

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO CONVENCIONAL Y CON
AISLADORES ELASTOMÉRICOS CON NÚCLEO DE PLOMO DE UN
EDIFICIO DE 6 NIVELES PARA EL PODER JUDICIAL EN LA
PROVINCIA DE CHICLAYO, 2018**

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

AUTOR

DANNER EDUARDO AMARI MIJAHUANCA

ASESOR

SEGUNDO GUILLERMO CARRANZA CIEZA

<https://orcid.org/0000-0001-9321-2501>

Chiclayo, 2021

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO CONVENCIONAL
Y CON AISLADORES ELASTOMÉRICOS CON NÚCLEO DE
PLOMO DE UN EDIFICIO DE 6 NIVELES PARA EL PODER
JUDICIAL EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, 2018**

PRESENTADA POR:

DANNER EDUARDO AMARI MIJAHUANCA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Justo David Pedraza Franco
PRESIDENTE

Wilson Martín García Vera
SECRETARIO

Segundo Guillermo Carranza Cieza
VOCAL

DEDICATORIA

Dedicada:

A mis padres, Merida mijahuanca y Ediss Amari, ya que son las personas que me apoyaron incansablemente hasta el ultimo momento en mi formación profesional universitaria, siempre me brindaron su apoyo y nunca me dejaron solo en los tiempos difíciles que se tiene en la vida.

AGRADECIMIENTOS

A dios por brindarme salud durante el transcurrir universitario

A mi familia que siempre me brindó su confianza y los buenos consejos para seguir adelante y cumplir el único objetivo trazado; ser ingeniero.

A los docentes e ingenieros de la escuela de ingeniería civil ambiental quienes fueron las bases de mi conocimiento y formación profesional que he adquirido como profesional .

Al Ingeniero Segundo Guillermo Carranza Cieza por brindarme sus enseñanzas y apoyo en el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES	19
2.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS	22
2.2.1. American Society of Civil Engineers. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. ASCE/SEI 7-10.	22
2.2.2. Código peruano, E.020: “Cargas”, RNE	22
2.2.3. Código peruano, E.030: “Diseño Sismorresistente”, RNE.....	23
2.2.4. Código peruano, E.031: “Aislamiento Sísmico”, RNE	23
2.2.5. Código peruano, E.050: “Suelos y Cimentaciones”, RNE	24
2.2.6. Código peruano, E.060: “Concreto Armado”, RNE.....	24
2.3. SISTEMAS DE AISLACIÓN BASAL	24
2.3.1. Aislador de bajo amortiguamiento (LDR).....	25
2.3.2. Aislador de alto amortiguamiento (HDRB).....	26
2.3.3. Aislador elastomérico con núcleo de plomo (LRB)	27
2.3.4. Aislador deslizante plano.....	28
2.3.5. aislador de péndulo friccional (FPS)	29
III. METODOLOGÍA	30
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	30
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	30
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO DEL PROYECTO	30
3.3.1. detalles arquitectónicos del edificio a tener en cuenta	31
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	37
3.5. PROCEDIMIENTOS.....	37

3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	37
3.6.1. Fase I: Recopilación e identificación de la información del proyecto	37
3.6.2. Fase II: Procesamiento de la información del modelo de diseño convencional	38
3.6.3. Fase III: Procesamiento de la información del modelo con aisladores sísmicos.....	38
3.6.4. Fase IV: Presentación de resultados obtenidos.....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. ESTUDIOS Y EVALUACIONES REALIZADAS	39
4.1.1. Estudio de mecánica de suelos	39
4.1.2. Evaluación de impacto ambiental.....	48
4.1.2.1. Resumen ejecutivo	48
4.1.2.2. Objetivo general de la Evaluación de Impacto Ambiental.....	54
4.1.2.3. Marco legal.....	55
4.1.2.4. Descripción y análisis del proyecto.....	58
4.1.2.5. Area de influencia del proyecto	59
4.1.2.5.1. Area de influencia directa.....	59
4.1.2.5.2. Area de influencia indirecta.....	59
4.1.2.6. Línea base ambiental	60
4.1.2.6.1. Línea De Base Física (LBF)	60
4.1.2.6.2. Línea De Base Biológica (LBB).....	61
4.1.2.6.3. Línea De Base socioeconómica (LBS).....	61
4.1.2.6.4. Diagnóstico arqueológico	62
4.1.2.7. Identificación y evaluación de pasivos ambientales	62
4.1.2.8. Identificación y evaluación de impactos ambientales	62
4.1.2.9. Plan de participación ciudadana.....	69
4.1.2.10. Plan de manejo ambiental	70
4.1.2.10.1 Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas.....	71
4.1.2.10.1.1. Subprograma de control de residuos sólidos, líquidos y efluente	71
4.1.2.10.1.2. Subprograma de control de erosión y sedimentos.....	71

4.1.2.10.1.3. Subprograma de protección de recursos naturales	71
4.1.2.10.1.4. Subprograma de salud local	71
4.1.2.10.1.5. Subprograma de seguridad motivo del EIA	72
4.1.2.10.1.6. Subprograma de Protección de recursos arqueológicos y culturales	72
4.1.2.10.2. Programa de monitoreo ambiental.....	72
4.1.2.10.3. Programa de Asuntos sociales	72
4.1.2.10.3.1. Subprograma de relaciones comunitarias.....	73
4.1.2.10.3.2. Subprograma de contratación de mano de obra local	73
4.1.2.10.3.3. Subprograma de participación ciudadana	73
4.1.2.10.4. Programa de educación ambiental	73
4.1.2.10.5. Programa de capacitación de pérdidas y contingencias.....	73
4.1.2.10.6. Programa de prevencion de perdidas y contingencias.....	74
4.1.2.10.6.1. Subprograma de Salud ocupacional	74
4.1.2.10.6.2. Subprograma de prevención y control de riesgos laborales.....	74
4.1.2.10.6.3. Subprograma de contingencias	74
4.1.2.10.7. Programa de cierre de obra.....	74
4.1.2.10.8. Programa de inversiones.....	75
4.1.2.10.9. Cronograma de actividades	76
4.1.2.11. Plan de Compensación ambiental	76
4.1.2.12. Conclusiones y Recomendaciones	76
4.1.2.13. Bibliografía.....	77
4.1.2.14. Anexos.....	77
4.2. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO ESTRUCTURAL	79
4.2.1. Descripción de la estructura del edificio sin aisladores sísmicos	79
4.2.2. Descripción de la estructura del edificio con aisladores sísmicos.....	80
4.3. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO	81
4.3.1. Propiedades de los materiales considerados en el modelado	81
4.3.2. Cargas utilizadas para el análisis de la estructura.....	82
4.4. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CONVENCIONAL	83

4.4.1. Calculo de parámetros sísmicos	83
4.4.2. Fuerzas cortantes mínimas en la base.....	85
4.4.3. Verificación del desplazamiento máximo (derivadas)	85
4.4.4. Verificación de irregularidades estructurales	86
4.4.4.1. Comprobación de irregularidades estructurales en altura	86
4.4.4.2. Comprobación de irregularidades estructurales en planta.....	90
4.4.5. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas	93
4.4.6. Verificación del sistema estructural	93
4.4.7. Calculo del peso del edificio	94
4.4.8. Tipo de procedimientos utilizados para el análisis sísmico.....	94
4.4.8.1. Análisis estatico o de fuerzas estáticas equivalentes.....	94
4.4.8.2. Análisis sísmico dinámico modal espectral	95
4.4.9. Diseño de los elementos estructurales	97
4.4.9.1. Diseño de vigas	97
4.4.9.2. Diseño de viguetas	100
4.4.9.3. Diseño de columnas	101
4.4.9.4. Diseño de platea de cimentación.....	104
4.5. ANÁLISIS DEL EDIFICIO CON AISLADORES ELASTOMÉRICO CON NÚCLEO DE PLOMO	107
4.5.1. Consideraciones para el diseño de los aisladores	107
4.5.2. Análisis sísmico de estructuras aisladas	107
4.5.3. Parametros sísmicos considerados para el análisis de la edificación con aislación sísmica de base	108
4.5.4. Diseño del aislador elastomérico con nucleo de plomo	109
4.5.5. Asignación de las propiedades y creación de los aisladores en el programa SAP2000	123
4.5.6. Análisis dinámico tiempo-historia de la estructura	125

4.5.6.1. Escalamiento de los registros sísmicos al espectro de diseño	125
4.5.6.2. Creacion de caso de carga tiempo historia	126
4.5.6.3. Resultados obtenidos del análisis dinamico tiempo – historia	128
4.5.7. Diseño de los elementos estructurales	130
4.5.7.1. Diseño estructural de la interfaz de aislamiento.....	130
V. DISCUSIÓN.....	132
5.1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL	132
5.1.1. Desplazamiento máximo	132
5.1.2. Modos de vibración del sistema de aislación LRB.....	135
5.2. ANÁLISIS POR METRADO ESTRUCTURAL	136
5.2.1. Metrado de movimiento de tierras	136
5.2.2. Metrado de concreto simple y armado de los elementos estructurales.....	137
5.2.3. Metrado de acero de los elementos estructurales	139
5.3. ANÁLISIS ECONÓMICO	141
VI. CONCLUSIONES	142
VII. RECOMENDACIONES	143
VIII. REFERENCIAS.....	145
IX. ANEXOS.....	147

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sistema de Aislamiento.....	25
Ilustración 2. Partes del aislador de alto amortiguamiento, HDRB	26
Ilustración 3. Fuerza de corte vs. Deformación horizontal, HDRB	27
Ilustración 4. Componentes de un aislador elastomérico con núcleo de plomo, LRB.....	27
Ilustración 5. Gráfico fuerza de corte vs. Deformación lateral, LRB	28
Ilustración 6. Modelo de aproximación bilineal del LRB	28
Ilustración 7. Aislador de péndulo friccional	29
Ilustración 8. Partes de aislador de péndulo friccional.....	29
Ilustración 9. Ubicación del proyecto, según google maps.....	31
Ilustración 10. Plano arquitectura del semisotano.....	32
Ilustración 11. Plano arquitectura del nivel 1	32
Ilustración 12. Plano arquitectura del piso 2	33
Ilustración 13. Plano arquitectura del piso 3	33
Ilustración 14. Plano arquitectura del piso 4	34
Ilustración 15. Plano arquitectura del piso 5	34
Ilustración 16. Plano arquitectura del piso 6	35
Ilustración 17. Plano de arquitectura corte A-A.....	35
Ilustración 18. Plano de arquitectura corte B-B	36
Ilustración 19. Plano de arquitectura corte C-C	36
Ilustración 20. Estructura del edificio convencional.....	80
Ilustración 21. Estructura del edificio con aisladores de base LRB + FPS	81
Ilustración 22. Propiedades del aislador en la dirección U1	124
Ilustración 23. Propiedades del aislador en la dirección U2	124
Ilustración 24. Propiedades del aislador en la dirección U3	125
Ilustración 25. Registros sísmicos escalados al espectro objetivo	126
Ilustración 26. Caso de carga lineal modal history – tiempo historia 1	126
Ilustración 27. Caso de carga lineal modal history – tiempo historia 2	127
Ilustración 28. Caso de carga lineal modal history – tiempo historia 3	127
Ilustración 29. Resumen de desplazamiento máximo para la dirección x e y para el análisis tiempo historia.....	129
Ilustración 30. Derivas en la dirección X e Y para el análisis tiempo historia	130
Ilustración 31. Elementos estructurales que intervienen en la interfaz de aislamiento.....	131

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Área techada y dimensiones	32
Tabla 2. Ubicación de las calicatas	40
Tabla 3. Ensayo de Penetración Estándar 01	40
Tabla 4. Ensayo de Penetración Estándar 02	41
Tabla 5. Ensayo de Penetración Estándar 03	41
Tabla 6. Ensayo de Penetración Estándar 04	41
Tabla 7. Calicata frontis	43
Tabla 8. Calicata centro – parte izquierda.....	44
Tabla 9. Calicata centro – parte derecha	45
Tabla 10. Calicata parte posterior	46
Tabla 11. Resultados obtenidos del análisis químico.....	47
Tabla 12. Matriz de Leopold (parte 01), factores ambientales que se verán perjudicados al ejecutar el proyecto (edificio convencional)	64
Tabla 13. Matriz de Leopold (parte 02), acciones que perjudican directamente al ambiente (edificio convencional).....	65
Tabla 14. Matriz de Leopold (parte 01), factores ambientales que se verán perjudicados al ejecutar el proyecto (edificio aislado)	66
Tabla 15. Matriz de Leopold (parte 02, acciones que perjudican directamente al ambiente (edificio aislado).....	67
Tabla 16. Propiedades de los materiales (concreto y acero) a ser usador en el programa SAP 2000.....	81
Tabla 17. Metrado de cargas por metro lineal de los muros de albañilería.....	82
Tabla 18. Cargas consideradas	82
Tabla 19. Parámetros sísmicos	85
Tabla 20. Fuerza cortante en la base para el sismo X	85
Tabla 21. Fuerzas cortantes en la base para el sismo Y	85
Tabla 22. Verificación de derivas, dirección X – edificio convencional	85
Tabla 23. Verificación de derivas, dirección Y – edificio convencional	85
Tabla 24. Verificación irregularidad de rigidez – piso blando - dirección X.....	86
Tabla 25. Verificación irregularidad de rigidez – piso blando - dirección Y.....	87
Tabla 26. Verificación irregularidad de resistencia – piso débil - dirección X.....	87
Tabla 27. Verificación irregularidad de resistencia – piso débil - dirección Y.....	87

Tabla 28. Verificación irregularidad extrema de rigidez - dirección X	88
Tabla 29. Verificación irregularidad extrema de rigidez - dirección Y	88
Tabla 30. Verificación irregularidad extrema de resistencia - dirección X	89
Tabla 31. Verificación irregularidad extrema de resistencia - dirección Y	89
Tabla 32. Verificación irregularidad de masa o peso del edificio.....	89
Tabla 33. Verificación irregularidad torsional - dirección X	90
Tabla 34. Verificación irregularidad torsional - dirección Y	91
Tabla 35. Verificación irregularidad torsional extrema - dirección X	91
Tabla 36. Verificación irregularidad torsional extrema - dirección Y	91
Tabla 37. Resumen de irregularidades estructurales en altura	92
Tabla 38. Resumen de irregularidades estructurales en planta	93
Tabla 39. Resumen de coeficientes de reducción sísmica (R)	93
Tabla 40. Cortante que absorben los muros de corte y columnas	93
Tabla 41. Porcentaje de carga viva o sobrecarga	94
Tabla 42. Porcentaje de fuerza sísmica por piso	94
Tabla 43. Propiedades técnicas del aislador. DIS	113
Tabla 44. Desplazamiento máximo del edificio para la dirección X	128
Tabla 45. Desplazamiento máximo del edificio para la dirección Y	128
Tabla 46. Deriva para la dirección del edificio para la dirección X.....	129
Tabla 47. Deriva para la dirección del edificio para la dirección Y.....	129
Tabla 48. Derivas y desplazamientos para el DBE del edificio analizado con el sistema convencional.....	132
Tabla 49. Derivas y desplazamientos para el DBE del edificio analizado con el sistema aislado	133
Tabla 50. Modos de vibración para el sistema con aislación LRB	135
Tabla 51. Metrado total de movimiento de tierra.....	137
Tabla 52. Metrado de concreto del edificio.....	138
Tabla 53. Metrado de acero del edificio.....	140
Tabla 54. Costo directo de las edificaciones	141

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Espectro de pseudo aceleraciones para el sismo en la dirección X	96
Gráfico 2. Espectro de pseudo aceleraciones para el sismo en la dirección Y	97
Gráfico 3. Desplazamientos por DBE en la dirección X para el sistema convencional y sistema aislado.....	133
Gráfico 4. Desplazamientos por DBE en la dirección Y para el sistema convencional y sistema aislado.....	134
Gráfico 5. Deriva por DBE en la dirección X para el sistema convencional y sistema aislado	134
Gráfico 6. Deriva por DBE en la dirección Y para el sistema convencional y sistema aislado	135
Gráfico 7. Resumen general del medido movimiento de tierras.	137
Gráfico 8. Resumen general del medido de concreto	139
Gráfico 9. Resumen general del medido de acero.....	140

RESUMEN

El presente proyecto denominado análisis comparativo del diseño convencional y con aisladores elastoméricos con núcleo de plomo de un edificio de 6 niveles para el poder judicial en la provincia de Chiclayo, 2018; tiene por finalidad realizar el diseño completo del edificio tanto de forma convencional como también incluyendo aisladores sísmicos en la base del tipo elastoméricos con núcleo de plomo, posterior a ello se realizará un análisis comparativo del comportamiento estructural del edificio frente a cargas de sismos, así como también de los costos que tendría la construcción del edificio con aisladores y sin estos. Este proyecto se realiza debido a que la provincia de Chiclayo se encuentra en la zona con mayor riesgo de sismos en el Perú, además este edificio al ser un local destinado al poder judicial albergará información esencial para el estado por lo cual es de suma importancia realizar el diseño con un sistema de aislación sísmica.

PALABRAS CLAVE: aisladores, diseño, sismos, estructura, comparativo.

ABSTRACT

The present project, called "Comparative analysis of the conventional design and with elastomeric insulators with lead core of a 6-level building for the judiciary in the province of Chiclayo, 2018"; Why? Has the work been done? of the costs that have to do with the construction of the building with insulators and without them. This project is carried out because the province of Chiclayo is located in the area with the highest risk of earthquakes in Peru, in addition to this building is located in the judiciary. The design with a seismic isolation system.

KEYWORDS: isolator, design, earthquakes, structure, comparative.

I. INTRODUCCIÓN

El indudable interés del ser humano en relación a los acontecimientos sísmicos resulta ser trascendental tal como la existencia de los mismos. Con el transcurso del tiempo se establecen dos vertientes enfocadas en su estudio; la primera reconocida como “La Sismología, encargada del análisis de los sismos a través de las ciencias de la tierra, mientras que, “La ingeniería Civil” pretende analizar construcciones íntimamente seguras y confiables.

Como una rama indisciplinaria, la ingeniería sísmica toma presencia a principio del siglo XX, teniendo un fuerte vínculo con la sismología, esto con la finalidad de buscar solucionar las óbices causales de las vibraciones naturales de la tierra.

