y metodología mediante un previo análisis y comparación con un convencional.

- **Por el beneficio:** El nuevo modelo estructural con la integración de disipadores SLB garantizará el sistema seguro y funcional para las edificaciones.
- **Por la fuente de datos:** Con los resultados de esta investigación se tendrá en la región una guía referencial de cómo realizar el análisis con sistemas antisísmicos tanto en nuestra región como en el resto del país.
- **Por ser tema de actualidad:** Actualmente en nuestro país es vulnerable a eventos sísmicos de alta intensidad, por lo tanto, sistemas de protección sísmica disminuirían

los efectos que causará en las edificaciones por lo tanto evitarán las pérdidas humanas y económicas.

- **Por la NTP E.030:** La Norma Técnica Peruana E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA, la misma que fue modificada sucesivamente por Decretos Supremos N°002-2014-VIVIENDA y N°003-2016-VIVIENDA; Y fue modificada mediante Resolución Ministerial N°043-2019-VIVIENDA hace mención en el Capítulo 3, artículo 23.- Sistemas de Aislamiento Sísmico y Sistemas de Disipación de Energía, los cuales deben implementarse con metodologías y aplicaciones de sistemas antisísmicos no obstante obligando al uso de un sistema en particular, promoviendo la buena práctica de estos sistemas.
- **Por el Resultado:** El análisis y evaluación de un modelo convencional y un modelo con la integración de disipadores sísmicos SLB permitirá reducir los efectos sísmicos, el cual sería un buen aporte para las edificaciones en nuestra región y en todo el país.

1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES

1.5.1. VIABILIDAD

Este proyecto pretende hacer un análisis y evaluación del comportamiento estructural de un modelo convencional frente a un modelo con la integración de disipadores sísmicos, donde se busca conocer cuán significativo es el uso de estos dispositivos de energía a través de un nivel de desempeño estimado para una edificación de ocho (08) niveles más sótano.

Por lo que para el desarrollo del proyecto se hará uso de técnicas cualitativas y cuantitativas basadas en modelamientos, entrevistas y verificaciones de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones con el programa de cómputo Etabs.

1.5.2. LIMITACIONES

Una limitación fue que no se ha podido hacer consultas o entrevista con especialistas en el diseño sismo resistente referente al sistema del control de vibraciones ya que en el medio local no existe un ingeniero especialista en estructuras o en diseño sismorresistente, por lo que se tuvo que hacer las consultas a los expertos de la ciudad de Lima: al PhD. Luis Miguel Bozzo Rotondo y al Ing. Edinson Muñoz.

No existe la presencia de entidades abocadas a la recolección de datos estadísticos y científicos actualizados.

En la zona no se encuentran instrumentos que consideren las características geográficas del contexto local por lo que se hizo uso del Reglamento Nacional de Edificaciones en la E030 en la zona de estudio.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

Existe diferencia significativa de muestras de datos entre el modelo convencional y el modelo con la integración de disipadores sísmicos SLB en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.

1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La aplicación de un modelo con integración de disipadores SLB difiere significativamente en el valor de la deriva de entrepiso para ambas direcciones de análisis frente a un modelo convencional en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.
- La aplicación de un modelo con integración de disipadores SLB varía significativamente el valor del periodo de la estructura en más del 50% para ambas

direcciones de análisis frente a un modelo convencional en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.

- La aplicación de un modelo con integración de disipadores SLB varía significativamente en el valor de las fuerzas cortante para ambas direcciones de análisis frente a un modelo convencional en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.

1.7. SISTEMAS DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

1.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Análisis Estático y Dinámico.

1.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Evaluación del comportamiento estructural por desempeño sísmico.

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
V. INDEPENDIENTE Análisis Estático y Dinámico	El análisis estático proporciona el cálculo del estado de tensión de las estructuras bajo la acción de fuerzas constantes aplicada al sistema en el tiempo definitivo, a diferencia del análisis dinámico donde enfatiza las vibraciones que puede sufrir una estructura alrededor de su posición de equilibrio.	Para el análisis y evaluación de cualquier estructura se hará uso del Reglamento Nacional de Edificaciones E 0.30 para el artículo referido a 28, 29 y 30, siendo esta última un procedimiento complementario a los análisis anteriormente mencionados.	✓ Fuerzas Estáticas Equivalentes. ✓ Análisis Modal Espectral. ✓ Análisis Tiempo Historia.	✓ Cortante Basal. ✓ Respuesta Sísmica del edifico. ✓ Factor de masas participativas para ambas direcciones de análisis.
V. DEPENDIENTE Evaluación del comportamiento estructural	El desempeño sísmico se define como el proceso de ver el comportamiento y análisis estructural sísmico, en la búsqueda de una solución basados en la concepción de los niveles de daños asociados a la estructura durante y después de la acción sísmica.	Se evalúa ambos modelos con diferentes análisis que se puedan emplear para asegurar la eficiencia del comportamiento sísmico de la edificación en cuanto a niveles de daños que pudiera afectar la estructura.	✓ Viabilidad Técnica.	✓ Deriva de entrepiso. ✓ Periodo. ✓ Fuerza cortante.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. INTERNACIONALES

En su Artículo titulado: "Análisis Sísmico de Bloque Estructural 4 de UFA-ESPE con Disipadores de Energía Shear Link Bozzo", presentado en la universidad de Fuerzas Armadas ESPE en Ecuador; Aguilar, R., y Bozzo, L. (2016) tuvo como objetivo principal mostrar el análisis sísmico espacial empleando el método espectral y tomando en consideración dos espectros: el de diseño DBE y el máximo considerado MCE del bloque estructural 4 en el que se incorporó disipadores SLB de segunda generación. El enfoque que aplicó el autor, consistió en realizar una comparación entre una estructura con disipadores SLB sobre contravientos chevron y una estructura sin dispositivos para los espectros que se discutieron. El propósito del ensayo fue demostrar cuán efectivos son los disipadores y brindar una guía paso a paso para realizar análisis sísmicos espaciales mediante matrices. Además de llegar entre otras a la siguiente conclusión: que incorporando disipadores SLB al bloque estructural 4, consiguió que las derivas de piso no sobrepasaran el 0.25% ni para el sismo DBE tampoco para el sismo MCE. En este artículo en particular se aplicaron los disipadores SLB en su disposición clásica con contravientos, los muros desacoplados con conexiones SLB quedaron fuera de la ecuación.

En la tesis titulada "Diseño estructural de un edificio de cinco plantas con estructura metálica, utilizando disipadores sísmicos SLB", Mena, A., (2019) se esforzó por comprender el comportamiento de una edificación de cinco plantas utilizando disipadores de Energía Sísmica SLB (Shear Link Bozzo); Para ello, desarrolló dos modelos en Etabs, uno de forma convencional y otro con la utilización de los Disipadores Sísmicos SLB, para conocer el comportamiento de los mismos, aplicando la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC - SE- DS. Finalmente llegó a la

conclusión en la cual los disipadores sísmicos SLB (Shear Link Bozzo) mejoran la ductilidad ya que a su vez aumentan la resistencia de los elementos estructurales de la edificación, además de reducir el peso propio de la estructura a través de la eliminación de muros de corte y disminución de secciones en vigas y columnas; De manera análoga, se disminuyó el factor de reducción R=8, que era relevante para el caso de la estructura convencional a un valor de R=7 aplicable en la estructura con los dispositivos SLB, lo cual ha conllevado a un aumento del cortante basal de V=0.199W para el primer caso por V=0.227W en el segundo caso. El máximo valor de desplazamiento que se obtuvo en la estructura tradicional fue de 1.94% el cual está muy cercano al límite de la deriva máxima inelástica establecida en la norma NEC-SE-DS-Peligro Sísmico, el cual establece que puede alcanzar un valor de 2% como límite. Por el contrario, con la implementación de los disipadores SLB, la deriva máxima inelástica en esta estructura fue de 0.77%, lo cual revela una reducción de desplazamientos en todas las plantas al estar sometida a fuerzas sísmicas debido a que el disipador se encarga de liberar la energía. Tal y como se detalló anteriormente, los periodos de vibración obtenidos demuestran un descenso al recurrir al uso de los disipadores, siendo que para el modelo tradicional el periodo máximo de vibración es de 0.761seg, y para el modelo SLB es de 0.42seg. Esto contribuyó para la investigación debido a que existió mayor rigidez conservando un movimiento armónico durante el sismo.

2.1.2. NACIONALES

El propósito de la tesis de Manrique, C., (2021), titulada “Comparación de la respuesta estructural entre una edificación de 8 pisos con disipadores SLB y la edificación convencional”, fue exponer el análisis y diseño de una vivienda multifamiliar de 8 pisos diseñada convencionalmente con el actual normativa nacional de edificaciones y la misma edificación estructurada y diseñada con disipadores SLB, obteniendo finalmente resultados cuantificables

comparables como lo son la deriva, el periodo, el cortante basal y la cantidad de acero. Indicando un grado de flexibilidad ligeramente mayor, la estructura con disipadores SLB tuvo un periodo de 3.5% más largo en el eje X que en el eje Y de un 2.4% y en torsión un 3.5% respecto de la edificación con muros de concreto armado; Se muestra la rigidez de los muros desacoplados y disipadores SLB indicada por la disminución de la deriva en la estructura con disipadores SLB en el eje X un 24% y en el eje Y un 18% respecto a la edificación con muros de concreto armado; Sumado a esto, se obtuvo una reducción significativa de la fuerza cortante basal en la edificación con disipadores de un 21%, inferior al de la edificación convencional, además de una reducción de la fuerza cortante basal de la edificación base en la edificación con disipadores del 18%, esta reducción del cortante basal se refleja en el diseño de vigas, columnas y placas.

Enciso, F., (2019) realizó una tesis con el título “Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la ciudad de Huancayo”, con la intención de determinar cómo varía el diseño sísmico de una estructura con muros continuos y una estructura con muros desacoplados que incorpora disipadores SLB. El tipo de investigación fue aplicado de nivel descriptivo con un diseño no-experimental transversal comparativo. La construcción central del edificio de la universidad privada Franklin D. Roosevelt, compuesta por 11 niveles más sótano, que se tomó en consideración a lo largo del estudio, no se trató de una muestra tomada al azar, sino de un método que se seleccionó por sus beneficios particulares, siendo así el tipo de muestreo no probabilístico intencional. La metodología consistió en realizar análisis sísmicos espectrales a los modelos estructurales con la finalidad de determinar las respuestas sísmicas. Como resultados de la comparación, se obtuvo que la estructura con muros continuos presentó mayor rigidez lateral que la estructura con muros desacoplados, el cual se ve reflejado porcentualmente en la variación de

los parámetros evaluados tales como: derivas inferiores en 28.38% y 24.69%, desplazamiento de techo inferior en 26.52% y 23.03%, cortante basal superior en 28.45% y 24.14%, periodo inferior en 30.08% y 23.54% y Torsión superior en 1.96% y 1.45% correspondientes a la dirección X y dirección Y respectivamente. Según los hallazgos, en relación a la variación de cantidad de acero, se observó un incremento en columnas y vigas de 50.01% y 3.20% respectivamente y una reducción de 39.78% en muros.

López, O. y Plasencia, C., (2017) en su tesis titulada "Diseño estructural del edificio multifamiliar Las Flores del Golf de 9 niveles empleando disipadores de energía "Shear Link Bozzo" tuvieron como objetivo comprobar la efectividad del disipador SLB en el diseño sismorresistente de estructuras, asimismo, se realizó el análisis sísmico para comprobar que el sistema sismorresistente del edificio cumpla con los requisitos especificados en la Norma E.030 del RNE, además de obtener fuerzas sísmicas en cada elemento. El modelo matemático para el análisis estructural se desarrolló mediante el programa ETABS 2016.2.0. Finalmente llegaron a concluir que el uso de los disipadores de energía Shear Link Bozzo era factible al conseguir controlar los desplazamientos laterales de la estructura, llegando a reducir las derivas hasta en un 34% en general con un 30% en la zona más crítica y una disminución del periodo fundamental en la dirección corta hasta 0.53seg., que es menor al periodo de la estructura sin disipadores (0.59seg).

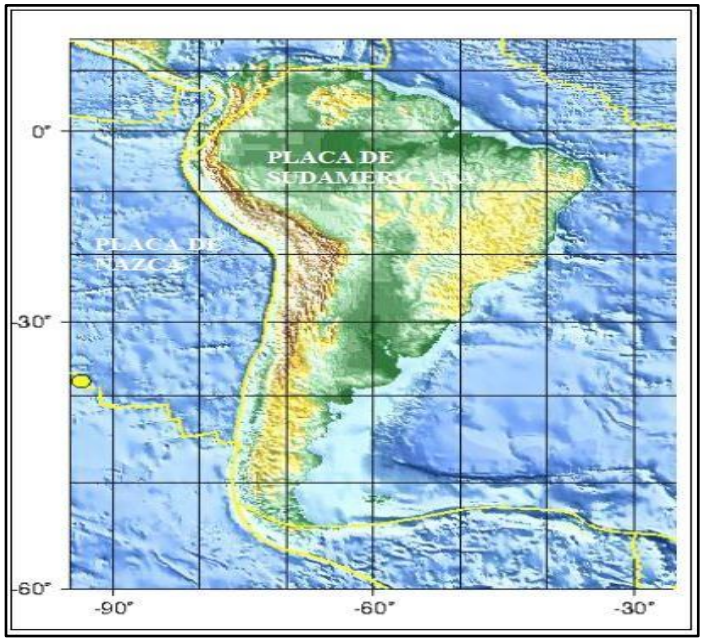
2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. SISMICIDAD EN EL PERÚ

Perú está ubicado en el centro y oeste de América del Sur, cuyo litoral constituye una zona de contacto de las placas Sudamericana y la placa de Nazca (ver Figura 1).

Figura 1

Plano de la placa tectónica Sudamericana



Fuente: Instituto Geofísico del Perú IGP.

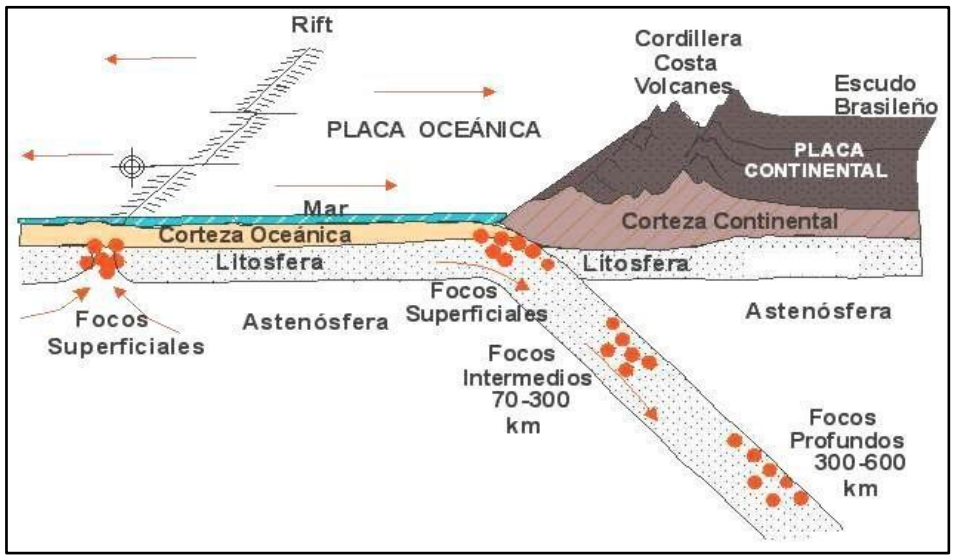
La cordillera de los Andes se formó con la colisión de las placas de Nazca (Corteza Oceánica) y Sudamericana (cortezacontinental), siendo un punto de acceso a generar importantes actividades volcánicas y a la formación de fallas geológicas, siendo unas de las placas con mayor velocidad del mundo por el orden de 8-10cm/año la misma que soporta unaimportante deformación produciendo un gran número de sismos de diferentes magnitudes a diferentes niveles de profundidad, siendo estas con mayor subducción (interacción de la placa de Nazca y Sudamericana). Este proceso de subducción es de importancia científica por la remarcable

evidencia que ofrece la naturaleza de los diferentes procesos que tienen lugar en el interior de la tierra.

La Placa de Nazca, frente a las costas del Perú, se mueve horizontalmente y se introducepor debajo de la sudamericana como se puede ver en la Figura 2, la Placa Nazca presiona a la sudamericana ocasionando deformaciones y concentraciones de fuerzas. (Cordova, J. y Godier, G., 2018).

Figura 2

Movimiento de las Placas Tectónicas en la Costa Peruana



Fuente: Instituto Geofísico del Perú IGP.

Contrastando la realidad de nuestra costa en la zona de sierra los sismos registrados no exceden los 8 grados de magnitud, solo alrededor de 25 sismos han ocurrido con más de 7 y menos de 8 grados en la Escala de Richter. (Cordova, J. y Godier, G., 2018).

Los datos de los sismógrafos revelan que esta zona ha sido golpeada por sismos severos con magnitudes de hasta 8.4 Mw, entre los que se encuentran documentados en la Tabla 2 y en la Figura 3, respectivamente.

Tabla 2

Principales Sismos ocurridos en el Perú

Sismos		Magnitud	Información adicional		
Lugar	**Año**	**Mw**	**Muertos**	**Heridos**	**Damnificados**
SurOeste de Ica	2012	6.3		105	800
SurOeste de Ica	2011	6.9	1	103	1,000
Pucallpa	2011	7.0	1	20	
Pisco e Ica	2007	7.9	519	2,000	340,000
Moyobamba	2005	7.5	10	164	12,600
Arequipa	2001	8.4	240 (70 desaparecidos)	2,400	460,000
Arequipa	1999	6.8	1	20	
Nazca	1996	7.7	20	2,000	200,000
Lambayeque, La Libertad y Ancash	1996	7.6	40 (17 desaparecidos)	200	20,000
San Martín	1993	6.5	40	800	235,000
San Martín	1990	7.0	400 (135 desaparecidos)	2,800	500,000
Cuzco	1986	6.0	153 (27 desaparecidos)	1,200	180,000
Lima	1974	8.0	254	3,600	300,000
Chimbote	1970	7.9	100,000 (25,000 desaparecidos)	358,000	3'000,000
Callao	1966	7.5	220	1,800	258,000
Arequipa	1960	7.5	687	2,000	170,000
Arequipa	1958	7.3	228	845	100,000
Satipo	1947	7.8	2,223		
Sihuas	1946	7.9	2,500		
Nazca	1942	8.2	33		
Lima y Callao	1940	8.0	1,000		

Fuente: Facultad de Ingeniería Civil UPC, datos de IGP.

Figura 3

Principales Sismos ocurridos en el Perú, escalados en tiempo



Fuente: Datos de IGP.

2.2.2. REFORZAMIENTO TRADICIONAL SISMORRESISTENTE

Los sistemas estructurales están compuestos de varios miembros, los cuales soportan el peso de las edificaciones y tienen además la función de soportar las cargas que actúan sobre ellas transmitiéndolas al suelo. Estos, como otro tipo de sistemas, han dejado como evidencia su fragilidad. Con el paso del tiempo se han desarrollado técnicas y diversos materiales para fortalecer la estructura y permitir que este soporte un sismo de gran escala sin que llegue al colapso, aunque puedan producirse daños en la estructura.

2.2.2.1. PÓRTICOS ARRIOSTRADOS

Se llama arriostre al elemento de refuerzo estructural diagonal que se intercepta con el marco estructural (pórtico). Los cuales son empleados para rigidizar la estructura, se usan estructuras de acero laminado y concreto armado para limitar los desplazamientos de cada nivel, también se llaman pórticos concéntricos y excéntricos para el acero estructural.

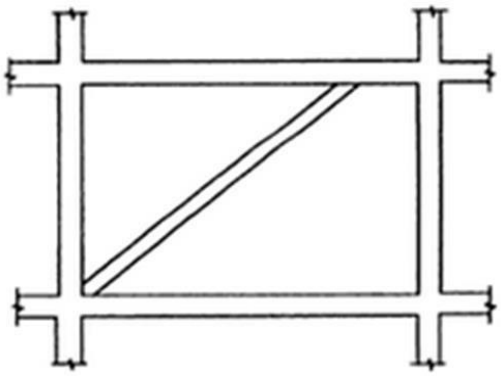
Los arriostramientos diagonales deben dimensionarse para evitar la falla frágil por pandeo debido a los excesivos esfuerzos de compresión, se presentan diversas tipologías a considerar:

Los tipos de arriostramiento son:

a) Diagonales sencillas o simples: cuando se emplea una sola diagonal, como puede verse en la Figura 4, este arriostre debe ser capaz de soportar las fuerzas de tensión y las fuerzas de compresión causadas por las fuerzas laterales de sismo cuando estas actúan en ambas direcciones sobre un mismo marco.

Figura 4

Diagonales Concéntricas en un Pórtico



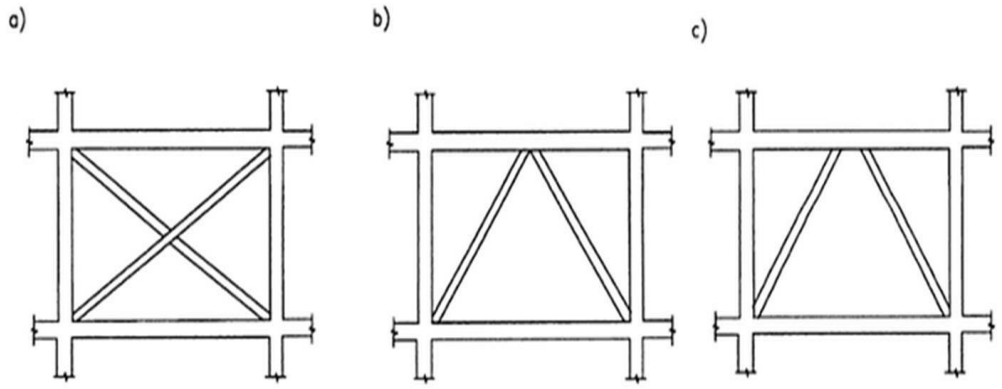
Fuente: Ing. Bozzo y Barbat, (2002)

b) Diagonales en cruz: al considerar dos diagonales, en forma de cruz, estas deben resistir solo los esfuerzos de tensión producidas por las cargas laterales. Dentro de los

arriostramientos más comunes se encuentran los V bracing y los V invertida, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Tipos de arriostramiento: a) Cruz, b) V invertida, c) V bracing



Fuente: PhD. Bozzo y Barbat, (2002)

2.2.2.2. REFORZAMIENTO CON MUROS DE CORTE O PLACAS

Es un sistema mixto, con muros de carga que refuerzan un marco de pórticos. En esta configuración, los muros tienden a tomar una mayor proporción de los esfuerzos en los niveles inferiores, es decir, soportan la mayor parte de la carga, mientras que los pórticos pueden disipar energía en los niveles superiores.

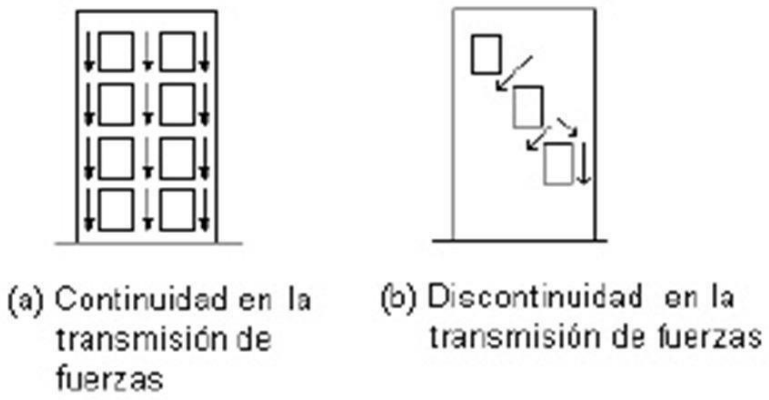
Las fuerzas horizontales que actúan sobre los edificios, por ejemplo, las ocasionadas por viento o por acción sísmica, pueden ser resistidas utilizando muros de corte, los cuales pueden adicionarse solo con este propósito. Pese a esto, los muros de concreto que encierran las escaleras y los núcleos de ascensor también pueden servir como muros de corte, ya que, además de resistir su propio peso, también resisten cargas gravitacionales debido a que en esos lugares mencionados las cargas de diseño son críticas.

Como sustituto de un comportamiento estructural superior ante un terremoto, los elementos con las características más conocidas y eficaces en una edificación, son los muros de corte o placas. El problema es que genera grandes concentraciones de carga en la cimentación, por ende, afecta el comportamiento de los demás elementos de la estructura. Para abordar esta situación, el análisis y diseño estructural debe estar orientado a relacionar el comportamiento entre ambos elementos estructurales considerando los efectos de las fuerzas horizontales de sismo.

Las configuraciones de los muros deben ubicarse de tal manera que haya simetría de rigidez tanto en planta como en altura de forma continua, para evitar efectos torsionales (ver Figura 6).

Figura 6

Continuidad Estructural



Fuente: Eduardo Cabrejos, (2010)

2.2.3. SISTEMA DE CONTROL DE VIBRACIONES

El sistema de control de vibraciones amortigua, reduce, controla y reduce la reacción de la estructura para todo género de vibraciones causadas no solo por el movimiento sísmico, sino también por el viento, maquinaria y una variedad de otras fuentes.

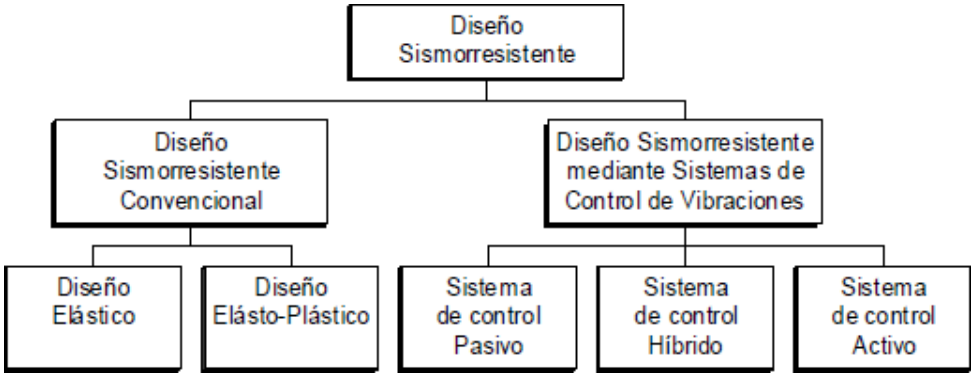
Para lograr el nivel deseado de amortiguación de vibraciones, hay dos aspectos importantes a tener en cuenta durante la fase de diseño de la edificación:

- Los períodos naturales de vibración del edificio deben ser sustancialmente diferentes a los períodos predominantes de la excitación sísmica, con el objeto de evitar que se produzcan los fenómenos de resonancia.
- Lograr altos niveles de amortiguamiento del edificio, los cuales ayudarán a reducir la cantidad de deformaciones debidas a la solicitación sísmica.

En base al mecanismo utilizado y sus características histeréticas, en la Figura 7 se ilustra la clasificación de sistemas de control de vibraciones o de respuesta, como son los sistemas de control pasivos, activos o híbridos. En primer lugar, se muestran los sistemas de control pasivo, son aquellos en los cuales se utilizan dispositivos en los que no es necesario ningún tipo de energía externa para lograr su acción, se tiene como ejemplo los dispositivos en base a fluencia, fricción y viscoso que actúan sobre el desplazamiento relativo de la estructura; En segundo lugar, están los sistemas de control activo, que se activan a través de energía externa. Finalmente, y en tercer lugar se encuentran los sistemas de control híbrido, que son una combinación de los sistemas de control pasivo con sistemas de control activo, estos funcionan sin mucha necesidad de energía externa y hardware, comparado a los sistemas de control activo.

Figura 7

Clasificación de Diseño sismorresistente



Fuente: Elaboración Propia.

Debido a la alta demanda social por los exigentes niveles de seguridad, comodidad y alivio del temor causado por los movimientos telúricos son otra razón que ha hecho florecer la construcción de edificios con sistemas de control de vibraciones, particularmente en Japón. Esta expansión de este tipo de tecnología ha sido tremendamente ventajosa para la mayoría de las principales empresas constructoras japonesas, que han construido primero sus propios edificios con mecanismos para el control de vibraciones de manera de probar sus efectos.

Tales edificios están dotados con sistemas de observación de terremotos para registrar las características reales de la respuesta, de manera de verificar la validez de sus métodos analíticos y obtener alguna información nueva que no se pueda predecir por modelos y simulaciones de computador.

En la Figura 8, se encuentra la clasificación de los más importantes dispositivos para el control de vibraciones, divididos según el tipo de Sistema al cual pertenezcan, es decir, pasivos, activos e híbridos.

Figura 8

Clasificación de los principales dispositivos para el control de vibraciones estructurales fabricados por empresas especializadas

SISTEMAS DE CONTROL PASIVO		
1.- Sistemas de Absorción de Energía		
• Mecanismos de Amortiguamiento Histerético:		
Dispositivos Histeréticos	Amortiguador de Panal (Honeycomb) Amortiguador de Junta: - Tipo Bell - Tipo Dumbell - Tipo Hourglass Dispositivo ADAS Amortiguador de Plomo PVD Amortiguador de Extrusión de Plomo	
Dispositivos de Fricción	Dipositivo Pall Dispositivo Sumitomo Dispositivo Dorka	
• Mecanismos de Amortiguamiento Viscoso:		
Amortiguadores Viscosos	Dispositivo HiDAM Amortiguador Viscoso de Taylor TFVD	
Amortiguadores Viscoelásticos	Amortiguador 3M Amortiguador SAVE Amortiguador V-SAVE	
2.- Sistemas de Efecto - Masa		
Amortiguadores de Masa Sintonizada	Tipo de apoyo de goma multiplataforma	Dispositivo S-TMD
	Tipo péndulo multiplataforma	Dispositivo TMD - IHI
	Tipo masa líquida	Dispositivo SSD
3.- Sistemas de Aislación Basal		
Sistemas Elastoméricos	Apoyos de Goma Laminada Apoyos de Goma de Alto Amortiguamiento Apoyos de Goma con Núcleo de Plomo Sistemas Shimizu	
Sistemas Deslizantes	Sistemas de Péndulo de Fricción FPS Sistema TASS	
Otros Sistemas	Sistemas GERB Sistemas de Piso de Aislación Sísmica	

SISTEMAS DE CONTROL ACTIVO	
1.- Sistemas de Control por Fuerza	Amortiguador de Masa Activa (AMD)
2.- Sistemas de Características Estructural Variable	Sistema de Rigidez Variable Activa (AVS)

SISTEMAS DE CONTROL HÍBRIDO		
1.- Dispositivos de Efecto - Masa		
Amortiguadores de Masa Híbridos (HMD)	Tipo apoyo de goma multiplataforma	Dispositivo S-HMD
	Tipo péndulo de cuerpo rígido	HMD en forma de V IHI
	Tipo péndulo multiplataforma	HMD de Yokogawa
Sistema de Amortiguación de Masa Sintonizada Compuesto	Sistema DUOX	

Fuente: Salazar Valdivia, M. (2001).

2.2.3.1. SISTEMA DE CONTROL PASIVO

Dentro de algunas de las acciones de sistema de control pasivo se encuentran una serie de medidas, ya sean de tipo estructural, que tienen como objetivo el de concentrar la disipación de energía (proporcionar ductilidad) en ciertas zonas preestablecidas de la estructura, protegiendo de esta forma las zonas críticas de ella y otras; Y las de tipo no estructural,que consisten en incorporar en la estructura ciertos mecanismos externos que absorban parte de la energía inducida por la excitación y, consecuentemente, aumentar el amortiguamiento de la estructura. Los sistemas pasivos absorben la energía de la excitación incrementando el amortiguamiento de la estructura y modificando sus frecuencias naturales de vibración alejándolas de las frecuencias presentes en la excitación. Dichos mecanismos deben diseñarse estimando previamente el rango de frecuencias de la excitación. El sistema de control pasivo se divide en:

a) Sistemas de Absorción de Energía, que se basa en el aumento artificial de la capacidad de disipación de energía de una estructura, que puede ser obtenido por el uso de equipos especiales que funciones correctamente para su propósito.
b) Sistemas de Efecto-Masa, aprovechan la resonancia que se crea de una gran masa colocada en la parte superior de la estructura.
c) Sistemas de Aislación Basal que combina medidas estructurales como la reducción del número de vínculos entre la estructura y el terreno, con otras de carácter no estructural como la utilización de aparatos de apoyo especiales.

A continuación, se detallan cada uno de ellos:

a) SISTEMA DE ABSORCIÓN DE ENERGÍA

Están basados en amortiguadores, siendo estos los que absorben la energía de entrada de los sismos para reducir la respuesta de vibración de la estructura. Tales sistemas son:

- **Sistema de amortiguamiento histeréticos**, los cuales transforman la energía de entrada del sismo en energía térmica a través de la histéresis plástica de metal oenergía friccional.
- **Sistemas de amortiguamiento viscoso**, estos se encargan de convertir la energía de entrada del sismo en energía térmica por medio de la deformación de un líquidoviscoso o un material visco elástico.

Estos sistemas de absorción de energía utilizan el desplazamiento relativo de pisos que ocurre en las estructuras durante excitaciones sísmicas o de vientos. Estos desplazamientos de la estructura provocan el desplazamiento o velocidad del amortiguador haciendo que este trabaje. Las razones para adoptar este tipo de sistemas son para mitigar los efectos destructivos causados tanto por fuertes vientos como por movimientos telúricos o consecuentemente por ambos. Se detallan cada uno de ellos:

- **SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO HISTERÉTICO.**

Los mecanismos de amortiguamiento histeréticos, por lo general, utilizan laplasticidad del acero. Estos mecanismos ofrecen la ventaja de tener una gran capacidad de amortiguamiento desde un volumen del dispositivo relativamentepequeño. El efecto de amortiguamiento varía con la amplitud vibracional. Los efectos de amortiguamiento de los amortiguadores de histéresis dependen del nivel sísmico y de la razón de la fuerza total de los amortiguadores instalados en el edificio al peso total de la estructura, que, en muchos casos, la fuerza de amortiguamiento total es alrededor de un 2% del peso total de la estructura. Losamortiguadores de histéresis son económicos, no se deterioran en largos períodos de tiempo y son altamente confiables.

- **SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO VISCOSO**

Los amortiguadores viscosos y los amortiguadores viscoelásticos son clasificados como mecanismos de amortiguamiento viscoso. Estos amortiguadores utilizan materiales viscosos o viscoelásticos. Los amortiguadores viscosos utilizan la resistencia viscosa, esta opera como una función de la velocidad. Los amortiguadores viscoelásticos aprovechan ladeformación de corte de materiales basados en polímeros altamente disipativos. Estos sistemas pueden funcionar para niveles de vibración muy pequeños comparados con los mecanismos de histéresis. El efecto de amortiguamiento por unidad de volumen del dispositivo es limitado y por ello, estos amortiguadores deben ser grandes para compensar. Las funciones de los mecanismos de amortiguamiento viscoso son también afectadas por factores como la temperatura y la velocidad de vibración. Durante el diseño de los amortiguadores se debe investigar la capacidad de deformación y amortiguamiento de éstos, bajo condiciones de temperatura locales. Debido a que la temperatura de los materiales viscosos y viscoelásticos se elevan bajo repetidos ciclos de carga, los efectos de amortiguamiento descienden, es por ello que puede ser necesario la utilización de placas de acero con gran capacidadtérmica u otras medidas de resistencia al calor en el dispositivo. Los mecanismos de amortiguamiento viscoso requieren mantenimiento, tales comocambios de aceite de los amortiguadores de aceite, para prevenir la deterioración.

b) SISTEMA DE EFECTO - MASA

Los sistemas de efecto - masa se traduce en amortiguadores de masa sintonizada, que son dispositivos que utilizan una gran masa (rígida o no) colocada en la parte superior de la estructura. Los valores de la masa se determinan para que la frecuencia natural devibración del dispositivo se aproxime sensiblemente a la frecuencia fundamental de la estructura (por dicho motivo estos sistemas se llaman 'sintonizados') y de esta forma el comportamiento del sistema con dos grados

de libertad formado por el primer modo de vibración de la estructura y por el dispositivo, corresponda al de un sistema con menor rigidez que el modo propio fundamental pero con un amortiguamiento más importanteque el de éste.

En el campo de la Ingeniería Civil Estructural, los sistemas de amortiguadores pasivos de masa sintonizada son conocidos desde el año 1909 y han sido profusamente utilizados en Ingeniería Mecánica, fueron propuestos inicialmente para reducirlas oscilaciones horizontales de estructuras esbeltas sometidas a la acción dinámica del viento.

Estos amortiguadores pasivos de masa sintonizada no reciben información de las características de la excitación, ni de la respuesta de la estructura y no precisan de un aporte exterior de energía para su funcionamiento a diferencia de los amortiguadores activos de masa sintonizadas. Una de las importantes ventajas de los amortiguadores de masa sintonizada es que ellos pueden ser instalados sin modificaciones del esquema resistente de la estructura.

c) SISTEMA DE AISLACIÓN BASAL

En los últimos años, la aislación sísmica de edificios en la base es una técnica que ha tenido un avance notablemente espectacular. Su aplicación en la práctica se está generalizando debido a la obtención de sistemas económicos y confiables, sobre todo los constituidos a base de elastómeros reforzados con láminas de acero.

Es particularmente significativo el hecho de que en alrededor de diecisiete países ya han sido construidos edificios con sistemas de aislación basal. Entre tales países se pueden citar a modo de ejemplo: Japón, Estados Unidos, Rusia, Nueva Zelanda, Francia, Italia, España y Chile, además de otras naciones.

Dentro de los países donde más se ha desarrollado esta tecnología, se encuentran Japón y Estados Unidos. En el primero de los nombrados ya se han construido más de cuarenta edificios aislados

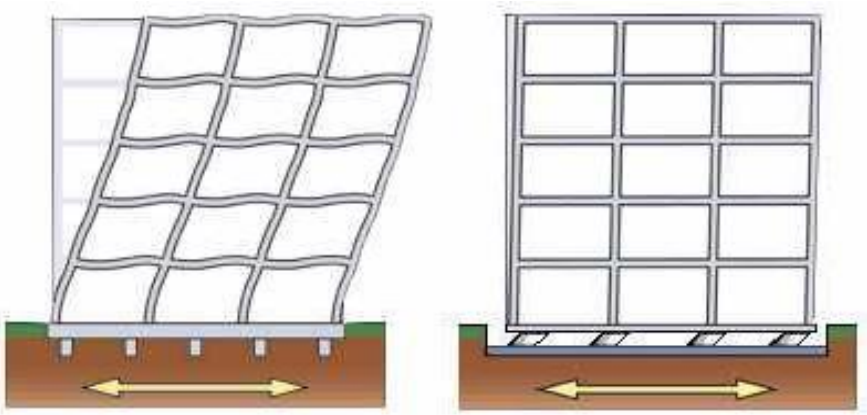
sísmicamente, los que han sido verificados por un comité dependiente del Building Center of Japan.

El objetivo de la aislación basal es proveer a una estructura un sistema de aislamiento que restrinja, en lo posible, las deformaciones plásticas a dispositivos especiales y fácilmente reemplazables. Estos tienen el efecto de desacoplar parcialmente las estructuras del movimiento sísmico y son capaces de absorber ellos mismos una parte de la energía debida a los terremotos y de reducir, de esta manera el desplazamiento relativo entre los distintos elementos estructurales.

Una comparación entre el comportamiento bajo cargas sísmicas de un edificio convencional y de uno con sistema de aislación basal puede verse en la Figura 9.

Figura 9

Comportamiento dinámico de un Edificio convencional (izquierdo) y de uno con aislación basal (derecho)



Fuente: Salazar Valdivia, M. (2001).

Los tres conceptos básicos que se utilizan en la aislación basal son los siguientes:

- Flexibilidad.
- Disipación de energía.
- Rigidez alta para niveles de carga bajos.

2.2.3.2. SISTEMA DE CONTROL ACTIVO

La primera desventaja para las medidas antisísmicas tradicionales es que las incertidumbres en las características más resaltantes de las acciones de diseño, como punto específico en las frecuencias predominantes, pueden ocasionar en la estructura cargas que le provoquen graves daños. La segunda y no menos importante desventaja es su dependencia frecuencial, para poder superar este inconveniente se requiere una predicción exacta y precisa del rango de frecuencias dominantes de la excitación sísmica esperada, lo que no siempre resulta posible con los datos sismológicos disponibles.

Gran parte de esta motivación que tienen los especialistas técnicos nuevos, como el control activo, que está basado en conceptos y métodos propios del Control Automático de Sistemas; Es que este control activo reduce las vibraciones de una estructura incorporándole mecanismos actuadores alimentados por una fuente de energía exterior,capaces de ejercer un conjunto de fuerzas de control. Dichos mecanismos se incluyen en una red cerrada equipada con un computador que calcula continuamente, en tiemporeal, las fuerzas de control que deben aplicarse a la estructura, por ende, deben estar función de los valores de la respuesta estructural medida, utilizando un cierto algoritmo de control. Se requiere evitar una gran desventaja de los de tipo pasivo, ya que, por su propia concepción, es capaz de adecuarse automáticamente a las características de la excitación.

Aquí se detallan los conceptos básicos, como son las características de un sistema de control, sus estrategias de control más requeridas y utilizadas, a su vez se mencionan los distintos mecanismos de control que muchas empresas japonesas pioneras en este ámbito han ido desarrollando e implementado.

a) ASPECTOS BÁSICOS DEL CONTROL ACTIVO DE ESTRUCTURAS

➢ CONTROL AUTOMÁTICO

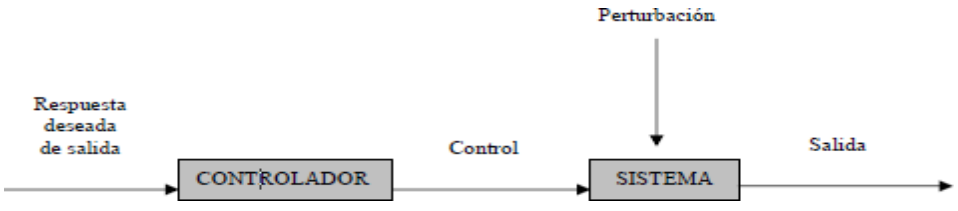
Parte fundamental de la Ingeniería de Sistemas que se ocupa del diseño de sistemas queoperan en tiempo real sobre un proceso físico, para obtener que su evolución temporal siga las especificaciones paso a paso. El control automático se representa mediante un sistema dinámico sometido a una cierta perturbación que puede ser la excitación sísmica para algunas estructuras. El controlador como sistema que manipula los valores de las variables de entrada del sistema dinámico, actúa para que su salida alcance unosvalores asignados como respuesta deseada de salida.

Tanto las redes abiertas y redes cerradas se utilizan para construir los sistemas de control. Es decir, cuando existe una red abierta, el controlador manipula los valores de la entrada de acuerdo a las indicaciones de la respuesta deseada de salida, pero sin tener los datos de los valores de salida. En la Fig. 10. se puede apreciar un esquema de control con red abierta. La faltade información referente a la salida hace que el control con red abierta tenga una eficacia limitada.

En la Fig. 11, se muestra la red cerrada, donde el controlador recibe los valores de la salida a través de una realimentación, por tanto, con tales valores y conlas indicaciones de la respuesta deseada de salida, determina los valores de la entrada siguiendo una cierta estrategia de control.

Figura 10

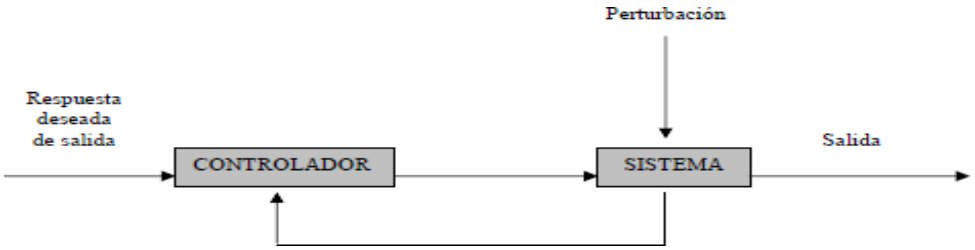
Sistema de control con red abierta



Fuente: Salazar Valdivia, M. (2001).

Figura 11

Sistema de control con red cerrada



Fuente: Salazar Valdivia, M. (2001).

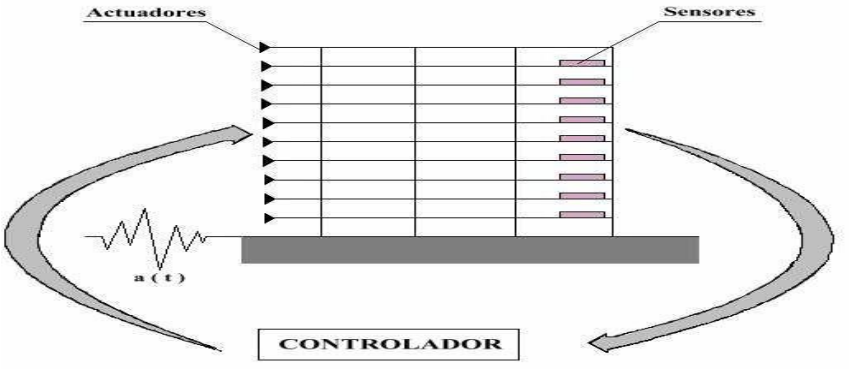
➢ CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE UN SISTEMA DE CONTROL ACTIVO DE ESTRUCTURAS

Un sistema de control activo de estructuras es un sistema de control con red cerrada cuyo esquema de funcionamiento se resume en la Figura 12. Sus elementos básicos son:

- ✓ Sensores: Los cuales miden continuamente la respuesta de la estructura y la transforman en una señal analógica o digital.
- ✓ Controlador: A partir de la respuesta medida de la estructura genera una señal de control, es decir, calculan la fuerza de control necesaria basada en un algoritmo de control.
- ✓ Actuadores: Son dispositivos mecánicos que interpretan la señal de control y ejercen sobre la estructura un sistema de fuerzas denominado fuerzas de control. Así, el tiempo de respuesta de los mecanismos actuadores, es decir, el tiempo que transcurre desde que éstos reciben la señal hasta que aplican las fuerzas de control a la estructura introduce un desfase que se debe tener en cuenta en la generación del algoritmo de control.

Figura 12

Esquema de un sistema de Control activo de Estructuras

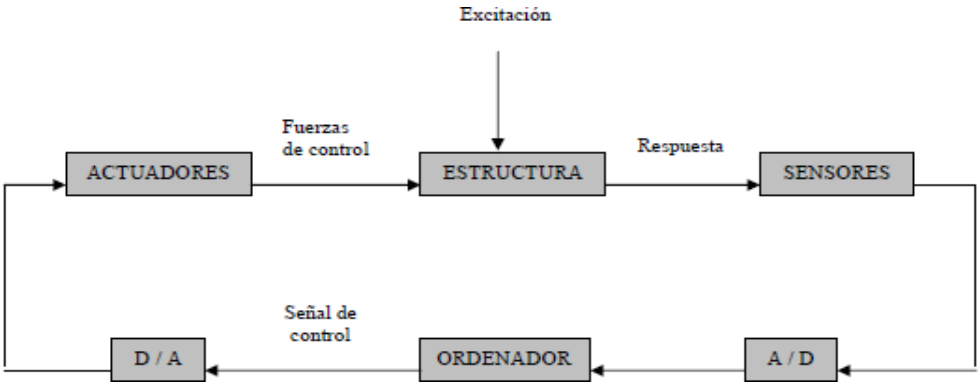


Fuente: Salazar Valdivia, M. (2001).

Hoy en día, el controlador está basado en un computador digital. En tal caso, el esquema de la Figura 12 se amplía en el de la Figura 13. Dicho esquema opera en tiempo discreto y la información se procesa en los sucesivos instantes del muestreo.

Figura 13

Diagrama de bloques de un sistema digital de control activo de Estructuras



Fuente: Salazar Valdivia, M. (2001).

La señal analógica de respuesta se muestra por un convertidor analógico-digital (A/D) antes de entrar en el ordenador y la señal digital generada por el mismo se transforma en analógica en un convertidor digital-analógico (D/A). En este caso, el problema de control se plantea en tiempo

discreto y consiste en formular un algoritmo que calcule, en tiempo real y en cada instante de muestreo k, se obtiene así el valor de la secuencia discreta de control u(kT) para que resulte hacia la secuencia discreta de respuesta x(kT). Donde T es el período de muestreo que gobierna la red de control. Formulándose un algoritmo de control:

$$u(k) = - \mathbf{D}(k)\, x(k)$$

Donde D (k) es la matriz de ganancia en tiempo discreto; en la ecuación anterior se haomitido la inclusión de T.

- **ESTRATEGIAS UTILIZADAS EN EL CONTROL ACTIVO DE ESTRUCTURAS**

De acuerdo con la teoría de control, existen varios enfoques para ser usados en el diseño desistemas de control activo, siendo los más relevantes la realimentación negativa, el control óptimo, la asignación de polos y, más recientemente, el control predictivo.

Control por realimentación negativa: se obtiene el valor a partir de la diferencia entre la salida del sistema y un valor de referencia. Dicha diferencia se conoce como error yse usa como medio de control. La señal de control se considera en muchos casos proporcional al error, a su derivada y a su integral a lo largo del tiempo o a una combinación de dichas magnitudes. Su aplicación al control activo de estructuras es limitada.

- ✓ **Control óptimo**: se obtiene minimizando una función de costo cuadrática que muchas veces es proporcional a la energía total desarrollada en la estructura a lo largo de todo el intervalo de tiempo que dura la excitación. Dentro de esto se incluye el trabajo realizado por las fuerzas externas de control.
- ✓ **Control por asignación de polos**: es donde se obtiene una matriz de ganancia de forma que la ecuación que rige la evolución del sistema con red cerrada tenga unos polos (raíces del polinomio característico) iguales a unos valores prefijados. Para las distintas matrices

de ganancia que generan los mismos polos, la respuesta del sistema es diferente puesto que no son únicas.

- ✓ **Control predictivo**: considerada como una estrategia de control en tiempo discreto que predice, en cada instante de muestreo, un valor de la salida para un instante posterior, imponiendo la condición de que la salida predicha sea igual a una salida deseada se obtiene la señal de control. Su uso es constante en aplicaciones de control de procesos industriales, siendo así que el control predictivo como estrategia ha sido aplicado en los últimos años al diseño desistemas de control activo de estructuras.

- ➢ **MECANISMOS DE CONTROL ACTIVO**

Para este mecanismo existen una gran variedad de tipos de procedimientos para que se pueda ejecutar la acción de control sobre la estructura. Proponiéndose procedimientos basados en distorsionar correctamente la estructura (aplicación de incremento de temperatura hacia algunas barras, movimientos de apoyos, modificación de las magnitudes de las barras, etc.), pero estos métodos son básicamente ejecutables a los problemas cuando los desplazamientos son muy lentos. La acción de control consiste en casos normalmente usados en la aplicación de fuerzas de control que se ejecutan sobre la estructura mediante dispositivos actuadores incorporados a la misma. Se conocen los dispositivos electromecánicos para aplicar las fuerzas de control sobre la estructura. Sin embargo, los dispositivos que usualmente se proponen se basan en principios mecánicos. Los mecanismos actuadores propuestos pueden ordenarse en los siguientes grupos:

a) Sistema de amortiguación de masa activa.
b) Arriostramientos activos o sistemas de cables activos.
c) Sistemas de conexión entre dos estructuras.
d) Sistemas de accesorios aerodinámicos.

Hay dos (02) clasificaciones para los sistemas de control activos:

a) **Tipo control por fuerza**; se basa cuando se aplica una fuerza de control por medio de la operación de un actuador, por ejemplo, cables activos, amortiguadores de masa activos, etc. Siendo aptas para este tipo de sistema las estructuras esbeltas y altas.

b) **Tipo característica estructural variable**; sucede cuando se altera la rigidez y/o amortiguamiento de la estructura al seleccionar una alternativa de un número de diferentes posibilidades de acuerdo a las características específicas del movimiento del suelo. Esta característica tiene las ventajas de ser apto para cualquier tipo de edificio y utilizar mucha menos energía que el tipo control por fuerza.

2.2.3.3. SISTEMA DE CONTROL HÍBRIDO

Los sistemas de control activo precisan un importante aporte de energía para operar el movimiento de los actuadores. Si la energía utilizada es hidráulica deben disponerse instalaciones de almacenamiento capaces de mantener una presión de alimentación constante y, en presencia de una excitación dinámica violenta, son frecuentes las interrupciones en el suministro de energía eléctrica por lo cual no suele ser posible suministrar fluido a presión constante por mucho tiempo. Para obviar estas limitaciones se proponen los sistemas de control híbridos o también conocidos como sistemas de control semi-activos, que se caracterizan por consumir una cantidad infinita de energía durante su actuación. Los sistemas de control híbrido se distinguen de los sistemas de Control pasivo en que reciben información en línea de la respuesta de la estructura y de los sistemas activos en que no precisan un aporte exterior de energía en cantidad apreciable.

La mayoría de los sistemas de control híbrido son en base a amortiguadores de masa. Para mejorar el rendimiento de estos elementos pasivos de absorción dinámica se ha propuesto un sistema híbrido.

Fujita afirma que un amortiguador de masa híbrido con modo activo y pasivo, es un verdadero amortiguador de masa híbrido, el cual trabaja como un amortiguador de masa activo para el control efectivo de vibraciones relativamente pequeñas de edificios altos causadas por vientos y sismos moderados y al mismo tiempo, puede trabajar como un amortiguador de masa pasivo contra sismos severos.

- **SISTEMAS DE AMORTIGUADORES DE MASA ACTIVOS E HÍBRIDOS**

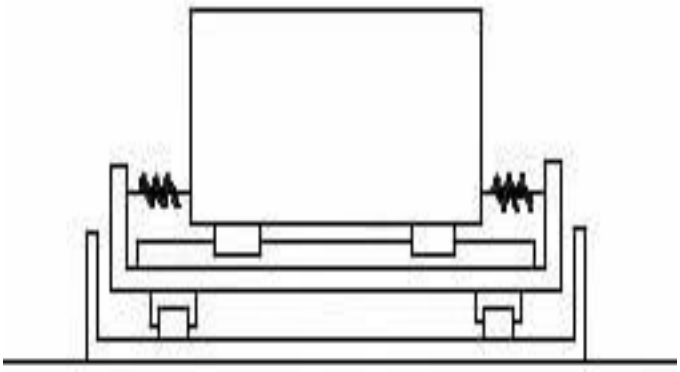
Los amortiguadores de masa tanto activos como híbridos tienen la siguiente estructura:

a) TIPO MECANISMO DE MOVIMIENTO XY

Como se muestra en la Fig. 14, la masa móvil del amortiguador de masa de este tipo es soportada por un mecanismo de movimiento XY que provee traslación horizontal bidireccional sin rotación. La masa móvil y el marco intermedio, así como el marco intermedio y la base inferior, son respectivamente conectados por resortes helicoidales. Consecuentemente, la frecuencia natural del amortiguador de masa puede ser un set independiente en cada dirección. Amortiguadores de masa híbrido de este tipo usan un actuador hidráulico o un servomotor. Además, también existen amortiguadores de masa pasivo de este tipo.

Figura 14

Amortiguador de masa del tipo de mecanismo de movimiento XY



Fuente: Salazar Valdivia, M. (2001).

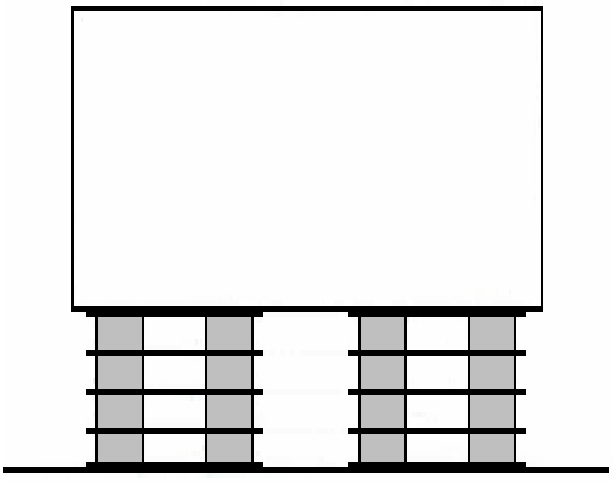
b) TIPO APOYO DE GOMA MULTIPLATAFORMAS

El apoyo de goma multiplataformas consiste de un número de plataformas (cada plataforma comprende 3 o 4 elementos de apoyo de goma laminada) amontonadas conplacas estabilizantes entre las plataformas. Este tipo de apoyo de goma, fue desarrollado por Fujita en colaboración con un fabricante mayor de productos de goma, para la aislación sísmica de estructuras ligeras o equipos, produciendo muy bajas frecuencias naturales horizontales en los edificios con aislación basal.

En la aplicación para amortiguadores de masa (Fig. 15), los apoyos de goma multiplataformas pueden soportar masas móviles de gran escala y proveer movimientoshorizontales sin fricción, aunque las frecuencias naturales de los amortiguadores de masa llegan a ser iguales en cada dirección horizontal. Este tipo es más conveniente para la instalación al aire libre sobre el techo del edificio. Siendo ampliamente usado por varios amortiguadores de masa activos e híbridos.

Figura 15

Amortiguador de masa del tipo de apoyo de goma multiplataforma



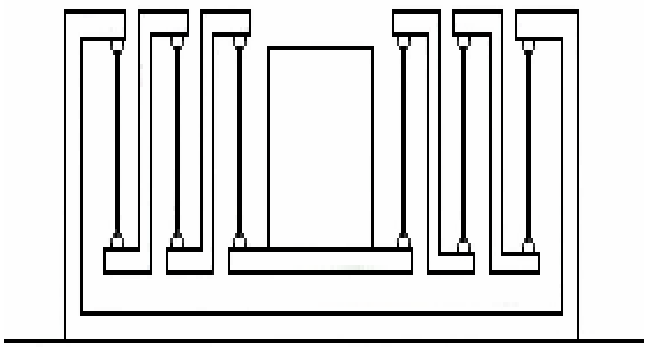
Fuente: Salazar Valdivia, M. (2001).

c) TIPO PÉNDULO MULTIPLATAFORMA

Como se muestra en la Fig. 16, la masa móvil es suspendida por un mecanismo de suspensión multiplataforma en lugar de un mecanismo de péndulo normal, disminuyendo la altura del amortiguador de masa. Cada plataforma consiste de un marco circundante de la masa. Amortiguadores de aceite son instalados entre los marcos.

Figura 16

Amortiguador de masa del tipo de péndulo multiplataforma



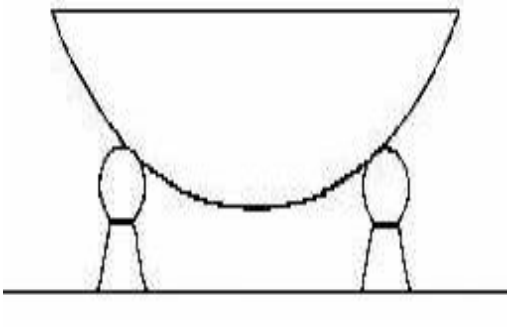
Fuente: Salazar Valdivia, M. (2001).

d) TIPO PÉNDULO DE CUERPO RÍGIDO

Este tipo es normalmente usado por un amortiguador de masa unidireccional. La masa móvil tiene una parte inferior en forma de arco que es montada sobre rodillos, y desliza como un péndulo de cuerpo rígido (ver Figura 17). Este tipo es también conveniente para disminuir la altura del amortiguador de masa que usa el principio del péndulo. Para ser bidireccional, dos sets del amortiguador de masa son combinados.

Figura 17

Amortiguador de masa del tipo de péndulo cuerpo rígido



Fuente: Salazar Valdivia, M. (2001).

2.2.4. DISIPADORES DE ENERGÍA "SHEAR LINK BOZZO"

2.2.4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

La ecuación del movimiento de un sistema de un grado de libertad viene dada por la siguiente expresión:

$$Mu(t)+Cu(t)+Ku(t)= -M\ddot{y}_g(t)$$

- ✓ Donde: M, C, K son la masa, rigidez y amortiguamiento, respectivamente y u es el desplazamiento de la masa relativo al suelo.

Los dispositivos disipadores dependientes de los desplazamientos involucran o actúan sobre el término $Ku(t)$ mientras que los dependientes de la velocidad (o amortiguadores propiamente dichos) con el término Cu. Entre ambos grupos hay varias diferencias significativas, entre ellas, que los dispositivos dependientes de la velocidad requieren un amortiguamiento global alto o una velocidad de la estructura alta. En comparación de los sistemas dependientes con los de desplazamientos pueden, según el sistema, empezar a disipar energía desde valores muy bajos de desplazamiento y, en particular modificar el periodo estructural global alargándolo, tras su

plastificación. Por tanto, pueden reducir significativamente la amplificación dinámica estructura/sismo y permitir estructuras robustas ante una variedad amplia de señales sísmicas.

Otra diferencia significativa entre ambos es que los dispositivos dependientes del desplazamiento pueden relacionarse con una mejora o avance del diseño sismorresistente clásico de estructuras basado en la ductilidad y redundancia estructural, que permiten reducir en forma significativa las fuerzas inducidas por un sismo severo (Bozzo et al 2000). La reducción de fuerzas en el proyecto convencional actual de estructuras se basa en aceptar implícitamente que la estructura presentará daños cuando ocurra un sismo severo, dado que las fuerzas reales inducidas si la estructura se mantuviese elástica serán de mayor magnitud a las consideradas en el diseño. Este factor (llamado R, Q etc. según las distintas normativas) puede variar entre 2 y 12 según el país, pero representa la ductilidad global del sistema estructural y la sobre resistencia. Por tanto, la estructura trabajará en el rango no lineal con su plastificación total o parcial, originando deformaciones permanentes y generándose habitualmente daños en los elementos estructurales y no estructurales (como muros divisorios de mampostería, falsos techos, equipo mecánico, instalaciones, entre otros), especialmente, para hormigón armado y en estructuras flexibles. Los sistemas de disipación de energía dependientes del desplazamiento, a diferencia del proyecto clásico previamente descrito, permite concentrar los daños que se puedan presentar por la acción de un sismo severo en ciertos elementos o conexiones fabricados industrialmente con muy altos controles de calidad. Eventualmente, pueden ser reemplazados y deben ser fáciles de inspeccionar. Por otra parte, su fallo al ser dúctil no pone en peligro la seguridad global de las estructuras pudiéndose controlar el daño a los elementos no estructurales con unlímite de desplazamiento de entrepiso estricto.

Estas características de los disipadores de energía dependientes del desplazamiento permiten mejorar significativamente la resiliencia de las estructuras. Recientes terremotos severos como el

de Nueva Zelanda han puesto de manifiesto que las estructuras proyectadas aplicando los criterios convencionales del “proyecto por capacidad”, que disiparon adecuadamente energía en las zonas previstas para ello (rótulas plásticas), resultaron excesivamente dañadas. En consecuencia, en muchos casos, fue económicamente más conveniente reconstruir en lugar de reparar. Esto implica un coste muy elevado tanto de demolición y reconstrucción, como por interrupción de la función del edificio. En el caso de una empresa, esto puede tener consecuencias muy graves. Por lo tanto, implementar sistemas de disipación en una estructura permite modificar la jerarquía de las resistencias, haciendo que los disipadores sean los “elementos débiles” donde se disipa la energía y se concentra el daño.

Una estructura equipada con disipadores de energía dependientes del desplazamiento se puede considerar como un sistema mixto formado por una parte flexible (la estructura resultante de eliminar los disipadores de energía) y una parte rígida formada por los disipadores, que trabajan en paralelo. Cada estructura dispone de sus parámetros derigidez, resistencia, entre otros. La ecuación dinámica resultante sería:

$$M\ddot{u}(t) + C\dot{u}(t) + Ku(t) + R(t) = -M\ddot{u}_g(t)$$

- ✓ Donde el término lineal Ku se refiere al sistema flexible y el término R se refierea la contribución de los disipadores dependientes del desplazamiento.

Por otra parte, dado que el acoplamiento o interacción entre ambos sistemas se realiza por conexiones dúctiles lo que se tiene es un sistema mixto “rígido-flexible-dúctil”. Este sistema resulta más efectivo cuanto mayor sea la diferencia entre los periodos de vibración de la parte flexible y de la parte rígida dado que en caso de un sismo severo, los dispositivos plastifican y el periodo estructural del sistema mixto se acerca al de la parte flexible. Por tanto, los disipadores de energía dependientes al desplazamiento pueden interpretarse como una evolución natural del

proyecto sismorresistente clásico o convencional en la cual lo que se busca es concentrar las demandas de ductilidad en elementos fabricados industrialmente. Muchos sistemas clásicos de proyecto sismorresistente como los muros acoplados en hormigón armado, los pórticos excéntricos e incluso los sistemas duales se pueden reestudiar o redefinir empleando estos dispositivos.

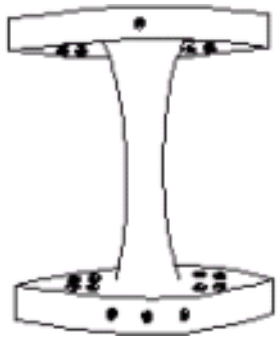
2.2.4.2. ANTECEDENTES DE LOS DISIPADORES

A. DISPOSITIVOS DE SECCIÓN VARIABLE

Teóricamente, cada esfuerzo seccional, ya sea de torsión, flexión, cortante o de fuerza axial, puede emplearse como disipador de energía. El disipador mostrado en la siguiente Figura 18 es el más simple de fabricar, la barra puede ser de sección constante o, como en la figura, de sección variable, para optimizar la disipación en su longitud. La barra está empotrada por los dos extremos que, además, es donde se inducen los mayores momentos flectores.

Figura 18

Dispositivo de sección variable



Fuente: Salazar Valdivia, M. (2001).

B. DISIPADORES TADAS

Este disipador es el conocido como sistema TADAS. Estos dispositivos están formados por un conjunto de placas metálicas, de espesor constante y sección trapezoidal, paralelas entre sí, que se sueldan a una placa base común y las fuerzas actuantes son perpendiculares al plano mostrado.

Además, a diferencia del disipador comentado anteriormente, el TADAS está empotrado en la parte superior y articulado en su extremo inferior, de tal forma que las placas se deforman por flexión en curvatura simple. Además, dicha curvatura es uniformemente distribuida y, por consiguiente, la plastificación puede ocurrir simultáneamente en toda la altura de las placas sin concentración de la curvatura. Las siguientes Figuras 19 y 20 muestran la geometría y los ciclos histeréticos del disipador que, tal y como se puede ver, resultan aproximadamente rectangulares, lo cual lo hace muy eficiente ya que la energía disipada es el área encerrada y es máxima si es rectangular.

Figura 19

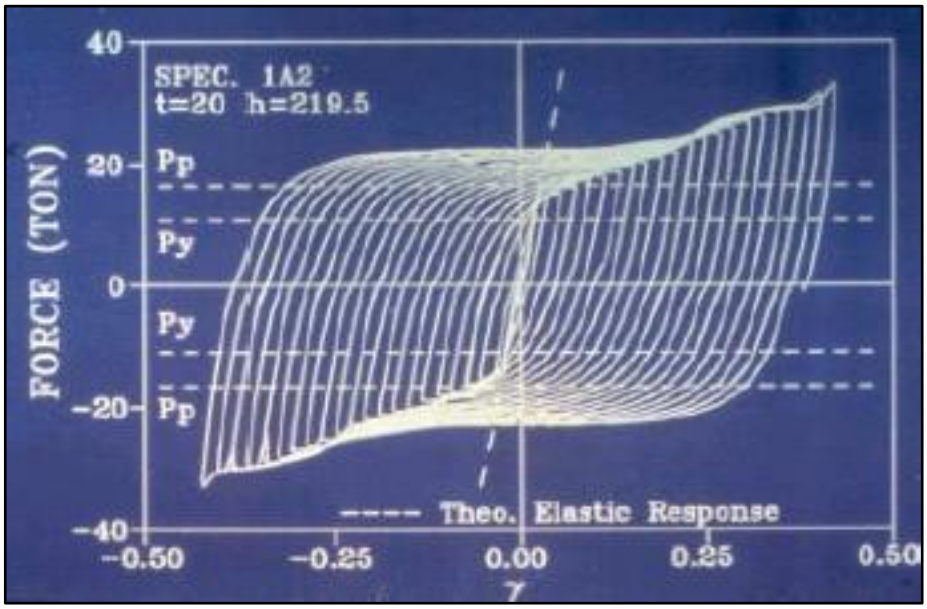
Geometría del TADAS



Fuente: Google imágenes, Disipadores/Disipador TADAS.

Figura 20

Comportamiento histérico del TADAS



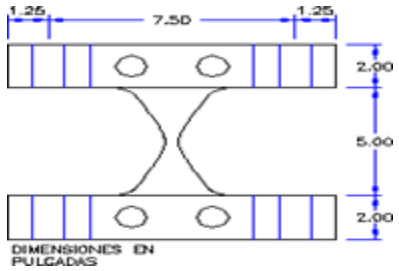
Fuente: Google imágenes, Disipadores/Disipador TADAS.

C. DISIPADORES ADAS

Estos dispositivos son semejantes al TADAS; Se encuentra otro sistema conocido y desarrollado en la década de los 80s denominado ADAS ("Adding damping and sitffness"). Este dispositivo consta de planchas metálicas en forma de X ubicadas en paralelo, tal y como se muestra en las siguientes Figuras: 21, 22 y 23. La plastificación se produce al mismo tiempo en cada plancha y la variación en altura del número de planchas utilizadas permite optimizar la respuesta estructural. A diferencia del TADAS, cada plancha esta empotrada por los dos extremos y su forma en X optimiza la disipación de energía en todo su volumen.

Figura 21

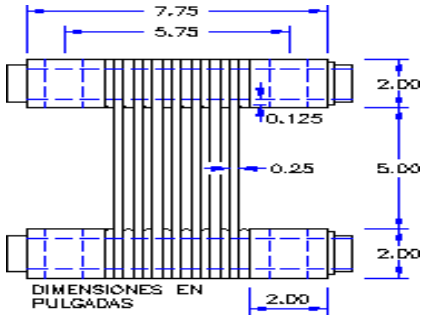
Disipador ADAS



Fuente: Google imágenes, Disipadores/Disipador ADAS.

Figura 22

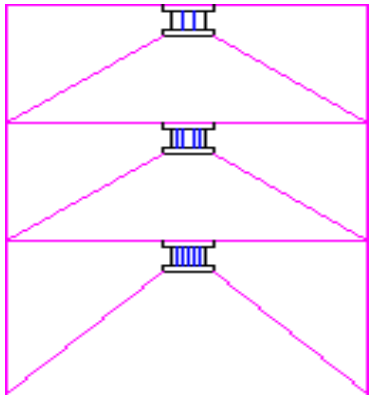
Altura de disipador ADAS



Fuente: Google imágenes, Disipadores/Disipador ADAS.

Figura 23

Ubicación de la conexión de un pórtico

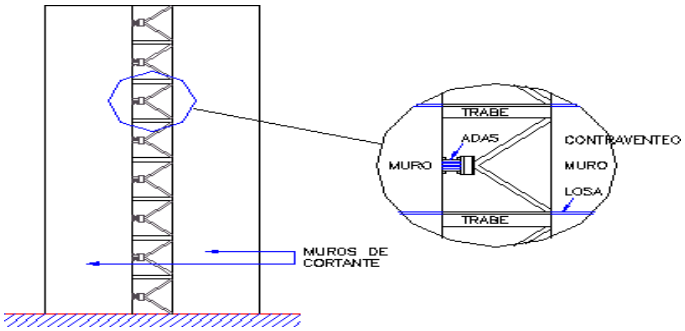


Fuente: Google imágenes, Disipadores/Disipador ADAS.

Como se ve en la figura anterior, la ubicación preferente de estas conexiones es en la unión de las diagonales por debajo de las vigas del piso. Aun así, su instalación tiene un amplio abanico de alternativas, por ejemplo, tal y como se ve en la siguiente Figura 24, se pueden ubicar en muros de hormigón armado acoplados. La respuesta histerética típica de estas conexiones es estable y sin degradación significativa después de muchos ciclos de carga tal y como se ve en la Figura 25.

Figura 24

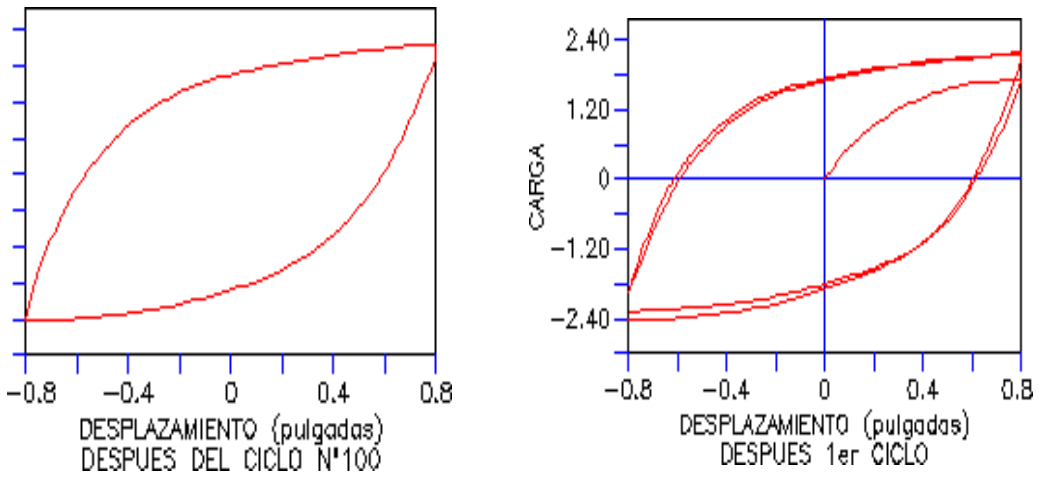
Ubicación alternativa del dispositivo



Fuente: Google imágenes, Disipadores/Disipador ADAS.

Figura 25

Primer ciclo de carga vs ciclo número 100



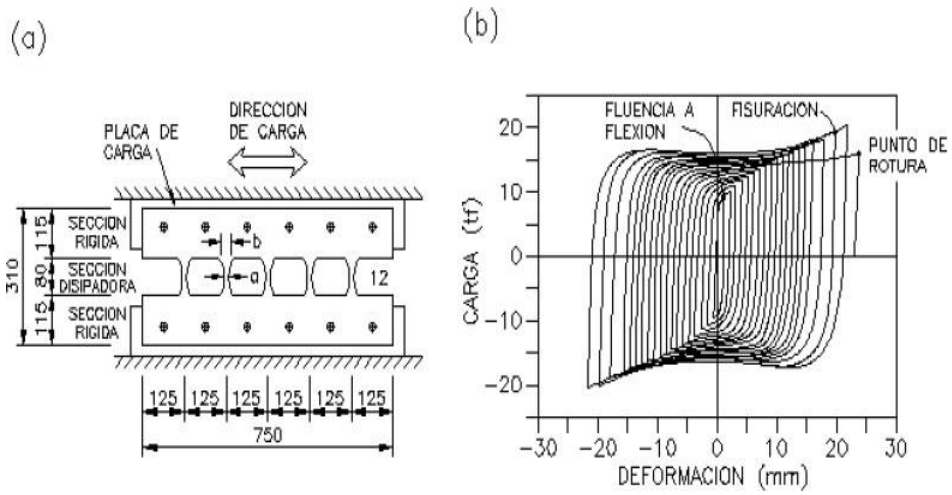
Fuente: Google imágenes, Disipadores/Disipador ADAS, ciclo de cargas.

D. DISIPADORES SISTEMA PANAL

En la siguiente imagen es del denominado sistema panal o “honeycomb” que fue estudiado experimentalmente por Kobori et al. 1992. Este dispositivo también presenta ciclos histeréticos muy estables con forma casi rectangular y, aunque su sección transversal es similar a las placas de los dispositivos ADAS, estas están colocadas en dirección perpendicular y unidas entre sí, haciendo que las fuerzas actuantes en este caso sean paralelas al plano mostrado. (Ver Figura 26).

Figura 26

Disipador tipo panal (honeycomb) y su curva histerética



Fuente: Disipadores/Disipador SISTEMA PANAL, curva histerética.

E. DISIPADORES SHEAR-LINK

En el año 2000, Cahis y Bozzo desarrollaron un disipador Shear-Link pequeño para la protección de muros de mampostería. El dispositivo tiene la forma de un perfil metálico vertical con rigidizadores horizontales con tal de evitar problemas de abolladura y está hecho de acero. Cabe destacar que la parte disipativa está formada por fresado, lo que permite que los rigidizadores puedan ser de pequeñas dimensiones y no se tenga que soldar ningún elemento en la zona de plastificación, eliminando así las tensiones residuales que esto generaría (Bozzo et al 2001).

Más adelante, en la tesis doctoral de Francisco Hurtado 2006, surgió la posibilidad de generalizar el dispositivo anterior para distintas dimensiones y fuerzas de plastificación, pero todos disipando energía a partir de pequeños desplazamientos. De esta forma se generalizó el dispositivo y se realizaron seis ensayos experimentales en el laboratorio de ISMES, en Bérgamo, Italia, para validar y calibrar los modelos de cálculo evaluando su comportamiento bajo carga monotónica creciente. Como resultado de la investigación, se fijó la altura disipativa en 110mm y se proporcionaron cuadros de diseño para distintos anchos del dispositivo, obteniéndose lo que se denominan los disipadores SL de segunda generación con fuerzas de inicio de plastificación entre 13 y 435 kN. En estos dispositivos las conexiones eran atornilladas en ambos extremos con un par de apriete que impedía su deslizamiento vertical y horizontal. Por tanto, a pesar de disponerse de un agujero elíptico para permitir movimiento vertical y disminuir la fuerza axial, el caso es que sí transfería carga axial motivo del apriete.

F. DISIPADORES SLB

Finalmente, llegamos al tipo de disipador que se ha usado en el ensayo de esta tesis es el denominado SLB. Estos dispositivos de disipación de energía por corte tienen la característica de no transferir carga axial estando articulados en uno de sus extremos gracias a una conexión especial intrínseca al propio disipador. Las ventajas y desventajas de no transferir carga axial son las siguientes:

- ✓ Simplicidad de cálculo que permite desacoplar del resto del edificio la respuesta de diagonales o muros con el SLB. Esta característica permite ubicar los dispositivos indistintamente en altura lo cual es una gran ventaja arquitectónica.
- ✓ Se evitan posibles inestabilidades o pandeos producto de la carga axial en el dispositivo.

- ✓ Aunque no transmita carga axial, se espera una cierta fricción en la conexión, permitiendo así un mayor amortiguamiento frente a vibraciones verticales.
- ✓ Al articular el dispositivo en un extremo reduce la energía disipada comparado con un sistema bi-empotrado.
- ✓ En la siguiente figura 27 se muestra un dispositivo SLB con su conexión almenada o tipo peine que transmite cortante pero no fuerza axial ni flexión.

Figura 27

Disipador sísmico SLB en posición invertida y conexión tipo peine

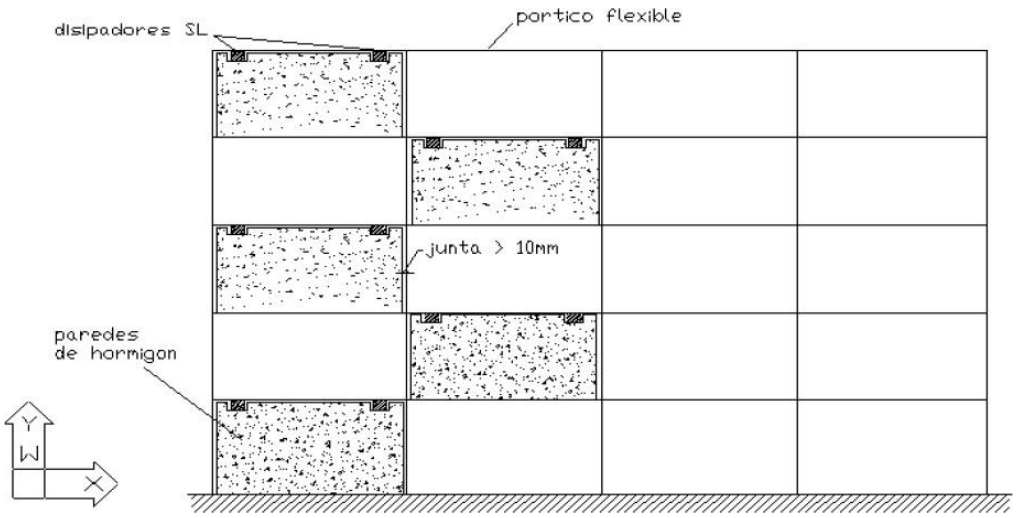


Fuente: Disipadores/Disipador SLB, Luis Bozzo.

La siguiente Figura 28, ilustra la ventaja 1 mencionada en el párrafo anterior. Al no transferir carga axial, los dispositivos se pueden analizar y dimensionar de forma independiente (desacoplada) del pórtico global empleando la fuerza máxima (Fmax) que transfiere el dispositivo empleado. Es decir, al no incluir carga axial, el muro desacoplado es isostático y puede ubicarse libremente en planta y en altura permitiendo, por ejemplo, plantas diáfanas en sótanos sin necesidad de recurrir a soluciones inherentemente frágiles como muros discontinuos o “apeados”.

Figura 28

Muros desacoplados no alienados verticalmente



Fuente: Disipadores/Disipador SLB, Luis Bozzo.

2.2.4.3. MODELO MATEMÁTICO

Numerosas investigaciones han sido realizadas sobre los disipadores en particular y sobre los disipadores por fluencia del material en general, de tal manera que tienen un gran respaldo experimental y numérico. Tena (2000); Tena y Nangullasmú (2015).

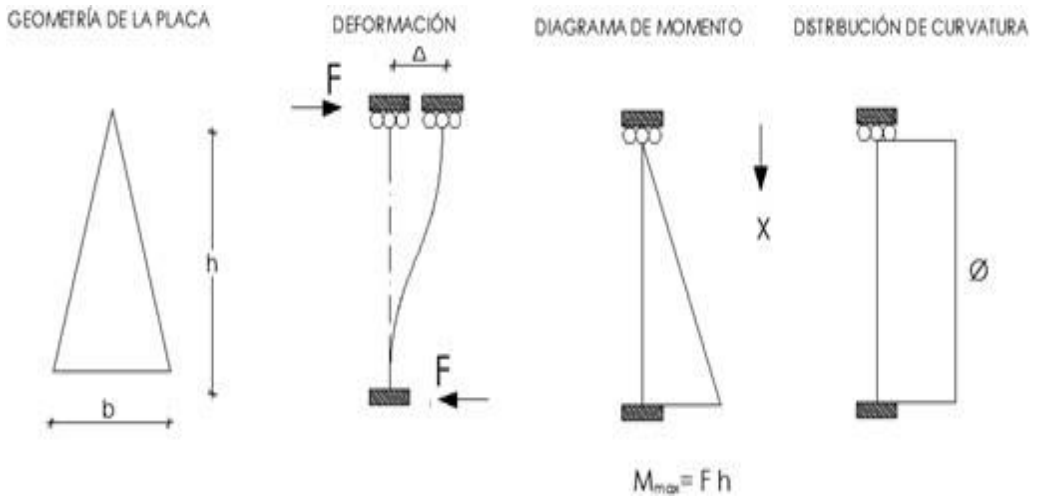
Investigaciones recientes están centradas en la obtención de otros materiales para su construcción, que tengan mayor ductilidad; uno de esos trabajos en que trabajan con una aleación de Cobre, Zing y Aluminio llegando a obtener ductilidades que están entre 25 y 30; valores del límite de fluencia del material fy entre 190 y 2650 $kg/cm2$; módulo de elasticidad E = 500000$kg/cm2$.

En este apartado se deduce los puntos notables de la curva constitutiva bilineal de un disipador SLB, para ello se trabaja con una placa completamente triangular que está indicada a la izquierda de la Figura 29; luego se aprecia las dos fuerzas de corte de magnitud F, que generan el desplazamiento horizontal Δ; a continuación se tiene el diagrama de momentos que es nulo en la

parte superior (por la forma constructiva, va insertado en una peineta) para finalmente tenerla distribución de curvatura como una constante.

Figura 29

Geometría de una placa del disipador, deformación, diagrama de momento y distribución de curvatura constante



Fuente: Disipadores/Disipador SLB, Luis Bozzo.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

A continuación, se adjunta los conceptos de los términos de mayor uso en la investigación, que conlleve a uniformizar criterios:

- **Elemento Estructural. -** Elemento que soporta carga axial, de corte o momento flector, pueden ser vigas, columnas, losas, placas, muros portantes.
- **Análisis Sísmico. -** Permite determinar qué fuerzas representan la acción sísmica sobre el edificio y qué elementos mecánicos (fuerzas normales y cortantes y momentos flexionantes) producen dichas fuerzas en cada miembro estructural. Para este fin, los reglamentos aceptan que las estructuras tienen comportamiento elástico lineal y que

podrá aplicarse el método dinámico modal de análisis sísmico, que requiere el cálculo de periodos y modos de vibrar.

- **Ductilidad Estructural. -** Capacidad de deformación sin colapso, sin degradación significativa de la capacidad resistente y con disipación de energía. Se trata de buscar un comportamiento elástico durante sismos leves e inelásticos durante sismos severos.
- **Arriostre. -** Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a suplano.
- **Eflorescencia. -** Depósito de sales, usualmente blancas que se forman en las superficies.
- **Sismógrafo. -** Instrumento que registra los movimientos de la superficiede la Tierra en función del tiempo y que son causados por ondas sísmicas(terremotos).
- **Escalas de intensidades sísmicas. -** Parámetros que clasifican lossismos en grados discretos de acuerdo a los efectos observables en un sitio. Las escalas vigentes son la internacional MSK y la MM (MercalliModificada) de 12 grados.
- **Falla. -** Define a una fractura geológica a lo largo de lo cual se ha producido un desplazamiento de dos bloques adyacentes en tiempos históricos o donde se han localizado focos de terremotos. Eldesplazamiento puede ser de milímetros a centenas de kilómetros.
- **Muro Portante. -** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior oa la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.

- **Periodo de retorno. -** Define el lapso de tiempo promedio entre las ocurrencias de terremotos con un determinado rango de magnitud; es igual a la reciproca de la frecuencia de ocurrencia.
- **Tabique. -** Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividirambientes o como cierre perimetral.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Hernández et al. (2014), al tener como objetivo dar solución a un problema determinado, se clasificó como una investigación de tipo aplicada, ya que la presente investigación tiene como objetivo "Evaluar qué tan eficiente es el modelo con integración de disipadores SLB sobre el modelo convencional en relación al desempeño sísmico severo para el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU en la ciudad de Pucallpa". Para Hernández y Mendoza (2018); Asimismo, de acuerdo al enfoque que usamos fue del tipo cualitativo y cuantitativo porque analizamos los datos dispuestos en tablas para corroborar las hipótesis.

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Descriptiva, ya que se limitó a hacer la medición de la variable en su medio natural para luego presentar los resultados en tablas de frecuencia, según sea el caso del modelo a evaluar.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Según Ccanto. (2010), el diseño transversal descriptivo comparativo recolecta información relevante en varias muestras con respecto a un mismo fenómeno o aspectos de interés y luego caracteriza este fenómeno en base a la comparación de los datos recogidos, pudiendo hacerse esta comparación en los datos generales o en una categoría de ellos.

Según este análisis, el diseño que se aplicó en la presente investigación fue el **no experimental tipo transversal descriptivo comparativo**, cuyo esquema es el siguiente:

$$\mathbf{M1} \quad \mathbf{O1} \qquad >,<$$

$$\Rightarrow \quad \mathbf{O1} \quad =,\neq \quad \mathbf{O2}$$

Donde M1 representa el modelo convencional y M2 representa al modelo integrado con disipadores SLB. O1 y O2 representan la información (observación) recolectada de dichos modelos luego de haber realizado el análisis y evaluación. La información recolectada de cada modelo se refiere a:

- ✓ Derivas (m/m)
- ✓ Periodos (Seg)
- ✓ Fuerza cortante (KN)

En la parte derecha del esquema se muestran las comparaciones que se llevan a cabo entre los dos modelos en relación a la información recolectada. Pudiendo estos resultados ser mayor o menor uno respecto al otro, igual o diferente, o los resultados pueden ser semejantes.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

La población estuvo conformada por el edificio de la sede central de Gobierno Regional de Ucayali el bloque principal de ocho pisos más sótano.

3.3.2. MUESTRA

Según Román, W. (2017), el muestreo no probabilístico discrecional proviene del criterio del investigador en donde los elementos son elegidos sobre lo que él cree que pueden aportar al estudio.

Por tratarse de una población con una sola unidad de análisis subdividido en tres sub-bloques 01A, 01B y 01C, destinado para oficinas del Gobierno Regional de Ucayali, se determinó usando un muestreo no probabilístico de tipo discrecional debido al número limitado de individuos que posee el rasgo de interés.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS

3.4.1. FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

a) Fuentes de Recolección de Datos.

- ✓ **Fuentes Primarias:** Datos recopilados de parte del consultor, planos de arquitectura y estructuras.
- ✓ **Fuentes Secundarias:** Libros, revistas, tesis, material electrónico, Reglamento Nacional de Edificaciones y Reglamentos Internacionales ASCE/SEI 7-10.
- ✓ **Entrevista:** Se realizó una entrevista con expertos en la ingeniería estructural: al PhD. Luis Bozzo y al Ing. Edinson Muñoz, de la empresa SLB Devices Perú SAC, en la cual se comentó la problemática de la zona de estudio, se nos brindó referencias bibliográficas y experiencias en estudios. (Adjunto en Anexo 3).

b) Técnicas: Registro Documental

c) Instrumentos: Ficha de Registro que considero los parámetros de la E0.30 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.5. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS

Para la obtención de información se obtuvo mediante un documento remitido al Gobierno Regional de Ucayali para facilitar el acceso a la data, posteriormente se coordinó con la Gerencia Regional de Infraestructura. Los datos obtenidos se procesaron de la siguiente manera:

a) Procesamiento de datos con herramientas digitales como Word, Excel y AutoCAD. Modelamiento de la estructura en Software de estructuras como ETABS.

b) Los resultados se plasmaron en metodologías y memoria de cálculo que son detallados a continuación:

c) **Mecanismos para el procesamiento y presentación de datos.** Los datos son presentados en tablas, figuras y gráficos, analizados con los conceptos que se encuentran en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Para el procesamiento de datos se utilizaron herramientas decómputo como: Etabs, Excel, Seismomacht, presentándose los resultados en tablas, conclusiones, cálculos de los parámetros estructurales como deriva de entrepiso, periodo y fuerza cortante teniendo en cuenta las variables de la investigación.

d) **Mecanismos para el análisis e interpretación de resultados.** Los resultados se contrastaron con investigaciones que desarrollaron la variable estudiada, asimismo, se realizó el procesamiento estadístico mediante el software SPSS.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1.1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

En esta sección se presenta las características de la edificación que se analizaron para la presente investigación, el cual se describe a continuación:

4.1.2. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto: "Mejoramiento de la Gestión Institucional de la Sede Central y de las Direcciones Regionales Adscritas en la Provincia de Coronel Portillo del Gobierno Regional de Ucayali, Región Ucayali", Código SNIP Nro. 259304 – Primera Etapa, es un proyecto de gran relevancia a nivel regional, cuya materialización significará un gran logro y avance en el desarrollo urbanístico de la Región Ucayali, además que permitirá albergar a los trabajadores del GOREU (la sede central y todas sus direcciones) que hoy por hoy vienen laborando de manera totalmente inadecuada y aisladas unas de otras, lo cual sin duda dificulta la labor que desarrollan cada una de ellas.

Figura 30

Vista del predio desde Google Earth



Fuente: Google Earth, imágenes.

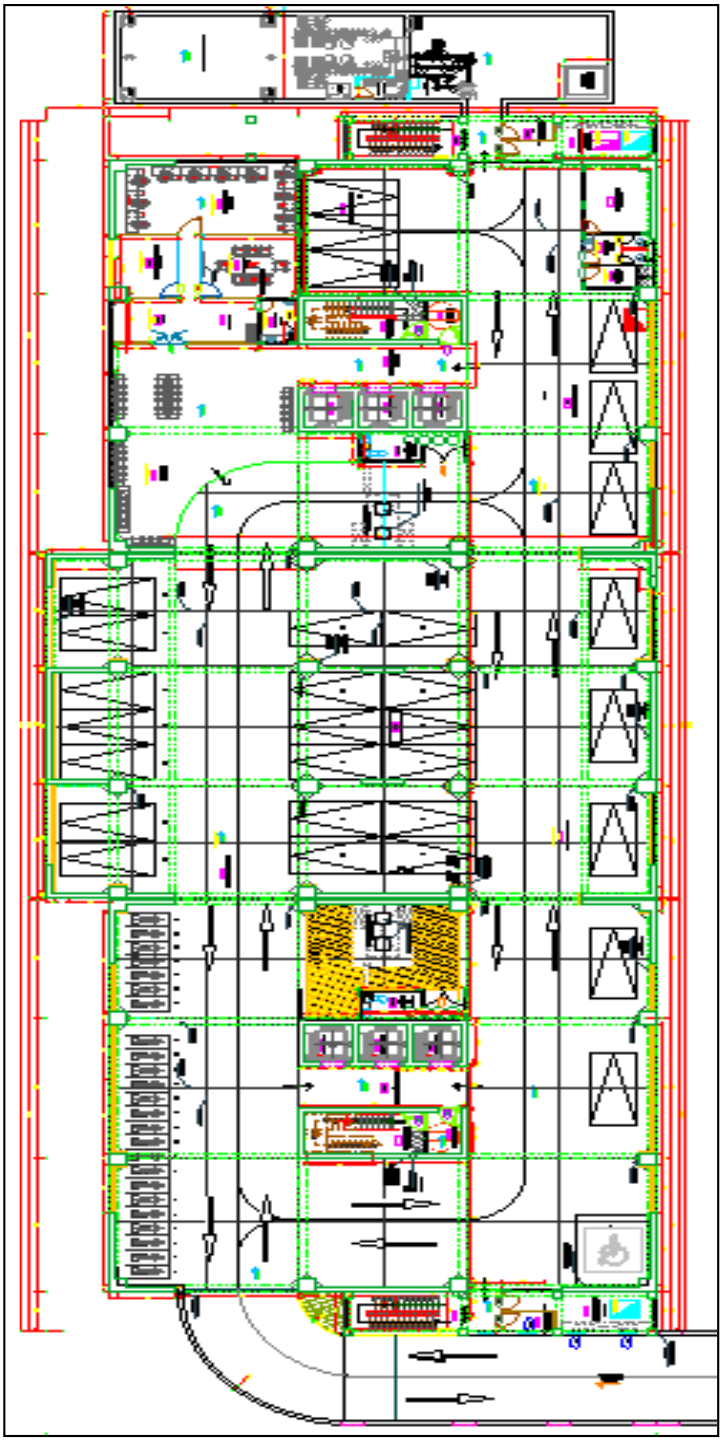
La materialización del presente megaproyecto representará un hito o referencia en el desarrollo urbanístico de la ciudad de Pucallpa y pasará a la historia como la mayor expresión arquitectónica en la Región Ucayali.