La interacción de las placas tectónicas Nazca y sudamericana tienden a ocasionar que el Perú se convierta en una zona de alto riesgo sísmico, por lo que a través de la historia nuestro país no ha sido ajeno a los movimientos que el choque de estas dos placas produce; se tiene múltiples registros sísmicos. Según el reporte del comercio [3], el 31 de mayo de 1970 en el Callejón de Huaylas se registró un terremoto de magnitud 7.8 grados en la escala de Richter, este movimiento telúrico dejó como saldo 67 mil muertos y 150 mil heridos; ese mismo año el 9 de diciembre en la región de Tumbes y Piura otro terremoto de similar magnitud nos golpeaba duramente este de magnitud 7.2 en la escala de Richter dejando como saldo 48 muertos; posteriormente en 1974 un terremoto de 8.0 grados en la escala de Richter se registraba en Lima, el movimiento duro aproximadamente 90 segundos y dejó como saldo 252 muertos y 3600 heridos; el 23 de mayo de 1990 un terremoto de 6.2 grados en la escala de Richter afectó las ciudades de San Martín, Amazonas, Cajamarca, Rioja, Moyobamba, Chachapoyas, Jaén y Bagua dejando un saldo de 77 muertos, 1680 heridos y más de 58835 damnificados.

Recientemente, el Perú ha sido trágicamente golpeado por uno de los terremotos más violentos y destructivos ocurridos en la historia nacional, dañando cinco de sus regiones (Ica, Huancavelica, Ayacucho, Junín y Lima), tal como se demuestran en las cifras otorgadas del instituto nacional de defensa civil en relación al terremoto de Pisco. En el mismo informe estadístico se da a conocer que, en el Callao, al menos existieron unas quinientas noventa y seis víctimas mortales producto del derrumbe de hasta entonces aquellos edificios existentes.

en la provincia constitucional del Callao, unas 596 personas fallecieron esa noche o en los días siguientes debido al derrumbe de los edificios[12]; por tales antecedentes, los actuales

diseños y proyectos deben considerar alternativas en cuanto a minimizar los efectos que produce un sismo de magnitud considerable.

El sismólogo y geólogo Hernando Tavera Huarache [1], director del IGP informó que hay 35 zonas de alto riesgo sísmico en la costa del país, de igual forma, señaló lo siguiente: “Hasta la fecha hemos estudiado y analizado treinta y cinco zonas urbanas de alto riesgo sísmico, conociendo además las particulares cualidades que estos presentan, es por ello, que podemos mencionar que dada la gran magnitud concentrada de energías de fallas geológicas no movibles desde hace muchos años, las ciudades de Chiclayo, Tacna y Moquegua así como la costa Centro del Perú están espuestas a producir sismos de magnitud elevada”.

En la actualidad, la aislación sísmica se ha convertido en una alternativa altamente confiable del diseño sismo resistente de estructuras, principalmente en aquellas búsquedas del mejoramiento sísmicos para las estructuras, tales como hospitales, edificios del gobierno, universidades, clínicas. Lo que se busca con la aislación es la seguridad de las personas y la continuidad de los servicios post terremoto; en pocas palabras garantizar la protección a la vida y reduce los daños. Es por ello que en el Perú ya contamos con la norma técnica E.031: Aislamiento sísmico; que ha sido añadido al código nacional de edificaciones.

Es por ello que, si bien con los diseños sismo - resistentes tradicionales la estructura no colapsa, se generan excesivos costos en su reparación; Teniendo esto en cuenta se puede formular la siguiente interrogante, ¿Cuál sería el costo-beneficio que se obtendría al añadir aisladores del tipo LRB al diseño estructural del edificio de 6 niveles para el uso de oficinas, en la provincia de Chiclayo ante un sismo severo?

Se emplearán normas vigentes del código nacional de edificaciones incluyendo el código de Estados Unidos Minimum Design Loads For Buildings And Other Structures”, ASCE/SEI 7/10, Structural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, USA, 2010, para el desarrollo del presente proyecto orientado a los diseños sismo-resistentes de edificaciones existentes en el ámbito nacional. Serán de forma obligatoria cumplir con los parámetros preestablecidos según la figura jurídica nacional y las que fuesen necesarias para el desarrollo de este proyecto, como derivas máximas, periodo de vibración, modos de vibración entre otros.

A continuación se presentan las justificaciones que avalan la ejecución de la tesis:

Justificación en el aspecto económico, este proyecto tendrá un interés significativo porque si bien a corto plazo la inclusión de aisladores aumentará el costo de la ejecución del proyecto, a largo plazo se podrá evitar la pérdida de vidas humanas y además se evitará la paralización de las actividades desarrolladas en el edificio. Con esto se busca evitar los gastos económicos debido a las reparaciones que se tendría que hacer, incluso se puede evitar un posible colapso y posterior reconstrucción total del edificio. Además, como ya es de conocimiento de toda la población de la costa norte del país principalmente los habitantes del departamento de Lambayeque, esta ciudad en los últimos años no ha tenido sismos de una magnitud considerablemente fuerte, infiriendo que tiene un silencio sísmico importante por lo cual es muy probable que en los siguientes años pueda ocurrir un sismo de magnitud considerable. Por lo tanto, se espera que este proyecto sea el inicio de las construcciones aisladas en la región Lambayeque.

Justificación en el aspecto técnico, es de vital importancia el investigar y tomar nuevas tecnologías en el análisis de nuevos proyectos para apaciguar los efectos que traen los sismos. Teniendo en cuenta que el Perú es un país sísmico por excelencia producto de ello se tiene la experiencia de eventos sísmicos pasados que ocasionaron pérdida de vidas humanas, económicas y la destrucción de edificios. Es por ello que se exhorta a la masificación del uso de sistemas de aislación sísmica.

Justificación en el aspecto ambiental, se podrá evitar la generación de escombros o materiales de desechos ante un posible evento sísmico, lo cual sería casi imposible evitar si el edificio se construye sin ningún sistema de aislación sísmica. Por ello también se exhorta que las edificaciones que se piensen reforzar utilicen algún sistema de protección sísmica. Esta es la manera de prevenir el impacto medioambiental ocasionado por los sismos severos.

Justificación en el aspecto social, este proyecto permitirá evitar la interrupción del funcionamiento de los edificios esenciales (colegios, iglesias, aeropuertos, hospitales) y edificios de gobierno no se vea interrumpido luego de un evento sísmico severo.

Justificación en el aspecto científico, los edificios construidos hasta la actualidad en su gran mayoría han mostrado tener un comportamiento aceptable frente a sismos moderados; pero con los antecedentes que se tiene de los sismos severos en el país y la destrucción de edificios frente a ellos, se infiere que el desempeño frente a sismos severos no es el adecuado, ante ello se corrobora la tesis de realizar un diseño estructural con algún sistema de protección en la base.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Los principales estudios e investigaciones que se relacionan con la tesis análisis comparativo del diseño convencional y con aisladores elastoméricos con núcleo de plomo de un edificio de 6 niveles para el poder judicial en la provincia de Chiclayo, 2018, tenemos lo siguiente:

Aldo Antonio Carrasco Villarreal. 2012. Vulnerabilidad sísmica en el distrito de Chiclayo – este aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti – Petrini)”. Tesis profesional universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.

En la presente investigación se darán a conocer fundamentos sumamente esenciales sobre la vulnerabilidad y las propiedades intrínsecas de la estructura en relación a la calidad del proceso constructivo y los materiales emergente de estos. Por consiguiente, se encuentran presentados las problemáticas más comunes encontradas en las edificaciones, las mismas que servirán de guía en el desarrollo de la evaluación de los edificios de Chiclayo-Este.

Con este estudio se puede verificar la vulnerabilidad sísmica a la que está expuesta la provincia de Chiclayo; siendo muy importante el diseño sísmico de los edificios que se estén por construir.

Carmona Ramírez, Pedro y Rosas Fetta, Angello Jesús. 2015. Análisis comparativo del comportamiento sísmico dinámico del diseño normativo sismo – resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (hdr) de un sistema aporticado, del edificio de oficinas schell de seis pisos ubicados en la provincia de lima, Perú. Tesis profesional universidad peruana de ciencias aplicadas, Lima.

En la tesis de Carmona y Rosas realizaron el análisis comparativo y el diseño estructural de un edificio para oficinas de seis pisos en el departamento de lima en ella utilizan aisladores sísmicos del tipo elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR), en esta se estudia el comportamiento del edificio empleando la normativa sismo – resistente con un sistema dual.

Korswagen Eguren, Paul Alexander y Arias Ricse, Julio César. 2012 Pamela Grace Huaranga Huamani., “Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú”. Tesis Profesional Pontifica Universidad Católica Del Perú, 2012. Lima-Perú.

El uso de aisladores elastoméricos se enfocan en aprovechar la flexibilidad de cierto material semejante al caucho, esto con el único fin de disminuir la rigidez lateral, combinado con planchas de acero y lograr elevar la rigidez vertical. En este proyecto se analizó el comportamiento de distintos tipos de estructuras con aisladores, comprobándose que ciertas estructuras se benefician del sistema de aislación más que otras, siendo el factor más influyente el periodo de vibración. Finalmente, en esta tesis se diseñó una estructura para observar los diferentes costos, observándose que disminuye el uso de concreto y acero en la superestructura pero aumenta en la cimentación, en términos de costos no se ve una reducción importante sino un incremento debido al sistema de aislación pero debe tenerse en cuenta que los sobrecostos que se tendría que asumir tales como pólizas de seguros y el costo de cierre de la operación de una estructura durante este tipo de emergencias como es un sismo dará una ventaja económica.

Jorge Arturo Mestanza Acevedo., “Análisis de una edificación mediante un sistema propuesto de aislamiento sísmico del tipo péndulo friccional”. Tesis Profesional Universidad Ricardo Palma, 2015. Lima-Perú.

En la tesis de Arturo Mestanza se ensaya la propuesta de análisis sísmico del tipo péndulo friccional (FPS), posterior a ello y luego de conocer el comportamiento del edificio analizado se ha obtenido sus parámetros dinámicos; en esta investigación el autor pretende demostrar el nivel de mejoramiento obtenido de la respuesta sísmica de la estructura una vez empleado el FPS.

Ariel Máximo Izaguirre Corona., “Sistema de aisladores sísmicos de base para edificios”. Tesis Profesional Instituto Politécnico Nacional, 2007. México-D.F.

Se observa y compara, el comportamiento estructural del modelamiento sísmico de un edificio de 5 niveles con aisladores de base del tipo friccionante, en esta tesis el autor compara las aceleraciones que genera el sismo de diseño en cada uno de los niveles del modelo computacional con y sin aisladores de base; para este proyecto se aplicó diferentes frecuencias de excitación.

Paulo Emilio Macías Giraldo, Víctor Ignacio Suárez Reyes., “Diseño estructural de un edificio de 6 pisos con aisladores de base elastoméricos”. Tesis Profesional Universidad Estatal Península De Santa Elena, 2015. La Libertad-Ecuador.

Se analizó la respuesta estructural de un edificio en la ciudad de salinas ante la acción del sismo empleando aisladores sísmicos de base elastoméricos, además en este proyecto se hace la comparativa de la respuesta estructural del edificio usando aisladores sísmicos de base elastoméricos frente a la estructura convencional sin aislación. En este proyecto se usó el software Etabs v15 el cual facilitó el diseño por el método matricial y modal espectral empleando un espectro inelástico lineal para la estructura sin aislación y no lineal para la que fue aislada basalmente.

Jaime Andrés Arriagada Rosas., “Aislación sísmica de un edificio de oficinas de siete pisos (Análisis comparativo de comportamiento y costos con un edificio tradicional). Tesis Profesional Universidad Austral De Chile, 2005. Valdivia-Chile.

En esta tesis el autor analiza los efectos que tendría la implementación de un sistema de aislación sísmica en el comportamiento estructural y en los costos, para un proyecto en específico: el edificio vanguardia. Este edificio destinado a oficinas, tiene 7 pisos más un nivel subterráneo; para la elección del sistema de aislación apropiada, se diseñaron tres sistemas posibles a ser usados: aislador elastomérico de alto amortiguamiento (HDR), mixto conformado por aislador elastomérico con un núcleo central de plomo (LRB) y HDR, y por último el aislador de sistema de péndulo friccional (LPS).

Edmundo David Pajares Cabrera, Jorge Víctor León Vargas. “Diseño de un edificio de concreto armado de 6 niveles.” Tesis Profesional Pontificia Universidad Católica Del Perú.

En esta tesis se desarrolló la estructuración, predimensionamiento, análisis y diseño en concreto armado del edificio “Del Pinar”. Este edificio está destinado a departamentos y se ha proyectado sobre un terreno ubicado en la avenida del Pinar, en la ciudad de lima. El área total construida del proyecto es de 20073.5 m².

Fernando Alejandro Morocho Morales. “Diseño estructural de un edificio de concreto armado de siete pisos. Tesis profesional Pontificia Universidad Católica Del Perú.

Esta tesis consiste en el análisis y diseño estructural de un edificio de viviendas de concreto armado, ubicado en el distrito de Miraflores, Lima. El área del terreno es de 420 m². Este edificio se modeló utilizando el programa SAP2000 para realizar el análisis por cargas de sismo, este edificio fue diseñado con muros de corte en ambas direcciones y controlaron los desplazamientos laterales ocasionados por el sismo.

2.2. bases teóricas científicas

Las bases teóricas – científicas que se utilizaron en esta tesis son las siguientes:

2.2.1. American Society of Civil Engineers. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. ASCE/SEI 7-10.

Esta norma fue elaborada por una comisión especializada. Está dividida en 31 capítulos, de los cuales para este proyecto se han tomado los siguientes capítulos:

Capítulo 16, Procedimientos de historia de respuesta sísmica[2]; en este capítulo explica los procedimientos para realizar un análisis sísmico lineal o no lineal, parámetros de respuesta, distribución de cortante horizontal depende al caso en el que se encuentre el proyecto a analizar.

En el capítulo 17[2] denominado requisitos para el diseño de estructuras sísmicamente aisladas, nos explica las variaciones de las propiedades del material usado para aislar las estructuras, definiciones para entender una a profundidad los términos que serán utilizados en el capítulo; seguidamente nos presenta los requisitos generales de diseño dándonos un procedimiento a seguir como por ejemplo: construir un espectro para el sismo máximo esperado (MCE) lo cual será el 1.5 veces el sismo de diseño (DBE). Luego de ello se debe seleccionar un procedimiento de análisis para cual la estructura debe cumplir con ciertos parámetros y así elegir uno de los tres procedimientos, fuerza lateral equivalente, espectro de respuesta o un análisis sísmico de respuesta tiempo - historia.

2.2.2. Código peruano, E.020: “Cargas”, RNE

Todos los edificios y sus componentes tienen que ser capaces de soportar las cargas que se les aplique para el uso al que están destinadas en su vida útil. Estas cargas tienen que combinarse como la norma lo especifica, luego de ello se tiene que verificar que los esfuerzos y deformaciones no excedan los máximos permitidos para cada material usado en el diseño.

En el código se menciona que las cargas que se tomen para el diseño no deben ser menores a los valores mínimos que se establecen en este; se debe tener en cuenta que las cargas que nos establece el código son para condiciones en servicio.

En la norma se podrá encontrar las cargas vivas mínimas repartidas para los distintos usos que se le dará a los ambientes; cargas vivas concentradas que el piso o techo de la edificación pueda soportar debido a cualquier maquinaria que exceda los 500 kgf; si en la estructura se usa tabiquería móvil esta se incluirá como carga viva equivalente repartida uniformemente por cada metro cuadrado.

2.2.3. Código peruano, E.030: “Diseño Sismorresistente”, RNE

El objetivo de este código es establecer aquellas condiciones minoritarias en relación al diseño sismorresistente de las edificaciones, el ámbito de aplicación de esta norma es obligatoria a nivel nacional aplicándose a todas las más recientes modificaciones, así como también la reparación y reforzamiento de las estructuras ya existentes, cuyas implicancias constituyeran encontrarse deterioradas o dañados producto de movimientos sísmicos.

En [15] se contempla una filosofía y principios para el diseño resistente ante sismos, que consiste en evitar lo mayor posible la muerte de personas que se encuentren en las edificaciones, se debe asegurar que los servicios principales o básicos no se vean interrumpidos y finalmente se debe tratar de minimizar los daños materiales de las edificaciones. Los sismos son impredecibles tanto en magnitud como intensidad por lo que se reconoce que dar protección integral frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente viable por lo que deben cumplirse al menos ciertos principios como por ejemplo: aunque la estructura presente daños importantes debido a los sismos severos estas no deberían de derrumbarse ni causar lesiones considerables a las personas, la estructura tendría que soportar los sismos moderados en la zona del proyecto pudiendo presentar daños que sean reparables, se deberá tener consideraciones especiales para las edificaciones clasificadas como esenciales en la norma esto con la finalidad que sigan operativas post sismo.

2.2.4. Código peruano, E.031: “Aislamiento Sísmico”, RNE

Este código recientemente añadido al reglamento nacional de edificaciones (RNE) nos brinda los requerimientos mínimos para el diseño de edificios con aislamiento sísmico; este

codigo se puede aplicar a todo tipo de sistema de aislación. Es de suma importancia tener en cuenta que en todo proyecto debe señalarse las cualidades técnicas requeridos para el sistema de aislamiento, así como el tipo de dispositivos, proveedores y/o fabricantes.

2.2.5. Código peruano, E.050: “Suelos y Cimentaciones”, RNE

El objetivo de este código[8] es la de establecer los requisitos o parámetros mínimos al realizar una exploración del suelo(EMS), para los fines específicos que se requiera en este caso para plantar la cimentación del edificio también es aplicable para otros tipos de obras como puentes, entre otros que se encuentran especificados en este norma; la finalidad de los EMS consiste en garantizar que las obras tengan estabilidad y permanencia y con ello brindar la continuidad de los servicios primarios en las construcciones desde las esenciales hasta los edificios del tipo C o temporales según lo establece en el código E.030.

Esta norma es aplicable a todo el territorio peruano como lo establece la norma G.010 consideraciones generales básicas del RNE.

2.2.6. Código peruano, E.060: “Concreto Armado”, RNE

La finalidad de este título de la norma[7] es fijar los requisitos mínimos para el diseño, análisis, los materiales que se deben usar construcción, control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado; además se establecen parámetros para la elaboración de los planos y las especificaciones técnicas que tendrán como mínimo.

Esta norma tiene carácter de prioridad cuando se encuentren discrepancias con otras normas del reglamento nacional de edificaciones a las que se haga referencia.