4.1.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El proyecto consiste en la construcción de 03 bloques de un edificio de ocho (08) pisos más sótano para las instalaciones del Gobierno Regional de Ucayali y Direcciones adscritas al Gobierno Regional, estas instalaciones contarán con las áreas necesarias y además con el mobiliario y equipamiento tecnológico y dotación sistemas de telecomunicaciones como data center, acorde con las nuevas tendencias en infraestructura administrativa, además el proyecto cuenta con garitas de control con sistema digital de entrada y salida del personal, así mismo, incluye un amplio y moderno auditorio con capacidad para 1000 personas, una amplia playa de estacionamiento de vehículos, puerta de ingreso, áreas verdes y jardines, cercos perimétricos. Este proyecto se ha formulado en 02 etapas siendo los componentes de la primera etapa los siguientes:

Figura 31

Sótano de la Sede central del GOREU

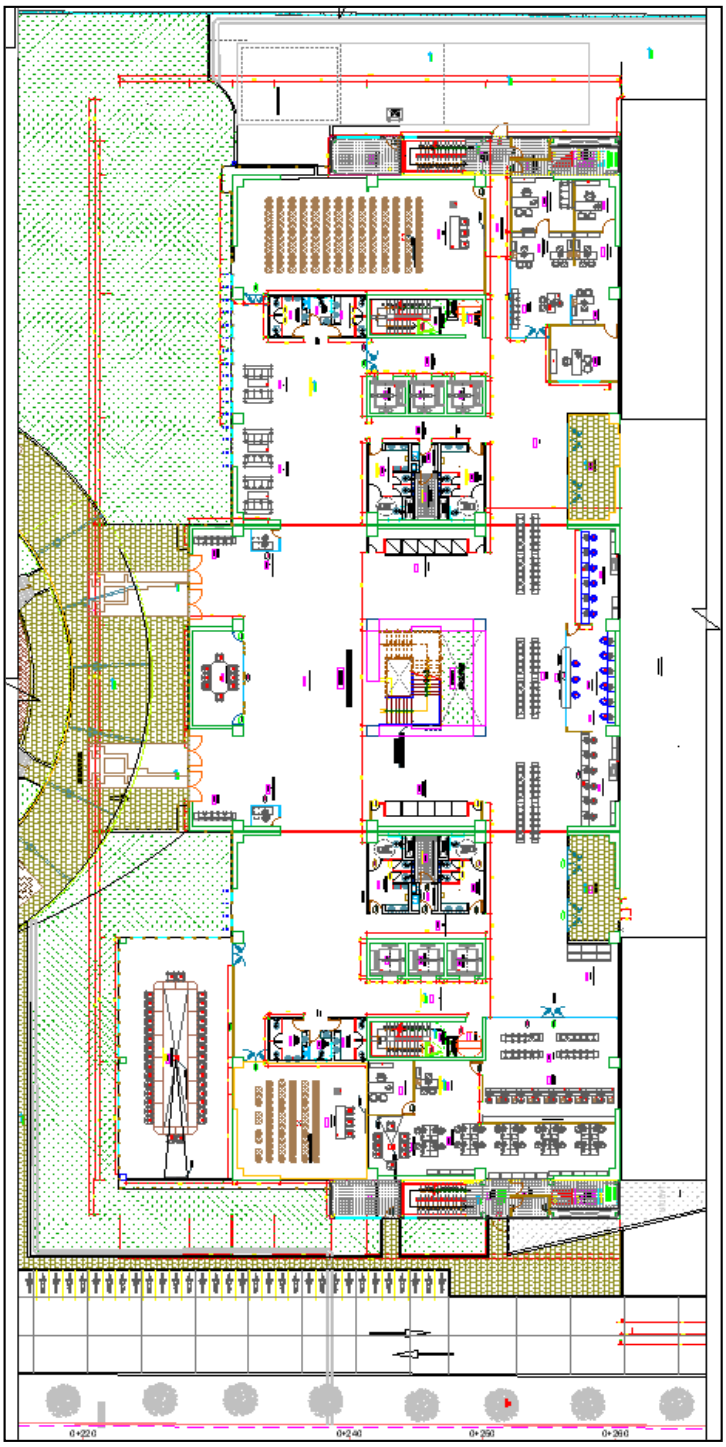


SÓTANO: Se ubican actividades sin acceso al público. Se considera estacionamiento para vehículos oficiales, Sala de Monitoreo de cámaras de circuito cerrado, Sala de estar de choferes. Ambientes de Oficio, limpieza, Áreas de servicios complementarios (cisternas), circulaciones verticales.

Fuente: Planos SEDE GOREU.

Figura 32

Primer nivel de la Sede central del GOREU

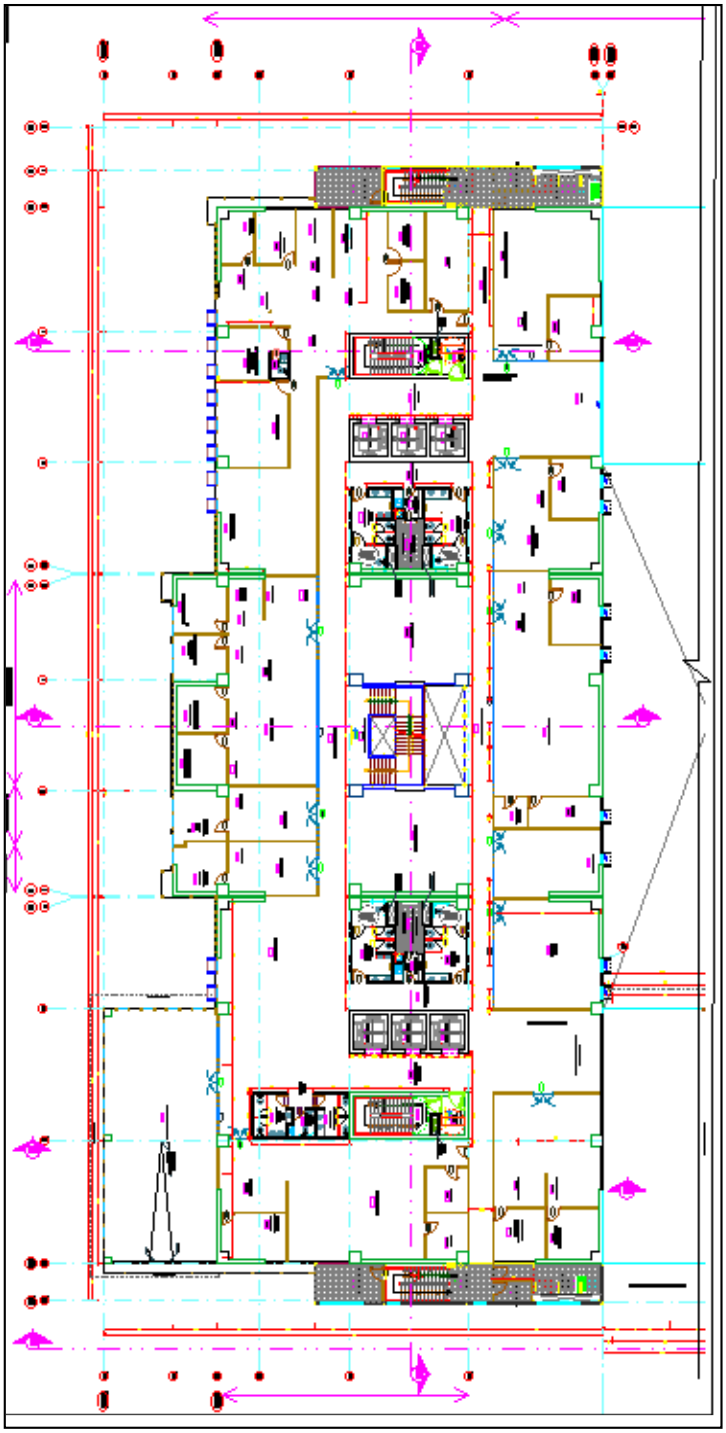


PRIMER NIVEL: Se ubican sala de espera, secretaria general (de trámites documentarios), Oficina de Tesorería de la Sede, Salas de reuniones y Sala de Conferencias, Gerencia Regional de Desarrollo Social, Áreas Comunes (Servicios Higiénicos, Ascensores, Montantes de Instalaciones, Ductos de Basura). En los extremos del edificio se encuentran módulos para montantes eléctricas, Sistemas – Data, y escalera integrada de servicio.

Fuente: Planos SEDE GOREU.

Figura 33

Segundo nivel de la Sede central del GOREU

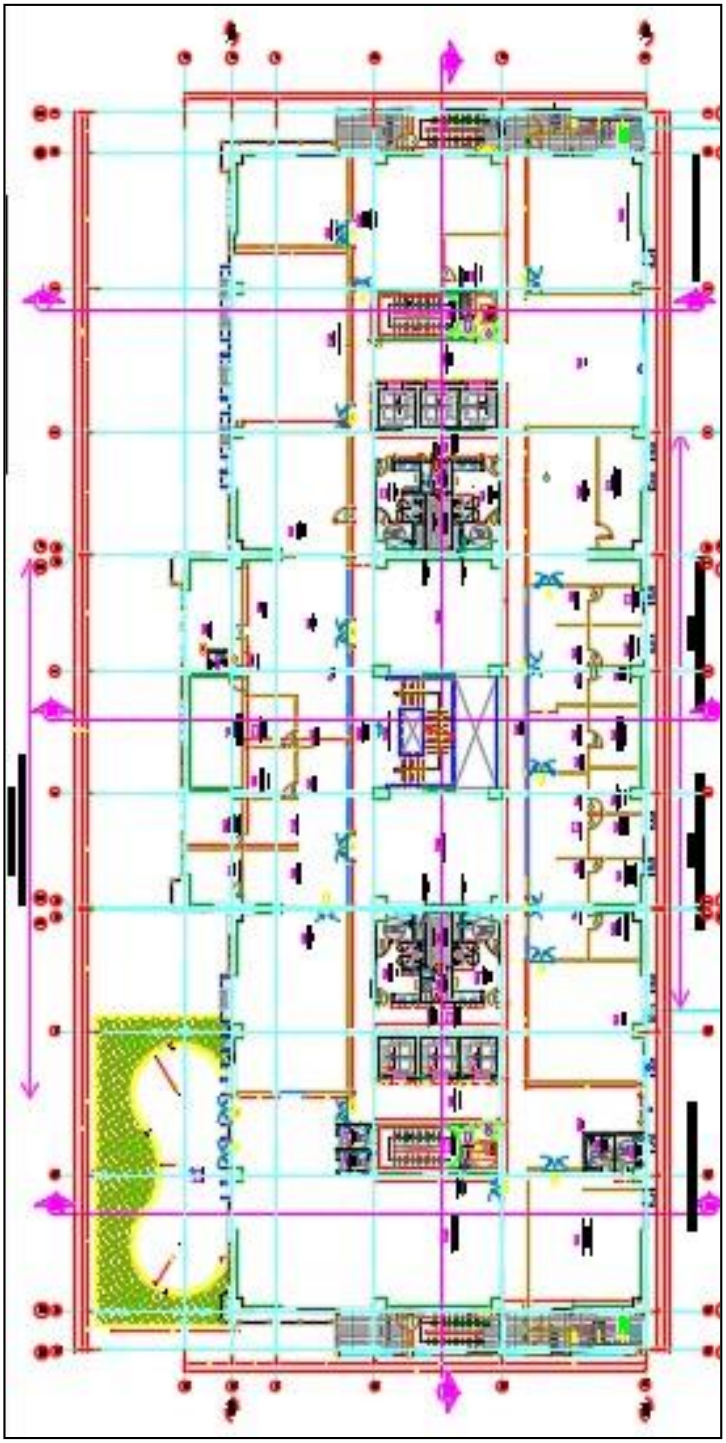


Fuente: Planos SEDE GOREU.

SEGUNDO NIVEL: Se ubica el Equipo Mecánico la Dirección de Servicio y Equipo Mecánico, la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento; la Dirección de Transporte Acuático, la Dirección de Caminos, la Gerencia de Circulación Terrestre, Desarrollo Comunal, Áreas Servicio Complementarios (Sala de Reuniones) y Áreas comunes (Pasadizos, circulaciones verticales, servicios higiénicos).

Figura 34

Tercer nivel de la Sede central del GOREU

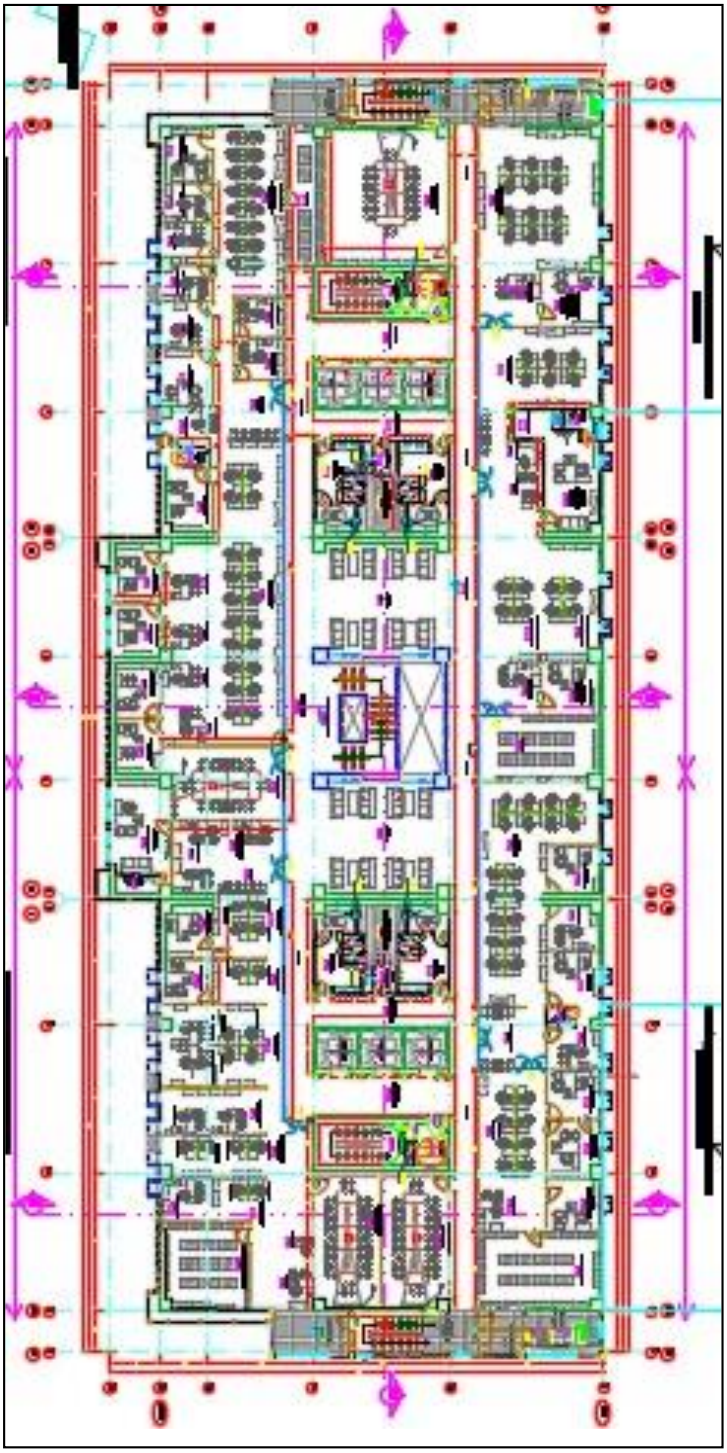


TERCER NIVEL: Se ubican la Dirección Regional de Comercio Turismo, Gerencia Regional de Pueblos Indígenas, la Autoridad Regional Ambiental de Ucayali, terraza en techo verde (jardineras) y áreas comunes (pasadizos, circulaciones verticales y servicios higiénicos).

Fuente: Planos SEDE GOREU.

Figura 35

Cuarto nivel de la Sede central del GOREU

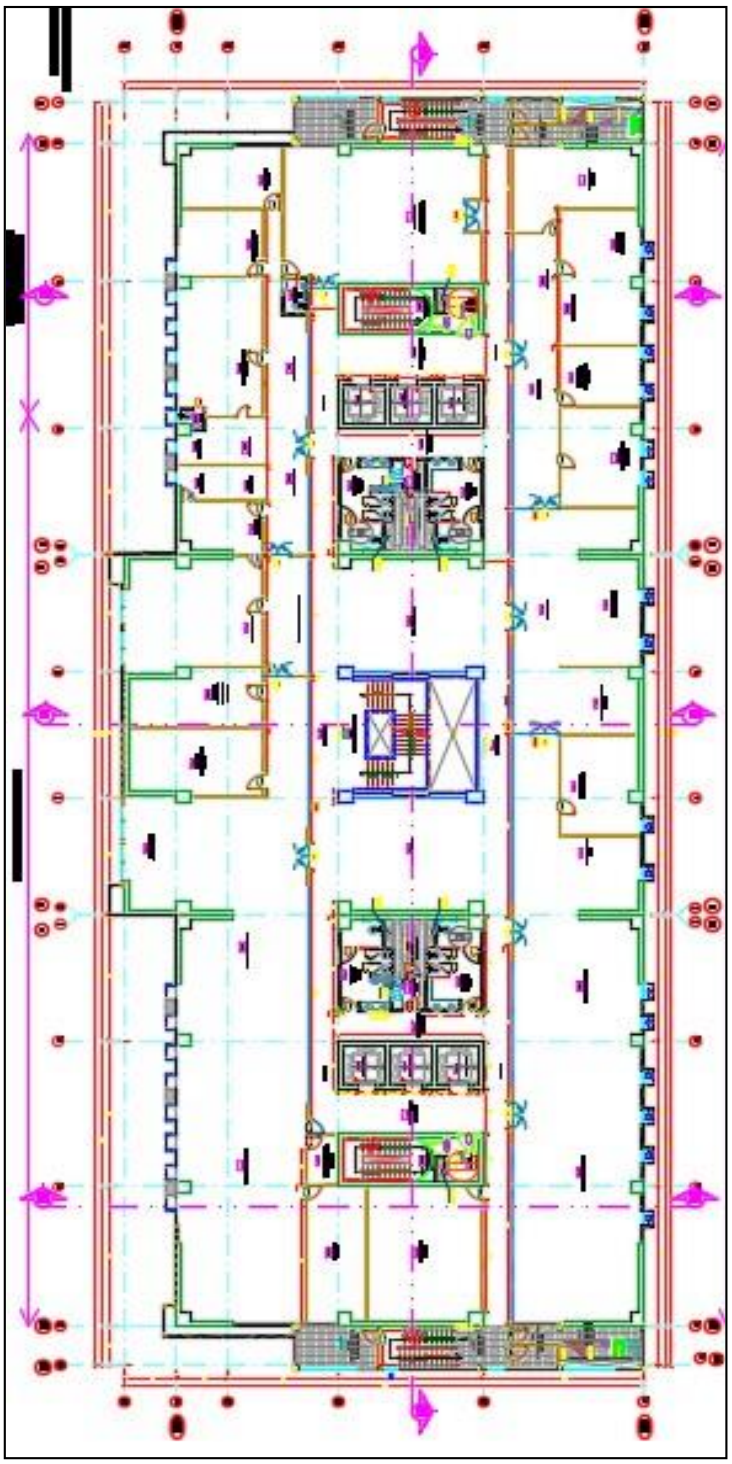


CUARTO NIVEL: Se ubican la Gerencia de Desarrollo Económico, el Programa Regional de Infraestructura Multisectorial, la Dirección Regional de Energía y Minas, la Dirección Regional de Producción y áreas comunes (pasadizos, circulaciones verticales, servicios higiénicos).

Fuente: Planos SEDE GOREU.

Figura 36

Quinto nivel de la Sede central del GOREU

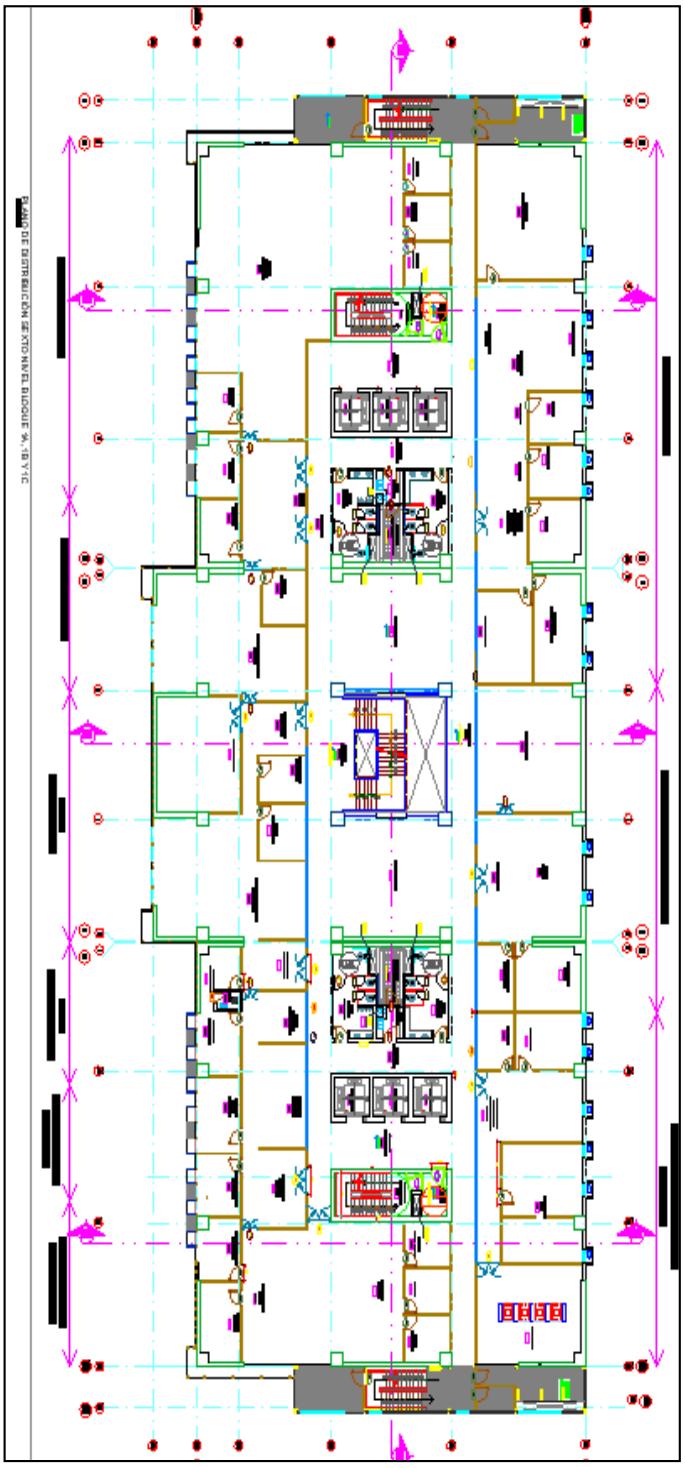


QUINTO NIVEL: Se ubican la Gerencia Regional de Infraestructura, La Sub Gerencia de Obra (de la G.R.I), la Sub Gerencia de Estudios y servicios Comunes (pasadizos, circulaciones verticales, servicios higiénicos).

Fuente: Planos SEDE GOREU.

Figura 37

Sexto nivel de la Sede central del GOREU

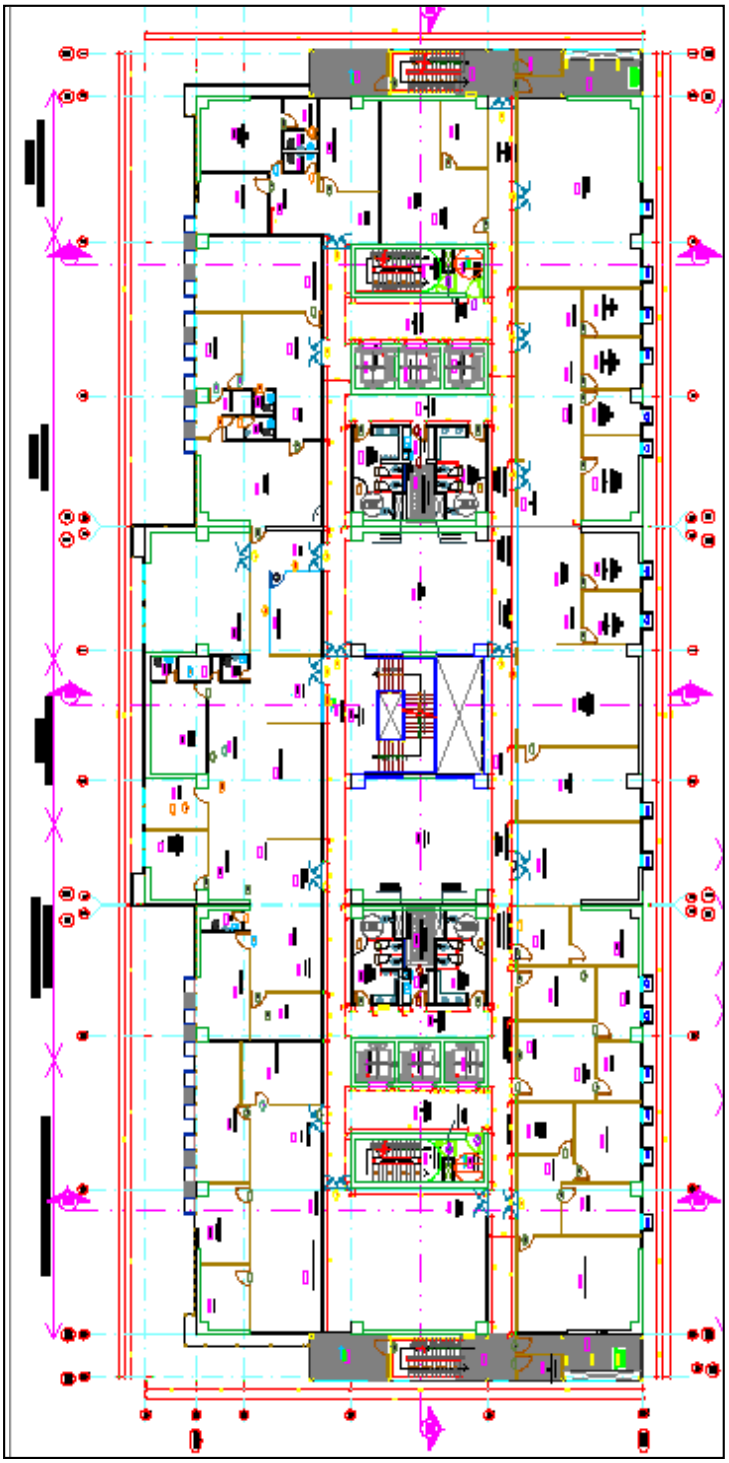


SEXTO NIVEL: Se ubican la Oficina de Logística, Oficina de Tesorería, Oficina de Contabilidad, Oficinas de Administración, Oficinas de Gestión Patrimonial, Oficina de Gestión de las Personas, Oficina de Tecnologías de la Información, Secretaría General, Oficina de Imagen Institucional y servicios comunes (pasadizos, circulaciones verticales servicios higiénicos).

Fuente: Planos SEDE GOREU.

Figura 38

Séptimo nivel de la Sede central

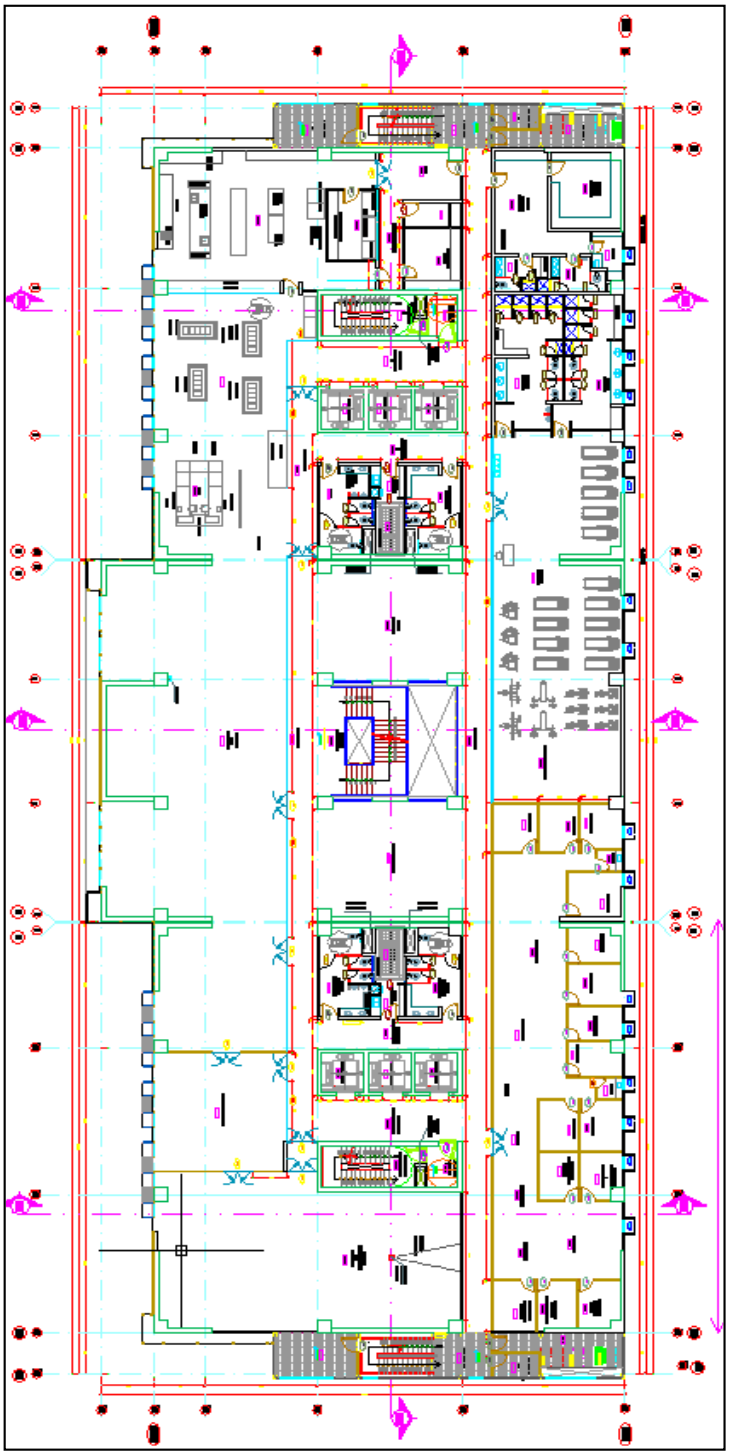


Fuente: Planos SEDE GOREU.

SÉPTIMO NIVEL: Se ubica la Gerencia Regional de Planificación y Presupuesto, el Órgano Consultivo Regional Especializado, la Oficina Regional de Defensa Nacional, la Oficina de Cooperación Técnica y Relaciones Externas, el Órgano de Control Institucional Regional, la Vice Gobernación Regional, la Gobernación Regional, la Gerencia General Regional, la Oficina Regional de Asesoría Jurídica, la Procuraduría Publica Regional, la Oficina Regional de Diálogo y Gestión de Conflictos y servicios comunes (pasadizos, circulaciones verticales servicios higiénicos).

Figura 39

Octavo nivel de la Sede central

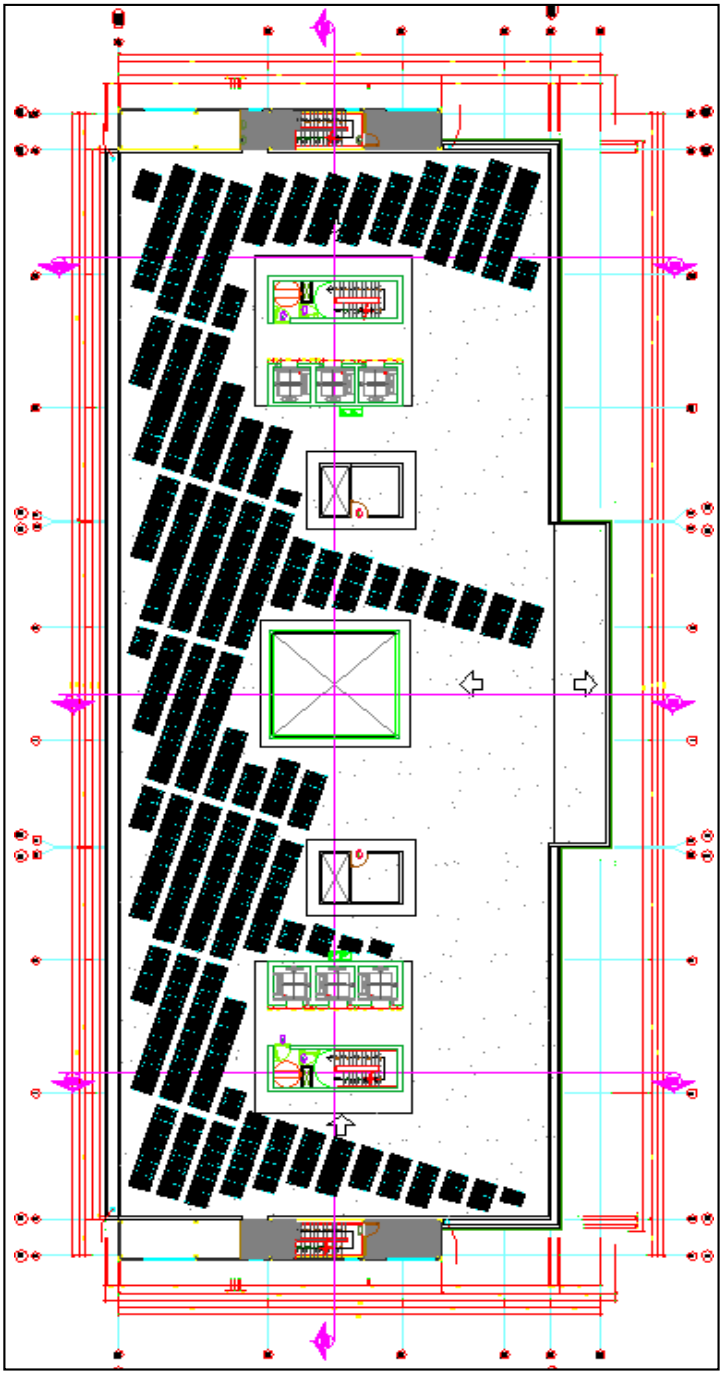


Fuente: Planos SEDE GOREU.

OCTAVO NIVEL: Se ubica el Comedor y servicios de cocina, patio de personal, servicios higiénicos de personal, un Gimnasio con servicios higiénicos diferenciados, la Dirección del Consejo Regional, que considera una Sala de Asamblea de Consejeros Regionales, cafetería de Consejeros Regionales, oficinas de Consejeros regionales. Finalmente, el área de servicios comunes (pasadizos, circulaciones verticales servicios higiénicos).

Figura 40

Azotea de la Sede central



AZOTEA: Se ubican los cuartos de mantenimiento de ascensores, cuartos de control de paneles solares, patio de paneles solares, cubierta de la escalera principal, cubiertas de ductos de instalaciones y escaleras verticales.

Fuente: Planos SEDE GOREU.

4.2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO

De acuerdo al proyecto del expediente técnico se tiene:

4.2.1. BLOQUE 01A

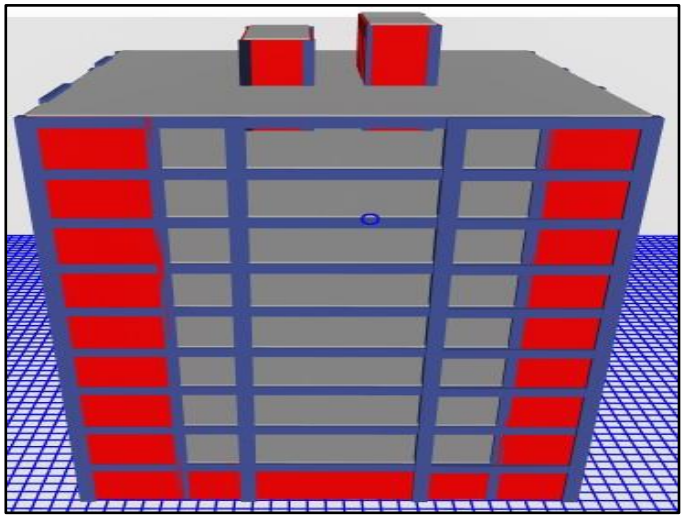
El Bloque 01A es una estructura dual de ocho (08) niveles más sótano, de pórticos de concreto armado y placas de concreto armado de 30 cm de espesor, dispuestos en un área aproximada de 787.15 m2. En ambas direcciones se ha dispuesto vigas peraltadas de 0.80m con el objeto de proporcionar rigidez lateral a la estructura.

Las losas del primer y segundo nivel son aligeradas en dos direcciones con poliestireno expandido de 30 centímetros de peralte, diseñadas para resistir cargas vivas de 500 kg/m2. Las escaleras han sido diseñadas para 500 kg/m2 de carga viva.

La cimentación, dada la capacidad portante del terreno (σadm=1.20 kg/cm) y a la importancia de la estructura se la ha planteado como platea de cimentación apoyada sobre pilotes. En las figuras 41, 42 y 43, se muestran unas vistas de la configuración estructural del Bloque 01A.

Figura 41

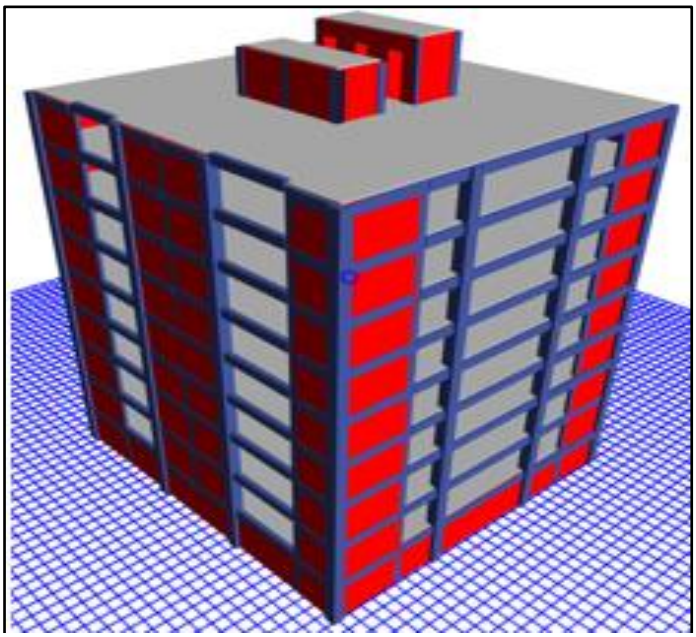
Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/Fachada principal del Bloque 01A



Fuente: Expediente técnico – ETABS 2017.

Figura 42

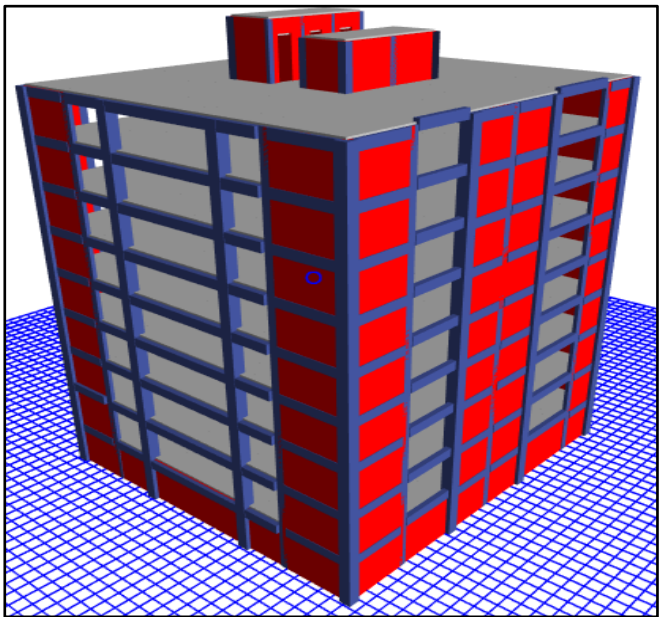
Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista lateral del Bloque 01A



Fuente: Expediente técnico – ETABS 2017.

Figura 43

Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista Posterior del Bloque 01A



Fuente: Expediente técnico – ETABS 2017.

4.2.2. BLOQUE 01B

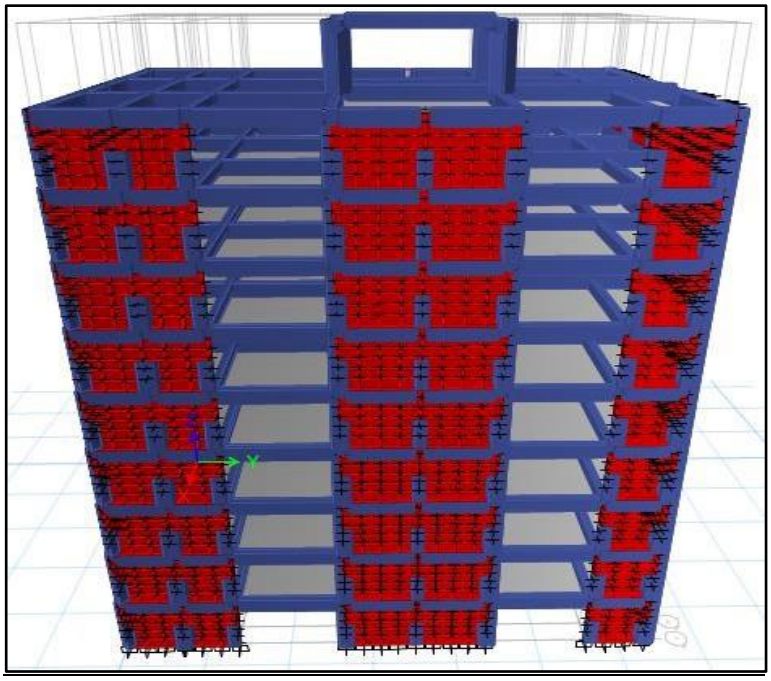
El Bloque 01B es una estructura dual de ocho (08) niveles más sótano, de pórticos de concreto armado y placas de concreto armado de 40 cm de espesor, dispuestos en un área aproximada de 920.00 m2. En ambas direcciones se ha dispuesto vigas peraltadas de 0.90m con el objeto de proporcionar rigidez lateral a la estructura.

Las losas de todos los niveles son aligeradas en una dirección con poliestireno expandido de 30 centímetros de peralte, diseñadas para resistir cargas vivas de 500 kg/m2. Las escaleras han sido diseñadas para 500 kg/m2 de carga viva.

La cimentación, dada la capacidad portante del terreno (σadm=1.20 kg/cm) y a la importancia de la estructura se la ha planteado como platea de cimentación apoyada sobre pilotes. En las figuras 44, 45 y 46, se muestran unas vistas de la configuración estructural del Bloque 01B.

Figura 44

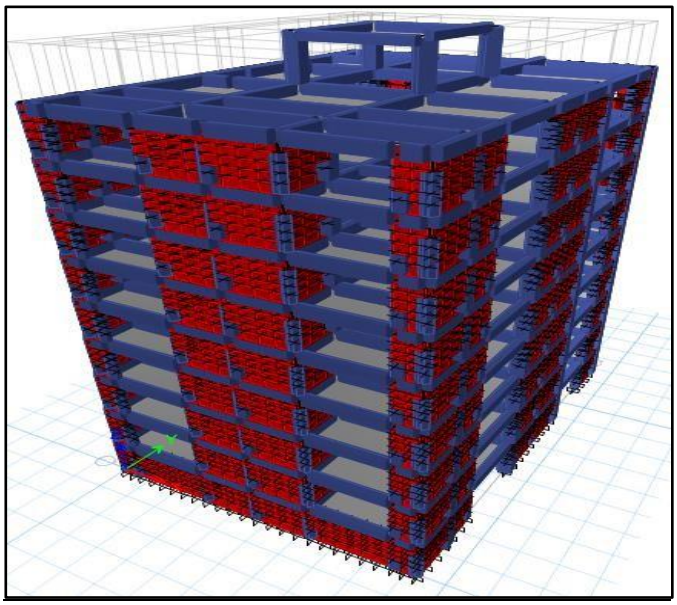
Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/fachada principal del Bloque 01B



Fuente: Expediente técnico – ETABS 2017.

Figura 45

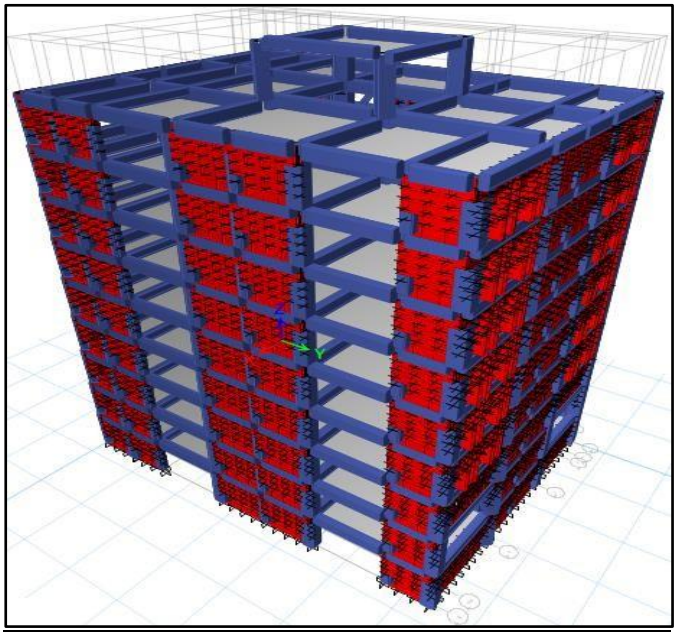
Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista lateral del Bloque 01B



Fuente: Expediente técnico – ETABS 2017.

Figura 46

Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista posterior del Bloque 01B



Fuente: Expediente técnico – ETABS 2017.

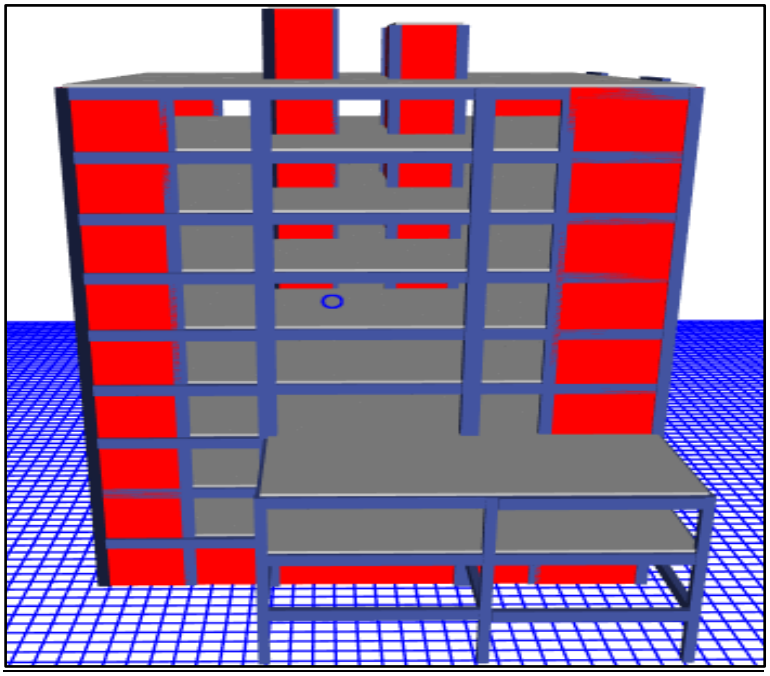
4.2.3. BLOQUE 01C

El Bloque 01C es una estructura dual de ocho (08) niveles más sótano, de pórticos de concreto armado y placas de concreto armado de 30 cm de espesor, dispuestos en un área aproximada de 787.15 m2. En ambas direcciones se ha dispuesto vigas peraltadas de 0.80m con el objeto de proporcionar rigidez lateral a la estructura. Las losas del primer y segundo nivel son aligeradas en dos direcciones con poli estireno expandido de 30 centímetros de peralte, diseñadas para resistir cargas vivas de 500 kg/m2. Las escaleras han sido diseñadas para 500 kg/m2 de carga viva.