2.3. Sistemas de aislación basal

La aislación sísmica busca separar del contacto del suelo a las estructuras, los sistemas de aislación y los dispositivos de aislación que se han usado con el pasar del tiempo varían de acuerdo a las necesidades o preferencias de cada diseñador. En mención a este elemento estructural flexible para la dirección horizontal mientras que mantiene la rigidez en el componente vertical ante la presencia eventual de un movimiento telúrico, permitiendo a su vez fortalecer la sismología de la subestructura (cimentación aislada) ocasionando que la superestructura tenga deformaciones mínimas. La estructura que se encuentra sobre el sistema

de aislación se llama superestructura y la que se encuentra debajo de este se llama subestructura. En la ilustración 1 se puede apreciar el despiece de un sistema de aislación.

En el mercado tenemos un gran abanico de posibilidades para elegir el tipo de aislador y/o deslizador, entre los modelos típicos o más usados tenemos los siguientes: aislador elastomérico de alto amortiguamiento(HDRB), aislador con núcleo de plomo (LRB), aislador de bajo amortiguamiento(LDR); también se tiene los aisladores friccionantes de péndulo invertido de doble y triple curvatura.

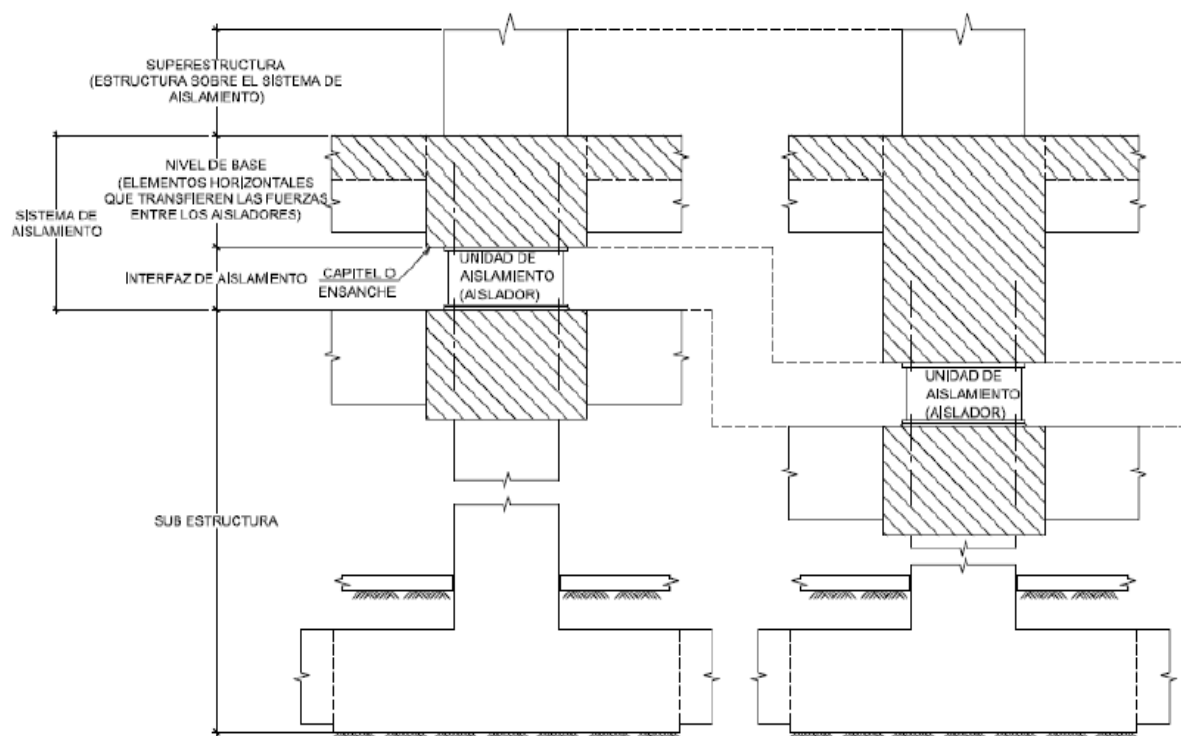


Ilustración 1. Sistema de Aislamiento

2.3.1. Aislador de bajo amortiguamiento (LDR)

Estos aisladores utilizan goma natural de baja capacidad de amortiguación. Esta característica dificulta la amortiguación, su construcción se centra en alternar laminas de elastómeros de goma con delgadas placas de acero unidos mediante un proceso de vulcanizado. La función de las planchas de acero que conforman el aislador es la de impedir la expansión en la periferia de la goma, dotándola de alta rigidez vertical.

La fabricación y vulcanizado de los aisladores de bajo amortiguamiento consiste en colocar de forma intercalada capas de acero y caucho para luego aplicar presión a la temperatura

aproximada de 150°C por el lapso de 6 a 7 horas; durante este tiempo se genera una reacción del epoxico adquiriendo su propiedad elastica. Esta unión de acero y caucho debe ser tan resistente que primero deberia fallar la goma antes del epoxico; las finalidad de las placas de acero es soportar las cargas de gravedad darle estabilidad al aislador ante cargas laterales.

Este tipo de aisladores tiene un amortiguamiento entre el 5% y 10%, la principal ventaja de usar este tipo de aisladores es la facilidad de modelamiento y fabricacion.

2.3.2. Aislador de alto amortiguamiento (HDRB)

Estos aisladores se fabrican de las mismas formas que los aisladores de bajo amortiguamiento, pero para este caso el elastómero ha pasado por un proceso talque al agregar sustancias químicas se logra una goma con un alto factor de amortiguamiento.

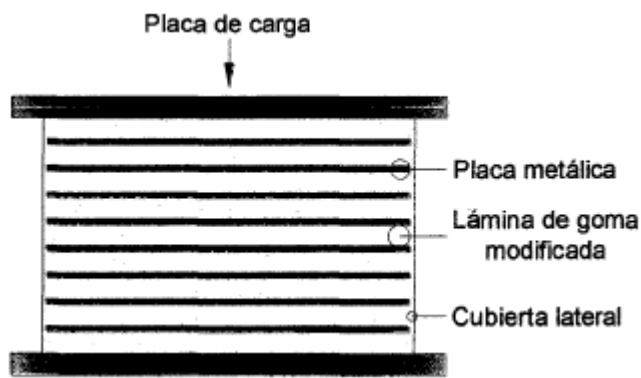


Ilustración 2. Partes del aislador de alto amortiguamiento, HDRB

El amortiguamiento de estos aisladores esta entre el 10% y 20%, para producir ciclos estables pasan por un proceso denominado scragging, este consiste en someterlo a varios ciclos de deformación con ello se puede diagramar curvas fuerza vs deformación estables para deformaciones menores. La relación que se obtiene entre la fuerza cortante y la deformación es lineal como se puede observar en la ilustración 03.

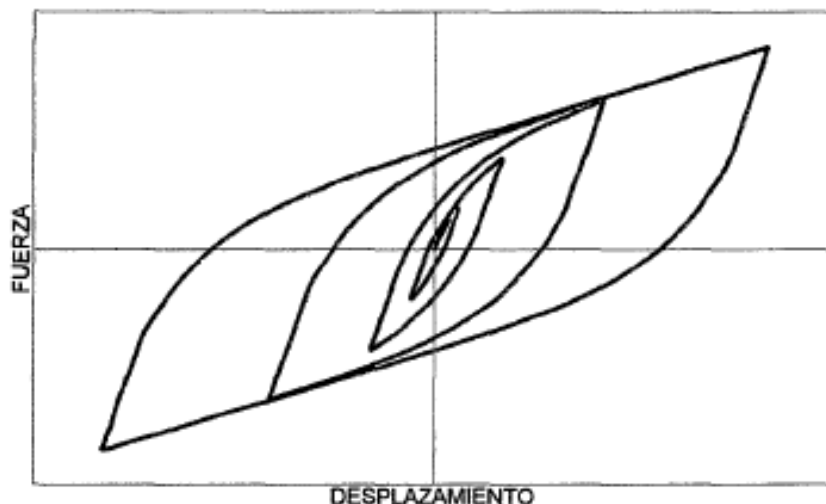


Ilustración 3. Fuerza de corte vs. Deformación horizontal, HDRB

2.3.3. Aislador elastomérico con núcleo de plomo (LRB)

Los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo tienen la configuración multicapa de goma y acero intercaladas con un orificio circular central en donde se introduce una barra de plomo, esto con la finalidad de aportar mayor amortiguamiento al sistema de aislación; entre las ventajas que se obtiene al usar el LRB son el amortiguamiento que varía entre el 15% y 35%, además produce una rigidez inicial alta para las cargas de servicio.



Ilustración 4. Componentes de un aislador elastomérico con núcleo de plomo, LRB

Los LRB ante desplazamientos horizontales producen una curva de histéresis, esta es producto de la combinación de la relación fuerza-desplazamiento elástico lineal de la goma del aislador y el comportamiento elástico-plástico del núcleo de plomo. En la ilustración 05 y 06 se puede observar el comportamiento histerético de los aisladores con núcleo de plomo.

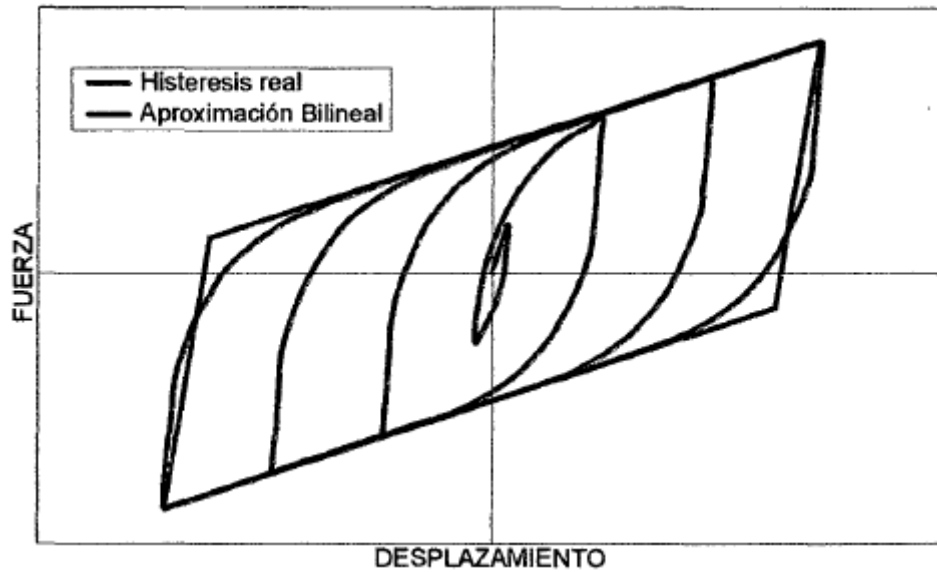


Ilustración 5. Gráfico fuerza de corte vs. Deformación lateral, LRB

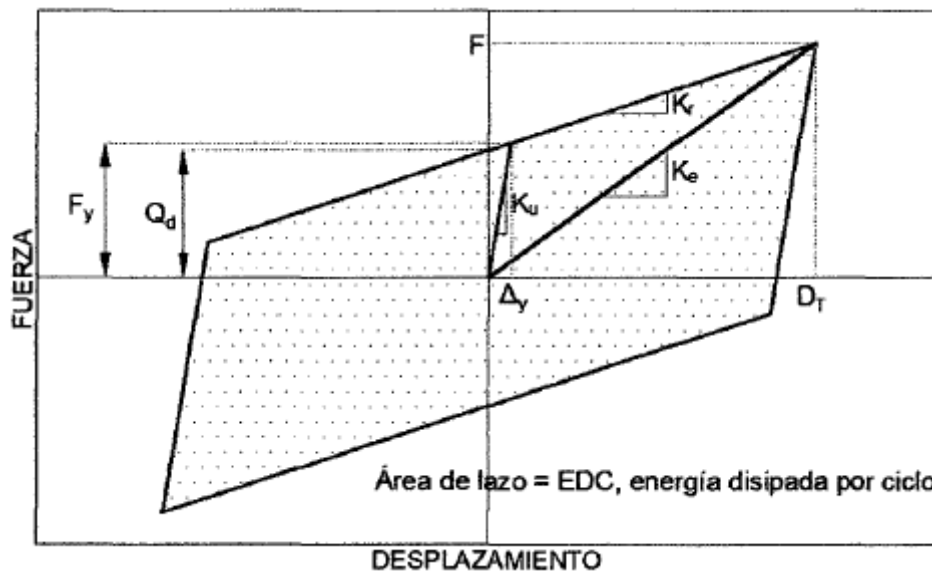


Ilustración 6. Modelo de aproximación bilineal del LRB

2.3.4. Aislador deslizante plano

Este tipo de aisladores mecánicamente son más simples en relación a los aisladores LRB, HDRB y LDR. Su función principal es literalmente la de separar la estructura del subsuelo, es por esto que se usa en conjunto con otro tipo de aisladores; los aisladores deslizantes consisten en dos superficies de metal, una va adherida a la cimentación y la otra a la estructura aislada entre estas dos superficies metálicas lleva un material de caucho con la finalidad de aumentar el movimiento y disminuir el coeficiente de fricción en caso de un sismo.

2.3.5. aislador de péndulo friccional (FPS)

Los aisladores de péndulo friccional tienen entre sus componentes una superficie de acero inoxidable cóncava junto a un deslizador articulado esto le permite que la retorne a su ubicación inicial producto de la forma que tiene el FPS. La superficie que permite el deslizamiento del FPS puede ser revestida con un material plástico, vidrio, carbón, bronce u otros. Estos pueden ser de curvatura simple, doble y triple.

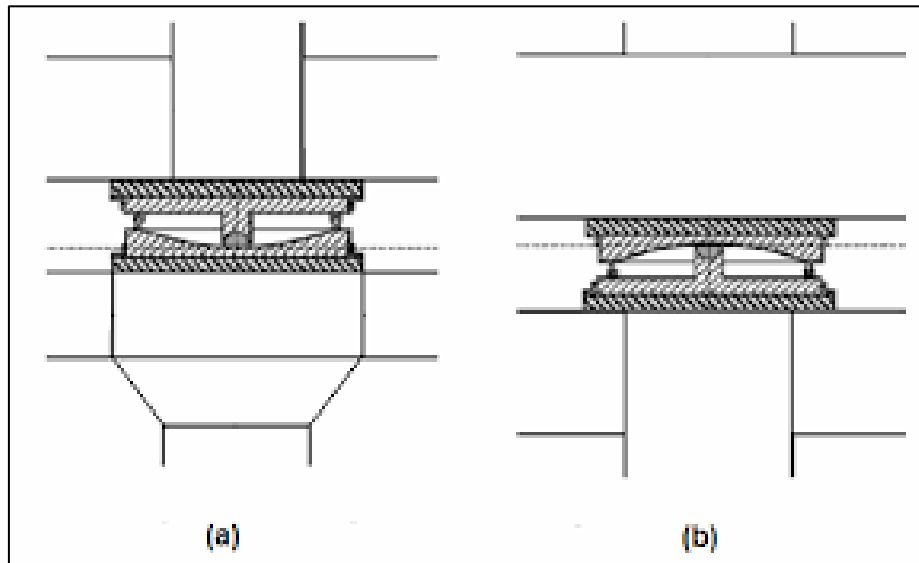


Ilustración 7. Aislador de péndulo friccional

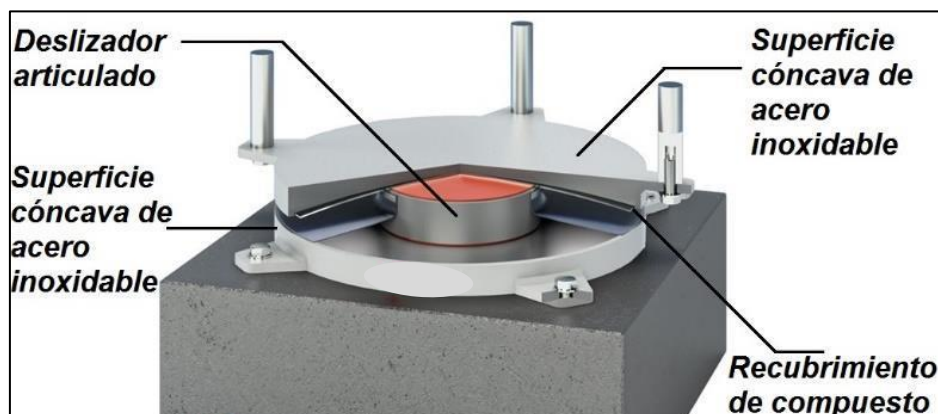


Ilustración 8. Partes de aislador de péndulo friccional

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Por el tipo de investigación que se ha realizado en este proyecto esta tesis se clasifica en:

- Del tipo aplicativo, debido a que en este proyecto se han aplicado dos tipos de sistemas que dotarán de protección sísmica al edificio analizado y que han sido implementados en el código peruano de la construcción, así como en normas extranjeras.
- Del tipo comparativa, porque se comparará un edificio aislado frente a un edificio convencional para determinar las ventajas, comportamiento estructural y relación costo beneficio de implementar un sistema de aislación.

El nivel de investigación de esta tesis es descriptivo, puesto que es necesario tener las características de una situación en específico con la finalidad de tener una comprensión a profundidad del estado actual del proyecto a analizar. Además, el desarrollo de esta tesis responderá a las siguientes interrogantes: ¿como se realiza el análisis y el diseño de un edificio con aislamiento sísmico en la base?, ¿existe diferencia en el comportamiento sísmico entre un edificio convencional y uno con aislación?.

3.2. Diseño de investigación

Por el tipo de diseño de investigación este proyecto se clasifica en cuantitativa, por las siguientes razones; el análisis, diseño e interpretación de los resultados darán a conocer la validez de la hipótesis de la presente tesis, además se ha empleado la modalidad evaluativa para realizar la comparación de los resultados obtenidos del análisis de ambos modelos de diseño.

3.3. Población, muestra y muestreo del proyecto

Población: la población que se ha analizado es el proyecto denominado mejoramiento de los servicios de administración de justicia de los órganos jurisdiccionales en materia familia de la provincia de Chiclayo del distrito judicial de Lambayeque.

Muestra: la muestra en estudio está conformada por un edificio de oficinas de 6 niveles para el poder judicial. Este será analizado y diseñado con y sin aisladores. La muestra fue del

tipo no probalística porque la elección fue a criterio del investigador. A continuación se procede a describir la muestra a nivel arquitectónico de la edificación a analizar en esta tesis.

3.3.1. detalles arquitectónicos del edificio a tener en cuenta

Características del edificio destinado a oficinas:

- 6 niveles: 1° planta, 2°-6° planta típica, más un semisótano.
- El semisótano será destinado como almacén, cuarto de bombas y cuarto del grupo electrógeno, con un NPT -2.80 m.
- Área del terreno: 419.57 m².
- Altura total del edificio: 20 metros.
- Altura desde el NTN: 17.20 metros
- Profundidad del semisótano desde el NTN -2.80 metros.
- Altura de entrepiso 2.80 metros.

Ubicación del edificio:

- Localización: Entre las calles Elías Aguirre y Juan Cuglievan, centro cívico, Chiclayo.
- Referencia: El edificio para el poder judicial se encuentra ubicado a dos cuadras de la plaza de armas de Chiclayo con dirección al pasaje Artemia Woyke
- Antecedente: construcción antigua de un local del poder judicial (un piso).



Ilustración 9. Ubicación del proyecto, según google maps

El área techada y las dimensiones en planta se presentan a continuación.

Tabla 1. Área techada y dimensiones

PISO	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	AREA (m ²)
1°	33.93	10.65	361.38
2°	33.93	10.65	361.38
3°	33.93	10.65	361.38
4°	33.93	10.65	361.38
5°	33.93	10.65	361.38
6°	33.93	10.65	361.38

A continuación, se presentan los diferentes niveles del proyecto arquitectónico, así como también los cortes:

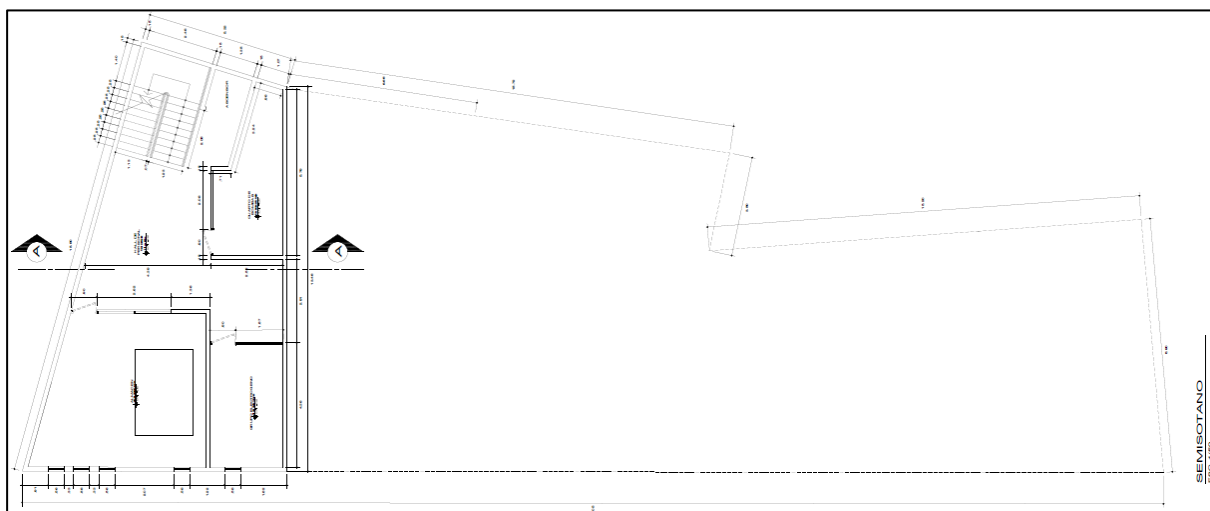


Ilustración 10. Plano arquitectura del semisotano

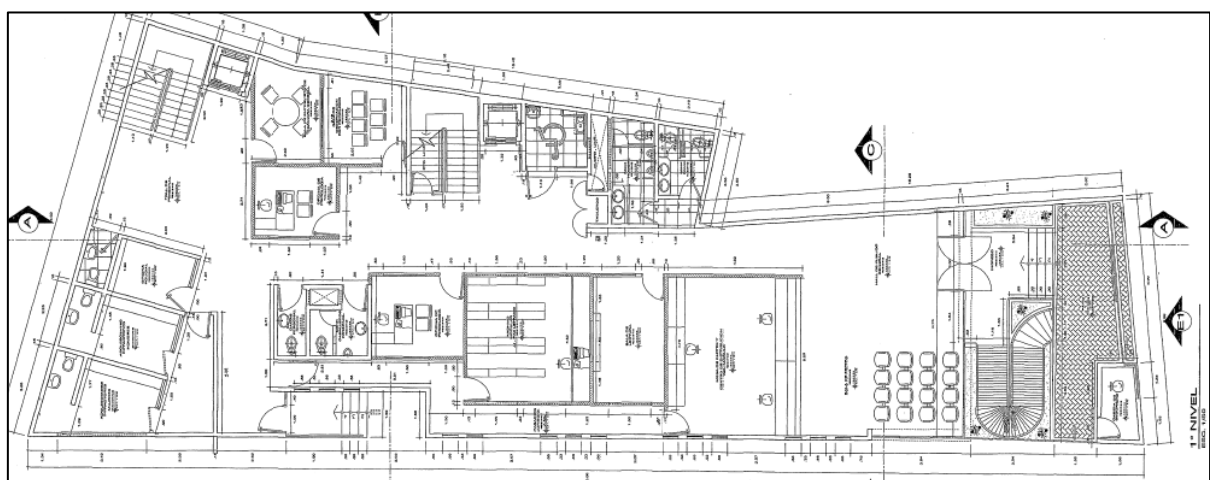


Ilustración 11. Plano arquitectura del nivel 1

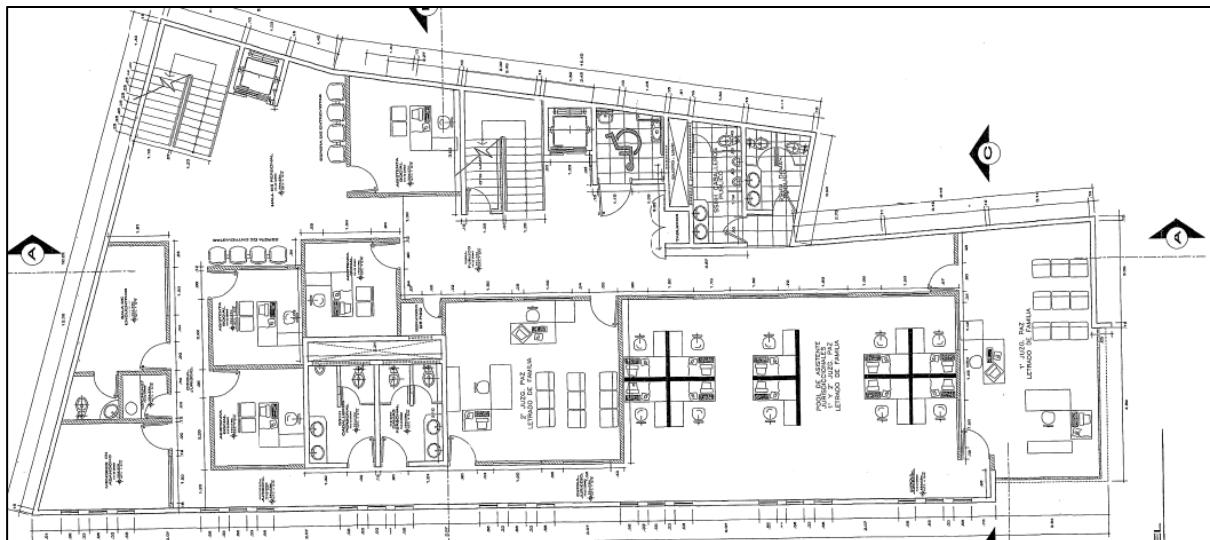


Ilustración 12. Plano arquitectura del piso 2

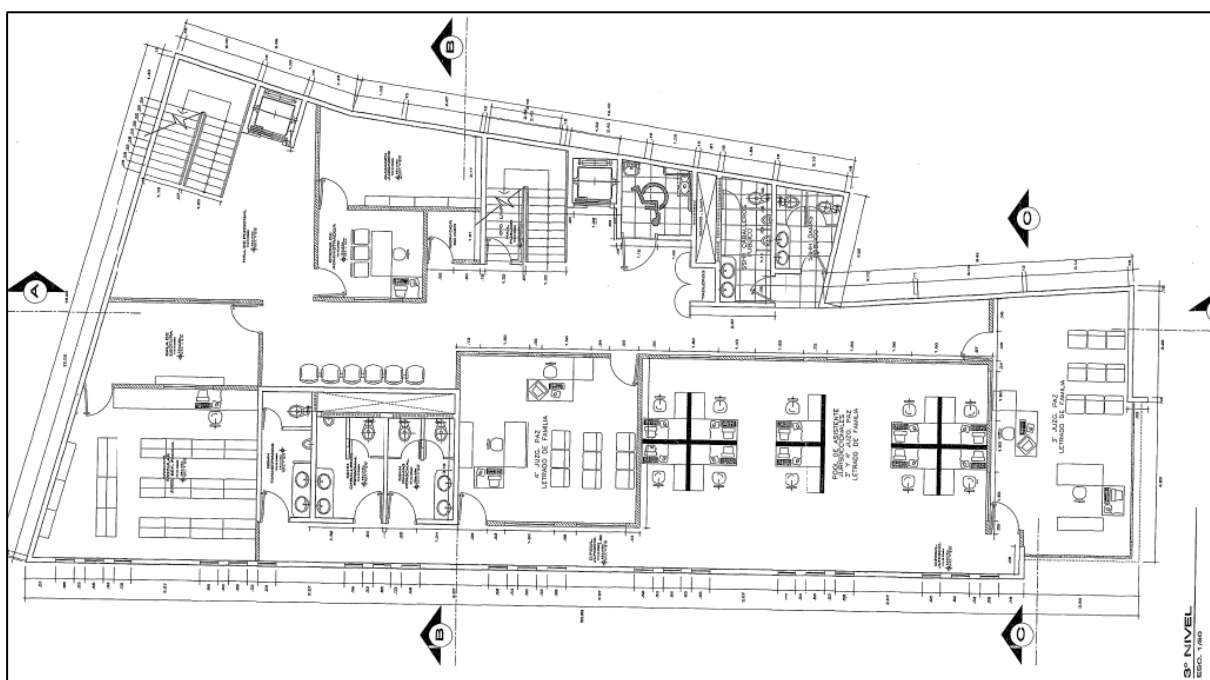


Ilustración 13. Plano arquitectura del piso 3

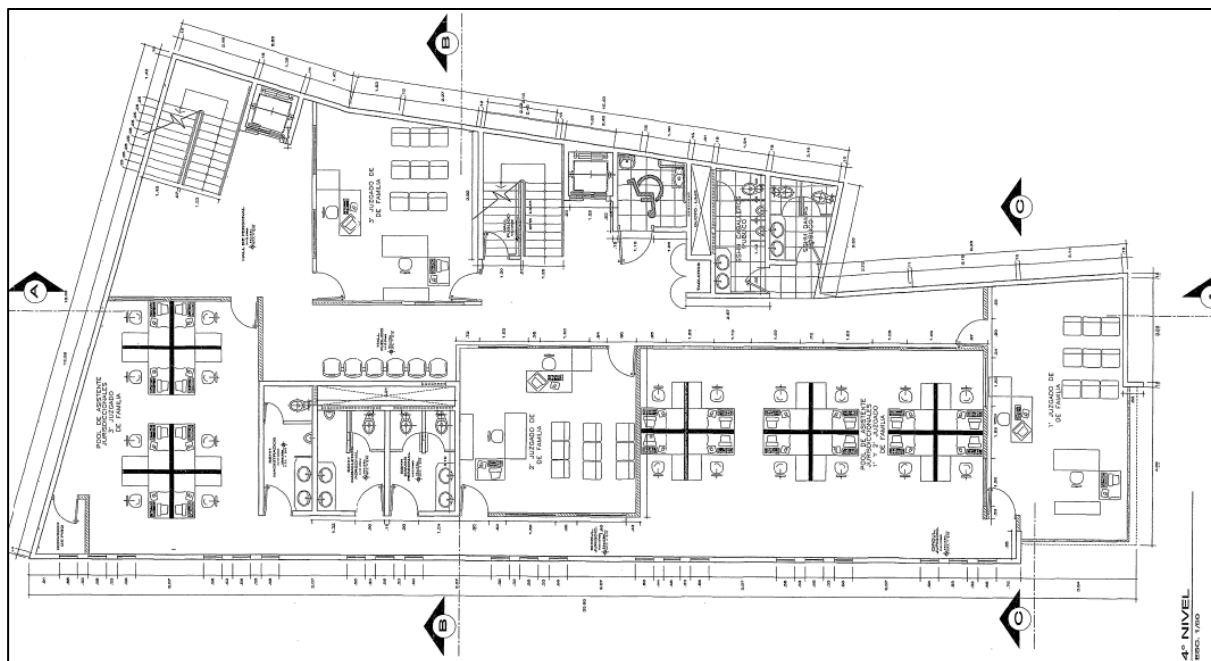


Ilustración 14. Plano arquitectura del piso 4

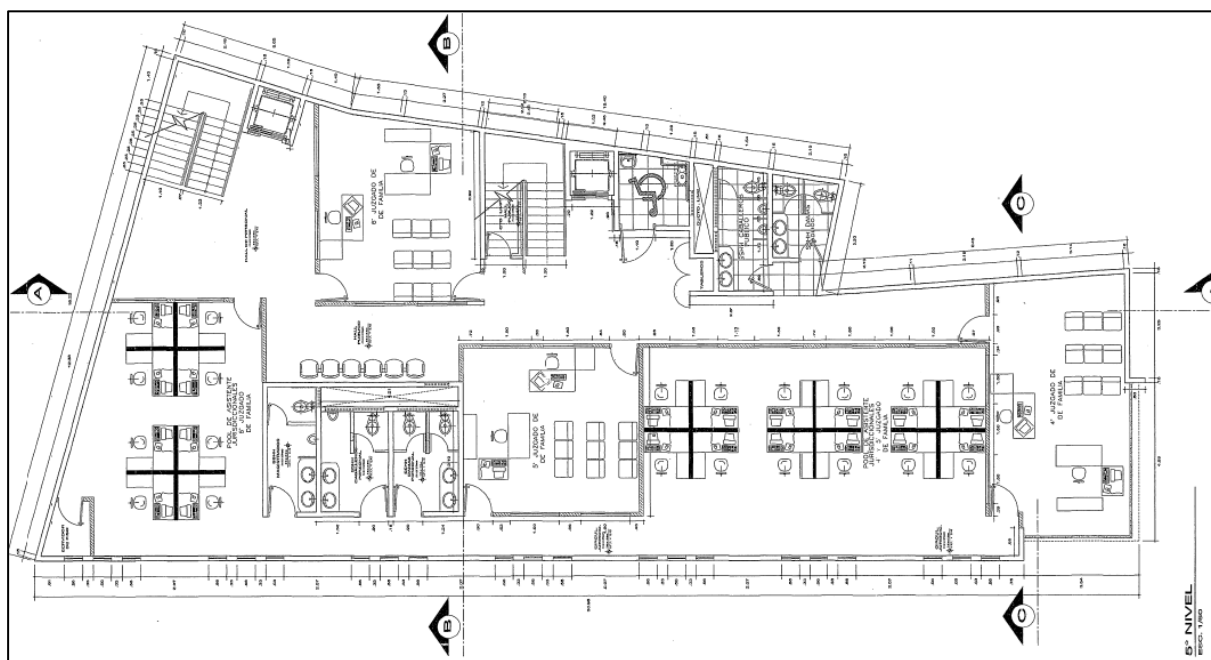


Ilustración 15. Plano arquitectura del piso 5

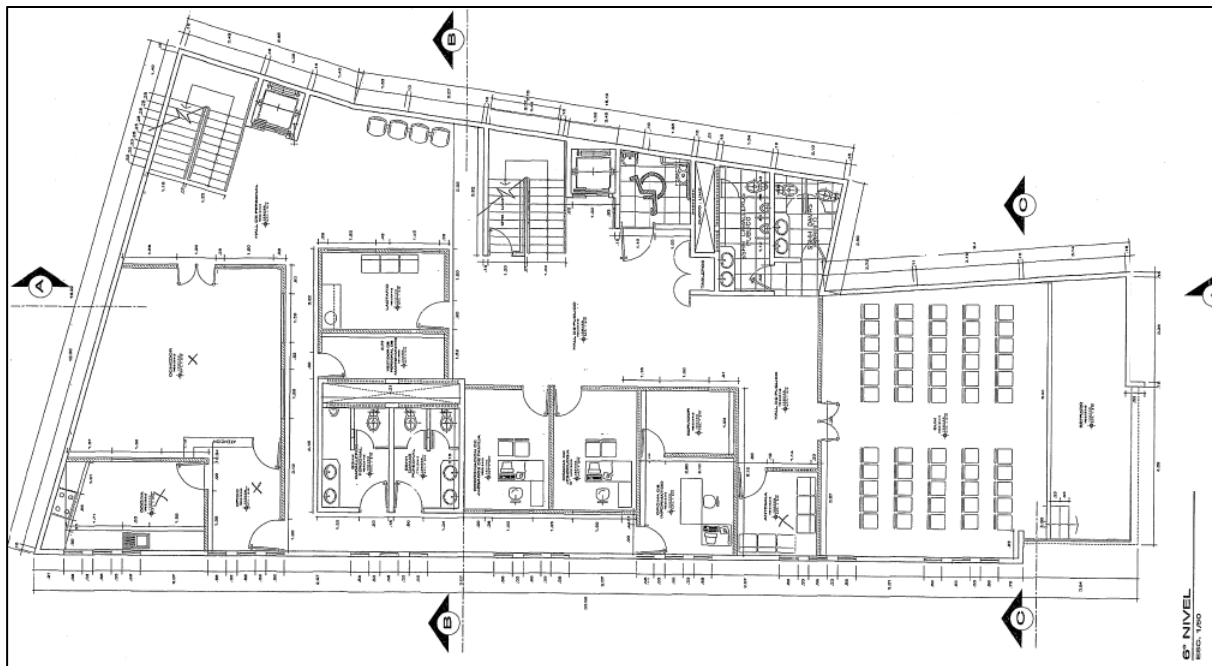


Ilustración 16. Plano arquitectura del piso 6

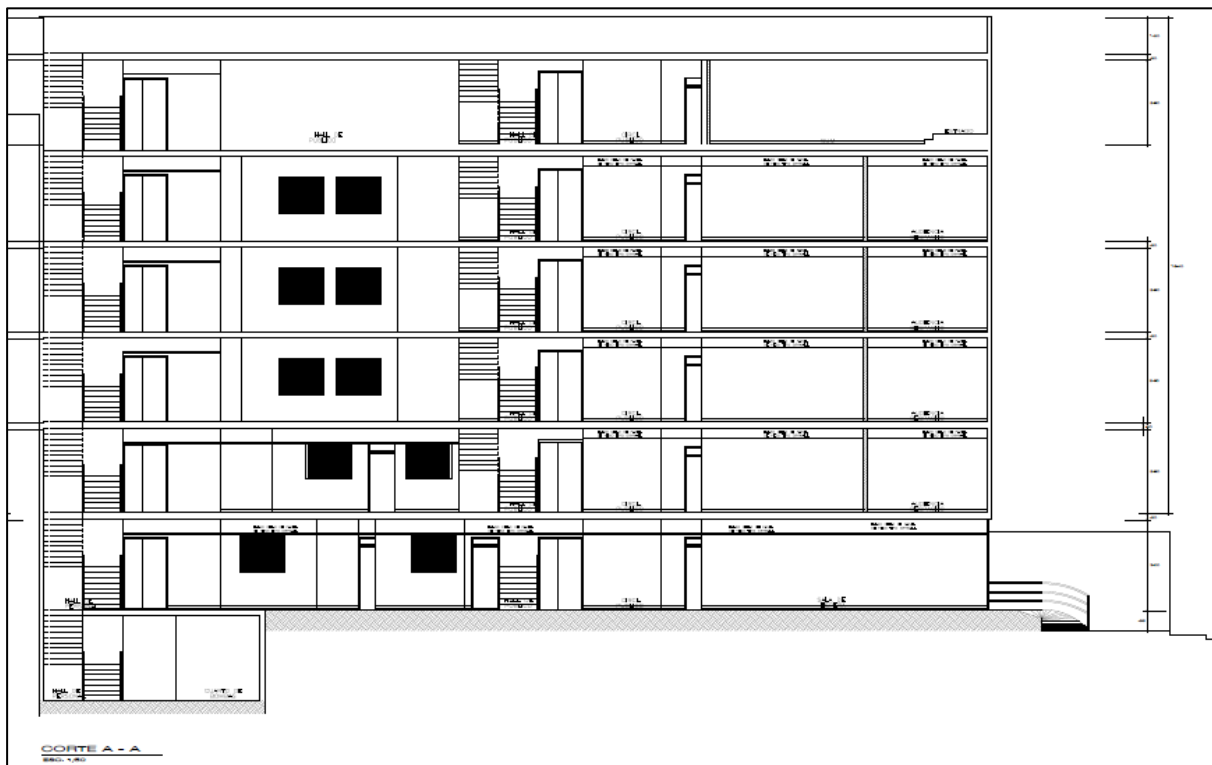


Ilustración 17. Plano de arquitectura corte A-A

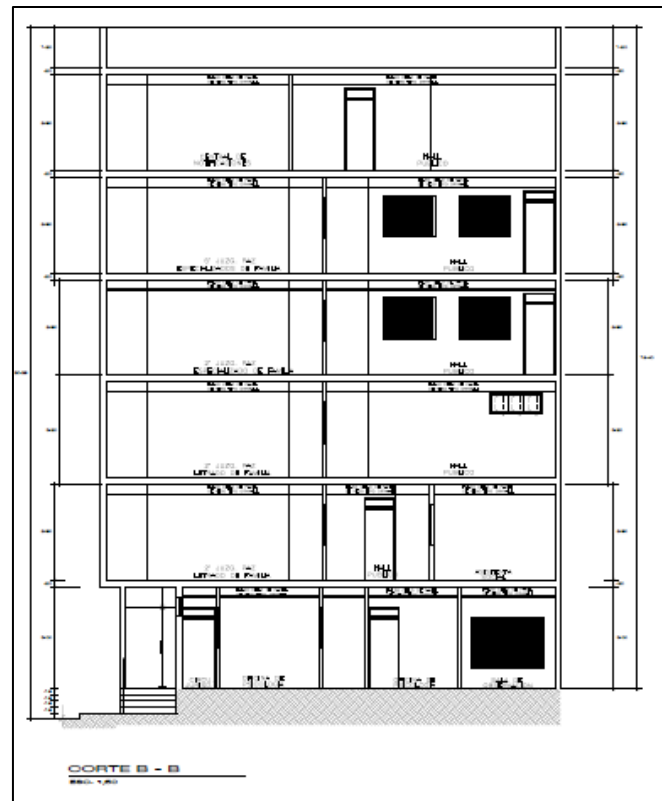


Ilustración 18. Plano de arquitectura corte B-B

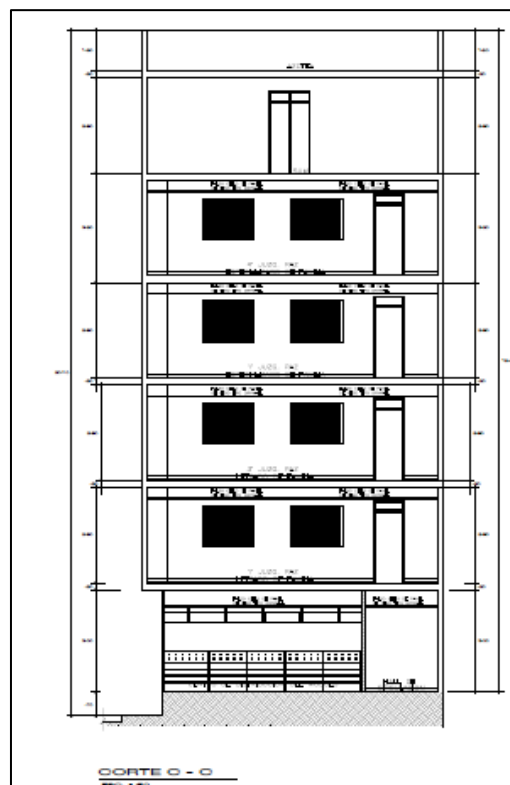


Ilustración 19. Plano de arquitectura corte C-C

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la realización eficaz de los objetivos trazados se emplearon técnicas detalladas de análisis y diseño de edificios que se encuentran en los códigos peruanos del Reglamento Nacional de Edificaciones, también se tuvo que recurrir a normas extranjeras para complementar las definiciones necesarias para el proyecto.

3.5. Procedimientos

Programas de cómputo utilizados:

- SAP2000 20, para el modelamiento de la estructura convencional y con aislación basal.
- AUTOCAD 2018, para la elaboración de los planos de las distintas especialidades del proyecto analizado.
- SEISMO MATCH V.2018, para escalar los registros sísmicos reales de los movimientos teluricos ocurridos en el país al espectro objetivo que se utilizará en el análisis dinámico tiempo-historia.
- SAFE 2016, este programa será utilizado para el diseño de la losa de cimentación.
- S10 Presupuestos 2005, sera utilizado para obtener los costos que demandará la ejecución de ambos diseños del edificio.
- Microsoft Excel 2016, se utilizará para obtener los cálculos del análisis sísmicos, diseño de los elementos estructural, metrados, diseño de aisladores, tablas entre otros.
- Microsoft Word 2016, será utilizado para la elaboración del informe final del proyecto.

3.6. Plan de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Fase I: Recopilación e identificación de la información del proyecto

- Se coordinará con las personas que tengan acceso a la información del proyecto.
- Solicitud de toda la información del proyecto arquitectónico del proyecto.
- Revisión de las normas vigentes tanto nacionales como extranjeras.
- Ejecución del EMS con la finalidad de obtener las propiedades del suelo para ejecutar la cimentación.
- Revisión de información bibliográfica de los sistemas de aislación para definir las propiedades de los aisladores que serán utilizados en la aislación del edificio.

3.6.2. Fase II: Procesamiento de la información del modelo de diseño convencional

- Estructuración y predimensionamiento del proyecto arquitectónico.
- Modelado del proyecto luego de ejecutada la estructuración en el programa SAP2000 20.
- Optimizar las dimensiones de la estructura a nivel de columnas, vigas y losas de techo para disminuir el peso de la edificación.
- Realizar las verificaciones del análisis sísmico.
- Revisión constante del asesor.

3.6.3. Fase III: Procesamiento de la información del modelo con aisladores sísmicos

- Prediseño de los aisladores de los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo.
- Modelamiento del edificio con aisladores de base en el programa SAP2000 20.
- Verificación de los desplazamientos máximos de la estructura de acuerdo al código sísmico peruano E.031.
- Diseño definitivo de los aisladores con núcleo de plomo para el edificio aislado.

3.6.4. Fase IV: Presentación de resultados obtenidos

- Elaboración de los planos de estructuras de ambos modelos analizados.
- Realizar el metrado de los dos diseños analizados.
- Análisis de los costos unitarios.
- Elaboración del presupuesto.
- Comparativa entre el diseño convencional y el diseño con aislación sísmica de base.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Elaboración final del proyecto.
- Presentación del proyecto final.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estudios Y Evaluaciones Realizadas

4.1.1. Estudio de mecánica de suelos

El principal objetivo del estudio se centra principalmente en estudiar y analizar de forma prescriptible aquellas características geológico-geotécnicas del subsuelo que se encuentran en el área proyectada para la construcción de la edificación. El área del presente estudio es de propiedad de la Corte Superior de Justicia de Lambayeque, la cual se encuentra ubicado en la calle Elías Aguirre N° 501, exactamente en la esquina entre la calle Elías Aguirre y calle Juan Cuglievan – en el distrito de Chiclayo – Provincia de Chiclayo – Departamento de Lambayeque.

La edificación proyectada consta de un edificio de oficinas de 6 pisos más un semisótano, tal como se tiene en el diseño arquitectónico. El área total del predio es de 419.57 m², pero el edificio solo ocupará un área de 372 m².

Con la finalidad de enfocar los perfiles estratigráficos de la zona estudiada, teniendo en consideración además las intensidades de las cargas que se encuentran estimadas en el proyecto, se realizaron cuatro (04) sondajes por el método de *POSTHOLE OR IWAN AUGER + SPT* (Ensayo de Penetración Estándar) NTP 339.133 (ASTM D 1586), con ensayos realizados cada 1.00m de profundidad, contando con tubería de perforación de la línea AW.

Este sistema de exploración nos permite evaluar directamente las características principales del suelo y los parámetros de resistencia y deformación, tanto por encima y por debajo del nivel freático, ya que este se detectó a la profundidad explorada, contado a partir de la cota de piso al inicio de las perforaciones. Gracias a estos resultados podemos enfatizar la evaluación e investigación de las características geo-mecánicas del subsuelo, además de confeccionar un perfil estratigráfico del suelo corroborando y/o rectificando la estratigrafía establecida en la zona estudiada.

Las calicatas exploratorias han sido ubicadas de la siguiente manera:

Tabla 2. Ubicación de las calicatas

N° SPT	UBICACION	PROF. (m)	NIVEL FREATICO (m)
SPT-01	FRONTIS	7.00	1.30
SPT-02	CENTRO – parte izquierda	6.00	1.30
SPT-03	CENTRO – parte derecha	6.00	1.00
SPT-04	PARTE POSTERIOR	7.00	1.10

✓ **Ensayo de penetración estándar (SPT)**

A modo de conocer la contabilización del N_r (número de golpes) requeridos para poder penetrar un tubo o cuchara de caña partida (cuchara de Terzaghi) de $\varnothing = 2''$ de diámetro interior en un total de 45cm, haciendo uso de un martillo de 140 lb. de peso, dejado caer desde 30'' (0.76m de altura) se requiere de un ensayo de Penetración Estándar (SPT), este permitirá conocer que El valor de N_r del ensayo de penetración, corresponde para los 30 centímetros de penetración.

Tabla 3. Ensayo de Penetración Estándar 01

SPT – 01	
Prof. (m)	Nf (número de golpes)
1.00 - 1.45	2
2.00 – 2.45	4
3.00 – 3.45	7
4.00 – 4.45	9
5.00 – 5.45	8
6.00 – 6.45	10

Tabla 4. Ensayo de Penetración Estándar 02

SPT - 02	
Prof. (m)	Nf (número de golpes)
1.00 - 1.45	5
2.00 - 2.45	7
3.00 - 3.45	7
4.00 - 4.45	9
5.00 - 5.45	11

Tabla 5. Ensayo de Penetración Estándar 03

SPT - 03	
Prof. (m)	Nf (número de golpes)
1.00 - 1.45	3
2.00 - 2.45	5
3.00 - 3.45	9
4.00 - 4.45	11
5.00 - 5.45	12

Tabla 6. Ensayo de Penetración Estándar 04

SPT - 04	
Prof. (m)	Nf (número de golpes)
1.00 - 1.45	4
2.00 - 2.45	7
3.00 - 3.45	8
4.00 - 4.45	8
5.00 - 5.45	11
6.00 - 6.45	12

✓ **Ensayos realizados**

Cabe resaltar que los ensayos de laboratorio en relación a las muestras recopiladas en el campo fueron realizadas siguiendo en orden estricto el procedimiento reglamentario seño a ley establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM), detallando a continuación lo siguiente:

- Análisis Granulométricos *NTP 339.128*
- Limite Liquido *NTP 339.129*
- Limite Plástico *NTP 339.129*
- Contenido de Humedad *NTP 339.127*
- Análisis químicos (sulfatos) *NTP 339.076*
- ✓ **Descripción estratigráfica del área en estudio**

Tabla 7. Calicata frontis

ENSAYO N°	DESCRIPCION
SPT – 01	Desde la cota 0.00 a 0.10m: (PC)
	Piso de concreto + loseta
	Desde la cota 0.10 a 2.80m: (R)
	Se ubica un estrato superficial conformado por una arcilla contaminada con suelo organico y material de relleno no clasificado (trozos de ladrillo madera, etc.), de coloración marron a gris negrusco, de consistencia blanda, saturada, de muy baja capacidad admisible, no apto para cimentación.
	RELLENO CONTAMINADO
PROF. (m)	Desde la cota 2.80 a 3.80m: (M - 1)
	Estrato de arcilla limosa de mediana plasticidad, de consistencia semi-dura, de coloración pardo claro, con presencia de arena fina, saturada, de baja resistencia al corte y penetración en estado natural.
	Suelo de estructura medianamente cohesivo.
	DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: CL Y/O A-7-6(13).
	Desde la cota 3.80 – 4.30m: (M - 2)
PROF. (m)	Arcilla limosa de alta plasticidad, consistencia dura, de coloración marrón opaco, con betas de arena media a fina, suelo impermeable, in-situ se observa húmedo y sumergido.
	De clasificación SUCS y/o AASHTO: CH y/o A-7-6(20).
	Desde la cota 4.30 – 6.50m: (M - 3)
	Substrato de suelo natural conformado por arena de grano medio a fino con mezcla de arcillas de mediana plasticidad, medianamente denso, de coloración marrón opaco, in-situ se observa sumergido.
	DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: SC y/o A-2-6(0).
PROF. (m)	0.00 – 6.50

Tabla 8. Calicata centro – parte izquierda

ENSAYO N°	DESCRIPCION
SPT – 02	Desde la cota 0.00 a 0.10m: (PC)
	Piso de concreto + loseta
	Desde la cota 0.10 a 1.50m: (M-1)
	Estrato de arcilla limosa de mediana plasticidad, de consistencia semi-dura, de coloración marron claro, humedad progresiva, de baja resistencia al corte y penetración en estado natural. DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: CL Y/O A-7-6(13).
	Desde la cota 1.50 a 3.70m: (M -2)
	Se ubica un estrato de arcilla de alta plasticidad, medianamente compacto, de coloración marrón claro, con betas de arcilla limo-arenosa, de baja resistencia al corte y penetración en estado natural, in-situ se observa húmedo. DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: CH Y/O A-7-6(18).
	Desde la cota 3.70 – 4.80m: (M - 3)
	Sub-estrato de arena de grano medio a fino, envuelta en matriz de limo arcilloso, de ligera plasticidad, ligeramente denso, de coloración pardo grisáceo, de baja a regular resistencia al corte y penetración en estado natural, humedad, saturada y sumergida. DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: SM Y/O A-2-4 (0).
	Desde la cota 4.80 a 5.50m: (M - 4)
	Arcilla de alta plasticidad, medianamente compacto, de coloración marrón opaco, con betas de arena media a fina, suelo impermeable, in-situ se observa húmedo. DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: CH Y/O A-7-6(20).
PROF. (m)	0.00 – 5.50

Tabla 9. Calicata centro – parte derecha

ENSAYO N°	DESCRIPCION
SPT – 03	Desde la cota 0.00 a 0.10m: (PC)
	Piso de concreto + loseta
	Desde la cota 0.10 a 0.25m: (R)
	material de relleno no clasificado (trozos de ladrillo madera, etc.), de coloración marron a gris negrusco, no apto para cimentación.
	RELLENO CONTAMINADO
	Desde la cota 0.25 a 1.40m: (M-1)
	Estrato de arcilla limosa de mediana plasticidad, de consistencia suave, de coloración marron claro, con presencia de arena fina, húmedo, saturado y sumergido, de baja resistencia al corte y penetración en estado natural.
	DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: CL Y/O A-6(12).
	Desde la cota 1.40 a 4.80m: (M -2)
	Se ubica un estrato de arcilla de alta plasticidad, medianamente compacto, de coloración pardo verdoso, con presencia de arena media a fina, de baja resistencia al corte y penetración en estado natural, in-situ se observa saturado y sumergido.
	DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: CH Y/O A-7-6(18).
	Desde la cota 4.80 – 6.50m: (M - 3)
	Sub-estrato de arena de grano medio a fino, envuelta en matriz de limo arcilloso, de ligera plasticidad, ligeramente denso, de coloración pardo grisáceo, de baja a regular resistencia al corte y penetración en estado natural, húmeda, saturada y sumergida.
	DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: SM Y/O A-2-4 (0).
	PROF. (m)

Tabla 10. Calicata parte posterior

ENSAYO N°	DESCRIPCION
SPT – 04	<p>Desde la cota 0.00 a 0.10m: (PC)</p> <p>Piso de concreto + loseta</p>
	<p>Desde la cota 0.10 a 0.30m: (R)</p> <p>material de relleno no clasificado (trozos de ladrillo madera, etc.), de coloración marron a gris negrusco, no apto para cimentación.</p> <p>RELLENO CONTAMINADO</p>
	<p>Desde la cota 0.30 a 1.30m: (M-1)</p> <p>Estrato de arcilla limosa de mediana plasticidad, de consistencia suave, de coloración marron claro, con presencia de arena fina, húmedo, saturado y sumergido, de baja resistencia al corte y penetración en estado natural.</p> <p>DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: CL Y/O A-7-6(14).</p>
	<p>Desde la cota 1.30 a 4.70m: (M -2)</p> <p>Se ubica un estrato de arcilla de alta plasticidad, medianamente compacto, de coloración pardo verdoso, con presencia de arena media a fina, de baja resistencia al corte y penetración en estado natural, in-situ se observa saturado y sumergido.</p> <p>DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: CH Y/O A-7-6(18).</p>
	<p>Desde la cota 4.70 – 6.50m: (M - 3)</p> <p>Subestrato de suelo natural conformado por arena de grano medio a fino con mezcla de arcillas de mediana plasticidad, medianamente denso, de coloración marrón opaco, in-situ se observa sumergido.</p> <p>DE CLASIFICACIÓN SUCS Y/O AASHTO: SC Y/O A-6(1).</p>
PROF. (m)	0.00 – 6.50

Gracias a las perforaciones realizadas por medio de las calicatas de exploración, se logró conceptualizar la configuración estratigráfica visiblemente recta en todo el área de estudio; incluyendo además la presencia de estratos definidos y uniformes, corresponde a un depósito

superficial de suelos sedimentarios, conformado por materiales finos como arcillosos, areno-limosos, de unidades geológicas: Era Cenozoico, Sistema Cuaternario.