La cimentación, dada la capacidad portante del terreno (σadm=1.20 kg/cm) y a la importancia de la estructura se la ha planteado como platea de cimentación apoyada sobre pilotes. En las figuras 47, 48 y 49, se muestran unas vistas de la configuración estructural del Bloque 01C.

Figura 47

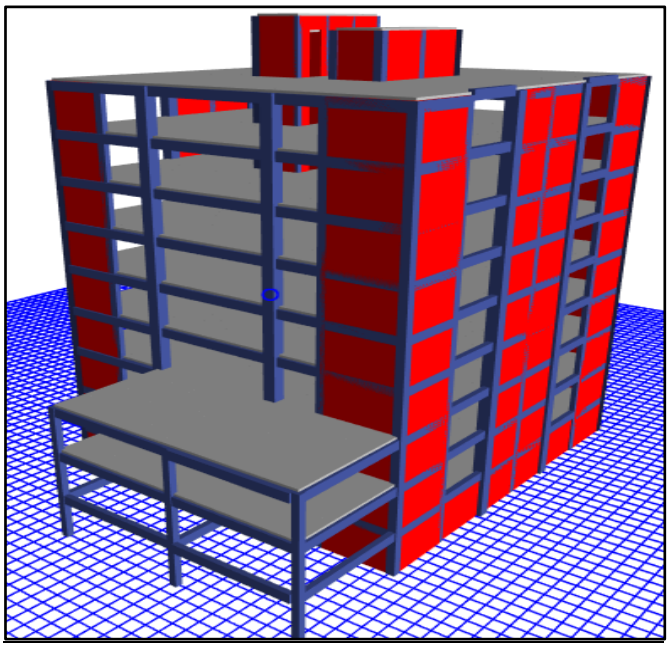
Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/fachada principal del Bloque 01C



Fuente: Expediente técnico – ETABS 2017.

Figura 48

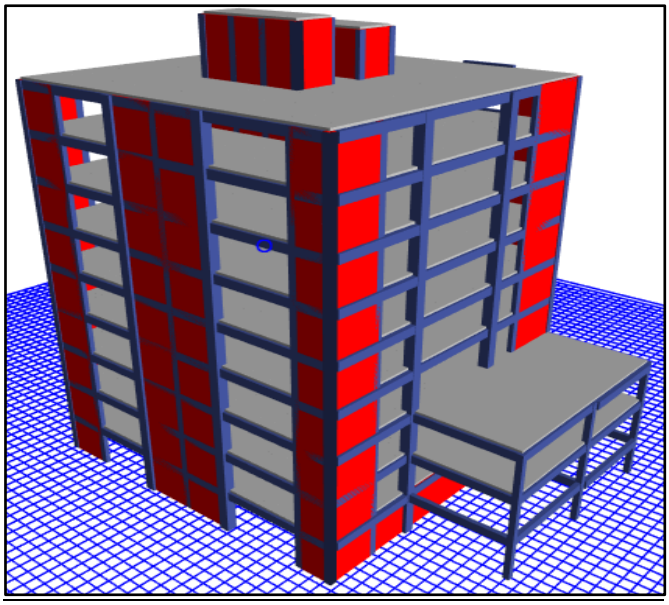
Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista lateral del Bloque 01C



Fuente: Expediente técnico – ETABS 2017.

Figura 49

Configuración estructural resistente a fuerzas laterales/vista posterior del Bloque 01C



Fuente: Expediente técnico – ETABS 2017.

4.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El estudio de mecánica de suelos se realiza con el fin de conocer las características y propiedades del suelo para determinar qué tipo de cimentación se acomodará mejor a las solicitaciones del edificio.

En la Norma E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones se indica los tipos de estudios de mecánica de suelos que se deben realizar en el terreno donde se realizará la obra. Según el estudio de suelos realizado para el presente proyecto, se recomienda cimentar el edificio por medio de una cimentación profunda con una platea de cimentación el cual se encontrará apoyado sobre un origen residual – tropical, fluvial antiguo, identificado como limos y arcillas inorgánicas de plasticidad media a alta (ML, MH, CL, CH).

4.4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN

4.4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS

Para el presente planteamiento de tesis se determina unificar los Bloques del expediente técnico base, determinando así una comparación con el uso de disipadores de energía.

4.4.2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

La edificación presenta una configuración regular en piso y en altura, con ocho (08) plantas, sótano, cisternas, tanque elevado y plantas similares del 3er nivel hasta el 6to nivel, la estructura está ubicada en el Distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali. Las características del concreto y al acero especificadas para las vigas y columnas y placas en el modelo son:

- ✓ Resistencia a compresión del concreto F´c=280 kg/cm2
- ✓ Módulo de elasticidad del concreto Ec=252671.32 kg/cm2
- ✓ Peso específico del concreto γ = 2400 kg/m3

- ✓ Coeficiente de Poisson del concreto υ= 0.20
- ✓ Esfuerzo de fluencia del acero Fy= 4200 kg/cm2
- ✓ Módulo de elasticidad del acero Es= 2000000 kg/cm2

4.4.3. CARGAS DE DISEÑO

Las cargas vivas de diseño correspondientes a este tipo de estructuras son:

- ✓ Sobrecarga en oficinas: 250 kg/m2
- ✓ Sobrecarga en SS. HH: 300 kg/m2
- ✓ Sobrecarga en almacenes y Servicios : 500 kg/m2
- ✓ Salas de Computo: 250 kg/m2
- ✓ Sobrecarga en ascensores: 1000 kg/m2
- ✓ Sobrecarga en escaleras y Corredores: 400 kg/m2
- ✓ Sobrecarga en azotea: 150 kg/m2

4.4.4. PARÁMETROS SÍSMICOS

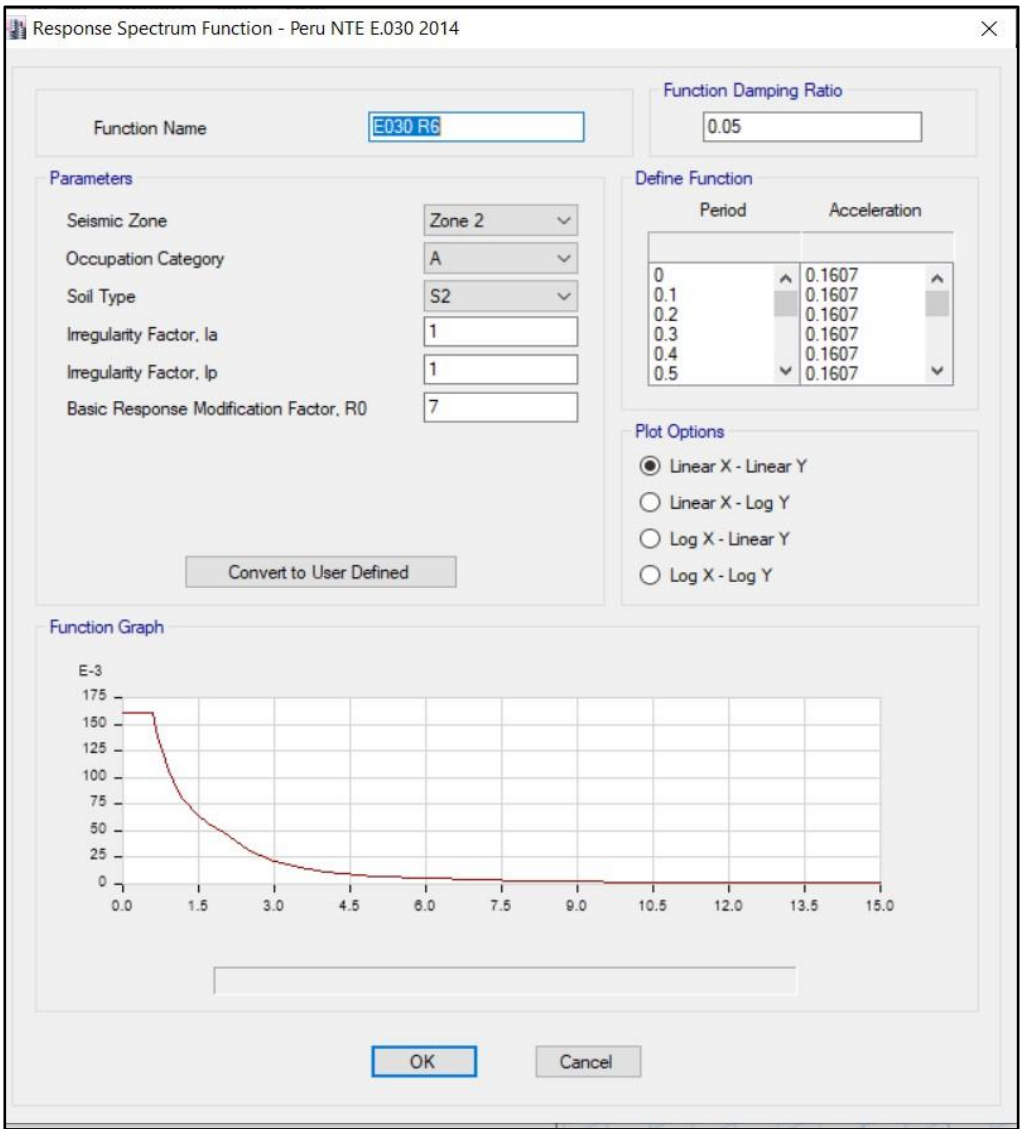
Los parámetros sísmicos considerados de acuerdo a la zona sísmica del Reglamento Nacional de Edificaciones E.020, E.030 y E.060:

Factor de Zona	Z=0.25g	Yarinacocha (Ucayali).
Factor de Uso	U=1.50	Edificación Esencial(E-030).
Factor del Suelo	S=1.20	Suelos Intermedios (E-030).

- ✓ Periodo de Plataforma de espectro: Tp=0.60, TL= 2.0 Suelos Intermedios.
- ✓ Coeficiente de Reducción:R=6 en X, R=6 en y Dual.

Figura 50

Parámetro sísmico considerado –NTP E.030 2019



Fuente: Elaboración propia - ETABS 2017.

4.5. ANÁLISIS SÍSMICO CON DISIPADORES TIEMPO HISTORIA NO LINEAL

4.5.1. REGISTROS SÍSMICOS EMPLEADOS

Una vez obtenido el análisis sísmico espectral, es necesario realizar el análisis no lineal de la estructura (Tiempo-Historia), para ello se ha considerado tres (03) registros sísmicos:

a. Lima 17 de octubre de 1996.

b. Ancash 31 de mayo de 1970.

c. Loreto 26 de mayo de 2019.

Tabla 3

Principales Características de los Registros sísmicos

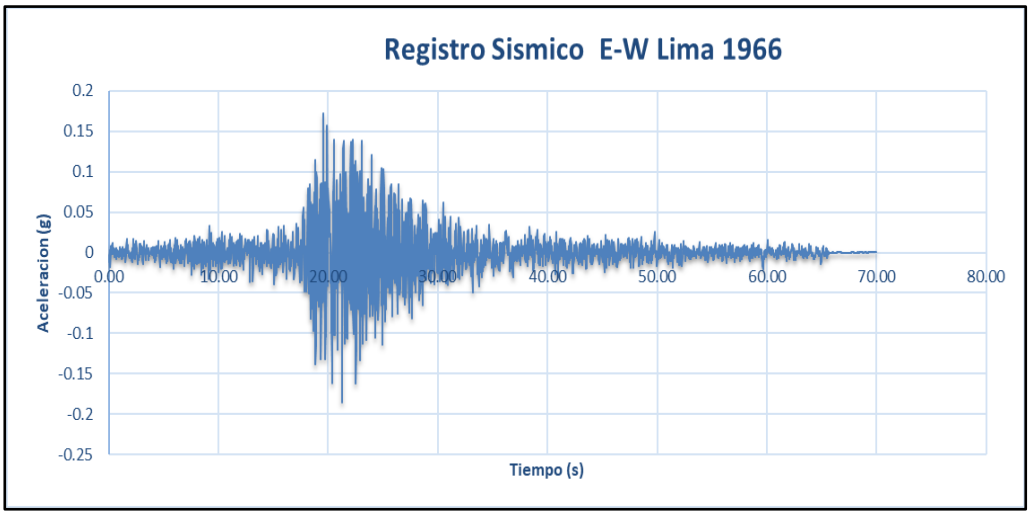
ítem	Fecha	Lugar	PGA (g)	Mw
1	17/10/1966	Lima	0.27	8.1
2	31/05/1970	Ancash	0.11	7.9
3	26/05/2019	Loreto-Lagunas	0.005	7.2

Fuente: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) 2019.

En las presentes figuras 51 al 56, se muestran los registros sísmicos mencionados sin escalar, estos deben normalizarse de acuerdo a la E.030, posteriormente se realizará un análisis tiempo historia.

Figura 51

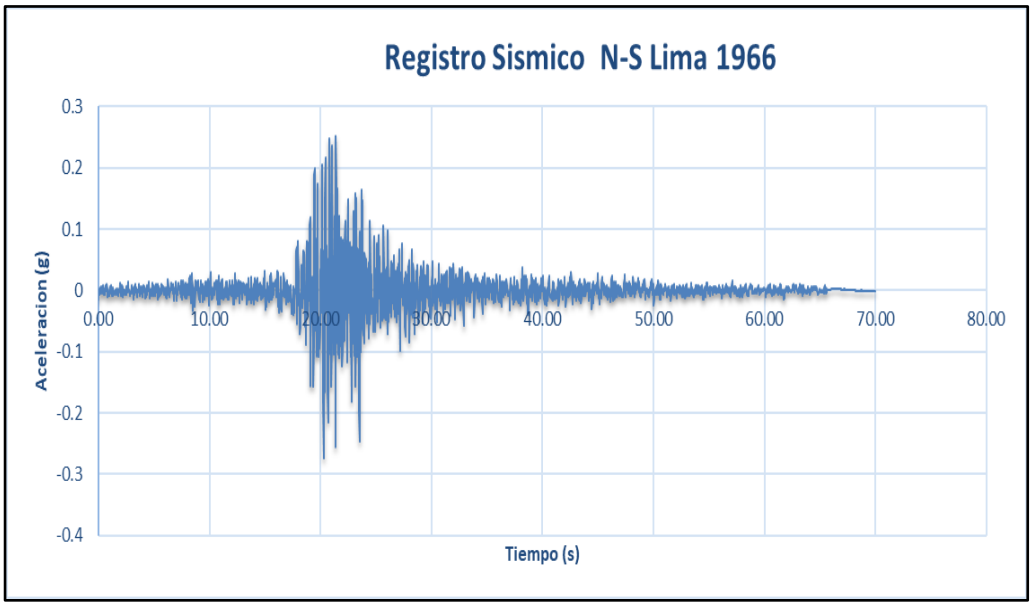
Registro Sísmico Lima E-W, 17-10-1996



Fuente: Tesista – data CISMID 2019.

Figura 52

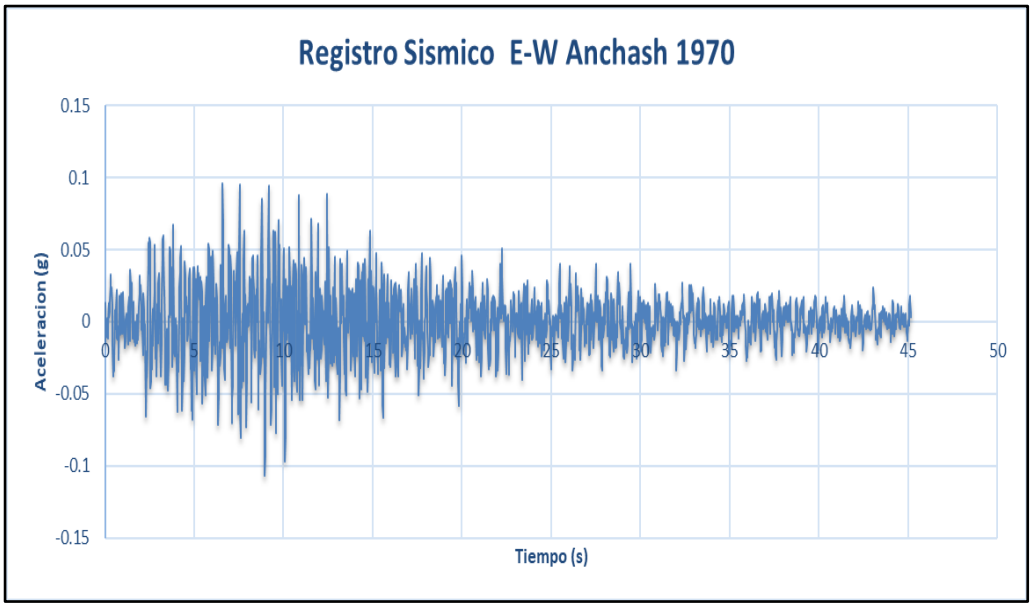
Registro Sísmico Lima N-S, 17-10-1996



Fuente: Tesista – data CISMID 2019.

Figura 53

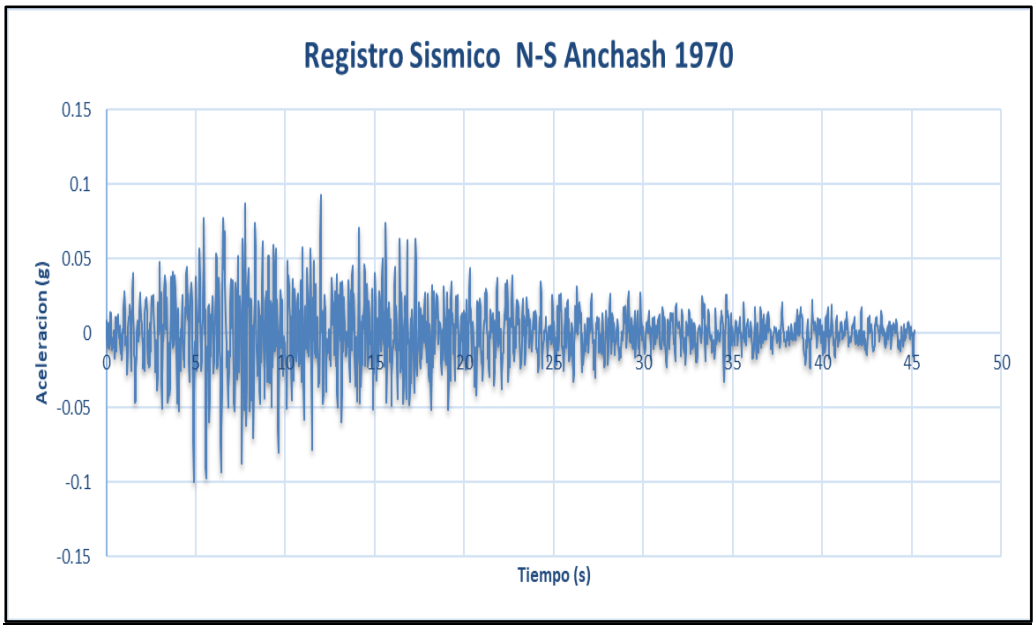
Registro Sísmico Ancash E-W, 17-10-1970



Fuente: Tesista – data CISMID 2019.

Figura 54

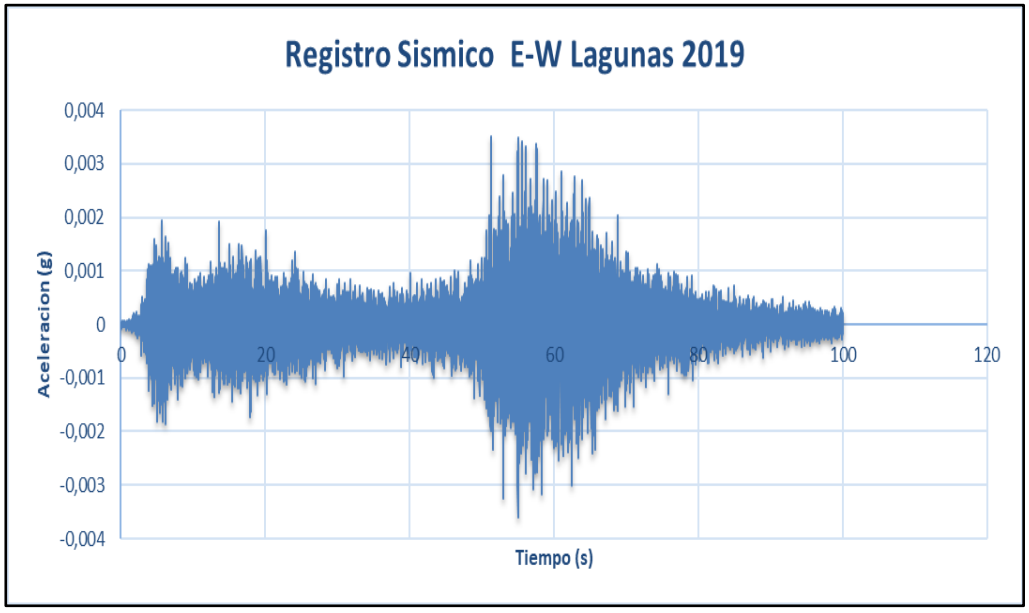
Registro Sísmico Ancash N-S, 17-10-1970



Fuente: Tesista – data CISMID 2019.

Figura 55

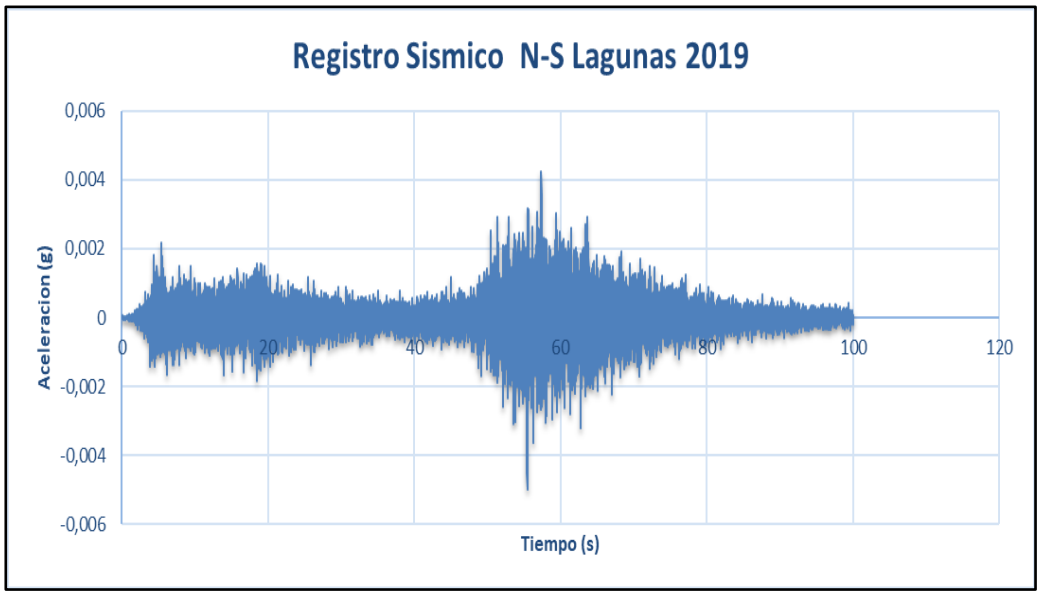
Registro Sísmico Loreto - Lagunas E-W, 26-05-2019



Fuente: Tesista – data CISMID 2019.

Figura 56

Registro Sísmico Loreto - Lagunas N-S, 26-05-2019



Fuente: Tesista – data CISMID 2019.

4.5.1.1. NORMALIZACIÓN DE REGISTROS PARA ANÁLISIS TIEMPO HISTORIA

La normalización de los registros sísmicos se realizó con base al RNE E.030 según su artículo 4.7 de análisis dinámico tiempo-historia. Para escalar los registros utilizados se utilizó el programa SeismoMatch en su versión 2020. En la Figura 60 se muestra cada uno de los espectros de respuesta para los registros sísmicos empleados en esta tesis y el espectro de respuesta según el RNE E.030. Según la Norma E.030 los registros sísmicos se escalan en un rango de 0.2 a 1.5 T, donde T es el periodo natural del edificio.

Figura 57

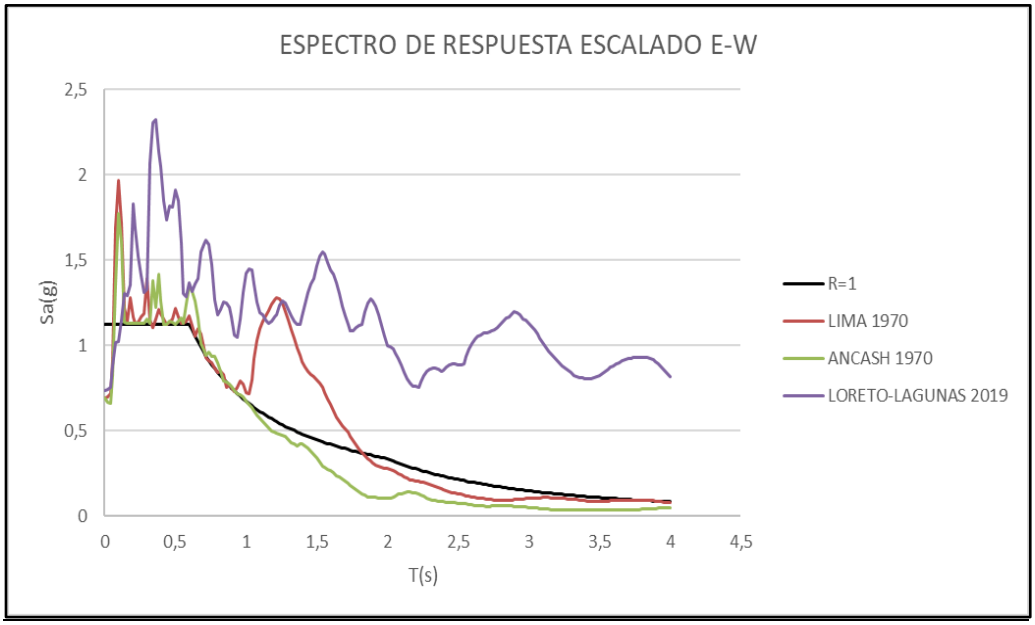
Espectro ante respuestas originales E-W de los registros sísmicos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 58

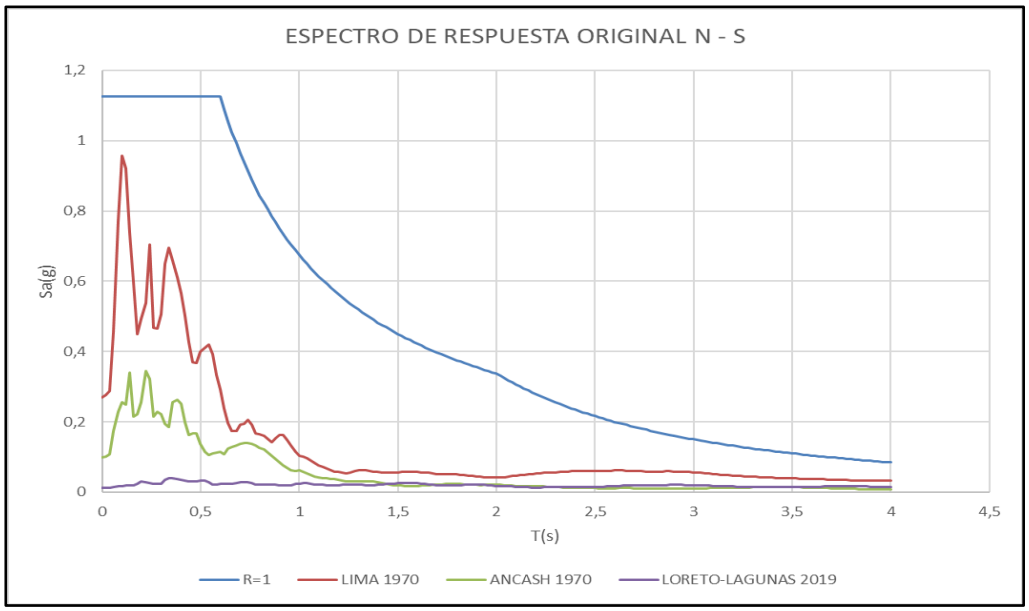
Espectro ante respuestas escaladas E-W de los registros sísmicos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 59

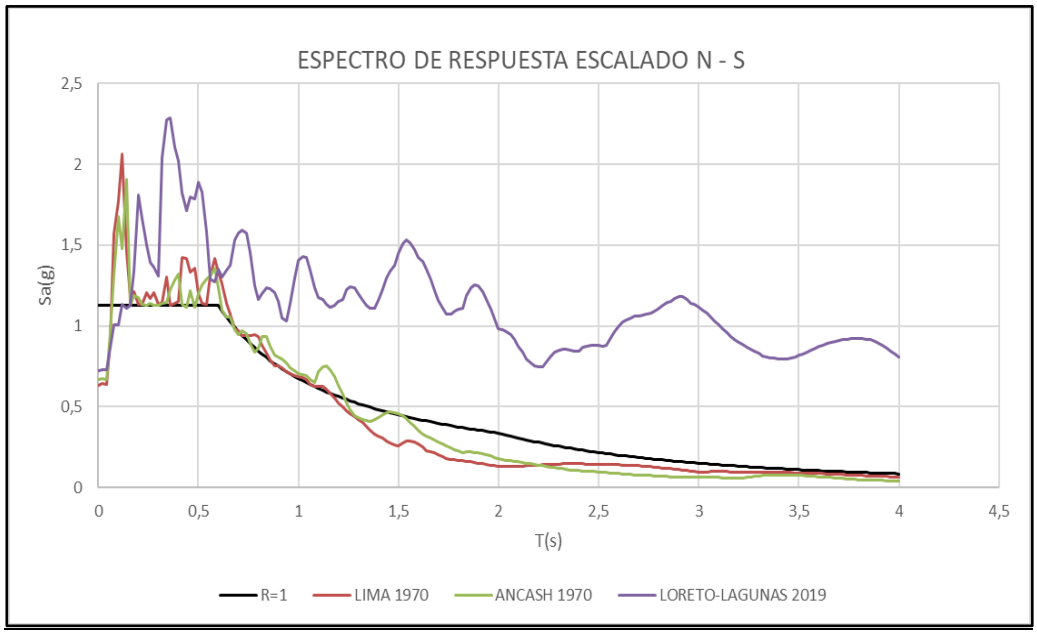
Espectro ante respuestas originales N-S de los registros sísmicos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 60

Espectro ante respuestas escaladas N-S de los registros sísmicos

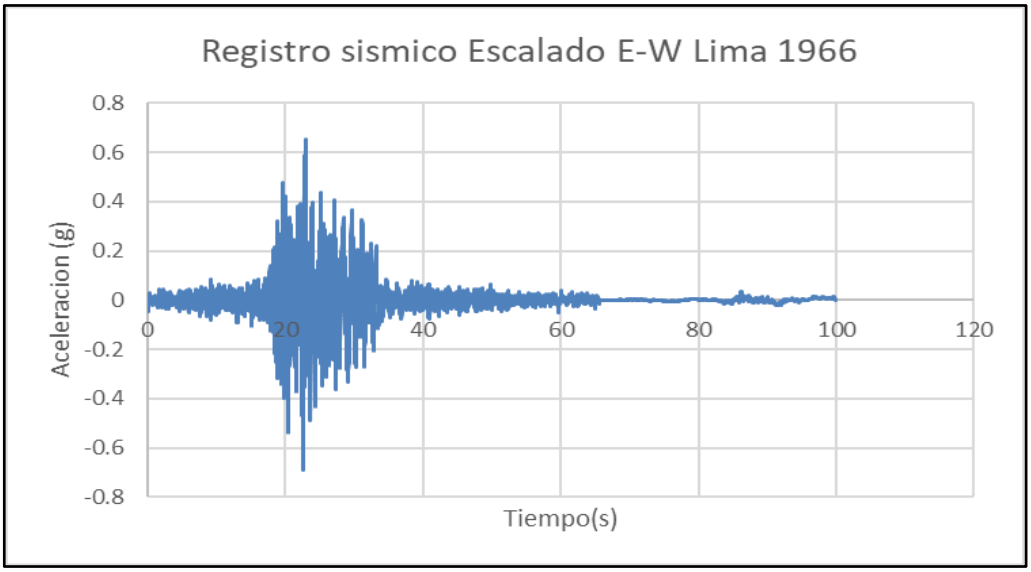


Fuente: Elaboración propia.

Se obtienen los registros sísmicos escalados:

Figura 61

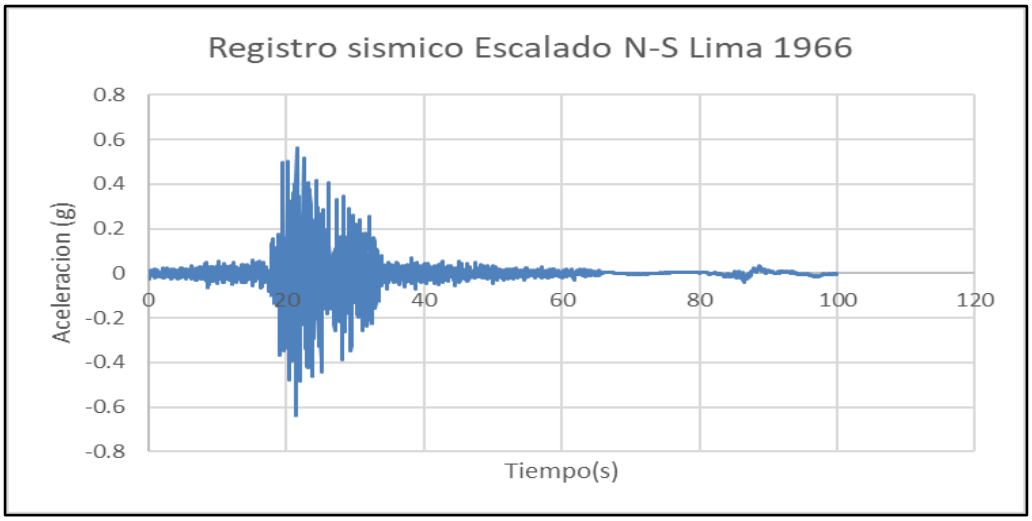
Registros sísmicos escalados – Espectro real (Lima E-W 1996)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 62

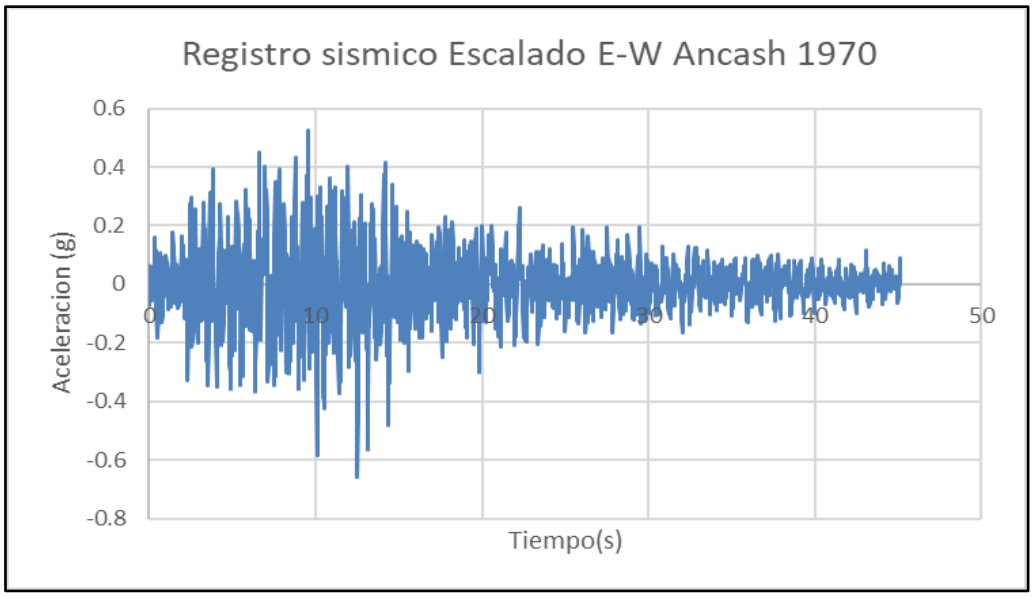
Registros sísmicos escalados – Espectro real (Lima N-S 1996).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 63

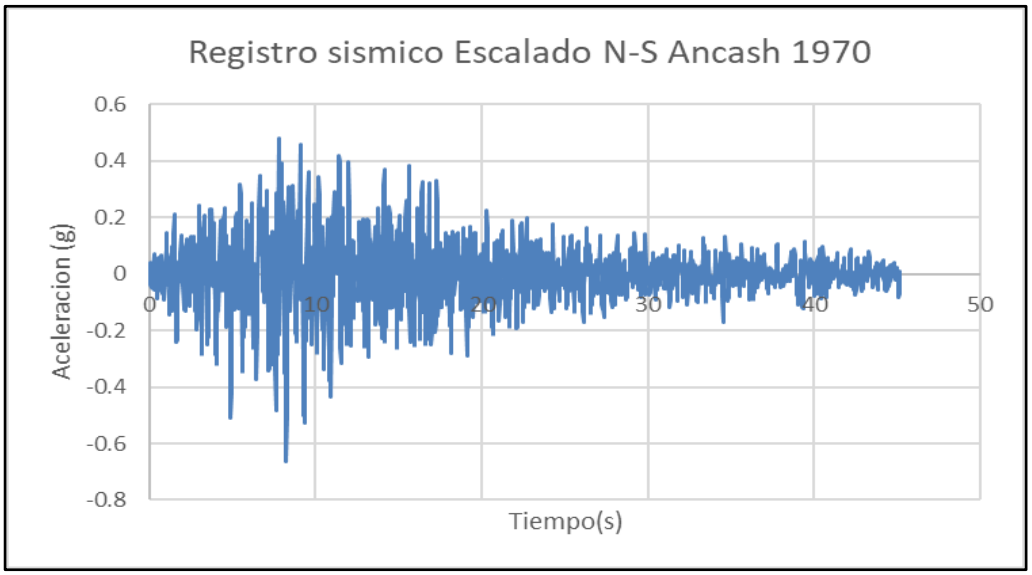
Registros sísmicos escalados – Espectro real (Ancash E-W 1970)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 64

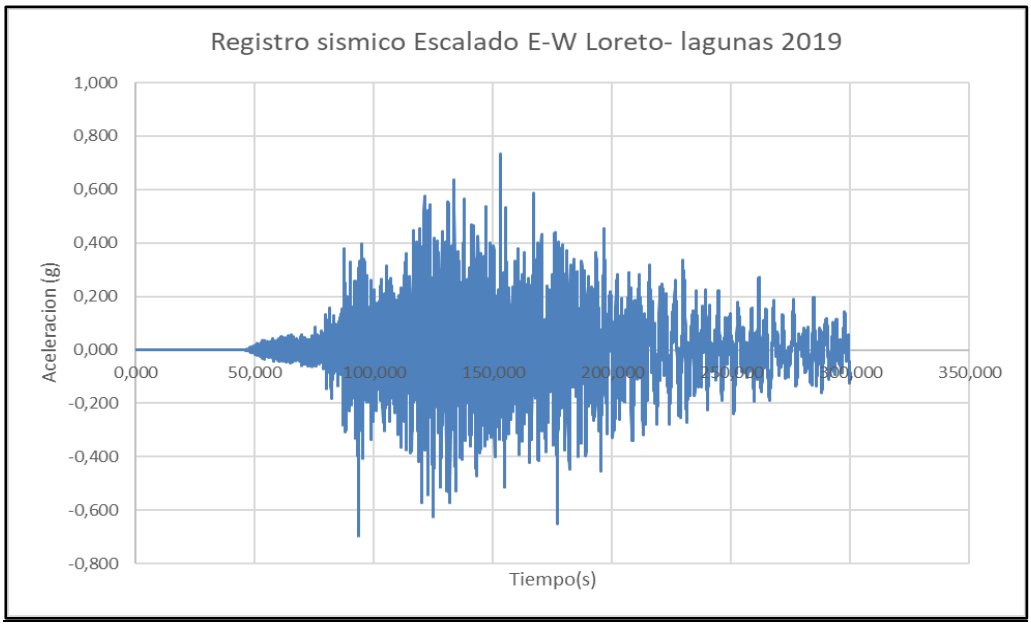
Registros sísmicos escalados – Espectro real (Ancash N-S 1970)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 65

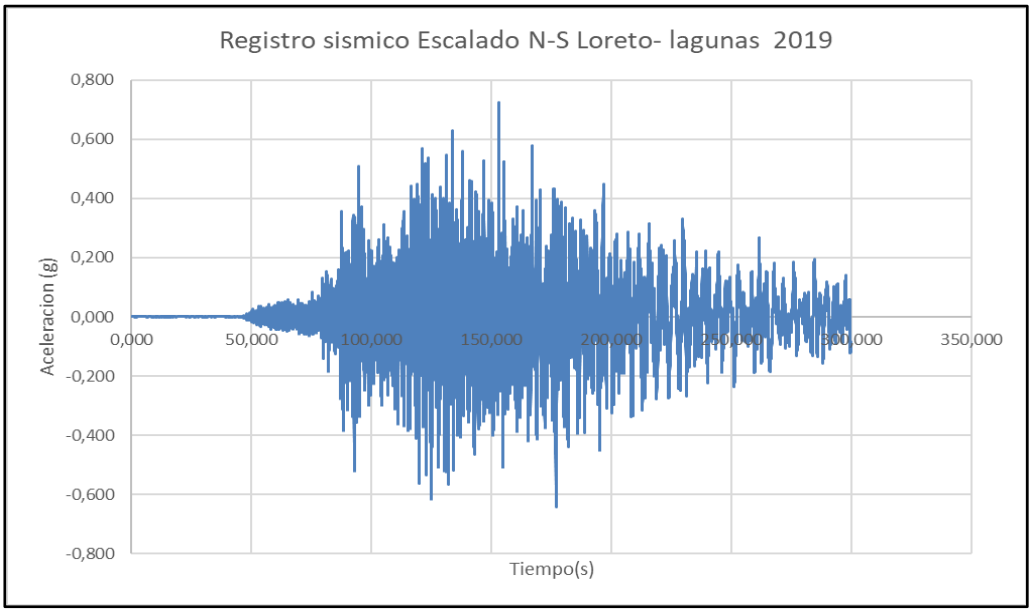
Registros sísmicos escalados – Espectro real (Loreto- lagunas E-W 2019)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 66

Registros sísmicos escalados – Espectro real (Loreto- lagunas N-S 2019)



Fuente: Elaboración propia.

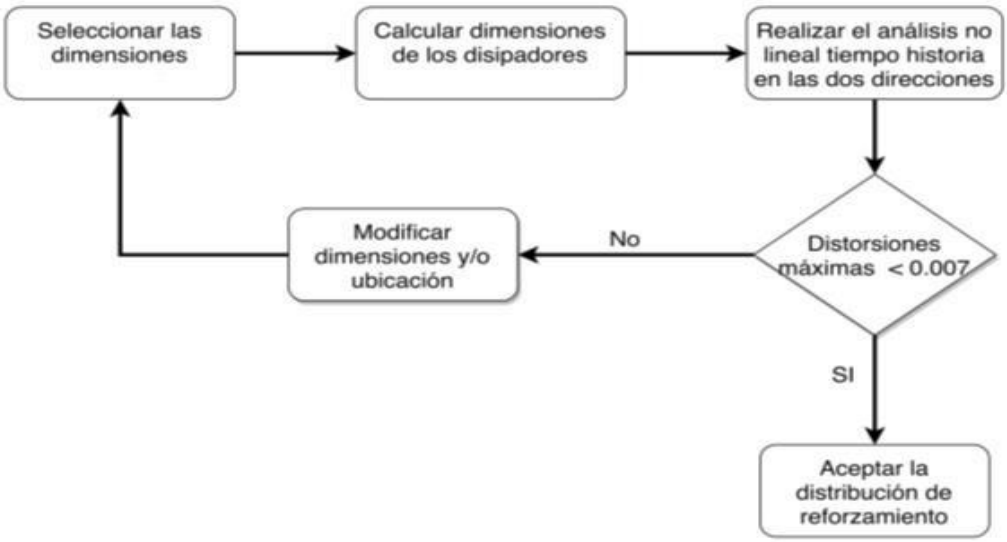
4.5.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA CON SLB

De acuerdo al proyecto base del expediente técnico de la Sede central del Gobierno Regional de Ucayali, se tiene distorsiones menores a lo indicado en la norma, así mismo el periodo de la edificación del bloque A es 0.453s, del bloque B es 0.449s y del bloque C es 0.461s. Por consiguiente, de acuerdo a las bibliografías de autores, este periodo con alguna fuerza externa ocurriría un problema de resonancia, durante el cual deberíamos alejarnos del periodo resonante de la estructura.

La propuesta es unificar en un solo bloque y equiparlas con disipadores sísmicos SLB, proporcionándole así a la estructura suficiente rigidez y asegurar un nivel de desempeño operativo después de la ocurrencia de un sismo, en la siguiente Figura 67, se muestra un flujograma para el dimensionamiento del sistema de refuerzo mediante un análisis tiempo historia, el cual facilitará el procedimiento de análisis del edificio planteado.

Figura 67

Flujograma del procedimiento de refuerzo con Disipadores SLB



Fuente: Elaboración propia.

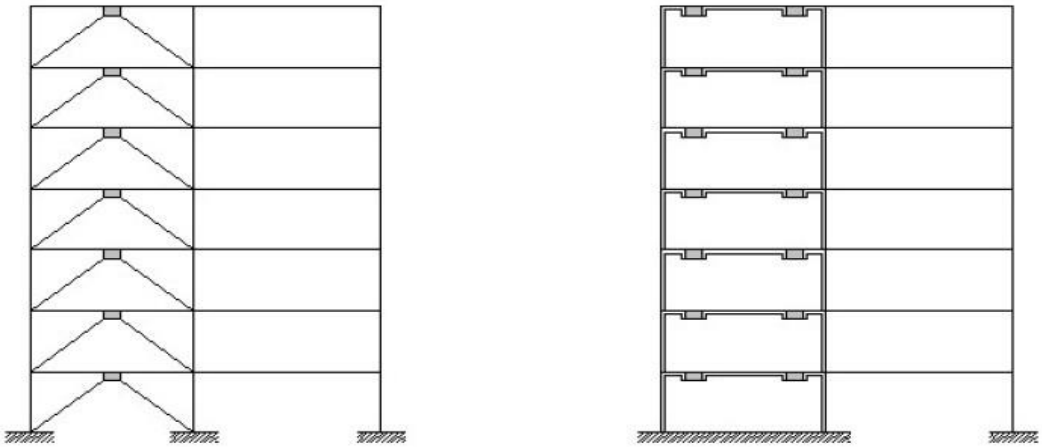
Para el diseño de los disipadores SLB, se tiene la consideración que estos dispositivos concentran las demandas de ductilidad en conexiones fabricadas industrialmente y con propiedades mecánicas definidas por lo que representan un avance al diseño clásico de estructuras basado en la ductilidad y híperestatismo.

Es importante distinguir la diferencia entre (1) los amortiguadores, los cuales son sistemas reactivos a la velocidad de la estructura por lo que sus beneficios en la respuesta global requieren altas velocidades y empiezan, por tanto, a ser efectivos para deformaciones altas y (2) los disipadores los cuales son reactivos a los desplazamientos y empiezan a proteger la estructura según su rigidez inicial la cual para los SLB es muy alta y sus beneficios empiezan a decimas de mm, la aplicación que se han desarrollado desde el clásico sistema de diagonales Chrevron a innovadores muros disipativos desacoplados discontinuos y muros acoplados con diagonales disipativas (estos últimos trabajan como “Diagonales de pandeo restringido” pero a un costo muy inferior a ellas). En la figura 68 se puede observar:

a) Aplicación clásica. Diagonales metálicas que limitan la fuerza transferida a las diagonales y disipadores.
b) Aplicación de propuesta. Muros desacoplados de concreto de solo 15/30cm con conexiones SLB los cuales no necesitan estar alineados verticalmente dado que la conexión no transfiera carga axial.

Figura 68

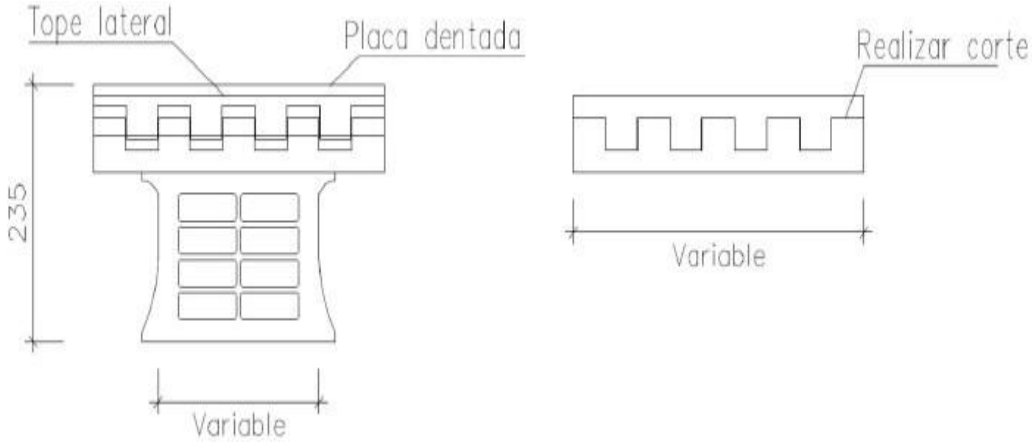
(a) Aplicación clásica. (b) Aplicación de propuesta



Fuente: Disipadores SLB, Luis Bozzo.

Figura 69

Geometría y característica del Disipador



Fuente: Disipadores SLB, Luis Bozzo.

Donde la altura de 235mm corresponde a 80 mm de la placa dentada o “conexión almenada” y 155mm de altura del propio dispositivo (común a todos los dispositivos estándares pero que se puede variar y adaptar a la obra o proyecto específico). La altura total es, por tanto, de

235 mm, aunque para fines de cálculo se utilice la altura del disipador, es decir 155mm. Por otra parte la longitud es variable según la fuerza de inicio de plastificación que se requiera variando en la actualidad entre solo 60mm para una fuerza de inicio de plastificación de 35,6kN hasta 50mm con una fuerza de inicio de plastificación de 897,7kN. En caso de requerirse mayores fuerzas se puede diseñar un dispositivo especifico o, simplemente, disponer de N dispositivos en paralelo. Los dispositivos estándares actualmente fabricados con acero ASTM A36 (Fy 2530kg/cm2) se presentan en la Tabla 4:

Tabla 4

Parámetro de Diseño para los Disipadores SHEAR LINK BOZZO

Parámetros de diseño para los disipadores SHEAR LINK BOZZO										
Dispositivo	**ed (mm)**	**er1 (mm)**	**er2 (mm)**	**ev (mm)**	k_1 **(KN/cm)**	k_2 **(KN/cm)**	**Dy (mm)**	**Fy (KN)**	$F_{máx}$ **(KN)**	E_P **(KN.cm)**
SLB2 6_2	19	13	-	2	363.33	9.75	0.980	35.60	69.01	87.08
SLB2 6_3	19	13	-	3	397.80	10.75	1.031	41.00	79.21	99.25
SLB2 6_4	19	13	-	4	421.73	11.65	1.065	44.90	88.58	108.31
SLB2 6_5	19	13	-	5	439.60	12.78	1.078	47.40	96.67	115.18
SLB2 8_2	19	15	-	2	592.87	13.86	0.811	48.10	92.76	119.78
SLB2 8_3	19	15	-	3	676.27	15.38	0.858	58.00	107.57	141.77
SLB2 8_4	19	15	-	4	737.00	16.28	0.900	66.30	120.87	159.39
SLB2 8_5	19	15	-	5	784.27	17.43	0.927	72.70	133.29	173.71
SLB2 10_2	19	20	-	2	893.40	19.15	0.761	68.00	128.71	168.89
SLB2 10_3	19	20	-	3	1039.13	21.57	0.780	81.10	148.63	198.84
SLB2 10_4	19	20	-	4	1149.53	22.96	0.809	93.00	166.26	224.54
SLB2 10_5	19	20	-	5	1237.80	14.93	0.906	112.20	182.26	246.55
SLB2 15_2	19	20	-	2	1571.47	31.17	0.648	101.80	199.61	258.66
SLB2 15_3	19	20	-	3	1691.47	37.36	0.643	126.10	240.45	318.16
SLB2 15_4	19	20	-	4	2290.27	42.03	0.654	149.70	276.57	373.16
SLB2 15_5	19	20	-	5	2575.60	45.69	0.670	172.50	310.13	424.52
SLB2 20_2	19	25	5	2	2073.33	37.83	0.601	124.60	243.14	316.64
SLB2 20_3	19	25	5	3	2630.13	46.27	0.597	156.90	298.30	396.26
SLB2 20_4	19	25	5	4	3105.53	53.03	0.606	188.30	348.53	470.63
SLB2 20_5	19	25	5	5	3520.20	58.63	0.620	218.40	395.71	540.18

SLB3 25_2	25	30	5	2	3214.07	58.98	0.606	194.80	383.50	494.69
SLB3 25_3	25	30	5	3	4046.67	70.69	0.589	238.20	457.15	602.54
SLB3 25_4	25	30	5	4	4783.20	81.04	0.585	279.60	526.49	703.70
SLB3 25_5	25	30	5	5	5447.47	90.85	0.586	319.00	592.39	799.88
SLB3 25_6	25	30	5	6	6064.13	99.65	0.589	375.10	655.63	891.48
SLB3 25_7	25	30	5	7	6644.13	107.41	0.594	394.50	716.83	979.51
SLB3 25_8	25	30	5	8	7191.47	114.57	0.599	430.70	776.40	1064.12
SLB3 25_9	25	30	5	9	7711.07	120.73	0.605	466.40	834.90	1145.71
SLB3 30_2	25	30	5	2	3666.73	64.22	0.578	212.10	415.33	539.19
SLB3 30_3	25	30	5	3	4717.00	78.76	0.563	265.70	507.23	672.79
SLB3 30_4	25	30	5	4	5661.33	92.21	0.560	316.90	594.62	799.16
SLB3 30_5	25	30	5	5	6525.67	104.99	0.561	366.10	678.62	920.34
SLB3 30_6	25	30	5	6	7336.60	116.45	0.565	414.20	759.77	1036.63
SLB3 30_7	25	30	5	7	8106.07	126.92	0.569	461.30	838.79	1149.06
SLB3 30_8	25	30	5	8	8840.00	135.98	0.575	508.00	915.50	1257.99
SLB3 30_9	25	30	5	9	9542.20	145.74	0.579	552.50	992.12	1363.85
SLB3 40_2	25	30	5	2	4571.07	76.44	0.543	248.30	482.60	634.54
SLB3 40_3	25	30	5	3	6043.67	97.23	0.531	321.00	609.64	817.79
SLB3 40_4	25	30	5	4	7393.67	116.17	0.530	391.60	732.20	993.03
SLB3 40_5	25	30	5	5	8650.00	133.79	0.533	460.80	851.48	1162.82
SLB3 40_6	25	30	5	6	9843.00	149.92	0.537	528.70	967.95	1327.13
SLB3 40_7	25	30	5	7	10988.00	165.19	0.542	595.40	1082.30	1487.36
SLB3 40_8	25	30	5	8	12091.27	179.81	0.547	660.90	1195.00	1643.93
SLB3 40_9	25	30	5	9	13156.07	194.00	0.551	725.10	1306.30	1797.11
SLB3 50_2	25	30	5	2	5479.60	88.67	0.520	284.90	551.27	730.67
SLB3 50_3	25	30	5	3	7367.13	114.64	0.512	377.50	713.65	963.00
SLB3 50_4	25	30	5	4	9116.00	138.30	0.513	468.10	871.40	1186.77
SLB3 50_5	25	30	5	5	10759.13	160.81	0.518	557.00	1025.70	1404.77
SLB3 50_6	25	30	5	6	12328.87	181.80	0.523	644.40	1177.30	1616.83
SLB3 50_7	25	30	5	7	13844.20	202.03	0.528	730.30	1326.80	1824.36
SLB3 50_8	25	30	5	8	15312.67	221.80	0.532	814.70	1474.50	2028.05
SLB3 50_9	25	30	5	9	16737.00	241.37	0.536	897.70	1621.20	2228.51

Fuente: Disipadores SLB, Luis Bozzo.

El diseño se realiza mediante una metodología de Interacción directa, este procedimiento es automatizado mediante un plug-in, que tiene como autor al ingeniero Edinson Muñoz, en el cual se realiza de forma automática la elección del disipador.

4.5.2.1. VERIFICACIÓN TIEMPO HISTORIA NO LINEAL

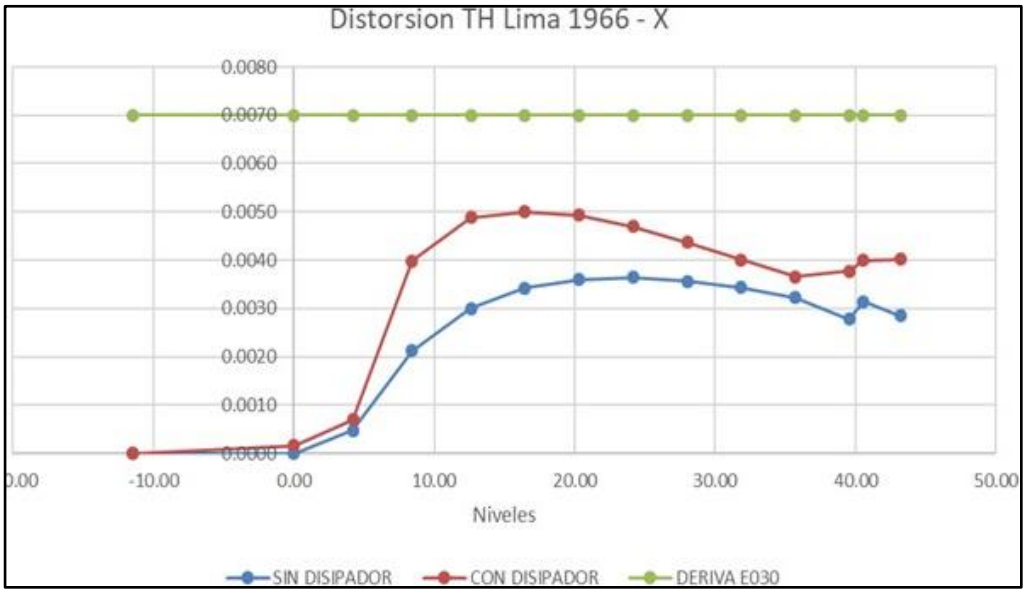
a. VERIFICACIÓN DE DISTORSIONES

En el Análisis Tiempo Historia se indujo a la edificación tres registros, Lima 1966, Ancash 1970 y Loreto Lagunas 2019, con el fin de verificar las distorsiones máximas según el Reglamento nacional de Edificaciones de la estructura equipada con disipadores SLB y en comparación con la estructura base del Expediente Técnico de la Sede Central del Gobierno Regional de Ucayali, se indujeron en ambas direcciones para poder verificar y poder predecir el nivel de daño que pueda producir a la estructura.

A diferencia de un análisis espectral, para el análisis tiempo historia se muestra las distorsiones desde los pilotes por existir pequeños desplazamientos que no afectan el comportamiento global de la estructura, pero se visualiza, en las siguientes Figuras 70 a la 77 se muestran los gráficos comparativos para los registros utilizados en cada dirección en comparación con el diseño original, a su vez son comparadas con la norma E.030 del reglamento Nacional de Edificaciones.

Figura 70

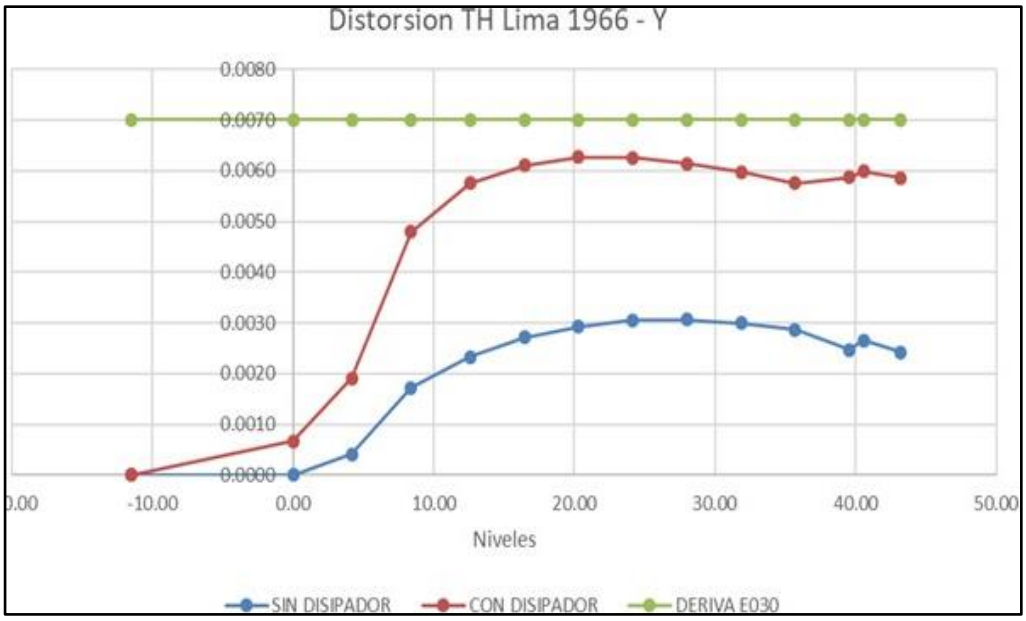
Análisis de Distorsiones TH en eje X, registro de Lima 1996.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 71

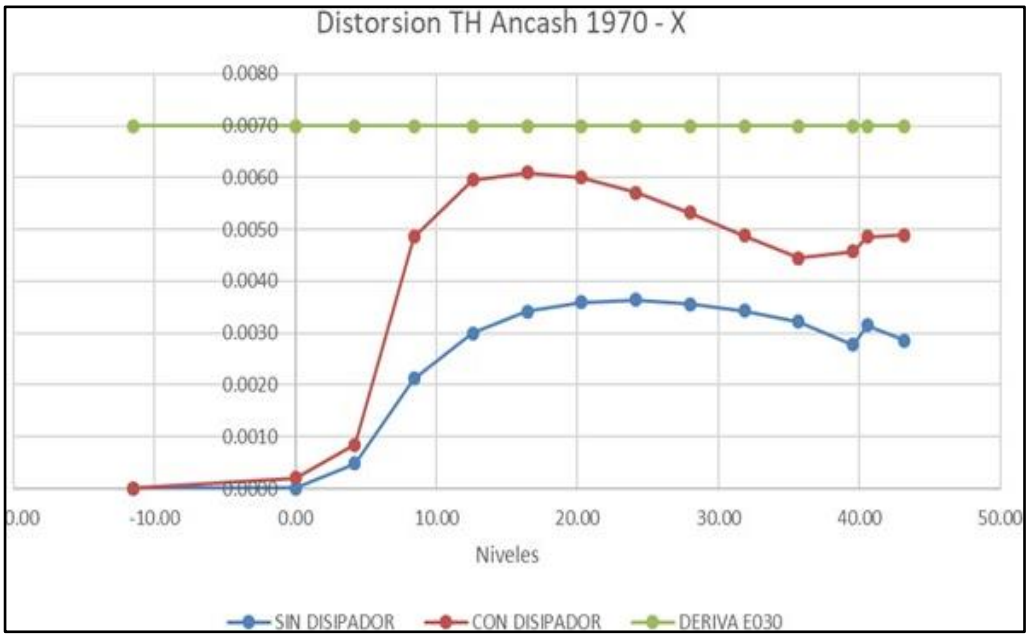
Análisis de Distorsiones TH en eje Y, registro de Lima 1996.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 72

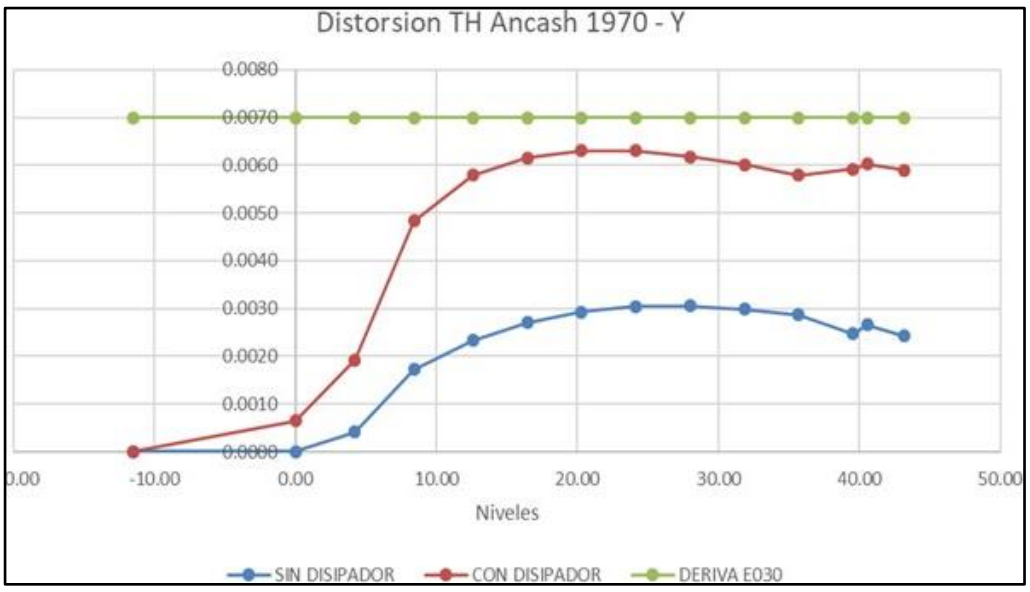
Análisis de Distorsiones TH en eje X, registro de Ancash 1970.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 73

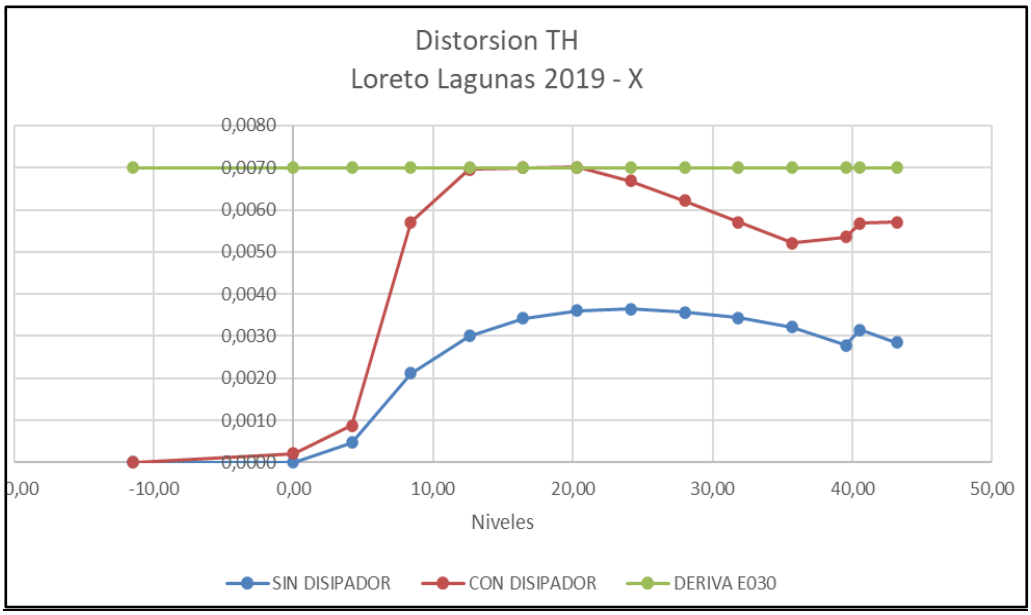
Análisis de Distorsiones TH en eje Y, registro de Ancash 1970.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 74

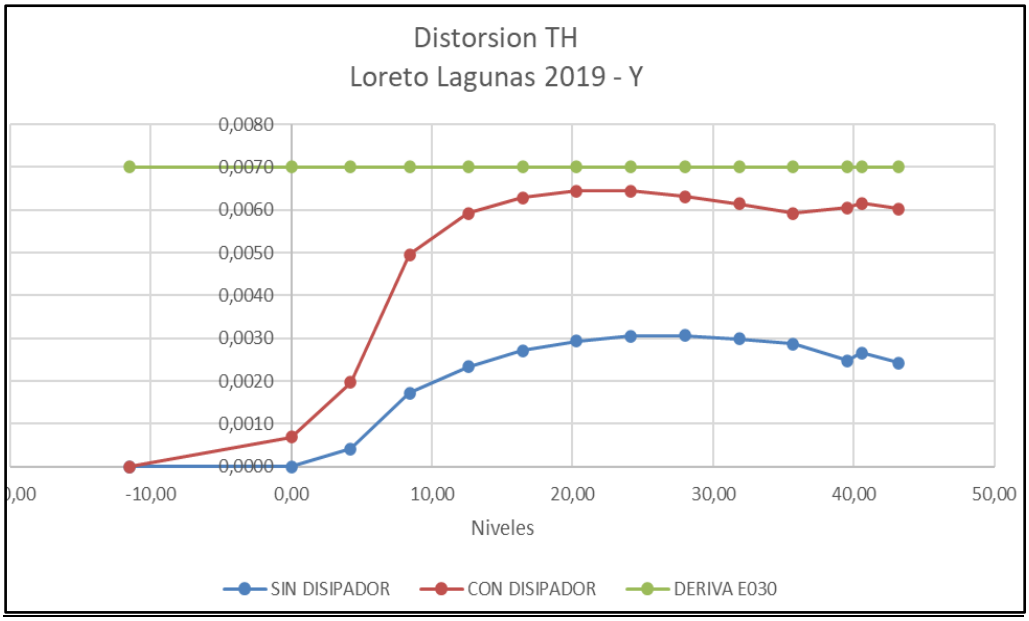
Análisis de Distorsiones TH en eje X, registro de Loreto-Lagunas 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 75

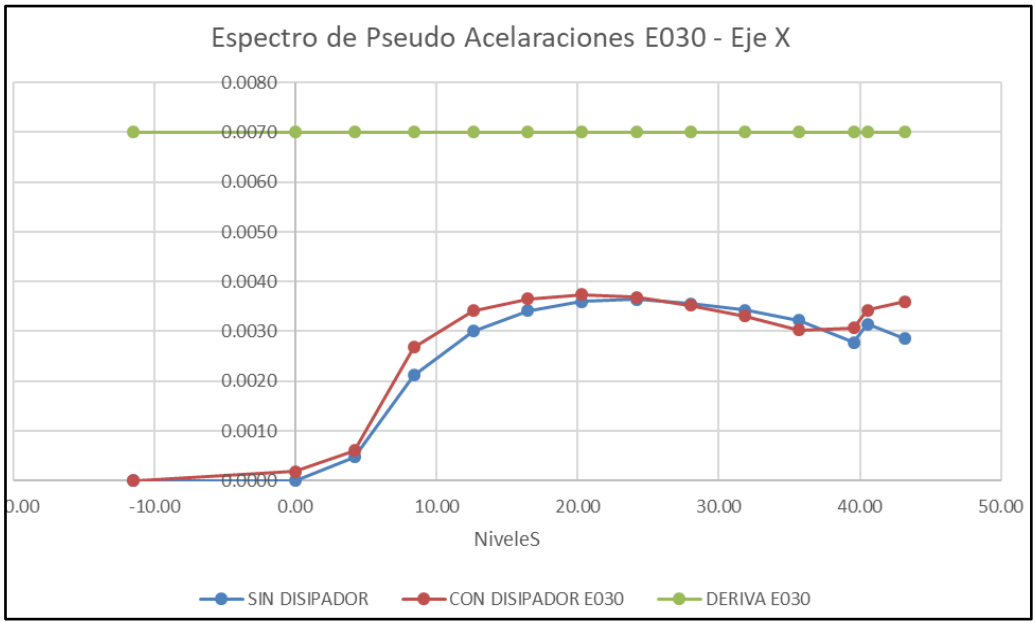
Análisis de Distorsiones TH en eje Y, registro de Loreto-Lagunas 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 76

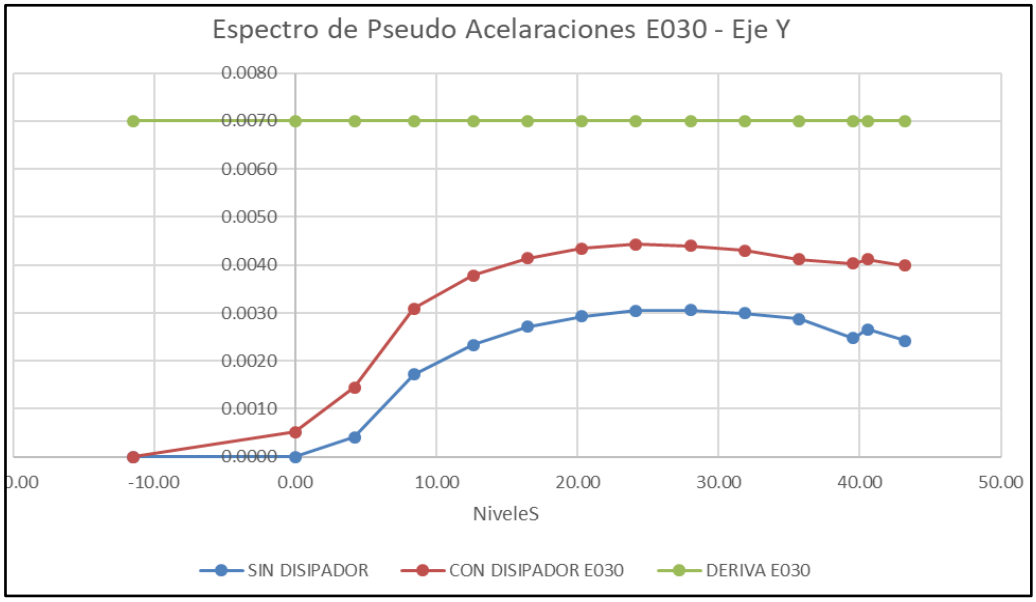
Análisis de Espectro de Pseudo aceleraciones para verificar la Distorsión en el Eje X.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 77

Análisis de Espectro de Pseudo aceleraciones para verificar la Distorsión en el Eje Y



Fuente: Elaboración propia.

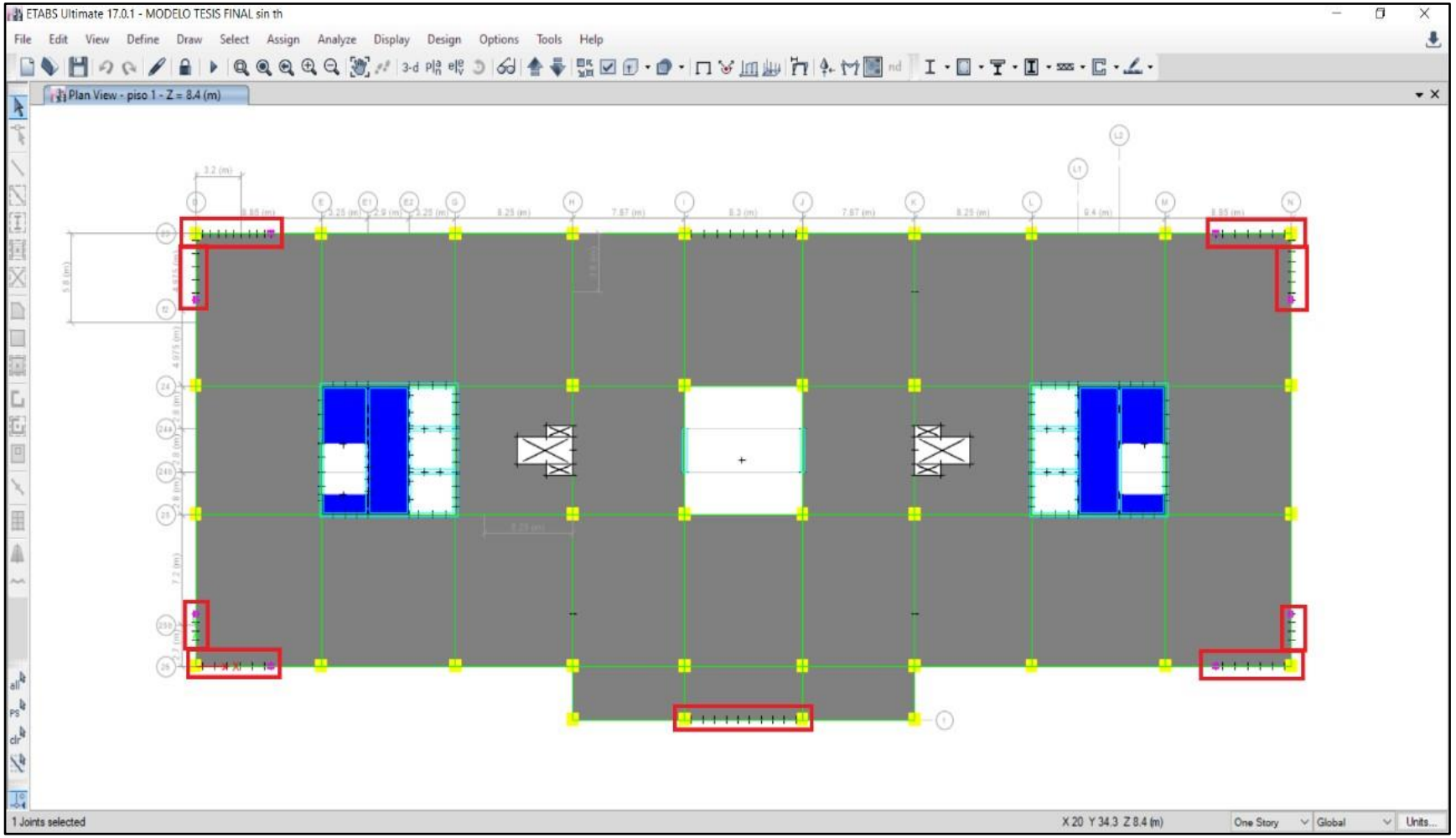
En cada uno de los registros utilizados tanto para ambas direcciones ortogonales, las distorsiones o derivas fueron menores a lo permisible en el Reglamento Nacional de Edificaciones, al mismo tiempo se realizaron varias interacciones para encontrar el óptimo disipador con el ETABS 2017 y el Plug-in DISIPA 19.2.2.

4.5.2.2. DISTRIBUCIÓN FINAL DE DISIPADORES SLB

La propuesta de equipamiento con disipadores sísmicos que permite darle mayor ductilidad y desempeño a la estructura, el cual no altera el anteproyecto arquitectónico del proyecto base, donde se utilizaron los muros de concreto armado que fueron reemplazados por muros desacoplados, así mismo disminuimos los muros de corte del proyecto base, por lo tanto, se tiene en las figuras 78 a la 81:

Figura 78

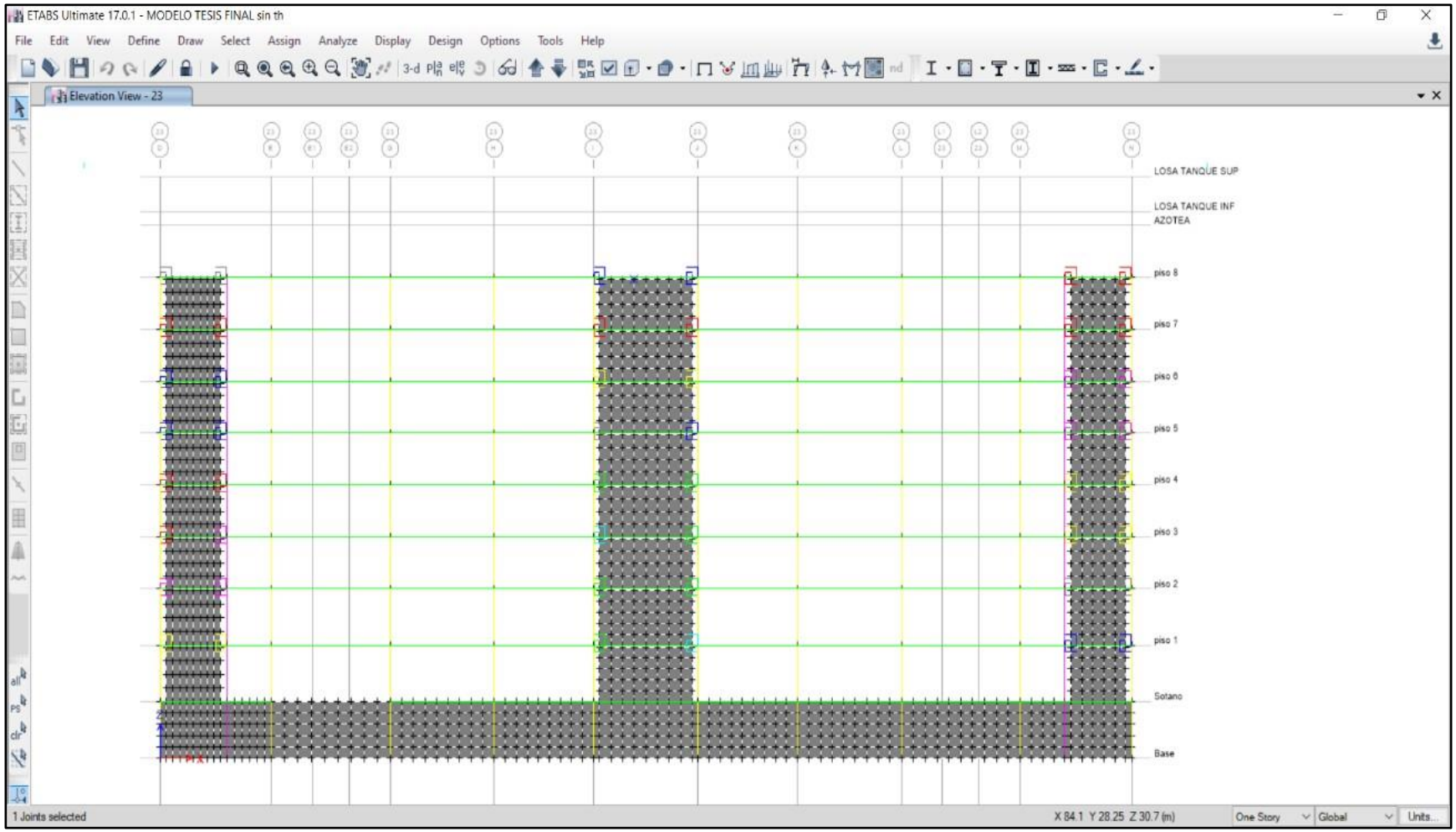
Equipamiento con Disipadores SLB (vista en planta)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 79

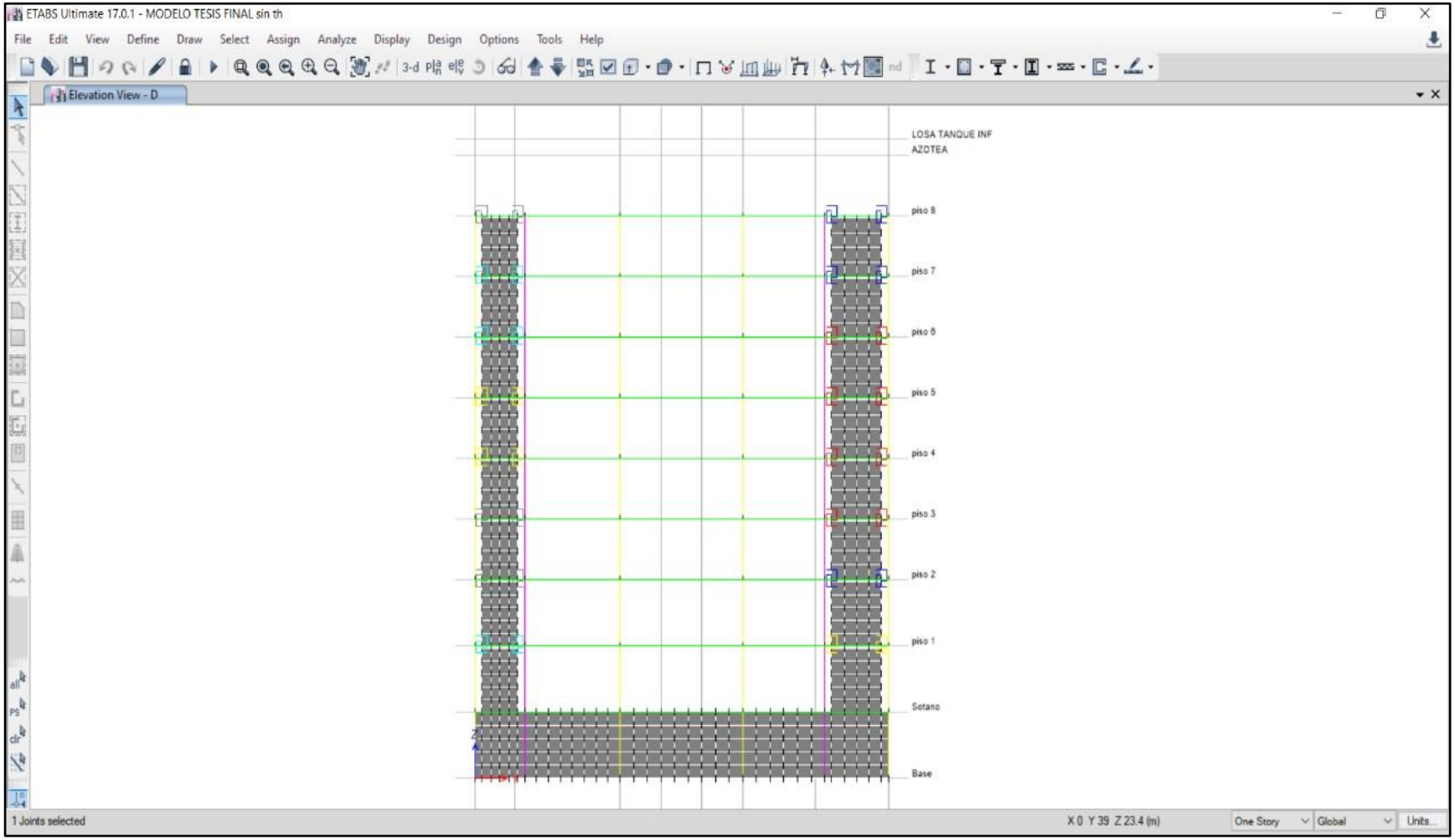
Equipamiento con Disipadores SLB (vista eje frontal)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 80

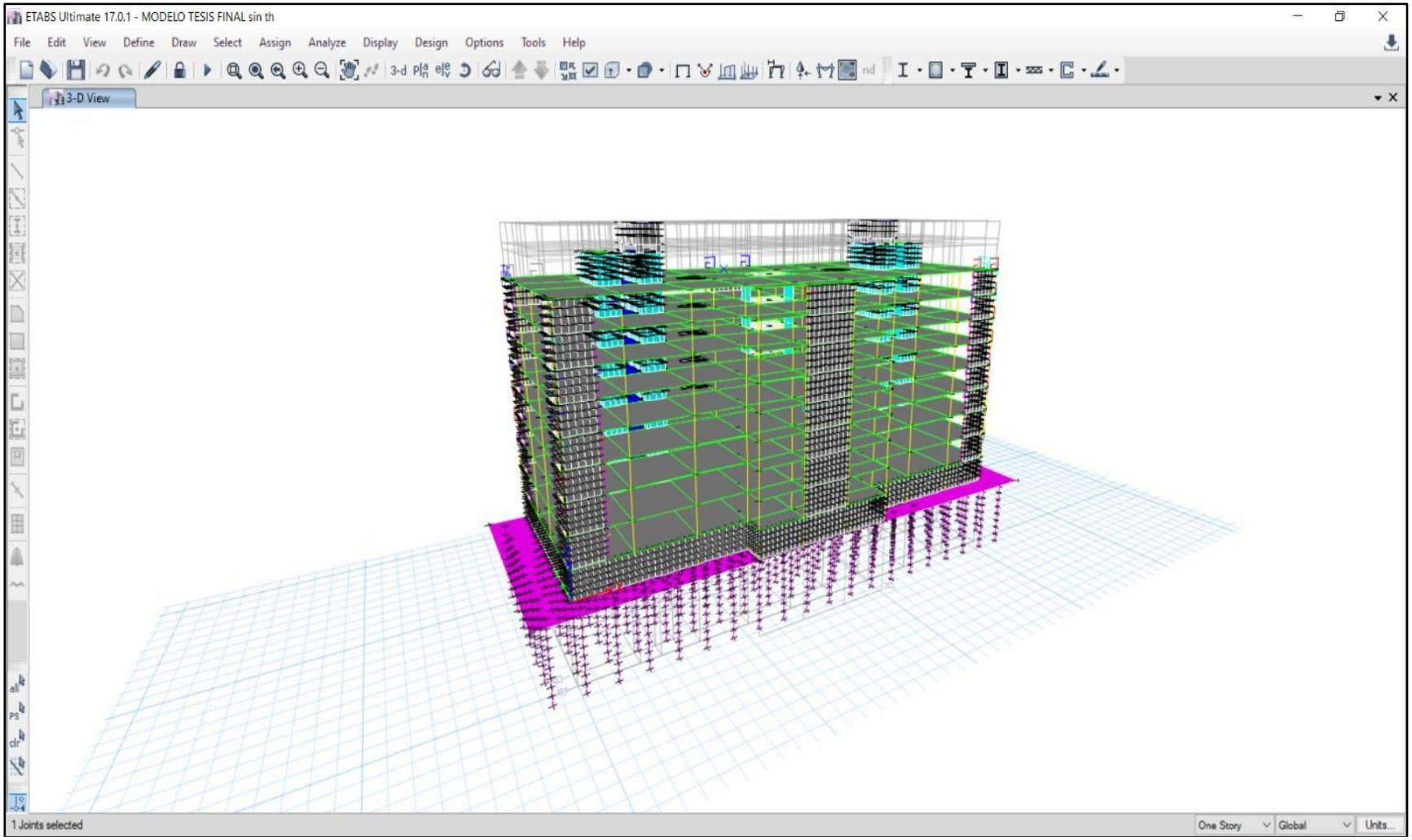
Equipamiento con Disipadores SLB (vista eje lateral)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 81

Equipamiento con Disipadores SLB (vista 3D)



Fuente: Elaboración propia

4.5.2.3. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES

Por la categoría de edificación de acuerdo al expediente técnico es A2, que para la zona no se permite irregularidades en planta y en altura para ambos ejes ortogonales, asimismo fueron verificadas en el expediente técnico del proyecto.

4.5.2.4. ANÁLISIS MODAL DE LA ESTRUCTURA

Del análisis modal de la edificación del proyecto existente y equipadas con disipadores sísmicos, el problema original de la edificación se debió a los periodos de la estructura ya que estas están cerca del periodo del suelo, por lo se optó tomar recomendaciones de muchos investigadores como, Luis Bozzo, Alva Hurtado y bibliografías, para evitar el fenómeno de resonancia es recomendable alejarse del periodo natural del terreno, asimismo se dio a la estructura un mejor desempeño y ductilidad de la estructura, fue necesario en análisis por vectores RITZ para lograr obtener el factor de participación de masas mayor al 90% lo que no se logró con vectores propios ni aumentando el número de modos.

Tabla 5

Tabla comparativa de periodos – Análisis Modal

Modo de vibración	T(s) Sin Disipadores	T(s) Con Disipadores
1	0.4590	0.758
2	0.4090	0.690
3	0.2850	0.046

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6

Tabla comparativa de Factor de participación – Análisis Modal

	Sin Disipador	con Disipador
Factor de Participación de Masas "X"	91.12	96.42
Factor de Participación de Masas "Y"	91.06	97.74

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar en las tablas 5 y 6, que con la inclusión de disipadores se disminuyen los modos y se corrigen los modos principales de vibración la mayor participación comienza en el eje Y a diferencia del proyecto base que presenta en eje X, mostrándose un análisis comparativo de los modos de vibración.

Tabla 7

Tabla comparativa de Factor de periodos – Tiempo/Historia (Loreto Lagunas 2019)

Modo	Sin Disipador			Con Disipador		
	Periodo	Sum UX %	Sum UY %	Periodo	Sum UX %	Sum UY %
1	0.453	68.05	0.100	0.758	0	51.03
2	0.403	68.15	66.09	0.690	54.41	51.03
3	0.283	68.22	66.67	0.055	54.46	51.03
4	0.115	83.08	66.68	0.030	60.83	51.03
5	0.092	83.08	82.97	0.015	63.25	51.03
6	0.075	83.09	83.25	0.009	64.22	51.03
7	0.060	86.20	83.25	0.007	64.74	51.03
8	0.052	86.20	83.26	0.005	65.07	51.04
9	0.045	88.05	83.27	0.004	66.01	51.18
10	0.045	88.06	86.82	0.004	66.11	51.22
11	0.038	88.06	86.83	0.003	66.11	51.23
12	0.036	88.06	87.46	0.002	66.37	59.59
13	0.034	89.55	87.46	0.001	72.28	60.29
14	0.033	89.55	88.34	0.001	73.45	74.35
15	0.030	89.55	88.45	0.001	73.86	74.38
16	0.027	90.13	88.48	0	73.96	77.12
17	0.027	90.15	89.82	0	74.74	77.80
18	0.026	90.22	89.82	0	75.35	78.76
19	0.025	90.23	89.84	0	75.48	80.03

20	0.025	90.60	89.84	0	75.52	83.57
21	0.024	90.60	89.89	0	75.52	83.94
22	0.023	90.60	89.89	0	75.52	84.13
23	0.022	90.64	89.89	0	75.54	86.10
24	0.022	90.87	89.94	0	75.56	86.19
25	0.022	90.88	90.54	0	75.62	86.99
26	0.020	90.88	90.57	0	75.69	87.12
27	0.020	90.95	90.57	0	75.74	87.33
28	0.019	90.95	90.80	0	75.80	87.36
29	0.019	90.96	90.80	0	77.90	88.13
30	0.018	90.96	90.82	0	89.88	88.42
31	0.018	90.96	90.82	0	89.90	88.78
32	0.017	90.96	90.91	0	90.36	89.92
33	0.017	90.96	90.98	0	91.72	90.83
34	0.017	90.96	91.00	0	92.35	91.75
35	0.017	90.96	91.00	0	92.39	92.55
36	0.017	90.96	91.00	0	92.40	95.38
37	0.017	90.96	91.02	0	92.41	95.39
38	0.016	90.96	91.04	0	92.46	95.43
39	0.016	90.96	91.05	0	95.17	95.45
40	0.016	90.96	91.05	0	95.17	96.15
41	0.016	90.96	91.05	0	95.45	96.38
42	0.016	90.96	91.06	0	95.93	96.41
43	0.016	90.96	91.06	0	95.94	96.47
44	0.015	90.96	91.06	0	95.95	96.60
45	0.015	91.12	91.06	0	95.95	97.37
46	0.015	91.12	91.06	0	96.12	97.40
47	0.015	91.12	91.06	0	96.12	97.40
48	0.015	91.12	91.06	0	96.12	97.40
49	0.015	91.12	91.06	0	96.17	97.57
50	0.015	91.12	91.06	0	96.42	97.74

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7, se pueden ver los periodos de la edificación, donde estos son mayores al periodo natural del terreno, el cual es el objetivo de la presente investigación, ya que, si en caso ocurriría cualquier agente externo, este no ocurriría el fenómeno de resonancia. Sin embargo, en el proyecto base se puede apreciar que el periodo es 0.459, el cual es un modelo sin la inclusión de un modelo matemático para poder calcular aproximadamente el periodo natural de la estructura.