Características del terreno con fines de cimentación:

- Nivel freático ubicado a la profundidad variable entre las cotas de 1.00 – 1.30m.
- El estrato predominante es una arcilla limosa del tipo CH y CL.
- Índice de plasticidad comprendidos entre el rango de IP = 12-34%, siendo un suelo medianamente expansivo.
- la profundidad de desplante recomendada es de Df. Min = 2.50m.
- carga admisible del terreno por la fórmula de therzaghi: $Q_{adm} = 0.92 \text{ Kg/cm}^2$
- carga admisible del terreno por la fórmula de Meyerhof: $Q_{adm} = 1.02 \text{ Kg/cm}^2$
- La platea estará cimentada en el estrato de suelo CL.
- La cimentación será del tipo platea debido al nivel freático alto y a la baja capacidad portante del estrato donde se cimentará.

✓ **Análisis químico**

Los ensayos se le an efectuado a tres (03) muestras de los pozos realizados, a la profundidad promedio de: 0.50 hasta 2.00m y que a continuación se describe en un cuadro resumen con los resultados obtenidos:

Tabla 11. Resultados obtenidos del análisis químico

CALICATA N°	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso
SPT - 01	0.139
SPT - 02	0.146
SPT - 03	0.132

Dada la muestra de los resultados indicados, se logra determinar en el terreno la existencia de una agresividad moderada de los sulfatos y sales totales al fierro y al concreto, es por ello, que se procederá a utilizar un cemento tipo II, tipo MS o tipo V.

4.1.2. Evaluación de impacto ambiental

4.1.2.1. Resumen ejecutivo

El proyecto análisis comparativo del diseño convencional y con aisladores elastoméricos con núcleo de plomo de un edificio de 6 niveles para el poder judicial esta ubicado en la provincia de Chiclayo. Y se describe a continuación;

4.1.2.2. Objetivo general de la Evaluación de Impacto Ambiental

Definir los impactos que generarán la ejecución del proyecto de infraestructura para el poder judicial.

4.1.2.3. Marco legal

Las normas utilizadas para esta evaluación de impacto ambiental son las siguientes: Constitución Política Del Perú.

- ✓ Ley General del Ambiente.
- ✓ Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.
- ✓ Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente (Decreto Legislativo N° 1013).
- ✓ Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades. (Ley N° 26786).
- ✓ Reglamento de la Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental, Ley N° 27446, (D.S. N° 019-2009-MINAM).
- ✓ Ley del Contrataciones del Estado, (D. L. N° 1017).
- ✓ Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (D.L. N° 757).
- ✓ Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación. Ley N° 24047.
- ✓ Gobiernos Regionales con Ley N° 27867.
- ✓ Gobiernos Locales
- ✓ Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos.
- ✓ Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua Decreto Supremo No. 002-2008-MINAM.
- ✓ Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) .
- ✓ Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles.

- ✓ Decreto de urgencia para el fortalecimiento de la identificación y gestión de pasivos ambientales N°022-2022.
- ✓ Reglamento del Decreto de urgencia para el fortalecimiento de la identificación y gestión de pasivos ambientales N°022-2022.

4.1.2.4. Descripción y análisis del proyecto

El proyecto al cual se le realizará la evaluación de impacto ambiental es la construcción de un edificio de 6 niveles para el poder judicial; este consta de oficinas, carceletas, sala de almacenes y sala de reuniones.

Este proyecto será analizado mediante un diseño estructural convencional y un diseño incluyendo aisladores sísmicos de base.

4.1.2.5. Área de influencia del proyecto

El Área de Influencia Directa del proyecto está dentro de una zona urbana de categoría comercial y considerará un radio de 100 m

4.1.2.5.1. Área de influencia directa

El área de influencia directa es la zona central de la ciudad de Chiclayo específicamente las zonas aledañas al parque central

4.1.2.5.2. Área de influencia indirecta

No será analizada para este proyecto.

4.1.2.6. Línea base ambiental

Consiste en la descripción del área de influencia del proyecto, tomando indicadores que puedan ser monitoreados en la ejecución del proyecto.

4.1.2.6.1. Línea de base física (LBF)

Comprende la descripción y análisis de los siguientes componentes ambientales:

- Suelos
- Hidrografía

- Aire
- Ruido
- Vulnerabilidad a fenómenos naturales

4.1.2.6.2. Línea de base biológica (LBB)

Consiste en la descripción y análisis de los componentes biológicos que se detallan a continuación:

- Flora
- Vegetación natural
- Fauna

4.1.2.6.3. Línea de base socioeconómica (LBS)

Comprende la descripción y análisis de los siguientes componentes socioeconómicos:

- Aspectos sociales
- Distribución de la población
- Densidad poblacional
- Servicios de comunicación
- Salud
- Viviendas

4.1.2.6.4. Diagnóstico arqueológico

No se tiene vestigios de restos arqueológicos por ser zona urbana.

4.1.2.7. Identificación y evaluación de pasivos ambientales

Para la realización ejecución de este ítem se debe revisar el decreto supremo y su reglamento N°022-2020 debido a que un pasivo ambiental es complejo de identificar.

4.1.2.8. Reconocimiento y análisis de impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se ha utilizado la matriz de Leopold, identificando que la acción con mayor impacto en el ambiente es el vaciado de concreto a nivel de cimentación.

4.1.2.9. Plan de participación ciudadana

Para realizar el plan de participación ciudadana se aplicará encuestas y entrevistas a la población circundante al proyecto sobre el grado de aceptación que tienen respecto a la construcción de un edificio para el poder judicial que estará enfocado a temas de problemas familiares en en dicha zona.

4.1.2.10. Plan de manejo ambiental

Este informe propone, en forma de recomendaciones y de forma resumida, una serie de medidas preventivas. Las estrategias a utilizar son:

4.1.2.10.1. Programa de medidas de prevención, mitigación y reparación

Se tomarán medidas preventivas durante la construcción de los diferentes ambientes, en términos de calidad del aire, calidad del agua y calidad del suelo. Este programa está diseñado para evitar molestar a los vecinos y alteraciones el medio ambiente.

4.1.2.10.1.1. Subprograma de Manejo de restos Sólidos, Líquidos y Residuales

El manejo de residuos sólidos de este proyecto solo se realizará en la etapa de construcción, ya que se generarán escombros y residuos de demolición.

4.1.2.10.1.2. Subprograma de control de erosión y sedimentos

No corresponde a este proyecto

4.1.2.10.1.3. Subprograma de protección de recursos naturales

No corresponde a este proyecto

4.1.2.10.1.4. Subprograma de salud local

Las empresas contratadas deben actuar para evitar afectar la salud de la población local, debido al nivel creciente de emisiones de polvo y gases, ruido. Acciones a tomar:

- Instalación de baterías sanitarias portátiles.
- Implementación de sistema de transmisión y depósito de residuos sólidos.
- actividades de riego en zonas con bastante polvo.

4.1.2.10.1.5. Subprograma de seguridad motivo del EIA

No corresponde a este proyecto

4.1.2.10.1.6. Subprograma de Protección de recursos arqueológicos y culturales

No corresponde a este proyecto

4.1.2.10.2. Programa de monitoreo ambiental

Su propósito es monitorear varios factores que se verán afectados durante la ejecución del proyecto, como el monitoreo del ruido ambiental y la evaluación de la calidad del aire.

4.1.2.10.3. Programa de Asuntos sociales

Se deben aplicar encuestas de opinión a los residentes sobre su nivel de aceptación del proyecto de llegar a edificarse. Esta comunicación comenzará antes de la ejecución del proyecto.

4.1.2.10.3.1. Subprograma de relaciones comunitarias

No corresponde a este proyecto.

4.1.2.10.3.2. Subprograma de contratación de mano de obra local

Se dará prioridad a la contratación de mano de obra de la zona tales como ingenieros, oficiales, operarios y peones. Antes del inicio del proyecto se realizará convocatorias de trabajo por los distintos medios de comunicación.

4.1.2.10.3.3. Subprograma de participación ciudadana

Para la participación ciudadana se aplicarán encuestas y entrevistas a las personas sobre la aceptabilidad de construir un edificio para el poder judicial.

4.1.2.10.4. Programa de educación ambiental

No corresponde a este proyecto

4.1.2.10.5. Programa de capacitación de pérdidas y contingencias

Todo el personal de campo debe estar capacitado para hacer frente a cualquier peligro identificado.

4.1.2.10.6. Programa de prevención de pérdidas y contingencias

El propósito del programa de contingencia es establecer las acciones necesarias para prevenir y controlar los peligros naturales y los accidentes laborales que puedan ocurrir en el área del proyecto.

4.1.2.10.6.1. Subprograma de Salud ocupacional

El inicio de la obra deberá ser avisado con antelación al centro médico más cercano para estar preparados ante cualquier accidente que pueda ocurrir en el lugar de trabajo.

4.1.2.10.6.2. Subprograma de prevención y control de riesgos laborales

Entre el equipo necesario para brindar atención estará un botiquín de primeros auxilios, una camilla, un balón de oxígeno y medicamentos.

4.1.2.10.6.3. Subprograma de contingencias

El objeto de este subprograma es constituir provisiones contra los riesgos que puedan presentarse a las obras tanto durante la etapa de construcción como de operación; Por ejemplo, los incendios deben combatirse con un extintor de incendios químico seco, una caja o un saco de arena.

4.1.2.10.7. Programa de cierre de obra

El objetivo del plan de cierre es establecer acciones apropiadas al finalizar el trabajo para rehabilitar las áreas impactadas.

4.1.2.10.8. Programa de inversiones

La inversión que se tendrá para la ejecución de las actividades en materia ambiental es de S/. 68,798.50.

4.1.2.10.9. Cronograma de actividades

El cronograma de actividades a realizarse en el apartado ambiental se distribuye a lo largo de todo el proyecto, su cronograma de ejecución es de 8 meses.

4.1.2.11. Plan de Compensación ambiental

No aplica a este proyecto

4.1.2.12. Conclusiones y Recomendaciones

- Impacto positivo: generación de empleo.
- Impacto negativo: vaciado de concreto armado en la fase de cimentación directamente sobre el suelo.
- Se recomienda aplicar las medidas ambientales recomendadas en cada una de las actividades de la ejecución del proyecto.

4.1.2.13. Bibliografía

- Conesa Fernandez Vitora, Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.
- Gómez Orea Domingo, Evaluación de Impacto Ambiental.

4.1.2.14. Anexos

- Matriz de Leopold – edificio convencional
- Matriz de Leopold – edificio aislado
- Programa de inversiones
- Cronograma de actividades

4.1.2.2. Objetivo general de la Evaluación de Impacto Ambiental

El presente estudio de impacto ambiental tiene como objetivo determinar los impactos generados por la ejecución de un proyecto de infraestructura judicial de seis niveles diseñado con aisladores sísmicos y de manera convencional. Además, se establecerán medidas de mitigación a un nivel aceptable y se realizarán esfuerzos para prevenir la degradación del medio ambiente que pueda resultar de sus actividades de ejecución.

4.1.2.3. Marco legal

✓ **Constitución Política Del Perú.**

Al simbolizar ser la carta magna de toda la legislación nacional, se establece que todo sujeto de derecho posee la plena facultad de gozar y disfrutar de un ambiente equilibrado de acuerdo al desarrollo y calidad de su vida misma.

Resultó trascendente citar que, en conformidad con la Constitución Política del Perú, los alcances y logros normativos recibieron mayor sustento legal, tal como lo establece el Capítulo II: **Medio Ambiente y Recursos Naturales, artículo 66**, este establece que todos estos recursos naturales, renovables o no, pertenecen al patrimonio exclusivo del Estado por simbolizar la soberanía del Estado de uso. Gracias al reglamento de ley orgánica, se especifican las condiciones de su uso y atribución para los particulares. Así, la ley otorga al sujeto un derecho real asociado a las referidas normas; El artículo 67 menciona que “el Estado tiene la obligación de definir una política ambiental en interés del desarrollo sustentable de nuestros recursos en el territorio nacional”, reforzando esta opinión, que el artículo final del artículo también establece que: “Indiscutiblemente, los gobiernos debe promover la conservación de la biodiversidad, así como de los espacios naturales protegidos reconocidos”.

✓ **Ley General del Ambiente.**

En el artículo 1º del Título Preliminar en relación a la ley N° 28611 en relación a los Derechos y Principios, se manifiesta la facultad jurídica irrenunciable que posee toda persona sobre la convivencia saludable y equilibrada de proteger el ambiente habitado cumpliendo una efectiva gestión ambiental en conjunto a sus componentes brindando seguridad y salud a todos sus residentes, un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales del Perú.

✓ **Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.**

Este código simboliza la obligación que tienen los proyectistas con los proyectos instaurados en el país, realizando el “EIA” (Estudios de Impacto Ambiental), donde se hace de conocimiento el mantenimiento de los procesos ecológicos sustanciales, utilización sostenible de las especies de los ecosistemas y la preservación de diversidad genética, en la pluralidad de los casos es obligatorio.

✓ **Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente (Decreto Legislativo N° 1013).**

Este ministerio es el organismo rector de la política ambiental a nivel nacional.

✓ **Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades. (Ley N° 26786).**

Durante la ejecución de las actividades de construcción se generarán impactos ambientales directos e indirectos sobre el medio ambiente, de los cuales deberá informarse a la autoridad competente de dichas obras.

✓ **Reglamento de la Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental, Ley N° 27446, (D.S. N° 019-2009-MINAM).**

Esta ley es una de las principales herramientas para prevenir la degradación ambiental. Con base en el estudio de impacto ambiental, se han identificado potenciales impactos negativos que ocurrirán principalmente durante la etapa de construcción del edificio; De particular importancia son las operaciones relacionadas con la demolición de estructuras existentes, el movimiento del suelo durante la apertura de zanjas de cimentación, la construcción de estructuras de concreto armado.

✓ **Ley del Contrataciones del Estado, (D. L. N° 1017).**

Esta norma contempla el Principio de Sostenibilidad Ambiental, que debe existir en todo proceso de contratación, para evitar impactos ambientales negativos.

✓ **Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (D.L. N° 757).**

Esta ley establece que todos los proyectos de inversión deben presentar estudios de impacto ambiental antes de su ejecución.

✓ **Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación. Ley N° 24047.**

Este dispositivo ha sido modificado por dos leyes. La primera fue la Ley N° 24193 del 6 de junio de 1985, mientras que la segunda fue promulgada el 27 de julio de 1992, en la cual los sitios normalmente son designados como sitios arqueológicos de bienes culturales, estableciendo sanciones administrativas por negligencia grave como en casos dolosos, esto es con el propósito de preservar nuestros productos heredados desde una perspectiva cultural.

Artículo 12. Esta disposición tiene por objeto determinar que las entidades encargadas de las obras autorizadas por el Instituto Nacional de Cultura deberán cumplir con los planes de

desarrollo urbano y rural, así como con las obras públicas en la zona, en todos los casos que corresponda.

✓ **Gobiernos Regionales con Ley N° 27867.**

Están encargados de establecer y normar la organización, funciones, competencias y estructuras que tienen los gobiernos regionales. Se conceptualiza a esta organización como descentralizada, democrática y desconcertada en conformidad a lo establecido en la carta magna y la ley de descentralización.

Se establece además, en el artículo 53 de la ley mencionada, a todas las funciones de ordenamiento territorial y ambiental, artículos posteriores “63º” se da a conocer la promoción del desarrollo turístico en manos de la explotación de diversidad existente en las regiones.

✓ **Gobiernos Locales**

Todas las actuaciones de los gobiernos locales se rigen por la Ley N° 23853, Ley de Municipios, promulgada el 9 de junio de 1984 (modificada posteriormente por la Ley N° 26317). Revela muchas de las jurisdicciones y disposiciones en las respectivas áreas para las que se ha establecido la norma.

✓ **Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua Decreto Supremo No. 002-2008-MINAM.**

Este reglamento confirma los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua. Toda norma aprobada deberá ser aplicada a los cuerpos de agua existentes en el territorio nacional en su estado natural, teniendo en cuenta la obligatoriedad en el diseño de las normas jurídicas.

✓ **Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) .**

La disposición de esta norma nacional brinda lineamientos generales para evitar sus excesos, así como la permanencia de la calidad ambiental, el desarrollo sustentable y la conservación y protección de la salud con el referente de toda la población. Cabe señalar que el aumento de los niveles de sonido puede agravar a los ciudadanos en tres niveles, que incluyen: fisiológicamente, símbolo de pérdida de audición; en actividades de interferencia oral y psicológica.

✓ **Decreto de urgencia para el fortalecimiento de la identificación y gestión de pasivos ambientales N°022-2022.**

El presente decreto tiene como propósito principal, fortalecer la atención del zocalo marino del territorial peruano y los pasivos ambientales que se encuentran ubicados en el ámbito continental. Otro de sus fines consiste en mitigar y/o prevenir la afectación de todos los ecosistemas en aras de la protección ambiental y ciudadana.

✓ **Reglamento del Decreto de urgencia para el fortalecimiento de la identificación y gestión de pasivos ambientales N°022-2022.**

La finalidad de este reglamento posee una aplicación jurídica dentro del país, buscando a su vez prevenir y/o erradicar cualquiera acontecimiento de afectación del ecosistema y la del ser humano.