4.6. ANÁLISIS DE DISTORSIONES

Para obtener el análisis de distorsiones se realizó un análisis tiempo historia en el cual se utilizaron registros sísmicos de Lima 1966, Ancash 1970 y Loreto-Lagunas 2019 para verificar las distorsiones y diseños de los disipadores sísmicos SLB. Con la inclusión de disipadores sísmicos se pudo obtener distorsiones menores a lo indicado en la E.030, del reglamento nacional de edificaciones, en las siguientes tablas del 8 al 11, se realiza la comparación con cada análisis realizado.

Tabla 8

Distorsiones con Disipadores – Registro sísmico Lima 1996

Nivel	Sin disipador		Con disipador e030		Reducción	
	x	y	x	y	x	y
43.20	0.0029	0.0024	0.0040	0.0059	-41%	-141%
40.55	0.0031	0.0027	0.0040	0.0060	-27%	-125%
39.55	0.0028	0.0025	0.0038	0.0059	-36%	-138%
35.70	0.0032	0.0029	0.0037	0.0058	-14%	-100%
31.85	0.0034	0.0030	0.0040	0.0060	-17%	-100%
28.00	0.0036	0.0031	0.0044	0.0061	-23%	-101%
24.15	0.0036	0.0031	0.0047	0.0063	-29%	-105%
20.30	0.0036	0.0029	0.0049	0.0063	-37%	-114%
16.45	0.0034	0.0027	0.005	0.0061	-46%	-125%
12.60	0.0030	0.0023	0.0049	0.0058	-63%	-147%
8.40	0.0021	0.0017	0.0040	0.0048	-88%	-179%
4.20	0.0005	0.0004	0.0007	0.0019	-44%	-367%
0	0	0	0.0002	0.0007	0	0
-11.50	0	0	0	0	0	0
Promedio					-33%	-124%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9

Distorsiones con Disipadores – Registro sísmico Ancash 1970

Nivel	Sin disipador		Con disipador e030		Reducción	
	x	y	x	y	x	y
43.20	0.0029	0.0024	0.0049	0.0059	-71%	-143%
40.55	0.0031	0.0027	0.0049	0.0060	-55%	-127%
39.55	0.0028	0.0025	0.0046	0.0059	-65%	-140%
35.70	0.0032	0.0029	0.0045	0.0058	-38%	-102%
31.85	0.0034	0.0030	0.0049	0.0060	-42%	-101%
28.00	0.0036	0.0031	0.0053	0.0062	-49%	-102%
24.15	0.0036	0.0031	0.0057	0.0063	-57%	-107%
20.30	0.0036	0.0029	0.0060	0.0063	-67%	-115%
16.45	0.0034	0.0027	0.0061	0.0062	-78%	-127%
12.60	0.0030	0.0023	0.0060	0.0058	-98%	-149%
8.40	0.0021	0.0017	0.0049	0.0048	-129%	-181%
4.20	0.0005	0.0004	0.0008	0.0019	-75%	-370%
0	0	0	0.0002	0.0007	0	0
-11.50	0	0	0	0	0	0
Promedio					-59%	-126%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Distorsiones con Disipadores – Registro sísmico Loreto-Lagunas 2019

Nivel	Sin disipador		Con disipador e030		Reducción	
	x	y	x	y	x	y
43.20	0.0029	0.0024	0.0053	0.0049	-87%	-103%
40.55	0.0031	0.0027	0.0053	0.0050	-69%	-89%
39.55	0.0028	0.0025	0.0050	0.0049	-80%	-100%
35.70	0.0032	0.0029	0.0049	0.0048	-51%	-68%
31.85	0.0034	0.0030	0.0053	0.0050	-56%	-68%
28.00	0.0036	0.0031	0.0058	0.0052	-64%	-68%
24.15	0.0036	0.0031	0.0063	0.0053	-72%	-72%
20.30	0.0036	0.0029	0.0066	0.0053	-82%	-79%
16.45	0.0034	0.0027	0.0067	0.0051	-95%	-89%
12.60	0.0030	0.0023	0.0065	0.0048	-117%	-107%
8.40	0.0021	0.0017	0.0053	0.0040	-150%	-134%
4.20	0.0005	0.0004	0.0009	0.0016	-92%	-292%
Promedio					-73%	-91%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11

Distorsiones con Pseudo Aceleraciones NTP E030

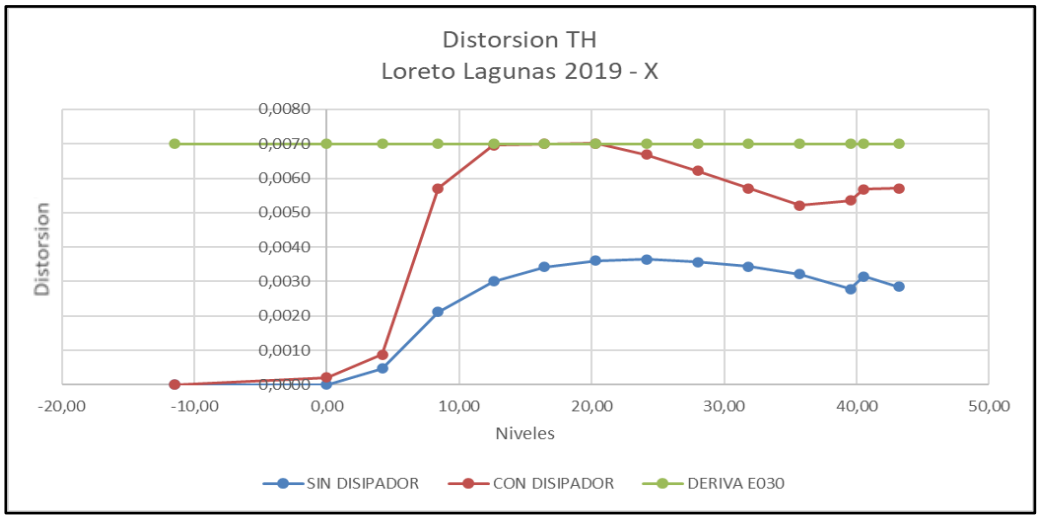
Nivel	Sin disipador		Con disipador e030		reducción	
	x	y	x	y	x	y
43.20	0.0029	0.0024	0.0036	0.0040	-26%	-65%
40.55	0.0031	0.0027	0.0034	0.0041	-9%	-55%
39.55	0.0028	0.0025	0.0031	0.0040	-10%	-63%
35.70	0.0032	0.0029	0.0030	0.0041	6%	-44%
31.85	0.0034	0.0030	0.0033	0.0043	3%	-44%
28.00	0.0036	0.0031	0.0035	0.0044	1%	-44%
24.15	0.0036	0.0031	0.0037	0.0044	-1%	-45%
20.30	0.0036	0.0029	0.0037	0.0043	-4%	-48%
16.45	0.0034	0.0027	0.0037	0.0041	-7%	-53%
12.60	0.0030	0.0023	0.0034	0.0038	-14%	-62%
8.40	0.0021	0.0017	0.0027	0.0031	-26%	-80%
4.20	0.0005	0.0004	0.0006	0.0014	-27%	-252%
0	0	0	0.0002	0.0005	0	0
-11.50	0	0	0	0	0	0
Promedio					-8%	-61%

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes Figuras 82 y 83, se muestran los análisis de distorsiones para cada registro sísmico empleado y con el espectro de pseudo aceleraciones de la E.030, en el cual, el planteamiento propuesto de acuerdo a los niveles, no supera el límite de 0.007 indicado en la normal, lo que valida la propuesta de la presente tesis con el equipamiento de disipadores sísmicos.

Figura 82

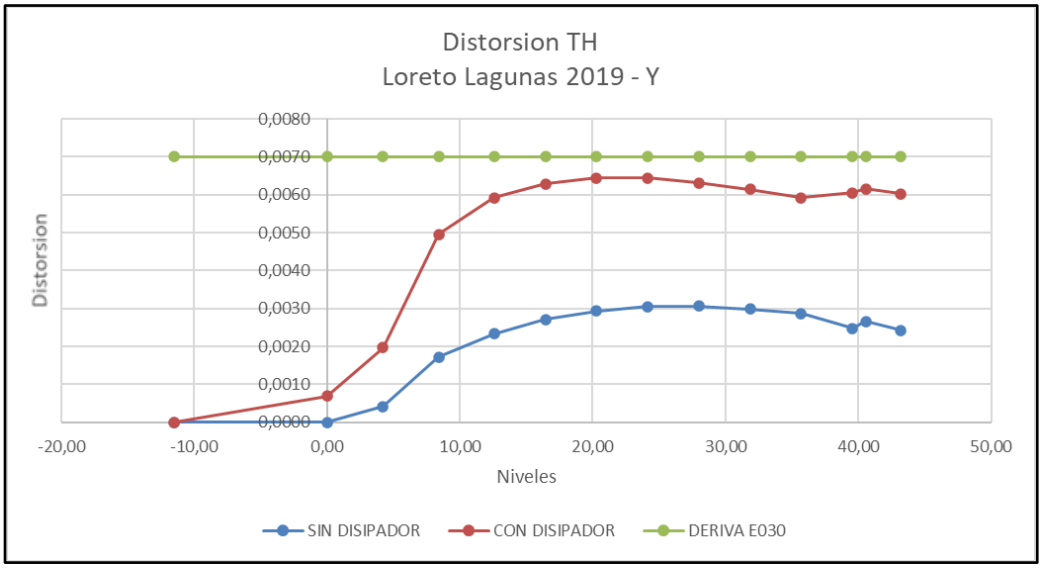
Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Loreto - Lagunas 2019/Dirección X



Fuente: Elaboración propia.

Figura 83

Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Loreto - Lagunas 2019/Dirección Y

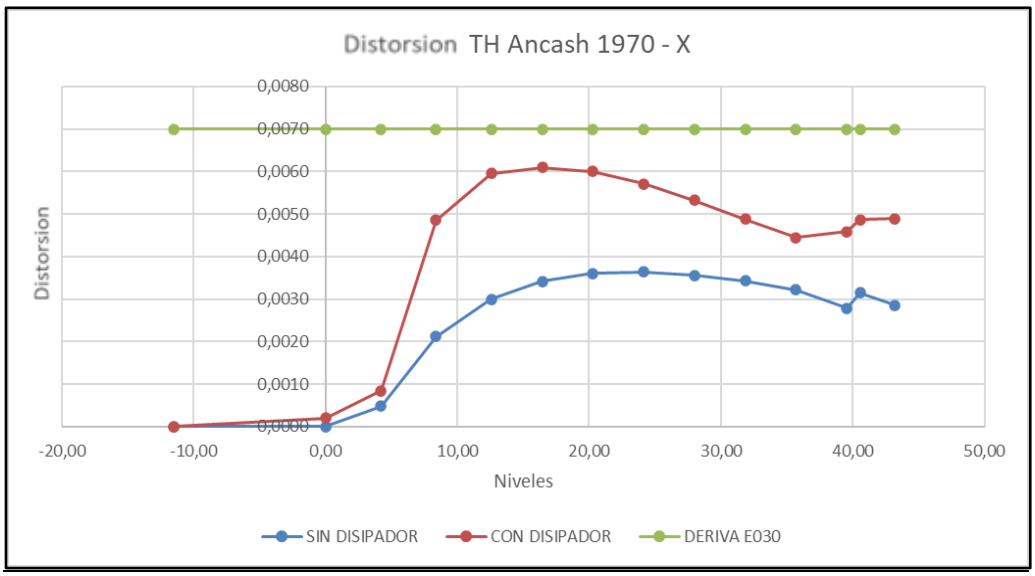


Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Figura 82, que con el registro sísmico utilizado Loreto Lagunas 2019, en la dirección X el máximo desplazamiento se encuentra en el quinto nivel, mientras que con el registro utilizado se encuentra en el tercer nivel. Podemos apreciar que con el equipamiento con disipadores la estructura tiene un comportamiento uniforme.

Figura 84

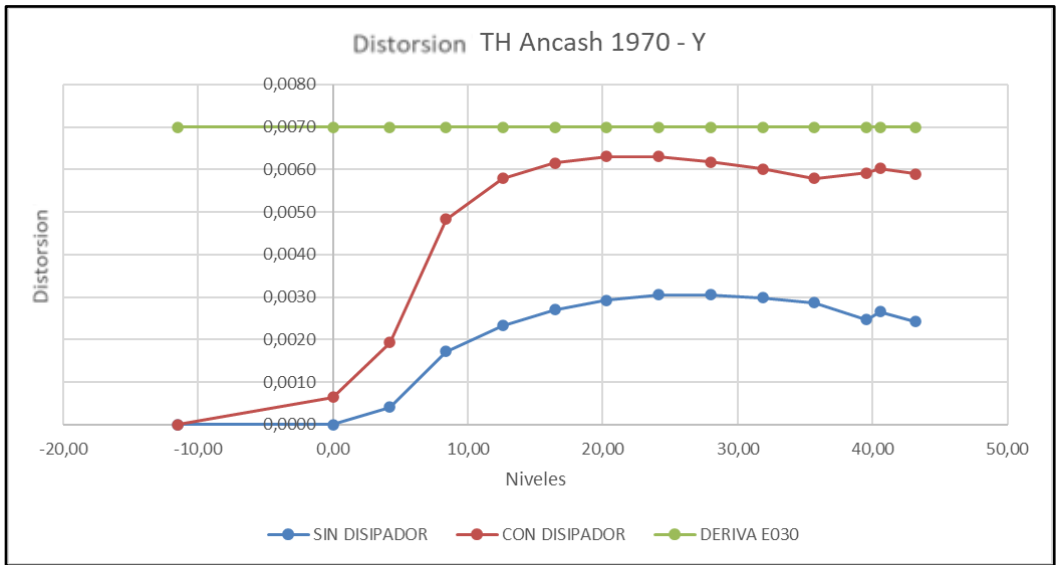
Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Ancash 1970/Dirección X



Fuente: Elaboración propia.

Figura 85

Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Ancash 1970/Dirección Y

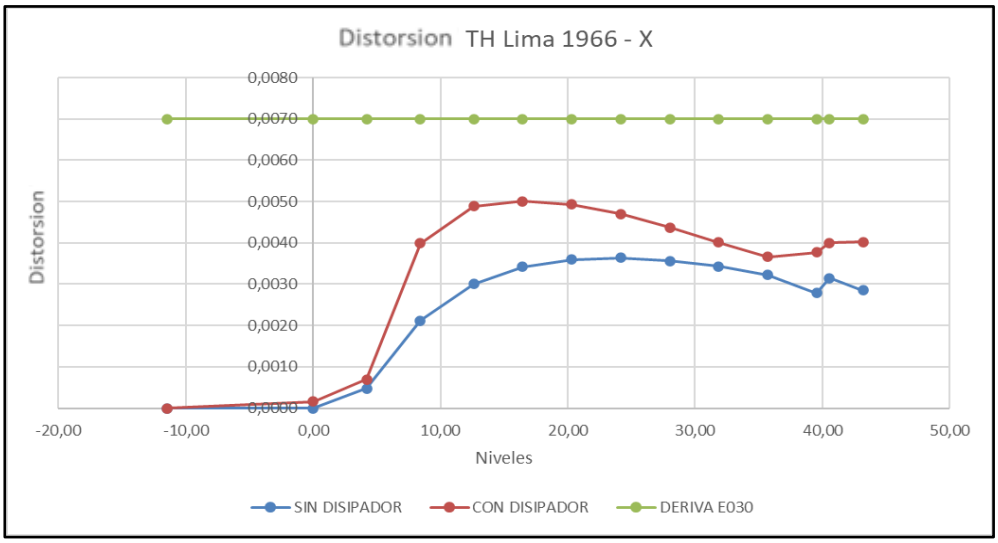


Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 84, podemos observar que con el registro sísmico utilizado Ancash 1970, en la dirección X el máximo desplazamiento se encuentra en el quinto nivel, mientras que con el registro utilizado se encuentra en el tercer nivel. Se concluye así, que con el equipamiento con disipadores la estructura tiene un mejor comportamiento.

Figura 86

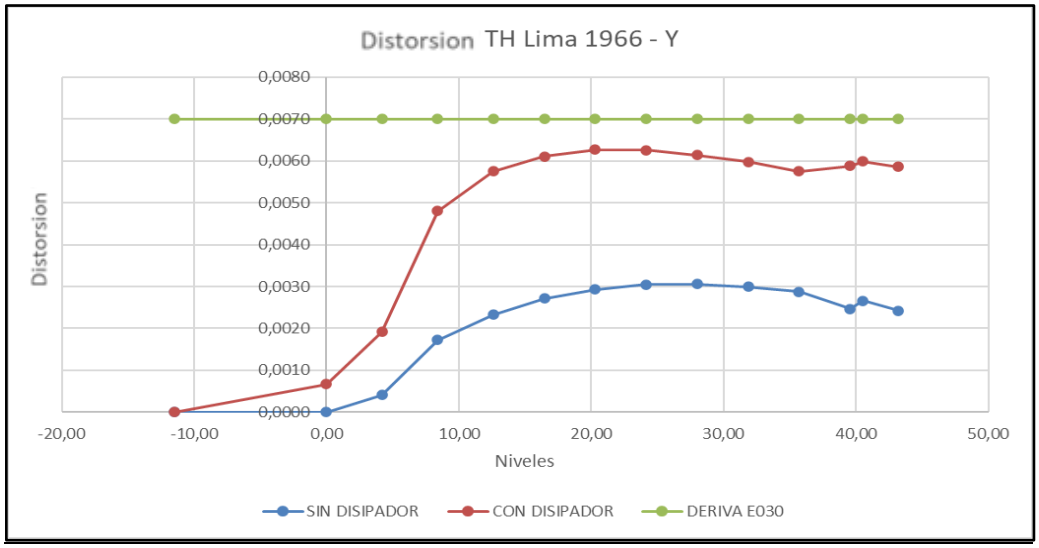
Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Lima 1966/Dirección X



Fuente: Elaboración propia.

Figura 87

Análisis de Distorsiones TH según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos, Lima 1966/Dirección Y

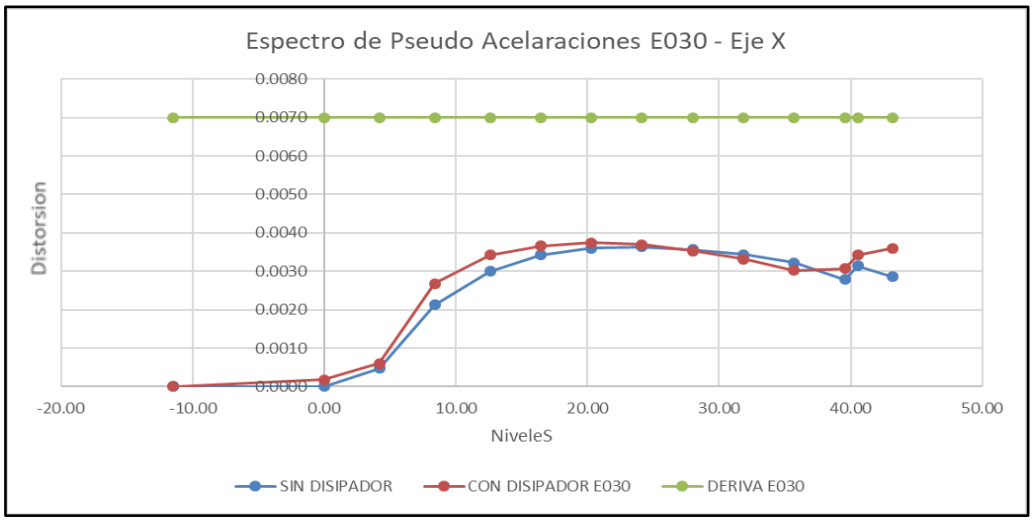


Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 86, podemos ver que con el registro sísmico utilizado Lima 1966, en la dirección X el máximo desplazamiento se encuentra en el quinto nivel, mientras que con el registro utilizado se encuentra en el tercer nivel. Se concluye así, que con el equipamiento con disipadores la estructura tiene un comportamiento uniforme.

Figura 88

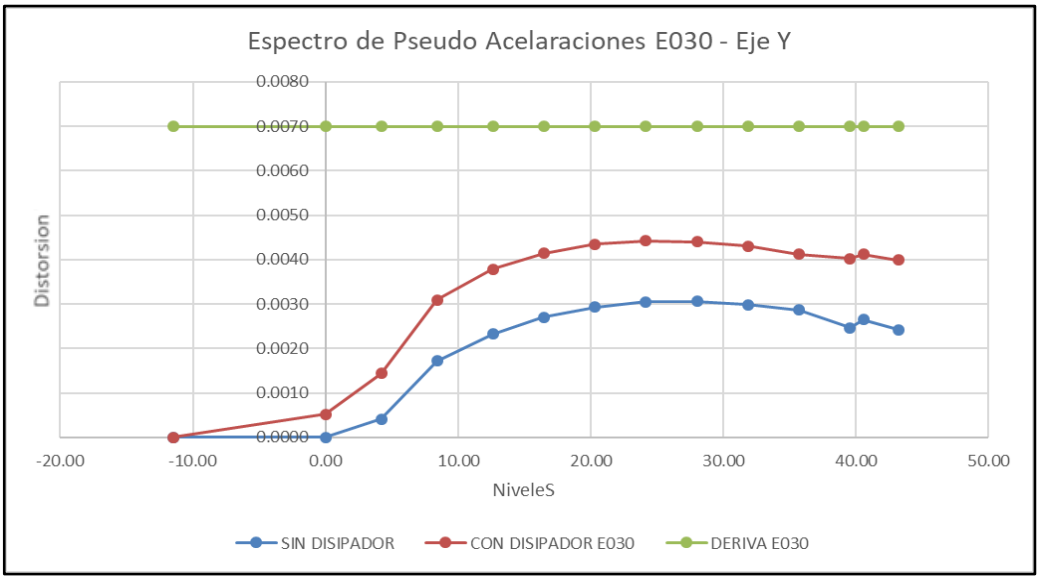
Análisis de Distorsiones según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos – Espectro de Pseudo aceleraciones NTP E030 – Dirección X



Fuente: Elaboración propia.

Figura 89

Análisis de Distorsiones según Expediente Técnico VS Disipadores sísmicos – Espectro de Pseudo aceleraciones NTP E030 – Dirección Y



Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 88, podemos ver que con el registro sísmico utilizado el espectro de pseudo aceleraciones de la E.030, en la dirección X el máximo desplazamiento se encuentra en el quinto nivel, mientras que con el espectro utilizado se encuentra en el cuarto nivel. Se concluye así, que con el equipamiento con disipadores la estructura tiene un mejor comportamiento uniforme.

4.7. ANÁLISIS DE CORTANTES

Para realizar el análisis de fuerza cortante en la base, mediante el sistema de disipación con SLB, en la siguiente Tabla 12, Figuras 90 y 91 se presenta un resumen comparativo de las máximas fuerzas cortantes. Se utilizaron registros sísmicos de Lima 1966, Ancash 1970 y Loreto-lagunas 2019 para verificar las distorsiones y diseños de los disipadores sísmicos SLB.

Tabla 12

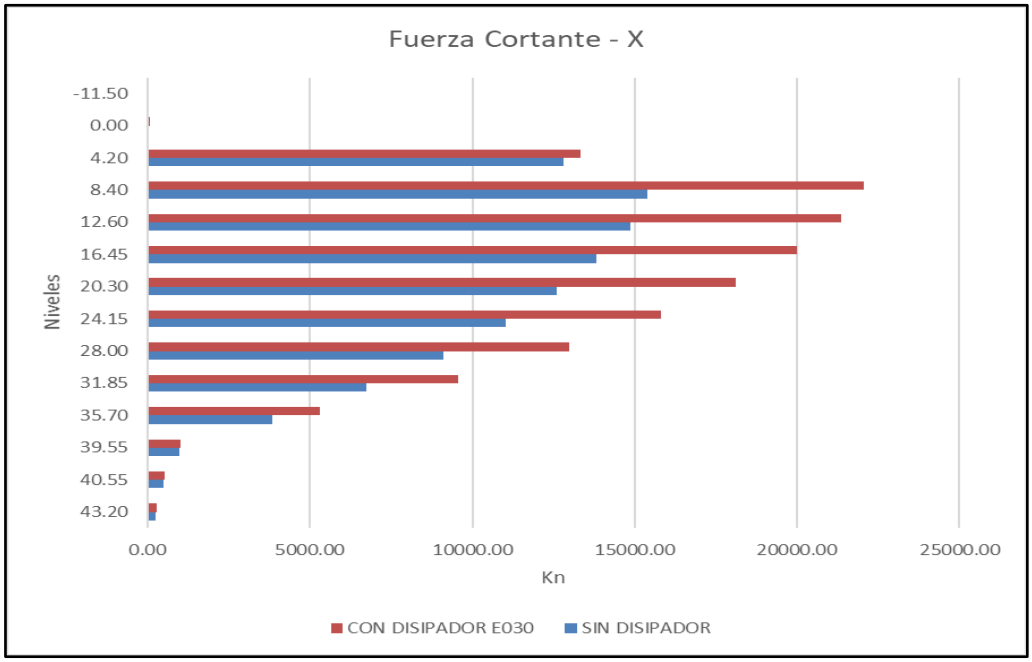
Cortantes con pesudo aceleraciones NTP E.030 de acuerdo al proyecto base

	E030	
	X	**Y**
Sin Disipadores	15406.21	15052.65
Con Disipadores	22056.19	19453.914
% con Disipadores	43.16%	29.24%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 90

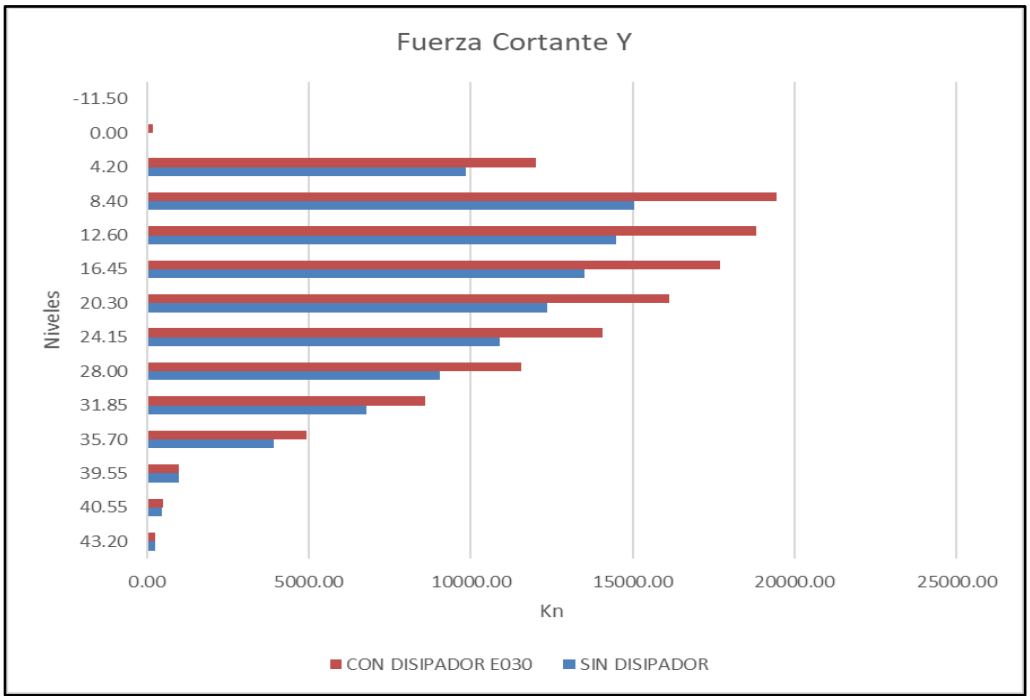
Análisis de Fuerza cortante del Expediente técnico y Disipadores sísmicos NTP E.030 – Dirección X



Fuente: Elaboración propia.

Figura 91

Análisis de Fuerza cortante del Expediente técnico y Disipadores sísmicos NTP E.030 – Dirección Y



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los gráficos el equipamiento con disipadores sísmicos SLB, absorbe el 43.16% en el eje X y 29.24% en el eje Y, determinándose así que con la inclusión de disipadores sísmicos existe mejor absorción de movimiento sísmico.

4.8. ANÁLISIS DE MODOS DE VIBRACIÓN

De acuerdo a los periodos, se realiza una comparación entre estos y los modos de vibración del proyecto base respecto al planteamiento de tesis, para ello podemos ver en la siguiente Tabla 13 que el periodo con la inclusión de disipadores sísmicos es mayor al periodo natural del terreno, dando por concluido que se obtiene así la validez a la hipótesis planteada.

Tabla 13

Tabla comparativa de periodos del proyecto base y del equipamiento con disipadores SLB.

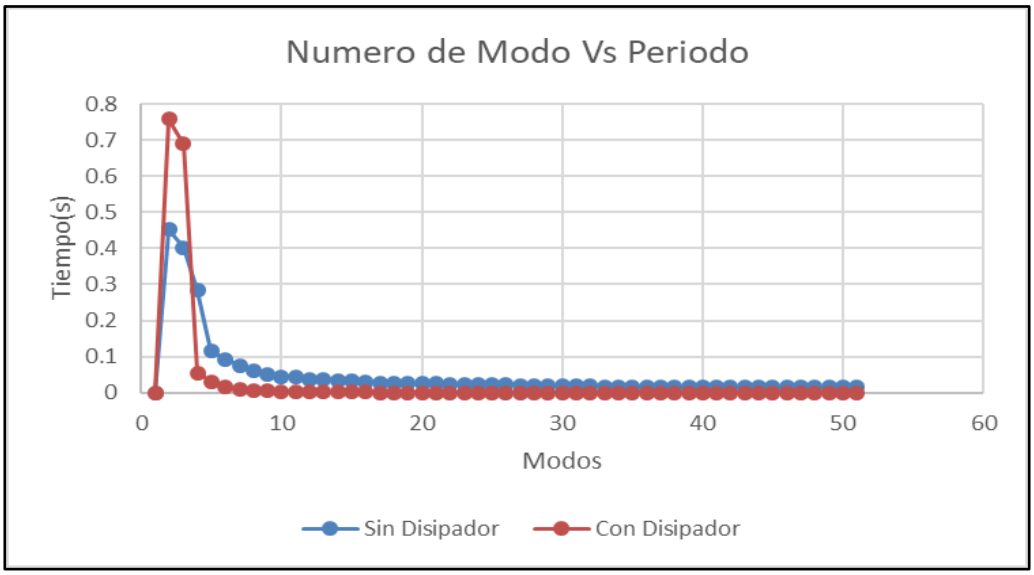
Modo	Sin Disipador	Con Disipador
	Periodo	Periodo
1	0.453	0.758
2	0.403	0.690
3	0.283	0.055
4	0.115	0.030
5	0.092	0.015
6	0.075	0.009
7	0.060	0.007
8	0.052	0.005
9	0.045	0.004
10	0.045	0.004
11	0.038	0.003
12	0.036	0.002
13	0.034	0.001
14	0.033	0.001
15	0.030	0.001
16	0.027	0
17	0.027	0
18	0.026	0
19	0.025	0
20	0.025	0
21	0.024	0
22	0.023	0
23	0.022	0
24	0.022	0
25	0.022	0
26	0.020	0
27	0.020	0
28	0.019	0
29	0.019	0
30	0.018	0
31	0.018	0
32	0.017	0
33	0.017	0
34	0.017	0
35	0.017	0
36	0.017	0
37	0.017	0
38	0.016	0
39	0.016	0
40	0.016	0

41	0.016	0
42	0.016	0
43	0.016	0
44	0.015	0
45	0.015	0
46	0.015	0
47	0.015	0
48	0.015	0
49	0.015	0
50	0.015	0

Fuente: Elaboración propia.

Figura 92

Comparativo de número de Modo Vs periodo con la inclusión de Disipadores sísmicos



Fuente: Elaboración propia

4.9. ANÁLISIS DE COSTOS

De acuerdo a los análisis realizados sobre la edificación propuesta la incorporación de los disipadores de energía SLB mejora el comportamiento estructural en las ambas direcciones ortogonales, con ello se demuestra las ventajas de usar los disipadores histéricos.

En Perú y en el Reglamento Nacional de Edificaciones E030, en el artículo 23 se tiene como alternativa el uso de SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO Y SISTEMA DE DISIPACION DE ENERGÍA, los cuales a su vez valida la presente tesis. En el Perú ya se vienen planteando el uso de estos dispositivos, empresas como SLB Devices Perú SAC mantienen sus costos en una variación entre 5% a 10% del costo total de la edificación, esto depende del tipo de la edificación, los trabajos de reforzamiento, el estado de la edificación entre otros (Bozzo, 2013). También en Chile existen empresas referentes como SIRVE, que presenta su costo de referencia solo para los trabajos con sistemas de disipación histerético entre $ 6 a $ 10, lo que proporcionalmente y junto a todos los trabajos de reforzamiento representan un valor que varía de 4% hasta 7% del costo total de la edificación (Alvarez, 2010).

Para nuestro caso representa un ahorro en cuanto a costos ya que en el proyecto el reforzamiento o planteamiento fue con muros de concreto armado en ambas direcciones mientras que en la propuesta de la tesis se planteó con el equipamiento de dispositivos en lugares estratégicos que mejoraran su comportamiento global descrito en los capítulos anteriores.

Para la obtención del presupuesto se ha realizado un metrado aproximado y así poder estimar el costo de reforzamiento con los dispositivos SLB.

Tabla 14

Tabla comparativa de costos de reforzamiento de muros y disipadores SLB

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO EXP.	METRADO PLANTEAMIENTO	COSTO EXP.	COSTO PLANTEAMIENTO	PARCIAL EXPEDIENTE	PARCIAL PLANTEAMIENTO
ESTRUCTURAS - I ETAPA							
CONSTRUCCION BLOQUE 1							
COLUMNAS							
CONCRETO F´C=280 KG/CM2 EN COLUMNAS	m3	146.20	131.70	618.55	618.55	90,432.01	81,463.04
ENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	750.60	569.16	52.73	52.73	39,579.14	30,011.81
ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	20,722.80	16,632.00	5.21	5.21	107,965.79	86,652.72
DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	750.60	569.16	6.88	6.88	5,164.13	3,915.82
CURADO DE CONCRETO CON CURADOR TIPO MEMBRANA	m2	750.60	569.16	0.88	0.88	660.53	500.86
PLACAS							
CONCRETO F´C=280 KG/CM2 EN PLACAS	m3	208.30	54.55	618.55	618.55	128,843.97	33,741.90
ENCOFRADO DE PLACAS	m2	1,417.80	466.66	52.73	52.73	74,760.59	24,606.98
ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	20,635.20	9,234.61	5.21	5.21	107,509.39	48,112.32
DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	1,417.80	466.66	6.88	6.88	9,754.46	3,210.62
CURADO DE CONCRETO CON CURADOR TIPO MEMBRANA	m2	1,417.80	466.66	0.88	0.88	1,247.66	410.66
DISPOSITIVO SLB							
DISPOSITIVO + SU CONEXIÓN ALMENADA	m3		20.00		2,662.50	0	53,250.00
					COSTO TOTAL	565,917.67	365,876.73
					DIFERENCIA POR PISO	**S/ 200,040.94**	

Fuente: Elaboración propia

4.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Paso 1: Formulación de prueba de normalidad para la dirección “X”

H0: Los datos siguen una distribución normal.

H1: Los datos no siguen un a distribución normal.

Paso 2: Selección del nivel de significancia.

El nivel de significancia para contrastar esta hipótesis de investigación es $\alpha = 5\%$ ($\alpha = 0{,}05$).

Paso 3: Elección del estadístico de prueba

de normalidad y lectura del p-valor

Prueba Shapiro-Wilk por la disposición de un número de datos menor a 50 que fueron presentados anteriormente en las tablas de frecuencia de la variable “deriva de entrepiso”.

Tabla 15

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk dirección “X”

Prueba de normalidad				
	Nivel	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Valor	X convencional	0.751	14	0.001
	X con disipadores	0.746	14	0.001

Fuente: Elaboración propia.

Valor de p = 0.001

Paso 4: Toma de decisiones – Interpretación

Se observa en esta ocasión, que el estadístico ha obtenido un valor de 0.751 y que el valor de la significación estadística (p) ha sido 0.001, o sea, menor de 0.05 y, por tanto, se rechaza H0. Aceptamos H1, que significa que la variable deriva de entrepiso no sigue una distribución normal.

De la misma manera el análisis con disipadores para el estadístico ha obtenido un valor de 0.746 y que el valor de la significación estadística (p) ha sido 0.001, o sea, menor de 0.05 y, por tanto, se rechaza H0. Aceptamos H1, que significa que la variable deriva de entrepiso no sigue una distribución normal.

Paso 5: Realizamos el mismo procedimiento, pero esta vez para la dirección "Y"

Hipótesis de investigación (Hi):

H0: Los datos siguen una distribución normal.

H1: Los datos no siguen un a distribución normal.

El nivel de significancia para contrastar esta hipótesis de investigación es α = 5% (α = 0,05)

Tabla 16

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk dirección "Y"

Pruebas de normalidad				
	Nivel	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Valor	Y convencional	0.769	14	0.002
	Y con disipadores	0.664	14	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en esta ocasión, que el estadístico ha obtenido un valor de 0.769 y que el valor de la significación estadística (p) ha sido 0.002, o sea, menor de 0.05 y, por tanto, se rechaza H0. Aceptamos H1, que significa que la variable deriva de entrepiso no sigue una distribución normal. De la misma manera el análisis con disipadores para el estadístico ha obtenido un valor de 0.664 y que el valor de la significación estadística (p) ha sido 0.000, o sea, menor de 0.05 y, por tanto, se rechaza H0. Aceptamos H1, que significa que la variable deriva de entrepiso no sigue una distribución normal.

Paso 6: Planteamiento de la hipótesis para la dirección X.

H0=0, la aplicación de un modelo con integración de disipadores SLB no difiere significativamente en el valor de la deriva de entrepiso para la dirección de análisis "X" frente a un modelo convencional en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.

H1≠0, la aplicación de un modelo con integración de disipadores SLB difiere significativamente en el valor de la deriva de entrepiso para la dirección de análisis "X" frente a un modelo convencional en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.

Paso 7: Selección del nivel de significancia.

El nivel de significancia para contrastar esta hipótesis de investigación es:

$$\alpha = 5\% \ (\alpha = 0{,}05)$$

Paso 8: Elección del estadístico de prueba.

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon por ser una sola variable de prueba de comparación de muestras de datos independientes para la variable denominada "deriva de entrepiso".

Paso 9: Lectura del p- valor.

Tabla 17

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon dirección "X"

Estadísticos de prueba	
	X convencional – X con disipadores
Z	-3.184[b]
Sig. asintótica(bilateral)	0.001

Fuente: Elaboración propia.

Valor de p = 0.001

Paso 10: Toma de decisiones – Interpretación

Se observa en esta ocasión, que el estadístico ha obtenido un valor de -3.184 y que el valor de la significación estadística (p) ha sido 0.001, o sea, menor de 0.05 y, por tanto, se rechaza H0. Aceptamos H1, que significa que la aplicación de un modelo con integración de disipadores SLB difiere significativamente en el valor de la deriva de entrepiso para la dirección de análisis "X" frente a un modelo convencional en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.

Paso 11: Replicamos el mismo proceso para la dirección de análisis "Y"

Lectura del p- valor.

Tabla 18

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon dirección "Y"

Estadísticos de prueba	
	Y convencional - Y con disipadores
Z	-2.794[b]
Sig. asintótica(bilateral)	0.005

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en esta ocasión, que el estadístico ha obtenido un valor de -2.794 y que el valor de la significación estadística (p) ha sido 0.005, o sea, menor de 0.05 y, por tanto, se rechaza H0. Aceptamos H1, que significa que la aplicación de un modelo con integración de disipadores SLB difiere significativamente en el valor de la deriva de entrepiso para la dirección de análisis "Y" frente a un modelo convencional en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. DISCUSIÓN 1

Esta discusión correspondiente al objetivo 1, está enfocado en los resultados obtenidos de las derivas de entrepiso para ambas estructuras analizadas.

Es así que la deriva máxima en la dirección X-X y dirección Y-Y para el modelo convencional resultó 0.0036 y 0.0031 respectivamente (Ver Tabla 11) y para el modelo con integración de disipadores sísmicos SLB resultó de 0.0037 y 0.0044, determinándose porcentajes de diferencia de 1% y 45% respectivamente.

Los resultados anteriores, indican que la estructura del modelo integrado con disipadores sísmicos SLB presenta mayores derivas que la estructura del modelo convencional a comparar. Este resultado es semejante a la obtenida por Enciso, F., (2019), el cual en su tesis titulada "Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la ciudad de Huancayo" realizó una comparación entre un sistema con muros continuos y un sistema con muros desacoplados incorporando disipadores SLB, obteniendo que en la dirección Y-Y, para la estructura con muros continuos una variación porcentual de la deriva de 24.69% y para la estructura con muros desacoplados que incorpora disipadores SLB una variación porcentual de la deriva de 28.39%, concluyendo que los muros continuos presentan mayor rigidez lateral que los muros desacoplados incorporados con disipadores SLB.

5.2. DISCUSIÓN 2

Esta discusión correspondiente al objetivo 2, está enfocada en los resultados obtenidos de los periodos para los dos modelos analizados.

Los periodos obtenidos en la dirección X-X y dirección Y-Y para la estructura del modelo convencional fue de 0.453seg y 0.403seg respectivamente (Ver Tabla 7), y para el modelo con integración de disipadores sísmicos SLB fue de 0.690seg y 0.758seg respectivamente determinándose un porcentaje de diferencia de 54.41% y 68.15%.

Los resultados anteriores, indican que la estructura del modelo integrado con disipadores sísmicos SLB presenta periodos superiores que la estructura del modelo convencional. Este resultado es similar a la obtenida por Enciso, F., (2019), el cual obtuvo como resultados en el sistema de muros desacoplados integrados con disipadores SLB periodos superiores al sistema de muros continuos en una variación porcentual de 30.22% y 23.52% para ambas direcciones de análisis respectivamente, el cual es el objetivo principal de la presente investigación lograr alejarnos del periodo natural del terreno con el fin de evitar el fenómeno de resonancia ante la acción de cualquier agente externo sobre la estructura del modelo convencional.

De igual forma podemos remitirnos a los resultados obtenidos por López, O. y Plasencia, C., (2017) en su tesis titulada “Diseño estructural del edificio multifamiliar Las Flores del Golf de 9 niveles empleando disipadores de energía “Shear Link Bozzo” el cual tuvieron como objetivo comprobar la efectividad del disipador SLB en el diseño sismorresistente de estructuras, en donde se llegó a concluir que el uso de los disipadores de energía Shear Link Bozzo consigue controlar los desplazamientos laterales de la estructura, llegando a reducir hasta en un 34% las derivas y en un 30 % la deriva en la zona más crítica y una disminución del periodo fundamental en la dirección corta hasta 0.53seg., que es menor al periodo de la estructura sin disipadores (0.59seg), alejándonos significativamente del periodo natural del terreno.

5.3. DISCUSIÓN 3

Esta discusión correspondiente al objetivo 3, está enfocada en los resultados obtenidos de las fuerzas cortantes de entrepiso para las dos estructuras analizadas.

Las fuerzas cortantes obtenidas en la dirección X-X y dirección Y-Y para la estructura del modelo convencional fue de 15,406.21 KN y 15,052.65 KN respectivamente (Ver Tabla 12), y para el modelo con integración de disipadores sísmicos SLB fue de 22,056.19 y 19,453.914 KN respectivamente. Obteniéndose de esta manera diferencias porcentuales de 43.16 % y 29.24% en dirección X y dirección Y respectivamente.

Los porcentajes de variación indican que el modelo con integración de disipadores sísmicos SLB presenta mayor fuerza cortante que la estructura del modelo convencional, lo cual se debe a que el modelo con integración de disipadores sísmicos SLB es más rígido que el modelo convencional y consecuentemente absorbe mayor fuerza lateral.

De los resultados obtenidos de las fuerzas cortantes se define que la estructura con integración de disipadores sísmicos SLB presenta mayor rigidez que la estructura del modelo convencional el cual le permite obtener cortantes superiores a la estructura convencional.

Lo anterior difiere con la investigación realizada por Manrique, C. (2021) quien en su tesis titulada “Comparación de la respuesta estructural entre una edificación de 8 pisos con disipadores SLB y la edificación convencional” expone el análisis y diseño de una vivienda multifamiliar de 8 pisos diseñada convencionalmente con el actual reglamento nacional de edificaciones y la misma edificación estructurada y diseñada con disipadores SLB, obteniendo una reducción de la fuerza cortante basal de la edificación convencional en la edificación con disipadores del 21%.

CONCLUSIONES

- Las distorsiones y desplazamientos con el equipamiento de disipadores sísmicos SLB son menores a 7/1000 indicado dentro del rango según el Reglamento Nacional de Edificaciones en el diseño sismo resistente E.030, de esta manera y tal y como se ha contrastado la hipótesis planteada es que se concluye que existe diferencia significativa entre ambos modelos de análisis bajo un mismo límite normativo.
- Realizando un modelo estructural que incluya la sub estructura y la superestructura se obtuvo los valores cercanos a la realidad en cuanto esfuerzos y periodos de la estructura, encontrándose un periodo de 0.758 lejano al periodo resonante de la estructura. Es por ello que del análisis realizado en los capítulos anteriores con la inclusión de Disipadores SLB podemos evitar el fenómeno de resonancia, el cual según autores afines a la investigación es recomendable alejar el periodo natural de la estructura respecto el periodo natural del terreno y así dar un mejor desempeño y ductilidad a la estructura. Encontrándose un periodo de 0.758seg, lo cual cumple con los objetivos planteados y de esa forma se evidencia diferencia significativa en el comportamiento estructural asociado a una acción sísmica entre ambos modelos de análisis.
- Con el planteamiento de la incorporación de disipadores SLB obtenemos que los disipadores sísmicos SLB en cuanto a fuerzas cortante, absorbe el 43.16% en el eje X y 29.24% en el eje Y en comparación al proyecto original demostrándose efectivamente que hay una variación significativa respecto al modelo convencional y de esta manera se valida su inclusión e importancia en cuanto a su reforzamiento con estas.
- De acuerdo a los costos de reforzamiento con muros estructurales y con disipadores sísmicos, para este caso de reforzamiento se obtienen costos menores por piso con un

monto de S/ 200,040.94 por piso, por lo que se concluye que puede ser aceptada para su reforzamiento con disipadores SLB.

- Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos y a la propuesta planteada con el equipamiento de disipadores sísmicos se define que para nuestro caso presenta un mejor comportamiento estructural, lo que hace que estas sean las más adecuadas para su inclusión en el presente proyecto, de esta forma a partir de los resultados obtenidos en al análisis comparativo del proyecto base, se concluye que con la inclusión de los disipadores sísmicos se obtiene un mejor desempeño de la estructura frente a fenómenos sísmicos en cuanto a periodos y esfuerzos cortantes evidenciando diferencia significativa entre ambos modelos analizados.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

- Los SLB’s son el único sistema con una enorme opción de combinaciones por lo que dada la gran variedad de dispositivos SLB’s siempre es posible seleccionar los dispositivos para tal o cual objetivo (por ejemplo, para mayor disipación es suficiente con seleccionar dispositivos más flexibles que resultarán en más drift).
- Se recomienda realizar análisis no lineal por desempeño para el uso de disipadores SLB en estructuras que cumplen el drift normativo el cual nos proporciona visualmente la aparición de rótulas plásticas en los disipadores antes de presentarlas en vigas o columnas.
- Se recomienda analizar el efecto de los disipadores SLB sobre el proyecto base en cuanto a la medición de otros indicadores tales como ratios de irregularidad torsional, cantidad de acero producto de los muros desacoplados y peso sísmico producto del mismo hecho para categorías de estructuras esenciales o como una alternativa innovadora sobre edificaciones comunes a fin de observar costo beneficio sobre su inclusión.
- Buscar una alternativa de sistema que permita obtener un comportamiento similar, a su vez verificar si es económico y realizar la evaluación respectiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, R. y Bozzo, L. (2016). *Análisis sísmico del bloque estructural 4 de UFA - ESPE con disipadores de energía Shear Link Bozzo*. Revista Ciencia, volumen (18), 123-160.