4.1.2.4. Descripción y análisis del proyecto

La realización de obras de infraestructura nos conlleva a importantes aportes positivos sobre el mejoramiento y desarrollo de la calidad de vida; gracias a ello podemos lograr un desarrollo sostenible del país, minimizando impactos producidos por la ejecución de la misma.

Indudablemente, la construcción de los edificios en concreto armado acarrear un elevado impacto sobre el medio ambiente dado que se requieren de recursos naturales en grandes proporciones. A su vez, producen altos consumos energéticos previamente, mediante y posteriormente a su construcción, proporcionando junto a ella emisiones de CO₂, y derramando residuos líquidos, gaseosos y sólidos que en la pluralidad de los casos no poseen una revertimiento alguno produciendo un desgaste en la calidad de los diversos factores ambientales como los son: el aire, agua y tierra.

A través del análisis de este estudio se busca evitar algún impacto negativo contra el Medio Ambiente utilizando las técnicas adecuadas que requiere su uso.

La Evaluación de impacto ambiental del proyecto análisis comparativo del diseño convencional y con aisladores elastoméricos con núcleo de plomo de un edificio de 6 niveles para el poder judicial en la provincia de Chiclayo, 2018; Comprende el diseño arquitectónico requerido para el funcionamiento un edificio que brinda los servicios de administración de justicia de los órganos jurisdiccionales en materia de familia de la provincia de Chiclayo, además se usará para juzgados en materia de delitos juveniles incluyendo carceletas en el

edificio, además se evaluará las partidas del diseño estructural tanto del edificio convencional como el diseñado con aisladores sísmicos de base (LRB). Este estudio de impacto ambiental permitirá reconocer las acciones o partidas que serán más críticas en el proceso constructivo, además identificar cuáles serán los parámetros más afectados en la construcción del edificio antes mencionado; luego se procederá a proponer la posible mitigación a estos efectos que tenga el proyecto en la fase de construcción.

4.1.2.5. Área de influencia del proyecto

Se trata de definir el área de influencia del proyecto, identificando los espacios y aspectos que son, de alguna manera, susceptibles de recibir los impactos del proyecto, ya sea este positivo o negativo. Es la determinación de la extensión espacial considerando los aspectos biológicos, físicos y socioeconómicos lo más relevante para el proyecto.

Cabe señalar que la profundidad y el análisis dependen en gran medida del tamaño del proyecto que se evalúa, mientras que el alcance de la influencia puede derivarse en forma directa o indirectamente.

En este sentido, mi investigación se enfoca en el área de influencia directa, que comprende el área donde se producirán los impactos ambientales y sociales de forma directa o inmediata durante las fases de preconstrucción, construcción y operación del edificio de 6 niveles para el poder judicial en Chiclayo, con y sin dispositivos de aislamiento sísmico.

El área de influencia directa del proyecto se ubica en una zona urbana comercial. En este sentido, y analizando el área de influencia del proyecto, es necesario considerar el área con un radio de 100 m, desde la ubicación del proyecto del edificio.

4.1.2.5.1. Área de influencia directa

El área de influencia directa abarca las siguientes zonas comerciales y bancarias próximas al emplazamiento del proyecto: Jiron Elías Aguirre cuadra 5, parque central, banco Interbank de la plaza de armas, Banco de la Nación sede Juan Cuglievan, calle Juan Cuglievan cuadra 7.

4.1.2.5.2. Área de influencia indirecta

No será analizada para este proyecto.

4.1.2.6. Línea base ambiental

Esta es una descripción del área de influencia del proyecto, aplicando el uso de indicadores que pueden ser rastreados durante el desarrollo del proyecto, por el momento se tiene en cuenta lo siguiente:

4.1.2.6.1. Línea De Base Física (LBF)

Incluye la descripción y análisis de los siguientes componentes ambientales:

✓ Suelos

El área donde se desarrollará el proyecto conforma un área urbana comercial de la ciudad costera de Chiclayo, donde las características geomorfológicas del área van desde levemente accidentado hasta plano.

De igual manera, esta área es un área urbana integrada, donde el principal uso del suelo actualmente es población de densidad media.

Tipo de suelo: Arcillo arenoso

Expansión del suelo: El suelo superficial tiene una expansión baja a media, poco cambio de volumen.

Capacidad de carga: 0,95 kg/cm².

✓ Hidrografía

La ciudad de Chiclayo cuenta con dos fuentes de agua que sirven a muchas actividades de sus habitantes y alrededores, una superficial (la cuenca Chancay-Lambayeque y sus subcuencas Chotano y Conchano) y otra subterránea. La cuenca del río Chancay-Lambayeque está ubicada en el norte del Perú en los departamentos de Lambayeque y Cajamarca.

El área del sitio directo del proyecto no tiene una fuente de agua superficial. El nivel freático en esta zona es de aproximadamente 1,30 m.

✓ Vulnerabilidad

La Tierra se encuentra en un área vulnerable en casos de inundación, pero con drenaje natural. El impacto principal en el suelo fue creado por un aumento de la lluvia, especialmente los eventos comunes en el fenómeno de El Niño, que aumentaron la napa freática e inundación.

4.1.2.6.2. Línea De Base Biológica (LBB)

Comprende la descripción y el análisis de los siguientes componentes biológicos:

✓ Flora

En el área directamente afectada por el proyecto, solo existen plantas ornamentales, por lo que la vegetación en esta área es muy escasa por tratarse de una zona urbana.

✓ Fauna

Para el área de estudio del proyecto en cuestión, existe una presencia general de animales domésticos como perros, gatos y animales indeseables como ratas, ratones y murciélagos. Por lo anterior, no se han encontrado especies de fauna silvestre en peligro de extinción descritos en el D.S N° 045-2005-AG.

4.1.2.6.3. Línea De Base socioeconómica (LBS)

Incluye la descripción y el análisis de los siguientes componentes socioeconómicos:

✓ Aspectos sociales

La población considerada dentro del área de impacto directo del proyecto incluye, Departamentos de: Lambayeque (provincias de Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe).

Sin embargo, para efectos de este estudio se toma como línea base a la población de la ciudad de Chiclayo (zona centro) debido a que el proyecto está ubicado en la ciudad, la población se beneficia directamente de los impactos positivos del proyecto. Según el diagnóstico de vivienda y saneamiento de la región Lambayeque, la población proyectada del Cono urbano de Chiclayo al 2024 es de 287184 habitantes

✓ Servicios de comunicación

Servicio Postal Según información de SERPOST (Servicio Postal del Perú), existe un centro de servicio postal en la zona de Lambayeque, se encuentra ubicado a 5 cuadras de la Plaza de Armas.

En materia de radio y televisión, esta región norteña está totalmente integrada con la capital, por eso recibe todas las señales de radio y televisión abierta, así como el servicio de televisión por cable distribuido ampliamente por las principales empresas: Cable Mágico y DirecTV.

✓ **Viviendas**

Déficit de la vivienda: En este apartado se aprecia la disminución del déficit de viviendas respecto a años anteriores, cuyo origen se puede atribuir al gran impulso que han tenido los programas de vivienda de interés social, además de la dinámica implementada en los últimos años en medio del involucramiento de la industria de la construcción. El acceso a los servicios básicos significa que la población cuenta con viviendas con conexión a agua y alcantarillado.

4.1.2.6.4. Diagnóstico arqueológico

No se ha logrado encontrar con vestigios de restos arqueológicos en la superficie de la zona de estudio; cabe mencionar que en la zona donde se cimentará el edificio en cuestión existe una construcción existente la cual será demolida para ejecutar el proyecto.

- El terreno no colinda con zona arqueológica.
- No existe proximidad con zona arqueológica.

4.1.2.7. Identificación y evaluación de pasivos ambientales

Luego de una evaluación exhaustiva se identificó que los pasivos ambientales son los siguientes para el presente proyecto: modificación de la belleza paisajística, entre otros. Se debe tener en cuenta el decreto de urgencia para el fortalecimiento de la identificación y gestión de los pasivos ambientales, decreto N°022-2020 así como también el reglamento del mencionado decreto de urgencia.

Los pasivos ambientales se caracterizan por ser complejos y complicados en orientación a su recuperación, esto debido a que entre sus características físico-químicas, la falta de identificación de responsables, los elevados costos para su control y rehabilitación, y en otros casos por el incipiente desarrollo tecnológico para su recuperación.

4.1.2.8. Identificación y evaluación de impactos ambientales

Un análisis de las interrelaciones entre los factores ambientales y las acciones del proyecto tomadas, el factor que probablemente se verá afectado primero y los otros factores que probablemente producirán un impacto, se identifican los posibles impactos, luego se evalúan y finalmente se describen. La identificación y evaluación de los impactos ambientales es una parte fundamental de este estudio, ya que es la base para el desarrollo de un plan de gestión ambiental, en el que se tomarán medidas para prevenir, minimizar o remediar los impactos

negativos sobre el medio ambiente y la mejora de los impactos negativos. propuestas, positivas, para la conservación y protección del medio ambiente.

Después del cumplimiento de la descripción detallada de las cualidades ambientales en función de la base ambiental, incluido el proyecto principal, se considera relevante para determinar el impacto ambiental que se puede lograr la implementación del proyecto de desarrollo, enfatizando que esto tiene un proceso previsto.

se considera importante el uso de la matriz de Leopold, para identificar y evaluar los impactos ambientales, este método incluye tablas de matriz de doble entrada, disponibles en las columnas la lista de acciones o actividades con respecto al desarrollo del proyecto capaz de modificar el entorno y sus rangos se enumeran relacionados con los factores. Por el proyecto y en cada célula interactiva, los impactos se analizan por tipo (positivo o negativo), esto se medirá en una escala de 1 a 10 dependiendo la alteración; Será máximo cuando se considere el valor de 10.

El tipo de impacto describirá al configurar el signo (+) si el efecto es beneficioso y (-) si es perjudicial. De manera similar, el nivel de incidencia o intensidad del impacto se evaluará asignando un valor numérico de 1 a 10. Si la acción no crea un impacto en un determinado factor del entorno, la celda se queda vacía.

Una vez realizada la actividad anterior, se agregan los impactos de una sola vez, es decir, para cada factor y actividad específicos, para determinar el factor ambiental más afectado. Lo mismo es cierto para cada actividad o acción del proyecto que tenga el impacto más significativo en el medio ambiente. Los impactos considerados significativos serán aquellos que determinarán el diseño de medidas que formarán parte del Plan de Gestión Ambiental.

Las siguientes son matrices de Leopold para el edificio convencional (tablas 12 y 13) así como para el edificio aislado (tablas 14 y 15).

Tabla 12. Matriz de Leopold (parte 01), factores ambientales que se verán perjudicados al ejecutar el proyecto (edificio convencional)

MAGNITUD Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo	FASE CONSTR										
	MOVIMIENTO DE TIERRAS					OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				PLATEA DE CIMENTACION	
	Excavación masiva a maquina en terreno normal con retroexcavadora de 9y3	Relleno con material de préstamo-piedra over 4"	Relleno con material de préstamo-material granular	Nivelado y apisonado CIEQ	Eliminación de material excedente con equipo hasta 15 km	Solado para platea E-0.10 con mezcla 1:12	Falso piso de 4" de concreto 1:8	Calzadura f'c= 100 kg/cm2	Encofrado y desencofrado de calzadura	Concreto f'c=280kg/cm2	Acero de refuerzo Fy=420kg/cm2
	IMPORTEANCIA Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado										
FACTORES AMBIENTALES	AIRE										
PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	-7	-4	-5	-3	-5	-4	-4	-3	-4	-1	
NIVEL DE RUIDO	-6	-6	-3	-5	-6	-6	-6	-3	-6	-9	-5
EMISIÓN DE GASES, HUMO	-6			-3	-4						
AGUA	AGUAS SUBTERRÁNEAS										
CALIDAD	-6										
SUELO	MORFOLOGÍA DEL TERRENO										
	-4	-4	-5	-4						-7	
CALIDAD DE SUELO	-2	-6	-3	-4						-9	
PERMEABILIDAD	-2	-2	-1	-2						-7	
AREAS AMBIENTALES	NATURALEZA Y ESPACIOS ABIERTOS										
ELIMINACIÓN DE RESIDUOS		-3	-3	-5	-4	-3	-3	-3	-3	1	1
FACTOR SOCIOECONÓMICO	EMPLEO										
	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	7
ESTILO DE VIDA											
SALUD Y SEGURIDAD											-1
MAGNITUD (+/-)	INTENSIDAD										
	-33	-22	-17	-23	-16	-13	-11	-3	-7	-27	2
PROMEDIO	37	29	28	27	18	22	20	17	25	40	13
	-170	-102	-12	-34	-36	-47	-63	-23	-61	-212	29

Tabla 13. Matriz de Leopold (parte 02), acciones que perjudican directamente al ambiente (edificio convencional)

ACCIONES															SUMA	
RUCCIÓN ESTRUCTURAS - EDIFICIO CONVENCIONAL															MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO
PLACAS			MUROS DE SOTANO			VIGAS DE CIMENTACIÓN			CAJA DE ASCENSORES			CISTERNA				
Concreto $f_c=280\text{kg/cm}^2$	Acero de refuerzo $F_y=420\text{kg/cm}^2$	Encofrado y Desencofrado en placas	Concreto $f_c=280\text{kg/cm}^2$	Acero de refuerzo $F_y=420\text{kg/cm}^2$	Encofrado y Desencofrado en muros	Concreto $f_c=280\text{kg/cm}^2$	Acero de refuerzo $F_y=420\text{kg/cm}^2$	Encofrado y Desencofrado en vigas de cimentación	Concreto $f_c=280\text{kg/cm}^2$	Acero de refuerzo $F_y=420\text{kg/cm}^2$	Encofrado y Desencofrado en caja de ascensor	Concreto en cisterna subterránea $f_c=210\text{kg/cm}^2$	Acero de refuerzo $F_y=420\text{kg/cm}^2$	Encofrado y Desencofrado en cisterna	INTENSIDAD	
-1	1		-1	1		-1	1		-1	1		-1	1		-54	-143
-5	-5	-1	-9	-5	-1	-2	-1	-1	-7	-5	-1	-8	-7	-1	-144	-632
6	5	3	8	6	3	2	1	3	8	6	3	8	6	2	-13	-51
															-6	-24
															0	0
															0	0
-5	6		-7	7		-9	8		-7	8		-8	8		-66	-366
-5	5		-8	8		-8	8		-9	8		-9	7		-79	-437
-3	5		-5	8		-7	8								-30	-175
6			6			8									41	
															-2	-3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	-38
															26	
6	7	6	5	6	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	148	595
5	6	7	7	4	5	4	4	5	7	6	4	7	5	4	0	162
															0	0
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-19	-17
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	
-12	2	5	-24	1	4	-22	4	3	-19	0	4	-20	-2	3		-1277
30	13	12	38	12	10	32	7	10	17	14	9	32	13	8		
-73	17	39	-180	-6	22	-180	19	17	-44	0	17	-156	-17	14	-1277	

Tabla 14. Matriz de Leopold (parte 01), factores ambientales que se verán perjudicados al ejecutar el proyecto (edificio aislado)

MAGNITUD Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo	IMPORTANCIA Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado	ACCIONES												
		FASE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAS - EDIFICIO												
		MOVIMIENTO DE TIERRAS				PLATEA DE CIMENTACION		COLUMNAS F _c =280 kg/cm ²			PEDESTALES PARA AISLADORES			
		Excavación masiva a máquina en terreno normal con retroscavadora de 5y3	Relleno con material de préstamo-piedra over 4"	Relleno con material de préstamo-material granular	Nivelado y apisonado C/EO	Eliminación de material excedente con equipo hasta 15 km	Concreto F _c =280kg/cm ²	Acero de refuerzo F _y =420kg/cm ²	Concreto F _c =280kg/cm ²	Acero de refuerzo F _y =420kg/cm ²	Encofrado y Desencofrado en columnas	Concreto F _c =280kg/cm ²	Acero de refuerzo F _y =420kg/cm ²	Encofrado y Desencofrado de pedestales
FACTORES AMBIENTALES	AIRE													
	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	-2	-2	-2	-3	-5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	NIVEL DE RUIDO	-7	-4	-3	-5	-3	-4	-7	-2	-1	-1	-2	-5	-1
	EMISIÓN DE GASES, HUMO	-3	6	5	4	5	5	7	2	1	3	2	6	3
	SUELO													
	MORFOLOGÍA DEL TERRENO	-2	-2	-2	-2	-4	-4	-5	-6	-6	-6	-6	-7	-7
	CALIDAD DE SUELO	-3	5	2	-2	-2	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
	PERMEABILIDAD	-2	6	5	-3	4	8	8	9	9	9	9	8	8
	AREAS AMBIENTALES													
	NATURALEZA Y ESPACIOS ABIERTOS													
	ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	-3	-3	-5	-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	CALIDAD VISUAL													
	PAISAJE URBANO	-2	3											
	FACTOR SOCIOECONÓMICO													
	EMPLEO	2	3	3	3	3	5	6	7	4	5	4	4	5
ESTILO DE VIDA	2	3	3	3	3	6	7	8	4	4	4	4	4	
SALUD Y SEGURIDAD						-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
MAGNITUD (+/-)	-21	-12	-10	-19	-11	-13	-1	-13	3	4	4	-20	-1	
INTENSIDAD	31	29	26	33	19	26	16	30	7	9	9	31	12	
PROMEDIO	-92	-56	-12	-34	-21	-79	-7	-71	15	17	17	-158	-14	

Tabla 15. Matriz de Leopold (parte 02, acciones que perjudican directamente al ambiente (edificio aislado))

CICLO AISLADO											SUMA			
CAPITELES PARA AISLADORES			VIGAS DIAFRAGMA			CISTERNA			AISLADORES SÍSMICOS		MAGNITUD (+/-)	INTENSIDAD	PROMEDIO	
Concreto f=280kg/cm ²	Acero de refuerzo Fy=420kg/cm ²	Encofrado y Desencofrado de capiteles	Concreto f=280kg/cm ²	Acero de refuerzo Fy=420kg/cm ²	Encofrado y Desencofrado de vigas diafragma	Concreto en cisterna subteranea f=210kg/cm ²	Acero de refuerzo Fy=420kg/cm ²	Encofrado y Desencofrado en cisterna	Aislador elastomérico con núcleo de plomo 75 cm	Aislador elastomérico con núcleo de plomo 65 cm				deslizador sísmico
-1	1		-1	1		-1	1		-4	-4	-3	-180	56	-124
-2	-4	-1	-2	-3	-1	-8	-8	-4	-2	-2	-2	-759	185	-617
2	6	3	2	5	3	6	8	5	-3	-3	-3	-74	20	-57
-3	2		-2	2		-7	7					-243	63	-194
-9	8		-9	8		-9	7					-600	90	-514
-2	5		-1	1		-7	6					-137	49	-104
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-5	3	-3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-26	17	-47
												19	9	14
3	4	2	3	4	2	4	4	2	1	1	1	627	161	472
3	4	3	3	3	3	4	5	2	1	1	1	0	0	0
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-56	35	-27
-13	0	1	-11	1	1	-27	-4	-2	-7	-8	-7			-1203
22	12	8	18	10	8	32	15	9	15	16	16			
-83	-8	3	-72	-3	3	-144	-44	-16	-34	-35	-32	-1203		

Análisis de la matriz de leopold, identificación y evaluación de impactos ambientales

Como se puede observar, en ambos diseños estructurales tanto convencional como diseño con aisladores con nucleo de plomo; las acciones que impactan al medio ambiente son movimiento de tierras de manera maciva y el vaciado de concreto en lo que corresponde a la platea de cimentación, otra de las acciones que tambien ha impactado en este trabajo es lo que corresponde a la habilitación del acero ya que este produjo mucho ruido al cortar el acero con una maquina.