Álvarez Blas, O. R. (2010). *Procrastinación general y académica en una muestra de estudiantes de secundaria de Lima metropolitana.* Universidad de Lima, Perú, 2010. Obtenido de: https://doi.org/10.26439/persona2010.n013.270

Assereto Gómez, A. y Gamboa Vásquez, M. (2014). *Análisis sísmico comparativo entre el reforzamiento tradicional con placas y el sistema de reforzamiento con Disipadores de Fluido Viscoso para el Edificio Administrativo Centro Empresarial INTISUYO en el Distrito de San Miguel - Lima* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

Bozzo Rotondo, L. (2002). *Análisis y diseño de estructuras equipadas con disipadores de energía Shear Link.* Universidad de Girona, España, 2002.

Bozzo Rotondo, L. (2013). *Filosofía del diseño de proyectos con disipación de energía: casos de estudio, diseño de proyectos con disipación de energía.* Postensa S.A.C., Perú, 2013.

Bozzo Rotondo, L. [et al.] (2001). *Capacidad límite última de disipación de energía de estructuras porticadas de hormigón armado proyectadas en España.* Actas 2º Congreso Iberoamericano de Ingeniería Sísmica, AIBIS (2001), 1-10.

Bozzo Rotondo, L. y Barbat Barbat, A. H. (2000). *Diseño sismorresistente de edificios.* Editorial REVERTÉ, S. A., Barcelona, 2000. 1-108. Obtenido de:

https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/disec3b1o-sismorresistente-de-edificios-escrito-por-luis-m-bozzo-rotondo-alex-h-barbat.pdf

Cabrejos, E. (2010). *Comportamiento y Diseño del Concreto, Fuerza cortante.* Compilación de diapositivas del curso.

Ccanto Mallma, G. (2010). *Metodología de la Investigación Científica en Ingeniería civil.* Lima, 2010.

Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. (2019). *Registros Sísmicos.* Lima, Perú: CISMID.

Cordova, J. y Godier, G. (2018). *Análisis y evaluación de la Interacción Suelo – Estructura (ISE) mediante una comparación de diseño convencional y un modelo integrado de un edificio comercial de 7 pisos con un sistema dual en la ciudad de Pucallpa- Ucayali.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali].

Enciso Navarro, F. (2019). *Análisis comparativo del Diseño sísmico de una Estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando Disipadores SLB en la ciudad de Huancayo.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019].

Hérnandez Sampieri, R. [et al.] (2014). *Metodología de la investigación.* 6ª Edición. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A., México, 2014.

Hérnandez Sampieri, R. y Méndoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A., México, 2018.

Jesús Paucarpura, H. P. (2019). *Análisis Estructural Y Reforzamiento De Un Edificio Irregular Con Disipadores Histeréticos.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2019].

López, S. y Plasencia, C. (2017). *Diseño estructural del edificio multifamiliar las flores del golf de 9 niveles empleando disipadores de energía "Shear Link Bozzo"*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, 2017].

Manrique Aguirre, C. (2021). *Comparación de la respuesta estructural entre una edificación de 8 pisos con disipadores SLB y la edificación convencional.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2021].

Mena Ramírez, A. S. (2019). *Diseño estructural de un edificio de cinco plantas con estructura metálica, utilizando disipadores sísmicos SLB.* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, 2019].

Norma Técnica de Edificaciones E.020 Cargas. Ministerio de Vivienda, Lima 2006.

Norma Técnica de Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente. Ministerio de Vivienda, Lima 2014.

Norma Técnica de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones. Ministerio de Vivienda, Lima 2006.

Norma Técnica de Edificaciones E.060 Concreto Armado. Ministerio de Vivienda, Lima 2009.

Pardo Ramos, A. (2014). *Criterios de selección de acelerogramas reales para su uso en análisis para su uso en análisis dinámicos para la ciudad de Medellín.* [Tesis de posgrado, Universidad Eafit, 2014].

Reátegui, R. (2020). *Comparación de la respuesta estructural de una edificación aporticada con zapatas aisladas considerando y sin considerar interacción suelo estructura en la Urbanización San Isidro II Etapa, Trujillo – 2020.* Repositorio de la Universidad Privada del Norte, 2020.

Román Claros, W. G. (2017). *Pautas para elaborar proyectos de tesis y trabajos de investigación en ingeniería.* ISBN: 978-612-00-2962-6.

Salazar Valdivia, M. (2001). *Evaluación de los parámetros de diseño sísmico de pórticos arriostrados de RC resistentes a momento con fusibles metálicos.* Estructuras de ingeniería, volumen (95), 138-153. Obtenido de: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2015.03.062

Tena Colunga, A, y Nangullasmú Hernádez, H. (2015). *Evaluación de los parámetros de diseño sísmico de pórticos arriostrados de RC resistentes a momento con fusibles metálicos.* Estructuras de ingeniería, volumen (95), 138-153. Obtenido de: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2015.03.062

Tena Colunga, A. (2000). *Modelado analítico de edificios con disipadores de energía.* Revista de Ingeniería sísmica. Obtenido de: https://doi.org/10.18867/ris.62.253

Wolf, J. P. (1985). *Dynamic Soil-Structure Interaction.* Editors Prentice-Hall International Series in Civil Engineering and Engineering Mechanics, USA.

Wong y Luco, J. E. (1985). *Tables of impedance functions for square foundations on layered media, Soil Dynamics and Earthquake Engineering,* USA 1985.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL ¿Cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presentan un mejor comportamiento estructural en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU?	**OBJETIVO GENERAL** Analizar y evaluar el comportamiento estructural del modelo convencional y el modelo con la integración de disipadores sísmicos SLB en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU	**HIPÓTESIS GENERAL** Existe diferencia significativa de muestras de datos entre el modelo convencional y el modelo con la integración de disipadores sísmicos SLB en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU	**V. INDEPENDIENTE** **Análisis estático y dinámico**	• Análisis de Fuerzas Equivalente • Análisis Tiempo - Historia • Análisis Modal Espectral	• Cortante basal • Respuesta sísmica del edificio • Factor de masa participativa para ambas direcciones de análisis
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento en relación a la deriva de entrepiso en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU?	**OBJETIVOS ESPECÍFICOS** Identificar cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento en relación a la deriva de entrepiso en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU	**HIPÓTESIS ESPECÍFICOS** La aplicación de un modelo con integración de disipadores SLB difiere significativamente en el valor de la deriva de entrepiso para ambas direcciones de análisis frente a un modelo convencional en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU			
¿Cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento estructural en relación al periodo en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU?	Determinar cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento estructural en relación al periodo en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU	La aplicación de un modelo con integración de disipadores SLB varía significativamente el valor del periodo de la estructura en más del 50% para ambas direcciones de análisis frente a un modelo convencional en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU	**V. DEPENDIENTE** **Evaluación del comportamiento estructural**	• Viabilidad Técnica	• Deriva de entrepiso • Periodo • Fuerza cortante
¿Cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento estructural en relación a la fuerza cortante en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU?	Identificar cuál de los modelos convencional o con integración de disipadores sísmicos SLB presenta un mejor comportamiento estructural en relación a la fuerza cortante en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU	La aplicación de un modelo con integración de disipadores SLB varía significativamente en el valor de las fuerzas cortante para ambas direcciones de análisis frente a un modelo convencional en el edificio de ocho niveles más sótano de la sede central del GOREU			

ANEXOS

ANEXO 1. DISEÑO DE DISIPADORES SLB

Tabla 19

Diseño de Disipadores SLB

Story	Link	V2 (kN)	Dissipator	Fy (KN)	Fy max (KN)	Dissipator ETABS	Fy (kN) ETABS	Fy max (kN) ETABS	V2 (kN) It.	D/C It.	Dissipator It.
piso 8	K168	224.68	SLB2 15_4	149.7	276.57	SLB2 15_4	149.7	276.57	212.11	1.42	Ok!
piso 8	K176	228.04	SLB2 15_4	149.7	276.57	SLB2 15_4	149.7	276.57	215.1	1.44	Ok!
piso 8	K184	238.1	SLB2 20_3	156.9	298.3	SLB2 20_3	156.9	298.3	161.34	1.03	Ok!
piso 8	K192	69.02	SLB2 8_2	48.1	92.76	SLB2 8_2	48.1	92.76	40.52	0.84	Ok!
piso 8	K200	253.61	SLB2 20_3	156.9	298.3	SLB2 20_4	188.3	348.53	252.33	1.34	Ok!
piso 8	K208	214.9	SLB2 15_4	149.7	276.57	SLB2 20_4	188.3	348.53	248.43	1.32	Ok!
piso 8	K216	197.25	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_3	126.1	240.45	181.94	1.44	Ok!
piso 8	K224	199.96	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_3	126.1	240.45	184.3	1.46	Ok!
piso 8	K232	197.57	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_3	126.1	240.45	178.08	1.41	Ok!
piso 8	K240	194.83	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_3	126.1	240.45	175.71	1.39	Ok!
piso 8	K248	52.65	SLB2 6_2	35.6	69.01	SLB2 6_2	35.6	69.01	52.69	1.48	Ok!
piso 8	K256	52.74	SLB2 6_2	35.6	69.01	SLB2 6_2	35.6	69.01	52.78	1.48	Ok!
piso 8	K8	141.7	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_4	93	166.26	134.16	1.44	Ok!
piso 8	K16	140.69	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_4	93	166.26	133.22	1.43	Ok!
piso 8	K17	58.47	SLB2 6_3	41	79.21	SLB2 6_3	41	79.21	58.44	1.43	Ok!
piso 8	K25	58.57	SLB2 6_3	41	79.21	SLB2 6_3	41	79.21	58.54	1.43	Ok!
piso 8	K33	126.08	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_5	112.2	182.26	138.82	1.24	Ok!
piso 8	K41	125.23	SLB2 10_3	81.1	148.63	SLB2 10_5	112.2	182.26	137.83	1.23	Ok!
piso 8	K56	145.05	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_4	93	166.26	92.95	1	Ok!
piso 8	K64	168.09	SLB2 15_2	101.8	199.61	SLB2 15_2	101.8	199.61	125.3	1.23	Ok!

piso 7	K167	292.21	SLB2 20_4	188.3	348.53	SLB2 20_4	188.3	348.53	276.51	1.47	Ok!
piso 7	K175	297.1	SLB3 25_2	194.8	383.5	SLB3 25_2	194.8	383.5	289.69	1.49	Ok!
piso 7	K183	178.05	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_3	126.1	240.45	162.89	1.29	Ok!
piso 7	K191	176.66	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_3	126.1	240.45	161.61	1.28	Ok!
piso 7	K199	290.76	SLB2 20_4	188.3	348.53	SLB2 20_4	188.3	348.53	275.66	1.46	Ok!
piso 7	K207	285.93	SLB2 20_4	188.3	348.53	SLB2 20_4	188.3	348.53	271.31	1.44	Ok!
piso 7	K215	262.84	SLB2 20_4	188.3	348.53	SLB2 20_4	188.3	348.53	266.37	1.41	Ok!
piso 7	K223	267.02	SLB2 20_4	188.3	348.53	SLB2 20_4	188.3	348.53	270.57	1.44	Ok!
piso 7	K231	264.75	SLB2 20_4	188.3	348.53	SLB2 20_4	188.3	348.53	261.75	1.39	Ok!
piso 7	K239	260.66	SLB2 20_4	188.3	348.53	SLB2 20_4	188.3	348.53	257.69	1.37	Ok!
piso 7	K247	58.42	SLB2 6_3	41	79.21	SLB2 6_3	41	79.21	58.38	1.42	Ok!
piso 7	K255	58.52	SLB2 6_3	41	79.21	SLB2 6_3	41	79.21	58.48	1.43	Ok!
piso 7	K7	146.36	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_4	93	166.26	137.41	1.48	Ok!
piso 7	K15	145.31	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_4	93	166.26	136.44	1.47	Ok!
piso 7	K18	62.64	SLB2 6_4	44.9	88.58	SLB2 6_4	44.9	88.58	62.64	1.4	Ok!
piso 7	K26	62.75	SLB2 6_4	44.9	88.58	SLB2 6_4	44.9	88.58	62.75	1.4	Ok!
piso 7	K34	147.16	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_4	93	166.26	136.05	1.46	Ok!
piso 7	K42	146.12	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_4	93	166.26	135.09	1.45	Ok!
piso 7	K55	326.56	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	329.71	1.38	Ok!
piso 7	K63	329.11	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	332.28	1.39	Ok!
piso 6	K166	336.38	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	340.67	1.43	Ok!

piso 6	K174	342.27	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	346.59	1.46	Ok!
piso 6	K182	337.28	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	343.78	1.44	Ok!
piso 6	K190	334.87	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	341.52	1.43	Ok!
piso 6	K198	366.43	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	342.29	1.44	Ok!
piso 6	K206	359.66	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	336.42	1.41	Ok!
piso 6	K214	325.62	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	327.34	1.37	Ok!
piso 6	K222	331.26	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	332.99	1.4	Ok!
piso 6	K230	306.09	SLB3 25_2	194.8	383.5	SLB3 25_3	238.2	457.15	322.22	1.35	Ok!
piso 6	K238	301.19	SLB3 25_2	194.8	383.5	SLB3 25_3	238.2	457.15	316.73	1.33	Ok!
piso 6	K246	62.72	SLB2 6_4	44.9	88.58	SLB2 6_4	44.9	88.58	62.56	1.39	Ok!
piso 6	K254	62.82	SLB2 6_4	44.9	88.58	SLB2 6_4	44.9	88.58	62.67	1.4	Ok!
piso 6	K6	149.39	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_5	112.2	182.26	145.24	1.29	Ok!
piso 6	K14	148.35	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_5	112.2	182.26	144.21	1.29	Ok!
piso 6	K19	63.53	SLB2 6_4	44.9	88.58	SLB2 6_4	44.9	88.58	63.49	1.41	Ok!
piso 6	K27	63.64	SLB2 6_4	44.9	88.58	SLB2 6_4	44.9	88.58	63.6	1.42	Ok!
piso 6	K35	150.06	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_5	112.2	182.26	144.79	1.29	Ok!
piso 6	K43	149.02	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_5	112.2	182.26	143.76	1.28	Ok!
piso 6	K54	502.72	SLB3 25_6	357.1	655.63	SLB3 25_6	357.1	655.63	501.44	1.4	Ok!
piso 6	K62	505.81	SLB3 25_6	357.1	655.63	SLB3 25_6	357.1	655.63	504.55	1.41	Ok!
piso 5	K165	391.1	SLB3 25_4	279.6	526.49	SLB3 25_4	279.6	526.49	392.75	1.4	Ok!
piso 5	K173	398.25	SLB3 25_4	279.6	526.49	SLB3 25_4	279.6	526.49	399.93	1.43	Ok!

piso 5	K181	519.73	SLB3 25_6	357.1	655.63	SLB3 25_6	357.1	655.63	517.46	1.45	Ok!
piso 5	K189	432.43	SLB3 25_5	319	592.39	SLB3 25_6	357.1	655.63	514.2	1.44	Ok!
piso 5	K197	393.96	SLB3 25_4	279.6	526.49	SLB3 25_4	279.6	526.49	397.54	1.42	Ok!
piso 5	K205	386.86	SLB3 25_4	279.6	526.49	SLB3 25_4	279.6	526.49	390.41	1.4	Ok!
piso 5	K213	378.5	SLB3 25_4	279.6	526.49	SLB3 25_4	279.6	526.49	378.39	1.35	Ok!
piso 5	K221	385.34	SLB3 25_4	279.6	526.49	SLB3 25_4	279.6	526.49	385.22	1.38	Ok!
piso 5	K229	353.84	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_4	279.6	526.49	372.06	1.33	Ok!
piso 5	K237	348.02	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_4	279.6	526.49	365.41	1.31	Ok!
piso 5	K245	64.37	SLB2 6_5	47.4	96.67	SLB2 6_5	47.4	96.67	66.09	1.39	Ok!
piso 5	K253	64.48	SLB2 6_5	47.4	96.67	SLB2 6_5	47.4	96.67	66.21	1.4	Ok!
piso 5	K5	177.68	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_4	149.7	276.57	212.09	1.42	Ok!
piso 5	K13	176.38	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_4	149.7	276.57	210.28	1.4	Ok!
piso 5	K20	95.2	SLB2 8_4	66.3	120.87	SLB2 8_4	66.3	120.87	94.91	1.43	Ok!
piso 5	K28	95.39	SLB2 8_4	66.3	120.87	SLB2 8_4	66.3	120.87	95.09	1.43	Ok!
piso 5	K36	179.36	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_5	172.5	310.13	228.21	1.32	Ok!
piso 5	K44	178.06	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_5	172.5	310.13	226.17	1.31	Ok!
piso 5	K53	630.81	SLB3 30_7	461.3	838.79	SLB3 30_7	461.3	838.79	669.79	1.45	Ok!
piso 5	K61	634.47	SLB3 30_7	461.3	838.79	SLB3 30_7	461.3	838.79	673.66	1.46	Ok!
piso 4	K164	441.67	SLB3 25_5	319	592.39	SLB3 25_5	319	592.39	443.42	1.39	Ok!
piso 4	K172	449.91	SLB3 25_5	319	592.39	SLB3 25_5	319	592.39	451.68	1.42	Ok!
piso 4	K180	719.73	SLB3 30_8	508	915.5	SLB3 30_8	508	915.5	721.86	1.42	Ok!

piso 4	K188	715.38	SLB3 30_8	508	915.5	SLB3 30_8	508	915.5	717.07	1.41	Ok!
piso 4	K196	458.06	SLB3 25_5	319	592.39	SLB3 25_5	319	592.39	460.51	1.44	Ok!
piso 4	K204	403.23	SLB3 25_4	279.6	526.49	SLB3 25_4	279.6	526.49	405.41	1.45	Ok!
piso 4	K212	400.83	SLB3 25_4	279.6	526.49	SLB3 25_4	279.6	526.49	401.01	1.43	Ok!
piso 4	K220	407.84	SLB3 25_4	279.6	526.49	SLB3 25_4	279.6	526.49	408.01	1.46	Ok!
piso 4	K228	416.96	SLB3 25_4	279.6	526.49	SLB3 25_5	319	592.39	417.64	1.31	Ok!
piso 4	K236	355.13	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_5	319	592.39	410.03	1.29	Ok!
piso 4	K244	96.95	SLB2 8_4	66.3	120.87	SLB2 8_4	66.3	120.87	96.28	1.45	Ok!
piso 4	K252	97.13	SLB2 8_4	66.3	120.87	SLB2 8_4	66.3	120.87	96.46	1.45	Ok!
piso 4	K4	176.93	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_4	149.7	276.57	210.14	1.4	Ok!
piso 4	K12	175.68	SLB2 15_3	126.1	240.45	SLB2 15_4	149.7	276.57	208.4	1.39	Ok!
piso 4	K21	118.98	SLB2 10_3	81.1	148.63	SLB2 10_3	81.1	148.63	118.79	1.46	Ok!
piso 4	K29	119.24	SLB2 10_3	81.1	148.63	SLB2 10_3	81.1	148.63	119.05	1.47	Ok!
piso 4	K37	145.68	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_5	112.2	182.26	147.43	1.31	Ok!
piso 4	K45	144.75	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_5	112.2	182.26	146.44	1.31	Ok!
piso 4	K52	873.39	SLB3 40_7	595.4	1082.3	SLB3 40_7	595.4	1082.3	864.61	1.45	Ok!
piso 4	K60	877.19	SLB3 40_7	595.4	1082.3	SLB3 40_7	595.4	1082.3	867.98	1.46	Ok!
piso 3	K163	461.81	SLB3 25_5	319	592.39	SLB3 25_5	319	592.39	462.86	1.45	Ok!
piso 3	K171	513.36	SLB3 25_6	357.1	655.63	SLB3 25_6	357.1	655.63	514.52	1.44	Ok!
piso 3	K179	887.26	SLB3 40_7	595.4	1082.3	SLB3 40_7	595.4	1082.3	888.55	1.49	Ok!
piso 3	K187	882.02	SLB3 40_7	595.4	1082.3	SLB3 40_7	595.4	1082.3	883.14	1.48	Ok!

piso 3	K195	512.07	SLB3 25_6	357.1	655.63	SLB3 25_6	357.1	655.63	513.61	1.44	Ok!
piso 3	K203	460.66	SLB3 25_5	319	592.39	SLB3 25_5	319	592.39	462.05	1.45	Ok!
piso 3	K211	452.82	SLB3 25_5	319	592.39	SLB3 25_5	319	592.39	452.53	1.42	Ok!
piso 3	K219	460.49	SLB3 25_5	319	592.39	SLB3 25_5	319	592.39	460.2	1.44	Ok!
piso 3	K227	453.82	SLB3 25_5	319	592.39	SLB3 25_6	357.1	655.63	464.82	1.3	Ok!
piso 3	K235	446.29	SLB3 25_5	319	592.39	SLB3 25_6	357.1	655.63	456.66	1.28	Ok!
piso 3	K243	122	SLB2 10_3	81.1	148.63	SLB2 10_4	93	166.26	128.2	1.38	Ok!
piso 3	K251	122.25	SLB2 10_3	81.1	148.63	SLB2 10_4	93	166.26	128.47	1.38	Ok!
piso 3	K3	205.57	SLB2 15_4	149.7	276.57	SLB2 15_4	149.7	276.57	216.31	1.44	Ok!
piso 3	K11	204.55	SLB2 15_4	149.7	276.57	SLB2 15_4	149.7	276.57	215.16	1.44	Ok!
piso 3	K22	121.52	SLB2 10_3	81.1	148.63	SLB2 10_3	81.1	148.63	121.08	1.49	Ok!
piso 3	K30	121.77	SLB2 10_3	81.1	148.63	SLB2 10_3	81.1	148.63	121.33	1.5	Ok!
piso 3	K38	207.19	SLB2 15_4	149.7	276.57	SLB2 15_4	149.7	276.57	220.19	1.47	Ok!
piso 3	K46	206.17	SLB2 15_4	149.7	276.57	SLB2 15_4	149.7	276.57	219.03	1.46	Ok!
piso 3	K51	986.51	SLB3 50_7	730.3	1326.8	SLB3 50_7	730.3	1326.8	1046.21	1.43	Ok!
piso 3	K59	1067.96	SLB3 50_7	730.3	1326.8	SLB3 50_7	730.3	1326.8	1050.24	1.44	Ok!
piso 2	K162	566.88	SLB3 25_7	394.5	716.83	SLB3 25_7	394.5	716.83	567.69	1.44	Ok!
piso 2	K170	575.4	SLB3 25_7	394.5	716.83	SLB3 25_7	394.5	716.83	576.22	1.46	Ok!
piso 2	K178	1166.34	SLB3 50_8	814.7	1474.5	SLB3 50_8	814.7	1474.5	1167.53	1.43	Ok!
piso 2	K186	1158.58	SLB3 50_8	814.7	1474.5	SLB3 50_8	814.7	1474.5	1159.74	1.42	Ok!
piso 2	K194	573.71	SLB3 25_7	394.5	716.83	SLB3 25_7	394.5	716.83	574.71	1.46	Ok!

piso 2	K202	565.2	SLB3 25_7	394.5	716.83	SLB3 25_7	394.5	716.83	566.19	1.44	Ok!
piso 2	K210	518.65	SLB3 25_6	357.1	655.63	SLB3 25_6	357.1	655.63	518.27	1.45	Ok!
piso 2	K218	526.05	SLB3 25_6	357.1	655.63	SLB3 25_6	357.1	655.63	525.67	1.47	Ok!
piso 2	K226	514.41	SLB3 25_6	357.1	655.63	SLB3 25_6	357.1	655.63	508.31	1.42	Ok!
piso 2	K234	507.19	SLB3 25_6	357.1	655.63	SLB3 25_6	357.1	655.63	501.12	1.4	Ok!
piso 2	K242	134.74	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_4	93	166.26	134.35	1.44	Ok!
piso 2	K250	134.98	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_4	93	166.26	134.58	1.45	Ok!
piso 2	K2	355.42	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	349.72	1.47	Ok!
piso 2	K10	353.97	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	348.29	1.46	Ok!
piso 2	K23	125.57	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_4	93	166.26	131.5	1.41	Ok!
piso 2	K31	125.78	SLB2 10_4	93	166.26	SLB2 10_4	93	166.26	131.73	1.42	Ok!
piso 2	K39	356.13	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	351.35	1.48	Ok!
piso 2	K47	354.67	SLB3 25_3	238.2	457.15	SLB3 25_3	238.2	457.15	349.91	1.47	Ok!
piso 2	K50	1198.46	SLB3 50_8	814.7	1474.5	SLB3 50_8	814.7	1474.5	1219.06	1.5	Ok!
piso 2	K58	1201.81	SLB3 50_8	814.7	1474.5	ESLB3 50_8	1131.89	2048.56	1222.54	1.08	Ok!
piso 1	K161	673	SLB3 30_7	461.3	838.79	SLB3 30_7	461.3	838.79	674.04	1.46	Ok!
piso 1	K169	678.35	SLB3 30_7	461.3	838.79	SLB3 30_7	461.3	838.79	679.4	1.47	Ok!
piso 1	K177	1283.15	2xSLB3 0_7	922.6	1677.58	2xSLB3 30_7	922.6	1677.58	1284.39	1.39	Ok!
piso 1	K185	1302.22	2xSLB3 0_7	922.6	1677.58	2xSLB3 30_7	922.6	1677.58	1303.47	1.41	Ok!
piso 1	K193	727.56	SLB3 30_8	508	915.5	SLB3 30_8	508	915.5	728.72	1.43	Ok!
piso 1	K201	613.35	SLB3 25_8	430.7	776.4	SLB3 25_8	430.7	776.4	614.34	1.43	Ok!

piso 1	K209	570.81	SLB3 25_7	394.5	716.83	SLB3 25_7	394.5	716.83	570.59	1.45	Ok!
piso 1	K217	572.7	SLB3 25_7	394.5	716.83	SLB3 25_7	394.5	716.83	572.47	1.45	Ok!
piso 1	K225	567.91	SLB3 25_7	394.5	716.83	SLB3 25_7	394.5	716.83	566.16	1.44	Ok!
piso 1	K233	566.06	SLB3 25_7	394.5	716.83	SLB3 25_7	394.5	716.83	564.47	1.43	Ok!
piso 1	K241	274.95	SLB2 20_4	188.3	348.53	SLB2 20_4	188.3	348.53	274.76	1.46	Ok!
piso 1	K249	274.48	SLB2 20_4	188.3	348.53	SLB2 20_4	188.3	348.53	274.28	1.46	Ok!
piso 1	K1	642.97	SLB3 30_7	461.3	838.79	SLB3 30_7	461.3	838.79	659.6	1.43	Ok!
piso 1	K9	642.47	SLB3 30_7	461.3	838.79	SLB3 30_7	461.3	838.79	659.05	1.43	Ok!
piso 1	K24	149.61	SLB2 10_4	93	166.26	ESLB2 10_5	155.88	253.22	149.35	0.96	Ok!
piso 1	K32	149.41	SLB2 10_4	93	166.26	ESLB2 10_5	155.88	253.22	149.15	0.96	Ok!
piso 1	K40	646.36	SLB3 30_7	461.3	838.79	SLB3 30_7	461.3	838.79	663.46	1.44	Ok!
piso 1	K48	645.84	SLB3 30_7	461.3	838.79	SLB3 30_7	461.3	838.79	662.87	1.44	Ok!
piso 1	K49	1223.74	2xSLB3 5_8	861.4	1552.8	2xSLB3 25_8	861.4	1552.8	1218.6	1.41	Ok!
piso 1	K57	1309.14	2xSLB3 0_7	922.6	1677.58	2xSLB3 30_7	922.6	1677.58	1303.65	1.41	Ok!

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1. *Hincado de pilotes – 1er tramo – inicio de cimentación.*



Fotografía 2. *Hincado de pilotes – 2do tramo – inicio de cimentación.*



Fotografía 3. *Hincado de pilotes – 1er y 2do tramo – culminación de hincado.*



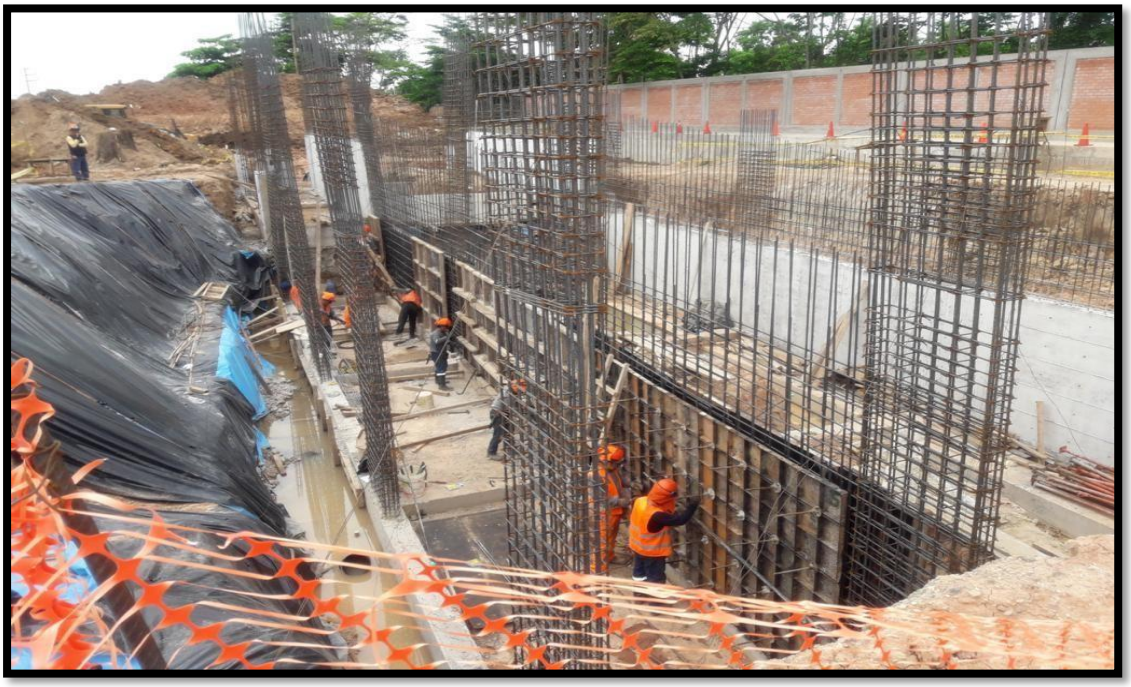
Fotografía 4. *Presente en los inicios de los trabajos de cimentación.*



Fotografía 5. *Vista preliminar de los trabajos que se vienen realizando en campo.*



Fotografía 6. *Trabajos del Bloque 01A, ingreso principal.*



Fotografía 7. *Congreso de Ingeniería Civil, ciudad de Huánuco - Reunión con el creador de los disipadores sísmicos SLB, siempre será un honor conocer al Ph.D Ingeniería civil Luis Bozzo Rotondo.*



Fotografía 8. *Instrucciones presenciales sobre los puntos básicos de los Disipadores SLB.*



Fotografía 9. *Visitas a las oficinas de POSTENSA en la ciudad de Lima, para recibir las enseñanzas sobre el presente trabajo de Investigación.*



Fotografía 10. *Reunión con el personal que labora en POSTENSA, Ing. Helberth y con el Ing. Edinson Muñoz.*



ANEXO 3. ENTREVISTA A EXPERTOS

DISIPADORES SLB "SHEAR LINK BOZZO"

A : Msc. PhD. Luis Miguel Bozzo Rotondo.

DE : Bach. Dana Iris Giovanna Noriega Silva.

ASUNTO : Entrevista sobre DISIPADORES SLB.

Es muy grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y en atención a mi tesis titulada: **"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES SÍSMICOS SLB DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MAS SÓTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA - UCAYALI"**, me presento ante usted para realizarle una entrevista basada en su gran creación, que son los disipadores sísmicos de energía SLB.

1) En la presente tesis se propuso la instalación de disipadores sísmicos tipo SLB, debido a que la estructura era vulnerable a fenómenos de resonancia, ¿Cuáles son las ventajas de instalar con disipadores SLB ante el uso de aisladores sísmicos?

Hay diversas ventajas, pero una de ellas para el edificio en cuestión es que evita la resonancia estructural dado que los dispositivos al plastificar cambian el periodo estructural. Por tanto, en estructuras equipadas con disipadores SLB no hay fenómenos de resonancia dado que el periodo cambia en un rango según el número de dispositivos dispuestos.
Por otra parte, como en cualquier estructura equipada con disipadores sísmicos se da rigidez y ductilidad a la estructura. La rigidez disminuye el daño a los elementos no estructurales y la ductilidad reduce las fuerzas sísmicas.

2) ¿Cuáles son los factores económicos del uso de disipadores sísmicos SLB en una estructura y qué beneficios conlleva su utilidad?

Tiene múltiples beneficios económicos entre ellos en el evento de un sismo severo no se tendrá que reparar la estructura pues la energía la disiparan estos elementos. Por otra parte, al ser más rígida se tendrá menores daños a los elementos no estructurales.

3) ¿Cuál es el principal motivo de la inclusión de disipadores SLB sobre un modelo con disipadores de fluido viscosos al presentarse un sismo de gran magnitud reconociendo el aumento considerable de ductilidad por parte de estos dispositivos?

Los disipadores de fluido viscoso no cambian el periodo estructural ni rigidizan la estructura además de que para trabajar se requieren velocidades altas. Los dispositivos SLB empiezan a plastificar desde 0,2mm y rigidizan notablemente la estructura.
Desde el punto de vista de costos los disipadores viscosos cuestan aproximadamente 20 veces más la unidad.

4) En el modelamiento de los dispositivos SLB ¿Cuál es la ventaja de comparar una con respecto a la otra los elementos tipo FRAME y NLINK?

La ventaja clara de los elementos NLINK frente a los FRAMES es que permiten directamente utilizar el modelo de wen para un análisis no lineal tiempo historia.

5) ¿Qué implica aumentar las dimensiones de los dispositivos SLB y cuándo es conveniente optar por esta elección?

Implica un mayor costo, pero al mismo tiempo mayor rigidez. Normalmente se opta por esta solución para un mejor control de desplazamientos, aunque el resultado final depende de la estructura y tenemos notables ejemplos prácticos de edificios de más de 30 plantas en los cuales con dispositivos pequeños (tipo SLB 30_7) se logra controlar mejor los desplazamientos que con dispositivos más grandes.

6) ¿Por qué realizar un Análisis Tiempo historia No Lineal para desplazamiento? (que resultados obtengo o porque debo realizar en comparación de un espectro de respuestas según la normativa peruana).

Es sin duda el método más potente que dispone el ingeniero en la actualidad y aporta una profundidad sin precedentes al análisis sísmico pues en un evento severo sin duda la estructura incursionará en este rango. Los cálculos que realizamos nos muestran

continuamente que los resultados difieren significativamente del análisis modal lineal y sin duda son más precisos los no lineales y de allí su importancia.

7) En la Selva peruana es predominante los suelos arcillosos y limosos, con capacidad portante muy baja, una zona sísmica baja y de acuerdo a la E030 del reglamento nacional de edificaciones un Z=0.25g, ¿Qué tipo de sistema sería recomendable para edificaciones de gran altura? ya que estas se encuentran en desarrollo las cuales serán importantes para proyectos de gran envergadura.

Estructuras de poco peso y alta rigidez como por ejemplo losas postensadas aligeradas y un sistema de pórticos más que de muros pues estos últimos tendrán problemas de cimentación al concentrar cargas sísmicas.

8) ¿Qué significa que una estructura tenga ductilidad, para nuestro proyecto en vez de reforzar con muros de corte, hubiese sido más conveniente reforzar con este sistema y obtener un mejor comportamiento global de la estructura?

La ductilidad es la capacidad de deformarse sin romperse y, por tanto, una estructura dúctil, pero con suficiente rigidez no fallará ante un evento sísmico extremo.

9) ¿Qué problemas causaría si una estructura es muy rígida, causará algún problema en algunos elementos estructurales?

El problema de una estructura muy rígida es que atrae mucha fuerza. Si además de rígida es frágil originaría su colapso, pero si es rígida y dúctil no, y por el contrario plastificaría disipando energía (como es el caso de los muros desacoplados con disipadores SLB).

10) ¿Cuáles son los tipos de Disipadores más recomendados?

ADAS, TADAS, BRBS, SLBs, VDs.

11) ¿Cuáles son los tipos de Disipadores que tienen mejor eficiencia?

Los SLBs como muestra un artículo que estoy compartiendo. (Documento adjunto).

12) ¿Cuáles es el tiempo de vida útil de los disipadores?

No hay un tiempo fijo pues depende del mantenimiento y NO hay que reemplazarlos después de un sismo severo.

13) ¿Se requiere algún control en el tiempo de uso, es decir sobre el mantenimiento de estos?

Si, como toda estructura metálica deben inspeccionarse y pintarse para evitar la corrosión.

14) ¿En cuánto incrementa el costo de los disipadores a instalar si se tiene en consideración el mantenimiento?

No hay un número preciso para esto, pero, en todo caso sería como en cualquier estructura metálica y si están bien protegidos desde el inicio NO se prevé mantenimiento especial salvo su auscultación.

15) Como espectadores, maravillados ante esta tecnología "Disipadores SLB", nos gustaría conocer en un breve resumen, ¿Cómo nació esta creación y en la actualidad cuánto se ha desarrollado contribuyendo al avance tecnológico en la sociedad?

Nació de los "pórticos excéntricos" del Prof. Popov en U.C. Berkeley. Él me dijo "el acero es un excelente disipador por corte" y de allí en el año de 1989 comencé a darle vueltas a la idea de un disipador rígido que al plastificarse cambie el periodo. Desde entonces hemos estado en los principales laboratorios europeos haciendo ensayos como en ISMES y Nápoles (Italia), LNEC (Portugal), en la UNAM (México), en la U. católica (Perú), en Cantabria (España) y próximamente en la U. de Lima (Perú). Estamos cada día avanzado

y ampliando la capacidad de deformación de estos dispositivos para llevarlos al mercado americano para lo cual hemos solicitado una patente en EU.

16) Como fundador PhD. Luis Bozzo Rotondo y en su amplia experiencia en este tema, ¿Qué recomendaciones, pautas y en caso tenga algo que añadir, nos podría brindar?

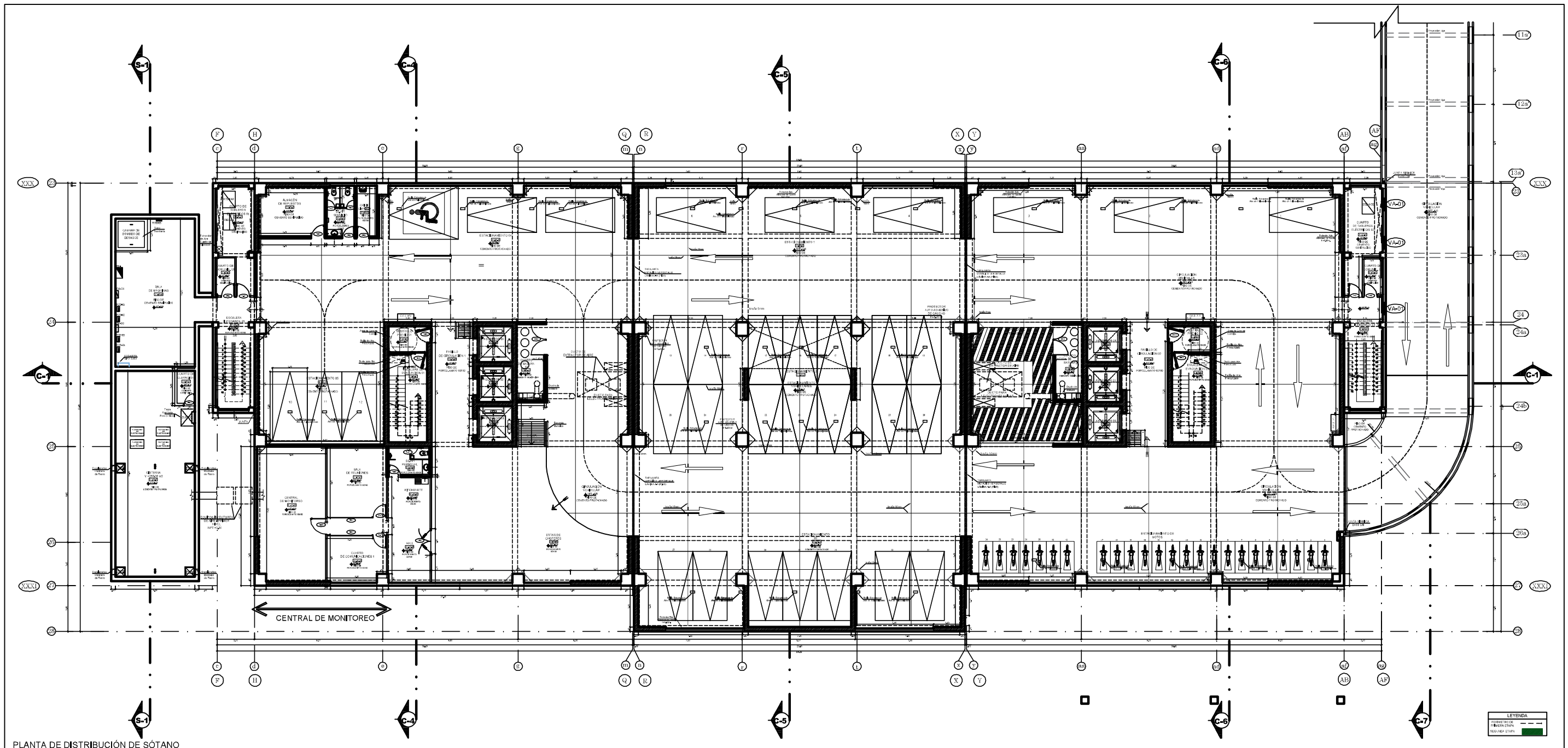
Las recomendaciones y pautas son creer en la tecnología y en el trabajo constante y diario. Apostar por el desarrollo pausado pero sostenido con el objetivo puesto en desarrollar tecnología propia. Para ello lo primero son laboratorios con equipos adecuados y que las autoridades pertinentes inviertan en ello siguiendo el ejemplo reciente de la Universidad de Lima y su nuevo laboratorio de estructuras.

Sin más motivo en particular, muchas gracias de antemano por el tiempo brindado en responder a esta entrevista que será empleada para ampliar el conocimiento sobre el uso de disipadores sísmicos SLB, la cual quedará plasmada en la presente tesis de investigación. Saludos cordiales.



Luis Miguel Bozzo Rotondo, Msc., PhD.

ANEXO 4. PLANOS



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE SÓTANO

Proyecto de Investigación :
"ANÁLISIS Y PROPUESTA DE UN MODELO CONCEPTUAL Y UN MODELO CONCEPTUAL DE INTEGRACIÓN DE EQUIPAMIENTO URBANO PARA LA SEDE CENTRAL DE LA GERENCIA SUB REGIONAL CORONEL PORTILLO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CORONEL PORTILLO, PARA MEJORAR EL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA EN LA CIUDAD DE PUCALLPA,2024-II"

Tesista : **BACH. DAN. ED ERWIN MEDINA SILVA**

ASESOR : **Ing. Mg. HERCIO ROMAN ALVA**

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ADSCRITAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI - REGIÓN DE UCAYALI - PUCALLPA 2025

Plano : PLANO DE DISTRIBUCIÓN SÓTANO

Especialidad : Diseño Arquitectónico

Escala : 1/50 — Fecha : 01/2025

Tesista : BACH. DAN. ED ERWIN MEDINA SILVA

Especialidad : Arq. Mg. Ing. Civil

Asesor : Arq. Mg. Ing. Civil

Revisado : Arq. Mg. Ing. Civil

Aprobado : Arq. Mg. Ing. Civil

Observación : DISTRIBUCIÓN

Plano : DISTRIBUCIÓN

Nro. : ARQUITECTURA

Lamina : A-01

PLANTA DE DISTRIBUCION PRIMER NIVEL BLOQUE 1A, 1B, 1C

ESC: 1/75

CIRCULACION VEHICULAR
PISO PAVIMENTO DE CONCRETO

JARDIN

LEYENDA

Notas de referencia
Todos los trabajos de la obra deberán ejecutarse de acuerdo con las normas técnicas de construcción vigentes en el país.
Los planos no deberán ser usados para fines distintos a los indicados en el cuadro de notas.
Cualquier variación en las medidas deberá ser consultada con el arquitecto.

Nombre:	
Dirección:	
Plano:	
Escala:	
Fecha:	
Contiene:	
Revisión:	

A02

DIRECCIÓN DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

PLANO DE DISTRIBUCIÓN SEGUNDO NIVEL BLOQUE 1A,1B,1C
ESC: 1/75

GERENCIA TERRITORIAL PURÚS

GERENCIA TERRITORIAL PADRE ABAD

GERENCIA TERRITORIAL ATALAYA

Proyecto de Investigación :
"DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE EQUIPAMIENTOS QUE SIRVA DE LA SEDE CENTRAL DE CIERTOS PROGRAMAS GUBERNAMENTALES DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA-UCAYALI"

Tesista : DIANA ISIS SOUSA MONDALGO
ASESOR : Ing. Mg. HORACIO BERNAO ALAYA

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ASENTADAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI, II SECCIÓN DE UCAYALI" - PRIMERA ETAPA

Plano : PLANO DE DISTRIBUCIÓN SEGUNDO NIVEL BLOQUE 1A,1B,1C

Ubicación : PUCALLPA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

Escala : 1/75

Lámina : A-03

AUTORIDAD REGIONAL AMBIENTAL DE UCAYALI

AUTORIDAD REGIONAL AMBIENTAL DE UCAYALI

PROYECTADO SEGUNDA ETAPA

DIRECCIÓN REGIONAL DE PUEBLOS INDIGENAS

DIRECCIÓN REGIONAL DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO

PLANO DE DISTRIBUCIÓN TERCER NIVEL BLOQUE 1A, 1B Y 1C
ESC: 1/75

LEYENDA

PERIMETRO DE PRIMERA ETAPA

SEGUNDA ETAPA

Proyecto de Investigación :
"SIMULACIÓN Y VALIDACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE DISPOSITIVOS BIOMECÁNICOS DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MAS SOTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA ARCAYALI"

Tesista : DANA IRIS GIOVANNA NORIEGA SILVA
ASESOR : Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALAYA

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL, Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ADSCRITAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI - REGIÓN DE UCAYALI" - PRIMERA ETAPA

Plano : PLANO DE DISTRIBUCIÓN TERCER NIVEL BLOQUE 1A,1B Y 1C

Especialidad : Diseño Arquitectónico

Dibujo : PAMA

Área : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

Supervisor : Arq. Liliana Leyenda Cardenas CAP. A-038

Escala : 1/75 GRAFICA

La Propuesta : 1/75 Plano de Distribución

Ubicación : DISTRITO CORONEL PORTILLO PROVINCIA CORONEL PORTILLO

Mes : Año : Dpto. :

Lamina : A-04

BLOQUE 2B - PROYECTADO
SEGUNDA ETAPA

BLOQUE 3B - PROYECTADO
SEGUNDA ETAPA

GERENCIA REGIONAL DE DESARROLLO ECONÓMICO

PROGRAMA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA MULTISECTORIAL-PRIM

DIRECCIÓN REGIONAL DE PRODUCCIÓN

DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS

PLANO DE DISTRIBUCIÓN CUARTO NIVEL BLOQUE 1A, 1B Y 1C
ESC: 1/75

LEYENDA

MEJAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA SEGUNDA ETAPA	

Proyecto de Investigación :
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE CONDICIONES BIOCLIMÁTICAS EN LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MAS SOTANO Y EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA,UCAYALI"

Tesista : DIANA RIS GIOVANNA MORENA SILVA
ASESOR : Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALAVA

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA GESTION INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ADSCRITAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI – REGION DE UCAYALI – PRIMERA ETAPA.

Plano : PLANO DE DISTRIBUCIÓN CUARTO NIVEL BLOQUE 1A,1B,1C

Especialidad : Diseño Arquitectónico

Ubicación : PAMPA HERMOSA

Tesista : DIANA RIS GIOVANNA MORENA SILVA

Asesor : Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALAVA

Revisado : Arq.Cinthya Nuñez Cardenas CAP. 14555

Propietario : GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI – PROVINCIA CORONEL PORTILLO – PUCALLPA

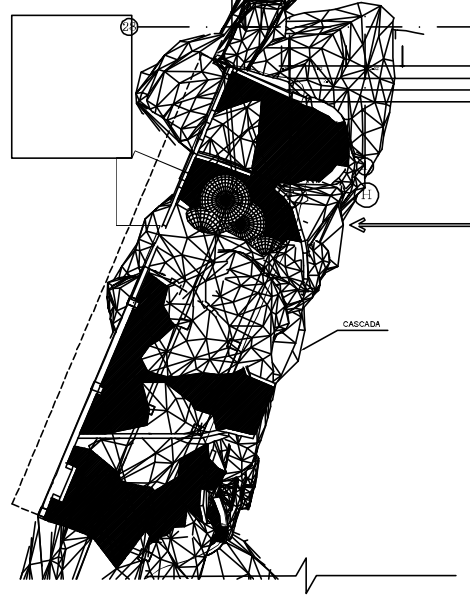
Escala : 1/75

Lamina : A-05

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA - SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA

SUB GERENCIA DE OBRAS



PLANO DE DISTRIBUCIÓN QUINTO NIVEL BLOQUE 1A, 1B Y 1C

ESC: 1/75

Proyecto de Investigación :
"EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES SÍSMICOS SLB DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MAS SOTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE HUANUCO EN LA CIUDAD DE PICALLPA-HUCAYALI"

Tesista : DANA IRIS GIOVANNA NORIEGA SILVA
ASESOR : Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALAVA

Proyecto :
"MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ADSCRITAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI - REGION DE UCAYALI" - PRIMERA ETAPA

Plano : PLANO DE DISTRIBUCIÓN QUINTO NIVEL BLOQUE 1A,1B,1C

Especialidad : Diseño Arquitectónico

Sector : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

Especialista : Arq. Lilia A. Lazares Cardenas CAP. 12451

C. Profesional : Arq. Fernando Rafael Leon Ruiz CAP. 41424

Ubicación : PASCO

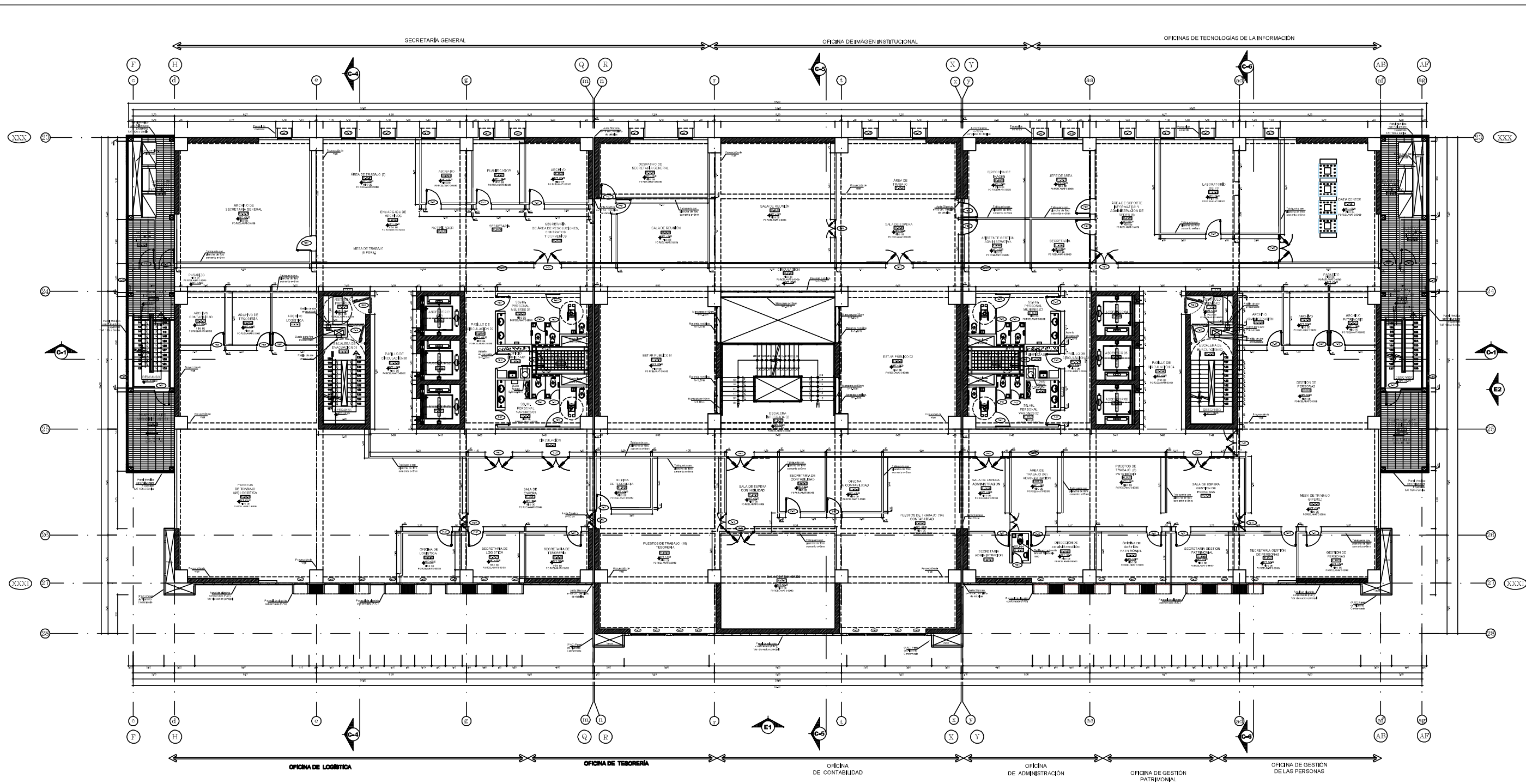
Fecha : MARZO 2019

Revisó : TESISTA

Vista : TESISTA

Vista : TESISTA

Lamina : A-06



PLANO DE DISTRIBUCIÓN SEXTO NIVEL BLOQUE 1A, 1B Y 1C

ESC: 1/75

LEYENDA

PERÍMETRO DE PRIMERA ETAPA

SITUACIÓN ETAPA

Proyecto de investigación :
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE ESPACIOS DE USOS MÚLTIPLES EN LA SEDE CENTRAL DE GOBIERNOS MÁS SOTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA-UCAYALI"

Tesista : DANA IRIS GIOVANNA MOREDA SILVA

ASESOR : Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALAVA

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ADSCRITAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI – REGIÓN DE UCAYALI" - PRIMERA ETAPA

Plano : PLANO DE DISTRIBUCIÓN NIVEL BLOQUE 1A,1B,1C

Tesis de GERENCIA DE ESTUDIOS

Propietario: GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI

Especialidad : Diseño Arquitectónico

Alumna: Ana Liliana De Lazarini Coronado CAC / 2021

Escala : 1/75 — **Medida :** 594 x 1189

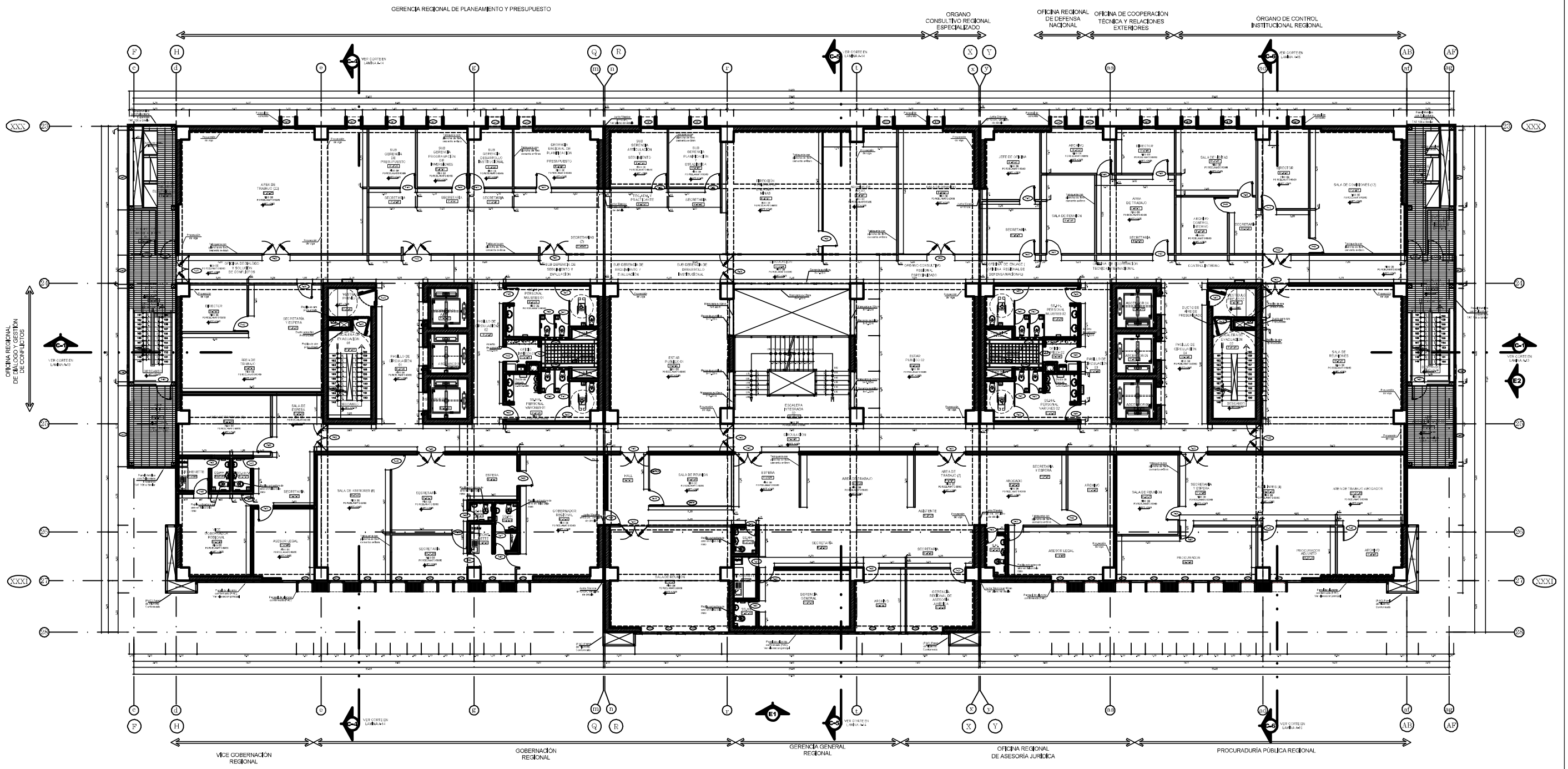
Fecha : DICIEMBRE

Rep. : DIGITALIZ

Revis. : C.PUSTILLO

Dist. : CARTAGOCHA

Lamina : A-07



PLANO DE DISTRIBUCIÓN SÉPTIMO NIVEL BLOQUE 1A, 1B Y 1C

ESC. 1/75

LEYENDA

PERÍMETRO DE PRIMERA ETAPA

SEGUNDA ETAPA

Proyecto de Investigación :

"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE DISPOSITIVOS SÍSMICOS SLB DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MAS SOTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE HUANUCO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA -ACAYALI"

Tesista : DANA IRIS GIOVANNA NORIEGA SILVA

ASESOR : Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALAVA

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ADSCRITAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI- REGIÓN DE UCAYALI E - PRIMERA ETAPA

Plano : PLANO DE DISTRIBUCIÓN SÉPTIMO NIVEL BLOQUE 1A,1B,1C

Especialidad : Diseño Arquitectónico

Escala : 1/75 Fecha : Noviembre

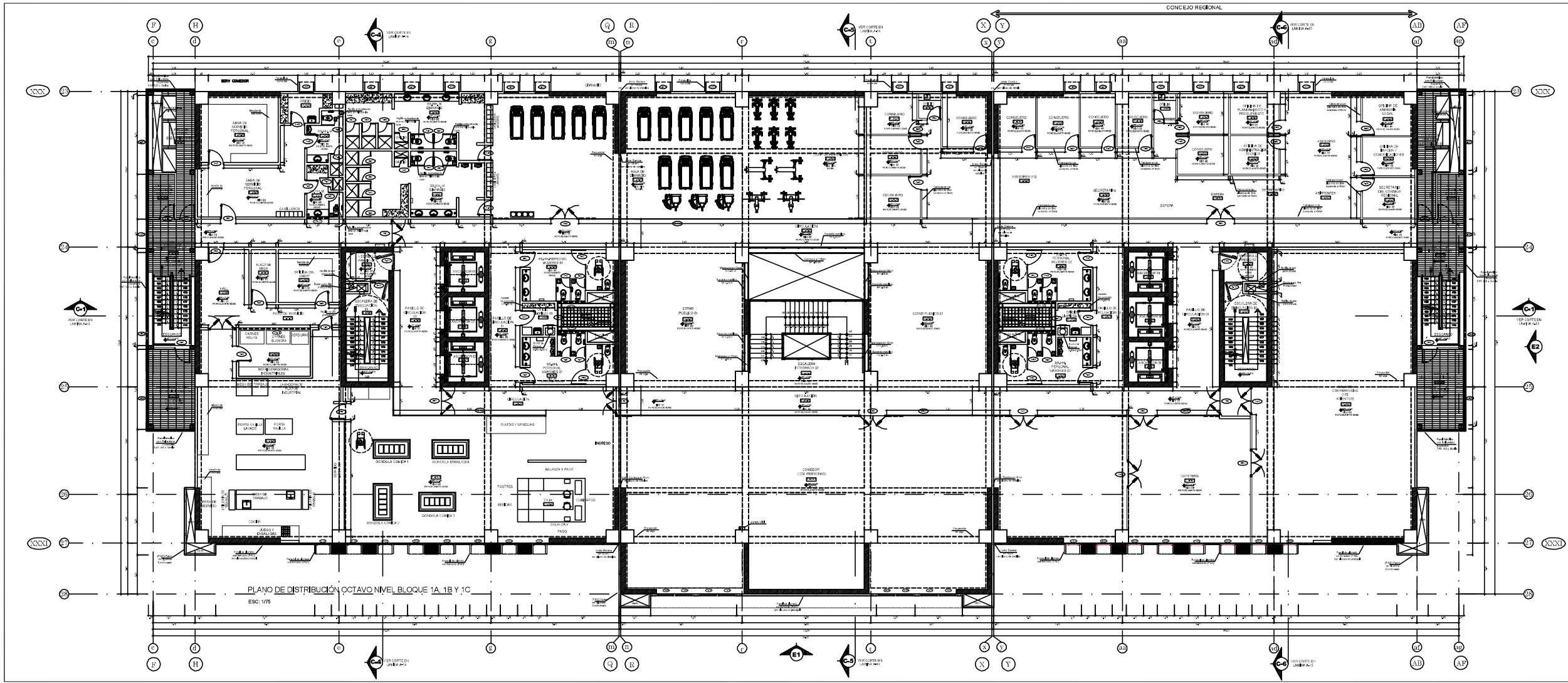
Tesista : Dana Iris Giovanna Noriega Silva

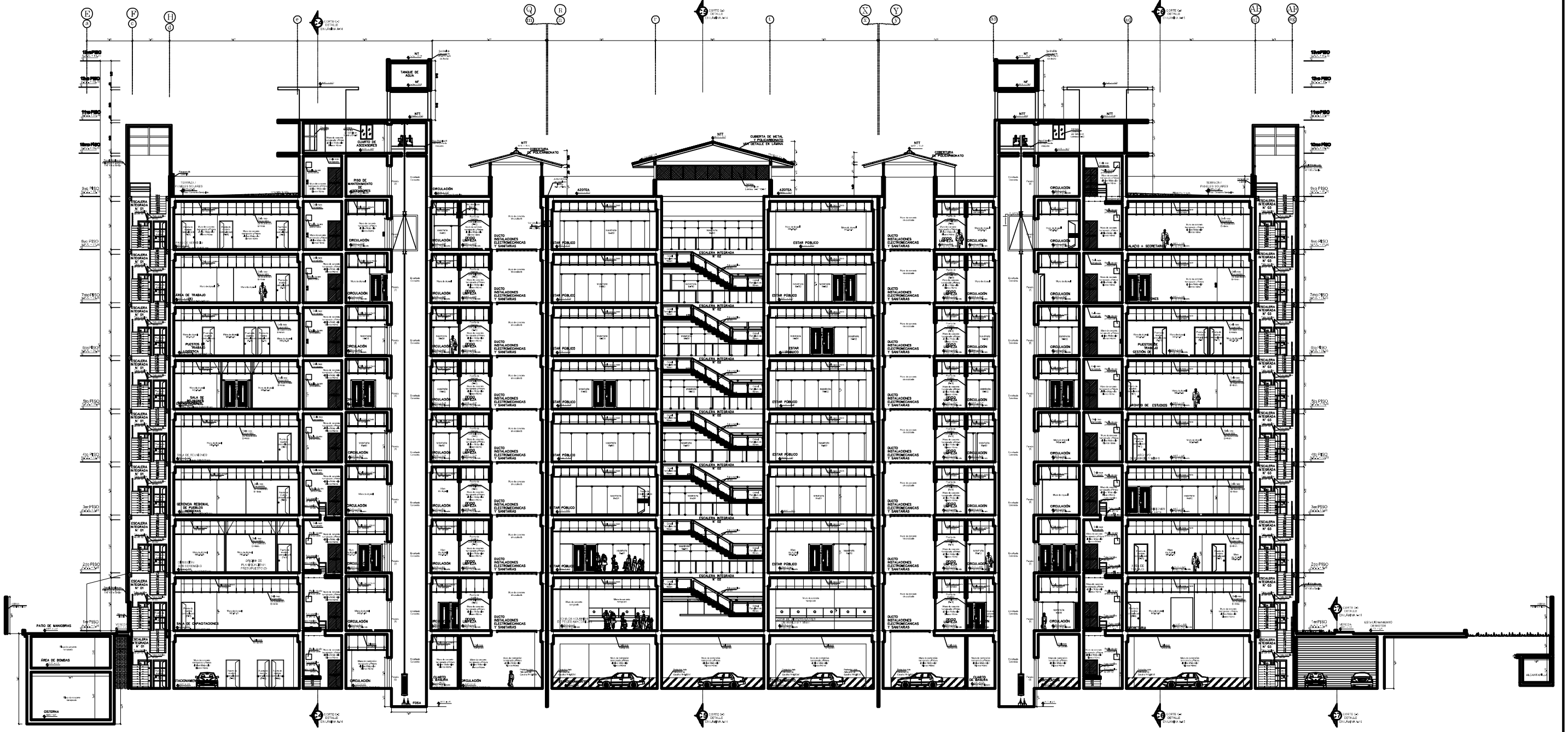
Especialidad : Arquitectura

Asesor : Ing. Horacio Soriano Alava CAP. 4410

Escala : 1/75 Fecha : Noviembre

Lámina : A-08


CONCEJO REGIONAL
SERV. COMEDOR
INGRESO
GONDOLA CONEJA 1
GONDOLA CONEJA 2
GONDOLA EMBUTIDOS
BALANZA Y PAVO
POSTRES
BEBIDAS
CAJA
CALENTADOR
PAVO
PLATOS Y SERVILLETAS
MESA DE TRABAJO
COCINA
JUGOS Y ENSALADAS
PUESTO VAJILLA
PUESTO LAVADO
MESA DE TRABAJO
LAVADERO INDUSTRIAL
COMEDOR (124 PERSONAS)
CONSEJERO
ASESORES
SECRETARIA
DESPACHO
ESTAR PUBLICO
ESTAR PUBLICO
ESCALERA DE EVACUACION
PASILLO DE CIRCULACION
HALL DE ASCENSORES
ESCALERA DE EVACUACION
PASILLO DE CIRCULACION
HALL DE ASCENSORES
CONSERJERIA
ARCHIVO
CONSEJERO
CONSEJERO
CONSEJER



CORTE 1-1
Esc: 1/75

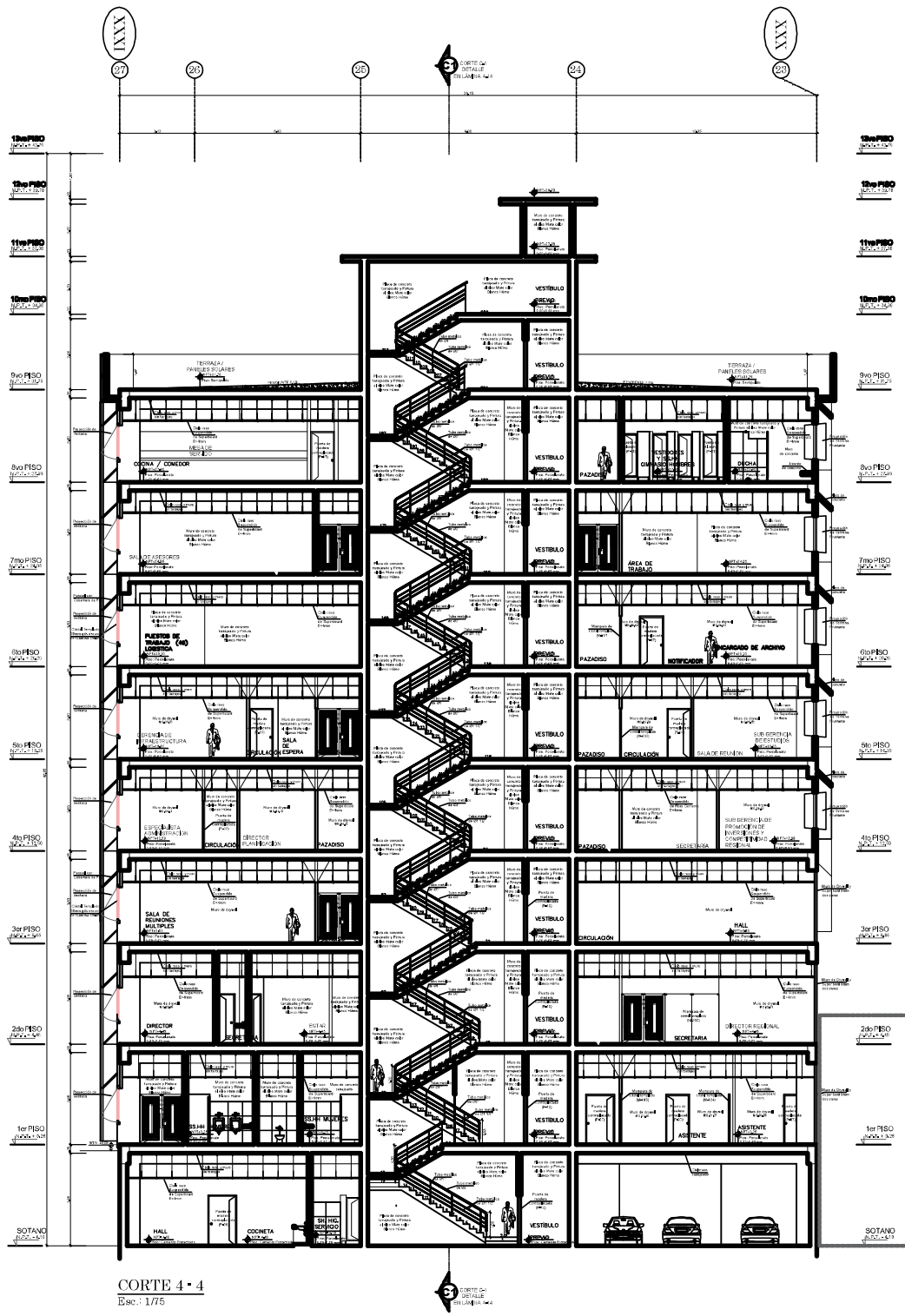
Proyecto de Investigación :
"ANALISIS Y VALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE DISPOSITIVOS SOLARES EN LA SEDE CENTRAL DE DONDE SE MAS GASTAN EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA ¿UCAYALI"

Tesistas : BACH. ING. GIOVANNA MOREIRA SILVA
ASESOR : Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALIAS

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INSTITUCIONAL EN LA SEDE CENTRAL Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ADSCRITAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI, EL DISTRITO DE UCAYALI - PUCALLPA ETAPA

Plano : CORTE 1-1
Especialidad : Diseño Arquitectónico
Escala : 1/75 **Medida :** A1
Tesis : Mejoramiento Institucional en la sede central del Gobierno Regional de Ucayali
Asesor : Arq. Mg. Horacio Soriano Alias
Tesistas : BACH. ING. GIOVANNA MOREIRA SILVA
Dibujo : G.M.S.
Fecha : Julio 2018

Lamina : A-10



Proyecto de Investigación :
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACIÓN DE ORDENADORES SÍNCRONOS SLIB DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MAS SOTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA-UCAYALI"

Tesista : DANA PIE GIOVANNA HORNEDA SILVA
ASESOR : Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALAVA

Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA GESTION INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ADSCRITAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI - REGION DE UCAYALI", - PRIMERA ETAPA

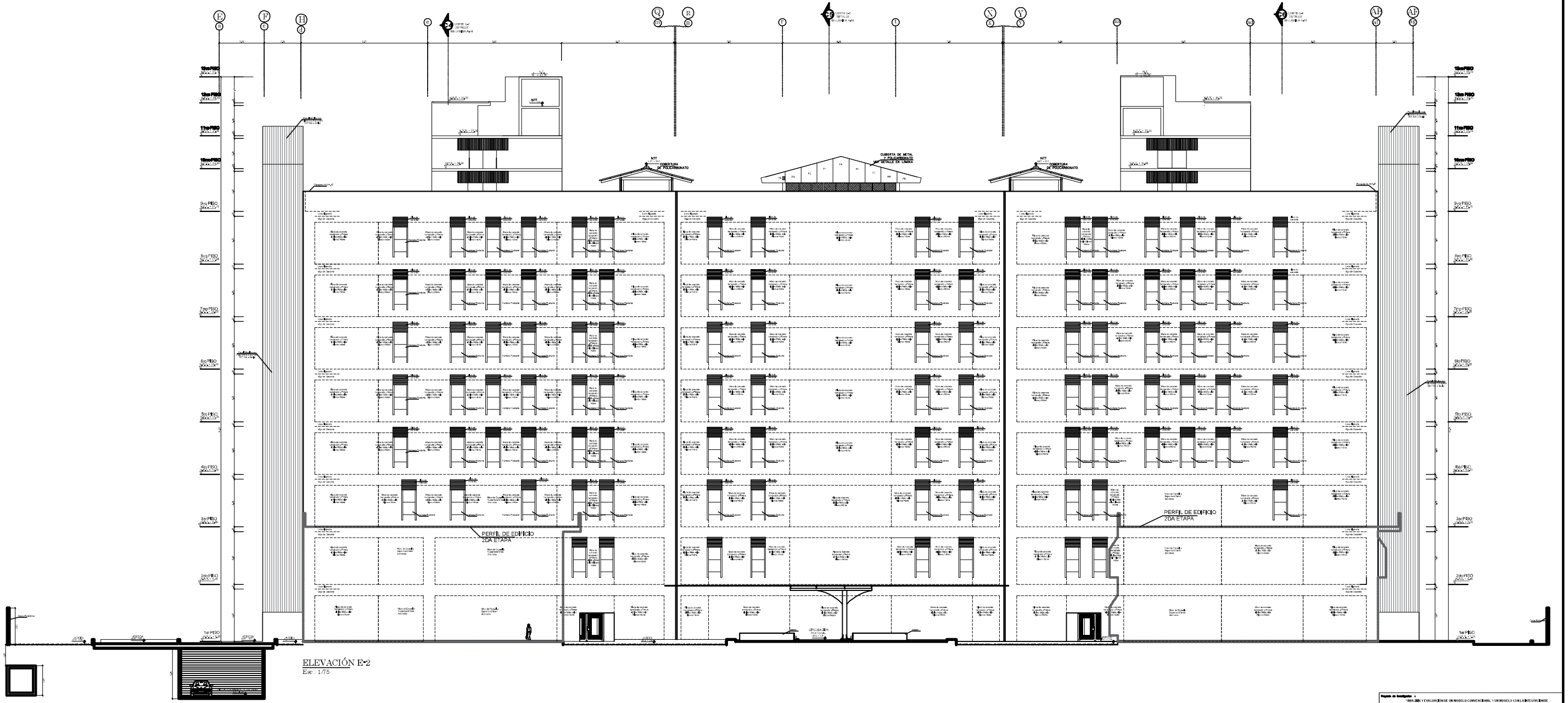
Plano : CORTE 04 / 04 — Lámina : A-11

Especialidad : Diseño Arquitectonico

Dibujo : RHEM — Revisó : [illegible]

Diseño : [illegible]

Ubicación : Dpto. : UCAYALI — Prov. : CORONEL PORTILLO — Dist. : CALLERIA



ELEVACIÓN E-2
Esc.: 1/75

Proyecto de Investigación :
ANALISIS Y EVALUACION DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACION DE EQUIPAMIENTOS SOCIALES DE LA SEDE CENTRAL DE GOBIERNOS MAS SOSTENIBLE EN EL GOBIERNO REGIONAL DE HUANUCO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA-UCAYALI

Tesista : bach. DAHIL RIM GUERRERA MOREDA SILVA
ASESOR : ing. Mg. HUMVER BERNAO ALAVA

Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA GESTION INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ADSCRITAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI, REGION DE UCAYALI - PUCALLPA ETAPA

Plano : ELEVACIONES

Especialidad : Diseño Arquitectonico

Escala : 1/75

Fecha : 08/05/2020

Tesista : Bach. DAHIL RIM GUERRERA MOREDA SILVA

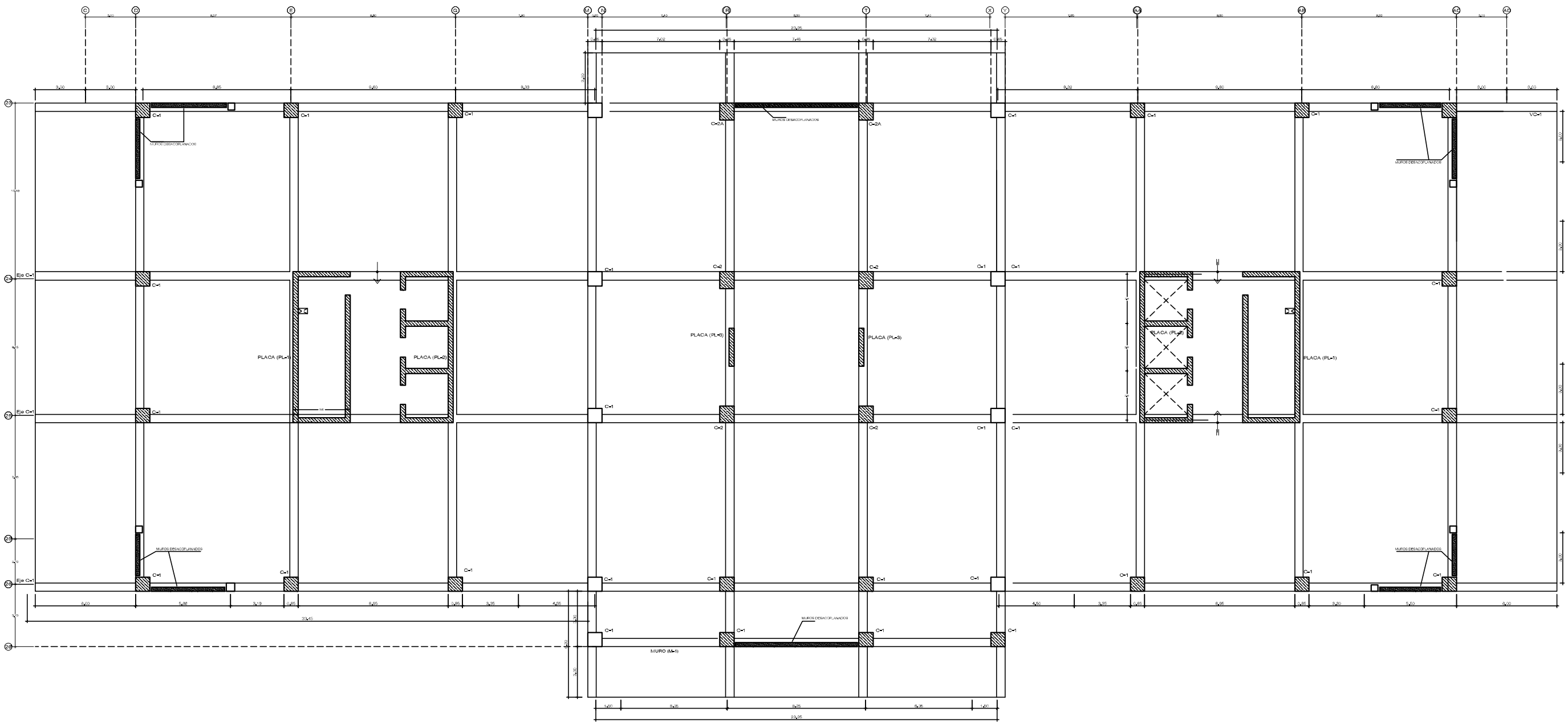
Asesor : Mg. Arq. HUMVER BERNAO ALAVA

Revisado : Mg. Arq. Augusto Cavassa

Propietario : Gobierno Regional de Ucayali

Ubicación : DISTRITO CORONEL PORTILLO
PROVINCIA CORONEL PORTILLO
REGION UCAYALI

Lamina : A-12



PROPUESTA DE ESTRUCTURACION

ESCALA : 1/100

Proyecto de Investigación :
"ANALISIS Y EVALUACION DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACION DE DISIPADORES SÍSMICOS SLB DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MAS SOTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA -UCAYALI"

Tesista : DANA IRIS GIOVANNA NORIEGA SILVA

ASESOR : Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALAVA

Proyecto :
"MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ADSCRITAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI-REGIÓN DE UCAYALI"- PRIMERA ETAPA

Lamina : E-01

Plano : PLANO DE PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON DISIPADORES SLB

Especialidad : ESTRUCTURAS

Etapa : PASE

Fecha : SETIEMBRE 2016

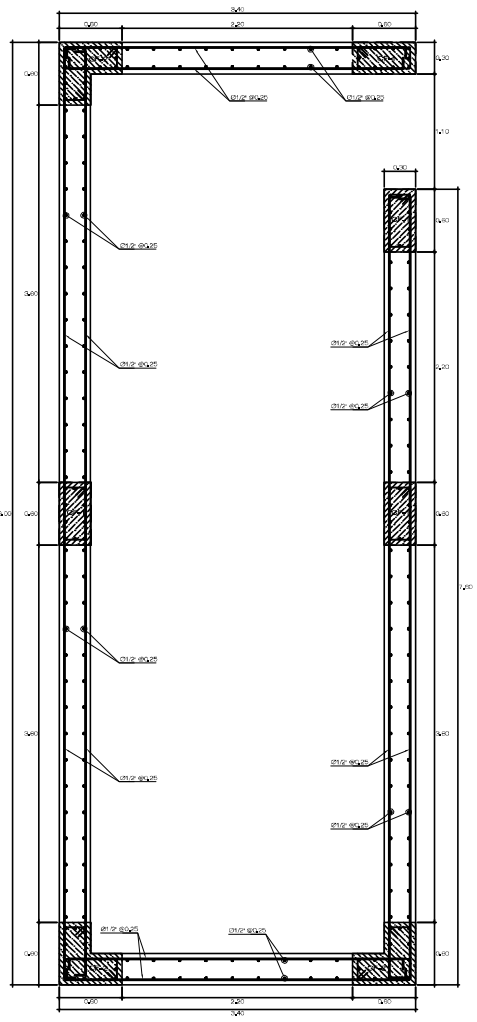
Revs. : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS
Ing. William Jaderi Vivas Quispe

Asesor. : Ing. Fernando Rafael Leon CIP : 46384

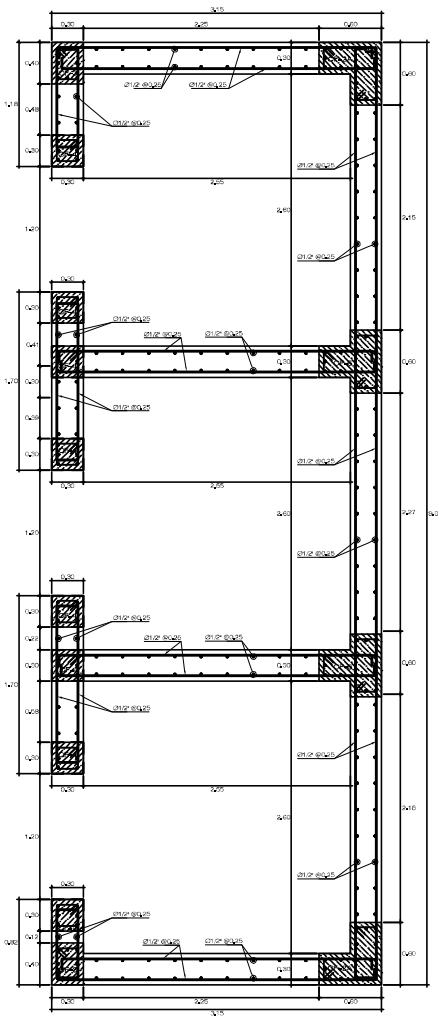
Ubicación : DPAHBS

UBICACIÓN:
Reg. : UCAYALI
Prov. : CORONEL PORTILLO
Dist. : YARINACOCHA

Escala : 1/100 GRAFICA



PLACA (PL-1)
ESCALA : 1/25



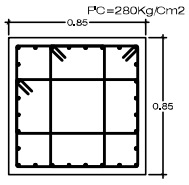
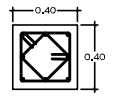
PLACA (PL-2)
ESCALA : 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
CONCRETO PLATEA DE CIMENTACION	f'c = 280 kg/cm2
CONCRETO VIGA DE CIMENTACION	f'c = 280 kg/cm2
CONCRETO MURO DE CONTECIÓN	f'c = 280 kg/cm2
CONCRETO SOBRECIMIENTO	f'c = 175 kg/cm2
CONCRETO PLACAS	f'c = 280 kg/cm2
CONCRETO COLUMNAS	f'c = 280 kg/cm2
CONCRETO VIGAS	f'c = 280 kg/cm2
CONCRETO COLUMNETAS	f'c = 210 kg/cm2
CONCRETO VIGUETAS	f'c = 210 kg/cm2
CONCRETO LOSA ALIGERADA	f'c = 280 kg/cm2
RECUBRIMIENTO ELEMENTOS A=0.15m	2.5 cm
RECUBRIMIENTO ELEMENTOS A=0.25m	4.0 cm
RELACION AGUA/CEMENTO (EN PESO)	0.50 (f'c=210kg/cm2)
RELACION AGUA/CEMENTO (EN PESO)	0.60 (f'c=175kg/cm2)
DESENCOFRADO COLUMNAS	2 DIAS
DESENCOFRADO LATERAL VIGAS	2 DIAS
DESENCOFRADO FONDO VIGAS PRINCIPALES	28 DIAS
LADRILLO MUROS (IKARO 18 HUECOS)	13x23cm, h=9cm
MORTERO DE ALBAÑILERIA	C : A = 1 : 5
BARRA ACERO CORRUGADA	f'y = 4200 kg/cm2
SOBRECARGA DE DISEÑO	400 KG/M2
CLASIFICACION DEL SUELO DE FUNDACION	ARCILLA DELGADA
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO	1.20 kg/cm2

NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION:
E.030: DISEÑO SISMORRESISTENTE
E.050: SUELOS Y CIMENTACIONES
E.060: CONCRETO ARMADO
E.090: ESTRUCTURAS METALICAS
E.102: DISEÑO Y CONSTRUCCION EN MADERA
REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

CUADRO DE COLUMNAS

TIPO / NIVEL	C-1	C-2
TODOS LOS PISOS ESC. : 1/25	f'c=280Kg/Cm2  28 Ø3/4"	f'c=280Kg/Cm2  8 Ø5/8"
ESTRIBOS	Ø 3/8" 1@ .05, 8@ .10, R@ 0.15 C/E	Ø 3/8" 1@ .05, 5@ .10, R@ 0.20 C/E

ESPECIFICACIONES

ACERO DE REFUERZO

LAS VARILLAS DE ACERO UTILIZADAS EN LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO, CUMPLIRAN LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN LOS ARTICULOS 7 Y 8 DE LA NORMA E-060 PARA CONCRETO ARMADO.

EL ACERO SERA DE CALIDAD, GRADO 60, CON UN ESFUERZO EN EL LIMITE DE FLUENCIA DE Fy= 4,200 Kg/cm2.
ALARGAMIENTO MINIMO EN 20 cm. = 12%.
CORRUGACIONES DE ACUERDO A LA NORMA ASTM A-615.

DIAMETROS MINIMOS DE DOBLADO SIN FISURAS :

ø 3/8" A 5/8"	4 db.
ø 3/4" Y MAYORES	6 db.

DEBERA OBSERVARSE QUE LAS VARILLAS A EMPLEAR PRESENTAN SU SUPERFICIE LIBRE DE CORROSION, GRIETAS, SOLDADURAS O CUALQUIER OTRO DEFECTO QUE PUDIERA AFECTAR DESFAVORABLEMENTE SUS CARACTERISTICAS MECANICAS.

COLOCACION DEL REFUERZO

PREPARACIÓN Y COLOCACION

ANTES DEL EMPLEO DE LAS ARMADURAS SE LIMPIARAN CUIDADOSAMENTE PARA QUE SE ENCUENTREN LIBRES DE POLVO, BARRO,ACEITES, PINTURA Y TODA OTRA SUSTANCIA CAPAZ DE REDUCIR LA ADHERENCIA DEL CONCRETO.

PARA SOSTENER O FIJAR LAS ARMADURAS EN LOS LUGARES CORRESPONDIENTES SE EMPLEARAN SOPORTES O ESPACIADORES METALICOS O DE MORTERO Y ATADURAS METALICAS, NO PODRAN EMPLEARSE TROZOS DE LADRILLO, MADERA O CAÑAS NI PARTICULAS DE AGREGADOS.

RECUBRIMIENTOS DEL ESFUERZO

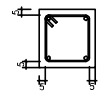
SE ENTIENDE POR RECUBRIMIENTOS A LA DISTANCIA LIBRE COMPRENDIDA ENTRE EL PUNTO MAS SALIENTE DE CUALQUIER REFUERZO Y LA SUPERFICIE EXTERNA DEL CONCRETO MAS PROXIMO, EXCLUYENDO TARRAJEOS Y TODO OTRO MATERIAL DE ACABADOS.

DIMENSIONES DE LOS RECUBRIMIENTOS:

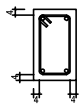
ELEMENTO ESTRUCTURAL	RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO
- VIGAS Y COLUMNAS DE ALBAÑILERIA	2,5 cm.
- VIGAS ESTRUCTURALES	4,0 cm.
- COLUMNAS ESTRUCTURALES	5,0 cm.
- VIGAS DE CIMENTACION Y ZAPATAS	5,0 cm.

LOS RECUBRIMIENTOS SE LOGRARAN MEDIANTE EL EMPLEO DE DADOS DE CONCRETO O MORTERO

LOS RECUBRIMIENTOS EN COLUMNAS ESTRUCTURALES



LOS RECUBRIMIENTOS EN VIGAS ESTRUCTURALES



EMPALMES EN EL REFUERZOS

LOS EMPALMES REQUERIDOS SE EJECUTARAN POR TRASLAPES, EN LAS ZONAS INDICADAS EN LOS PLANOS.

LAS VARILLAS EMPALMADAS POR MEDIO DE TRASLAPES CUMPLIRAN CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES :

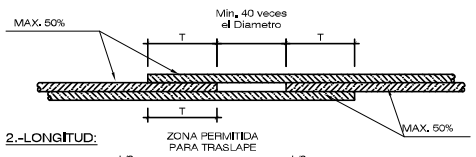
SEPARACION ENTRE VARILLAS :

LA SEPARACION MINIMA ENTRE VARILLAS RECTAS INDIVIDUALES Y PARALELAS DE LA ARMADURA, FUERA DE UNA ZONA DE EMPALME, EN GENERAL DEBERA SER COMO MINIMO 2,50 cm, Y NO MENOR QUE EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO.

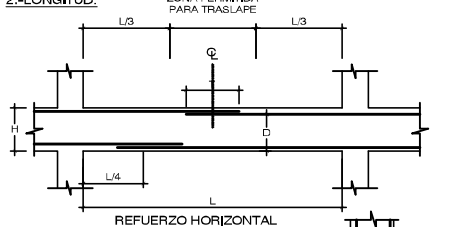
LONGITUD DE TRASLAPE

1.-USO:

a) SOLO DONDE NO SE INDIQUE EXPRESAMENTE EN LOS PLANOS
b) SE TRASLAPARA MAXIMO EL 50% DEL REFUERZO QUE PASA POR UNA SECCION. (Norma E 060, Capitulo 12, Art 12.16.1)
c) LA SEPARACION ENTRE DOS TRASLAPES SUCESIVOS NO SERA MENOR A 40 VECES EL DIAMETRO DEL REFUERZO.

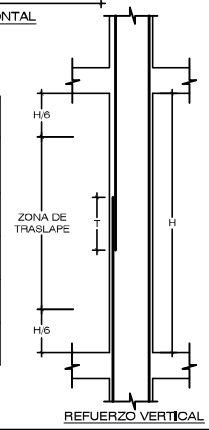


2.-LONGITUD:

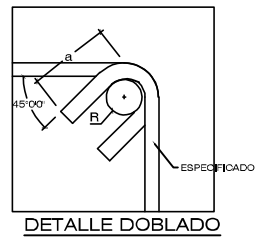


REFUERZO HORIZONTAL

LONGITUD (T) en cm. EN ZONAS NO DETALLADAS		
Ø	Vigas D>30, Losas	Columnas
3/8"	40	30
1/2"	50	40
5/8"	60	50
3/4"	70	60



REFUERZO VERTICAL



DETALLE DOBLADO DE ESTRIBOS

ø	r	a
3/8"	3 cm.	8 cm.
1/2"	4 cm.	10 cm.
5/8"	5 cm.	10 cm.
3/4"	6 cm.	12 cm.

Proyecto de Investigacion :
"ANALISIS Y EVALUACIÓN DE UN MODELO CONVENCIONAL Y UN MODELO CON LA INTEGRACION DE DISIPADORES SISMICOS SLB DE LA SEDE CENTRAL DE OCHO PISOS MAS SOTANO EN EL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI EN LA CIUDAD DE PUCALLPA-UCAYALI"

Tesista : DANA IRIS GIOVANNA NORIEGA SILVA
ASESOR : Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALAVA

Proyecto :
"MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INSTITUCIONAL DE LA SEDE CENTRAL Y DE LAS DIRECCIONES REGIONALES ADSCRITAS EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI - REGIÓN DE UCAYALI". - PRIMERA ETAPA

Plano : PLANO DE PLACAS
Especialidad : ESTRUCTURAS
Dibujo : PAER — **Fecha :** ENERO /2006
Rev.: SUB GERENCIA DE ESTUDIOS — Ing. Wilson Javier Vivas Quispe
Elaboracion : Dana Noriega
Escala : INDICADA
J. Proyecto.: Ing. Fernando Rafael Lean CIP: 40894
UBICACIÓN:
Reg. : UCAYALI
Prov.: C.PORTILLO
Dist. : YARINACOCHA

Lamina : E-02