De igual forma, se puede observar que en la matriz de Leopold, el factor ambiental que se ve afectado en mayor medida es la calidad del aire, principalmente por las emisiones de gases de la maquinarias y equipos, el ruido generado por los mismos y las partículas de polvo proveniente de deslizamientos, nivelaciones y actividades de elaboración de perfiles; La calidad del suelo también se verá afectada por el vertido masivo de concreto en los cimientos y en los tanques de almacenamiento de agua.

En los anexos se podrá encontrar ambas matrices en detalle para un entendimiento a profundidad de los impactos producidos.

Descripción de los principales impactos por etapas del proyecto.

✓ Etapa de preconstrucción

Se puede observar un impacto leve muy poco significativo, el mismo que acredita el favorecimiento del medio socioeconómico

✓ Etapa de construcción

• En el Medio Físico

- a) En la calidad del aire.** Ante el estudio planteado se corrobora que la calidad del aire será afectada de forma negativa producto a las emisiones de material particulado y ruidos creados por los movimientos continuos y principales de tierras, así como también por acciones de transporte de materiales. Sin embargo, aunque las consecuencias resultan ser significativas, solo son temporales.
- b) En la calidad del agua.** Se plantea que los recursos hídricos no serán alterados en alta cantidad producto de las actividades desarrolladas en el proyecto, dado que, como se mencionó anteriormente la naturaleza del área es urbana consolidada y no se presentan flujos naturales de H₂O en superficies cercanas.
- c) En la calidad del suelo.** Una de las consecuencias de la obra es la alteración de la calidad del suelo por los desechos generados por los trabajos de la construcción, grasa y combustible en el patio de maquinarias y lugares de recorrido.

- **En el Medio Biológico**

Las afecciones a la vegetación para este proyecto serán despreciables, esto debido a que en la zona donde se ejecutará el proyecto es zona urbana y no existe vegetación.

- **En el Medio socioeconómico**

Impactos negativos. Durante el desarrollo del proyecto, se observan signos de malestar entre los vecinos, entre las causas de este impacto podemos mencionar impactos relacionados con los efectos descritos anteriormente como niveles de ruido, cambios en la calidad del aire, etc.

Otro motivo de malestar es el aumento del tráfico vehicular y peatonal hacia estas instalaciones, ya que la zona es totalmente urbana.

Uno de los otros impactos potenciales serían los posibles impactos en la salud de la población, debido al aumento de partículas de residuos sólidos generados durante la construcción, principalmente en operaciones de movimiento de tierras, desmantelamiento y manejo de materiales, es posible que aumente la demanda de agua potable y servicios eléctricos.

Impactos positivos. La generación directa de puestos de trabajo, de carácter temporal, es un importante impacto positivo del proyecto, teniendo una fuerte demanda de mano de obra calificada y no calificada, siempre que existan oportunidades laborales.

4.1.2.9. Plan de participación ciudadana

El objetivo básico del programa participativo es minimizar los posibles impactos en las comunidades residenciales que residen en las áreas aledañas al proyecto, debido a ciertos impactos sociales. Los impactos sociales positivos de carácter económico serán los más numerosos, los impactos en la economía, como el desarrollo de nuevos centros de actividad económica y, por lo tanto, el empleo debido al crecimiento de la población requerirán que satisfagan sus necesidades básicas de consumo. Por otro lado, los posibles impactos sobre la infraestructura y la provisión de servicios básicos también serían significativos sin un adecuado plan de manejo.

Otro tipo de impacto significativo se producirá en el sector de la seguridad residencial si no se toman medidas preventivas y correctivas, tales como la difusión completa y permanente de los peligros involucrados hasta el apoyo logístico para el desarrollo del proyecto; incluye el transporte de equipo pesado durante la fase de construcción y la flota de vehículos durante la fase de operación del proyecto.

Otro punto importante en este tema es la Comunicación, que es una herramienta fundamental en la gestión de los temas sociales y en la promoción de relaciones armoniosas con los vecinos, grupos vecinales y grupos de interés.

La base del enfoque de comunicación es construir una comprensión interna y externa de las actividades generales del proyecto y los problemas relacionados que afectan o se verán afectados por el desarrollo del proyecto, para garantizar que los problemas identificados se comprendan y aborden.

4.1.2.10. Plan de manejo ambiental

La ejecución de las obras de construcción y explotación de edificaciones, tal como se analizó en el capítulo anterior, generará impactos positivos y negativos en el medio ambiente en mayor o menor grado a lo largo del ámbito de influencia del proyecto de edificación. El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es un componente de suma importancia en la estructura del EIA.

En este informe se implementarán una serie de medidas de prevención, mitigación y remediación propuestas en forma de recomendaciones y agregados que pueden ser ajustados y aplicados en las diferentes fases del proyecto.

Los empleados responsables de la implementación del PMA, y de cualquier aspecto relacionado con la aplicación de la normativa ambiental, deberán recibir la educación y capacitación necesarias para poder cumplir con las funciones que les sean asignadas. Esta tarea será realizada por un especialista ambiental.

El Plan de Manejo Ambiental utiliza como herramienta de su estrategia, las acciones que permitan alcanzar los objetivos. Estas son:

4.1.2.10.1 Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas

Este plan identifica las precauciones o medidas a tomar para evitar daños innecesarios por descuido o mala planificación de las actividades a realizar en las fases de ejecución del proyecto.

4.1.2.10.1.1. Subprograma de control de residuos sólidos, líquidos y efluente

Los vertidos descontrolados, en muchos casos, de diversos materiales residuales deben ser depositados en lugares previamente seleccionados, para ello, el manejo de residuos sólidos para este proyecto solo se realizará en la etapa de construcción debido a la generación de escombros.

4.1.2.10.1.2. Subprograma de control de erosión y sedimentos

No corresponde a este proyecto

4.1.2.10.1.3. Subprograma de protección de recursos naturales

No corresponde a este proyecto

4.1.2.10.1.4. Subprograma de salud local

Este sub programa establece las medidas que la empresa contratista deberá implementar para evitar afectar la salud de la población cercana al proyecto.

Entre las medidas que deberán implementar tenemos:

- Se implementarán baños portátiles dentro de la obra, cuya instalación, mantenimiento, cuidado y retiro estará a cargo del Contratista a través de una empresa prestadora de servicios de residuos sólidos (EPS-RS), la cual debe estar debidamente autorizado y registrado. El contratista debe supervisar el correcto mantenimiento de los portátiles a cargo de la EPS-RS, de tal manera que se reduzcan los malos olores y la multiplicación de moscas u otros insectos similares. Estos baños y duchas deberán ser aseados por lo menos 3 veces a la semana.
- También se implementarán sistemas de acarreo y depósitos de los residuos sólidos como contenedores de basura, con la finalidad de ir almacenando los residuos sólidos generados en el almacén, patio de máquinas y consumo de alimentos de los trabajadores (botellas, bolsas, residuos orgánicos), para su posterior disposición final en un relleno sanitario

autorizado, a través de una empresa registrada y autorizada por DIGESA. Dichos cilindros deberán estar pintados y contarán con tapa para evitar el rebalse de los mismos.

- Para reducir la emisión de polvo y partículas, se realizarán actividades de riego en las zonas cercanas a la construcción.
- Los volquetes que se usarán en la obra, deberán contar con lonas para cubrir la carga durante su transporte, como parte del equipo obligatorio.

4.1.2.10.1.5. Subprograma de seguridad motivo del EIA

No corresponde a este proyecto

4.1.2.10.1.6. Subprograma de Protección de recursos arqueológicos y culturales

No corresponde a este proyecto

4.1.2.10.2. Programa de monitoreo ambiental

Se debe tener en cuenta los siguientes ítems:

- Definir, a partir del estudio realizado, los impactos, recursos y acciones objeto del plan. El monitoreo deberá ser llevado a cabo a través de todo el desarrollo del proyecto, incluyendo el período de post-clausura.
- Determinar los datos necesarios, seleccionando indicadores de impacto y de efectividad; parámetros que han de ser sucesivamente medidos, para evaluar sus comportamientos.

4.1.2.10.3. Programa de Asuntos sociales

La consulta pública o audiencia del informe de impacto ambiental se realiza de acuerdo con la normativa local. Se deben realizar encuestas en la comunidad residencial sobre su aceptación si este edificio se construye en la zona.

Sin embargo, como se ha señalado en los apartados anteriores, durante el Estudio de Impacto Ambiental se realizan actividades de consulta con los grupos afectados por el proyecto, con el fin de integrar opiniones y su punto de vista.

La comunicación es una herramienta fundamental en la gestión de los asuntos sociales y en la promoción de relaciones armoniosas con los vecinos, grupos vecinales y otros grupos de interés.

4.1.2.10.3.1. Subprograma de relaciones comunitarias

No corresponde para este proyecto

4.1.2.10.3.2. Subprograma de contratación de mano de obra local

Se dará oportunidad de trabajo en mano de obra calificada (ingenieros, oficiales y operarios) y no calificada (peones) a la ciudadanía que se encuentre dentro del área de influencia del proyecto con esto se dará oportunidad de trabajo a la población. Antes del inicio del proyecto se realizará convocatorias de trabajo por los distintos medios de comunicación.

4.1.2.10.3.3. Subprograma de participación ciudadana

Para la participación ciudadana se aplicarán encuestas y entrevistas ciudadanas en la medida en que sea aceptable para la construcción del edificio; el objetivo básico del subprograma participativo es minimizar los posibles impactos sobre la población asentada en las zonas aledañas al proyecto, debido a determinados impactos sociales. Los impactos sociales positivos de carácter económico serán los más numerosos, como el desarrollo de nuevos centros de actividad económica y, por lo tanto, el empleo debido al crecimiento de la población requerirán que satisfagan sus necesidades básicas de consumo.

4.1.2.10.4. Programa de educación ambiental

No corresponde para este proyecto

4.1.2.10.5. Programa de capacitación de pérdidas y contingencias

Todos los colaboradores deben de capacitarse para lidiar con cualquier riesgo identificado. En cada grupo de trabajo, se nombrará un administrador de programas de emergencia; las negociaciones de seguridad generalmente se administrarán dos veces por semana para determinar los posibles riesgos potenciales que se llevarán a cabo con la participación de trabajadores.

4.1.2.10.6. Programa de prevención de pérdidas y contingencias

El propósito del programa de emergencia es establecer las acciones necesarias para prevenir y controlar los peligros naturales y los accidentes laborales que puedan ocurrir en el área del proyecto; de esta forma, este plan contrarrestará los impactos que se puedan generar en caso de emergencia, por cualquier falla en la instalación, operación y mantenimiento de los equipos de seguridad.

Para aplicar adecuadamente el programa de emergencia, la empresa debe contratar la ejecución de los formularios de trabajo y establecer una unidad de emergencia al inicio de las actividades de construcción, que debe operar durante el proceso de construcción, adaptándose a los requisitos mínimos, dependiendo de la actividad y los posibles riesgos geofísicos, climáticos y de desastres.

4.1.2.10.6.1. Subprograma de Salud ocupacional

Se debe avisar al centro médico más cercano antes de que comience la construcción para estar preparados ante posibles accidentes.

4.1.2.10.6.2. Subprograma de prevención y control de riesgos laborales

El equipo necesario para el tratamiento incluirá equipo de primeros auxilios, camillas, balones de oxígeno y medicamentos; así como personal capacitado para brindar atención médica.

4.1.2.10.6.3. Subprograma de contingencias

En caso de incendio, tanto en la fase de construcción como en la fase de operación, se requieren extintores químicos, también se requiere comprar baldes y/o saco de arena.

Se definirán áreas seguras para proteger equipos contra posibles desastres naturales, se debe zonificar los lugares susceptibles de ser afectados por fenómenos naturales.

4.1.2.10.7. Programa de cierre de obra

El objetivo principal del plan de cierre es establecer las acciones más adecuadas una vez finalizadas las obras de restauración de las áreas impactadas, lo que se logrará rehabilitando las

áreas afectadas hasta lograr un ambiente estable, duradero y compatible con las áreas circundantes.

El plan de cierre para este proyecto es el siguiente:

- Si se decide su demolición: Se puede destinar el área para la construcción de un parque
- Si se decide mantener la infraestructura puede ser usado como museo, centro de investigación entre otros.

4.1.2.10.8. Programa de inversiones

La inversión que se tendrá para la ejecución de las actividades en materia ambiental se detalla en el presente cuadro resumen.

PRESUPUESTO AMBIENTAL				
DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
ETAPA DE CONSTRUCCION Y CIERRE				
Capacitación ambiental				
charlas al personal de obra	und	6.00	1,200.00	7,200.00
charlas a la población del área de influencia directa	und	3.00	1,200.00	3,600.00
monitoreo ambiental				
monitoreo de calidad de aire	und	2.00	1,700.00	3,400.00
monitoreo de calidad de ruidos	und	2.00	600.00	1,200.00
monitoreo de calidad de agua	und	1.00	1,100.00	1,100.00
plan de manejo de residuos solidos				
adquisición de contenedores para segregación de residuos solidos	und	4.00	150.00	600.00
disposición de residuos	und	1.00	2,000.00	2,000.00
letrina sanitaria portátil	und	2.00	600.00	1,200.00
seguridad y salud en el trabajo				
equipo de protección personal	und	1.00	5,000.00	5,000.00
implementos primeros auxilios	und	1.00	600.00	600.00
cerco de seguridad	und	1.00	450.00	450.00
supervisor ambiental	mes	8.83	4,500.00	39,748.50
plan de cierre				
readecuación del área	und	1.00	1,500.00	1,500.00
señalización ambiental	und	1.00	1,200.00	1,200.00
TOTAL				68,798.50

Fuente: elaboración propia

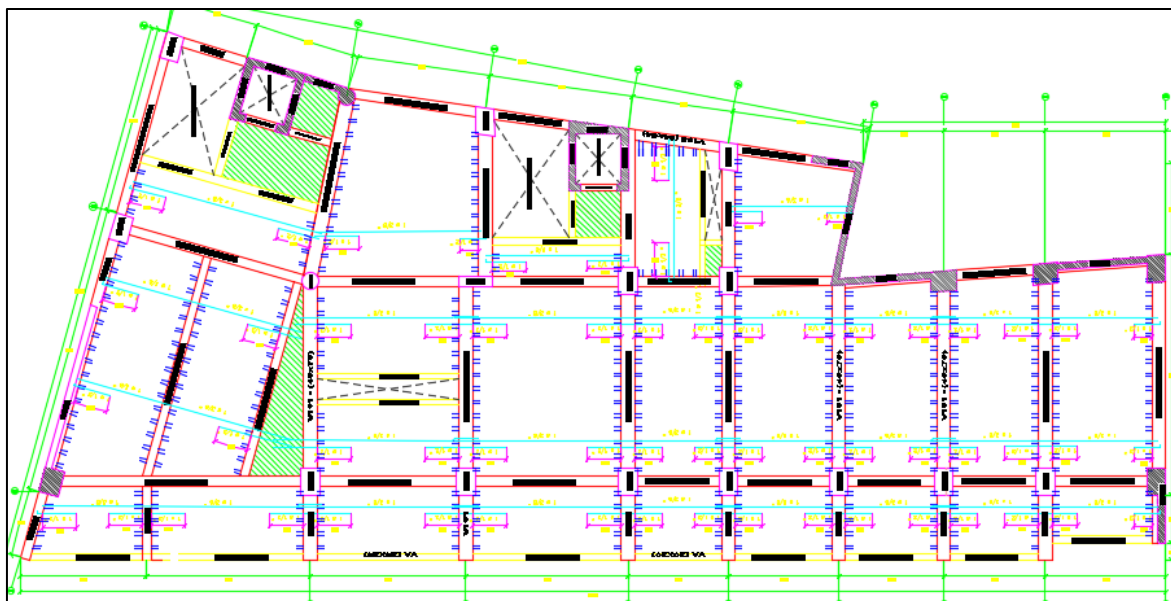


Ilustración 20. Estructura del edificio convencional

4.2.2. Descripción de la estructura del edificio con aisladores sísmicos

En lo que respecta a distribución de espacios este modelo tiene la misma configuración del edificio convencional, se diferencia porque la estructura se dividirá en tres niveles los cuales son: superestructura, sistema de aislación y subestructura. La configuración estructural proyectada para el edificio con aisladores sísmicos de base es un sistema de pórticos con columnas de sección cuadrada y rectangular de 30 cm x 30 cm, 45 cm x 65 cm respectivamente y columnas circulares de 45 cm de diámetro, cuenta con muros de corte solo en los ascensores.

Propiedades de los materiales: la resistencia a la compresión del concreto es de 280 kg/cm²; la tensión de fluencia del acero es de 4200 kg/cm². Para este modelo estructural las escaleras y ascensores quedaran suspendidos de la cimentación es decir al ocurrir un sismo fuerte.

la cimentación se conformará con una platea de cimentación junto a vigas de cimentación que aportaran rigidez a esta, este tipo de cimentación fue elegido por la baja capacidad portante que tiene el terreno en el centro de la provincia de Chiclayo.

Se consideró dos tipos de aisladores: aisladores (LRB) y aisladores de péndulo friccional (FPS).

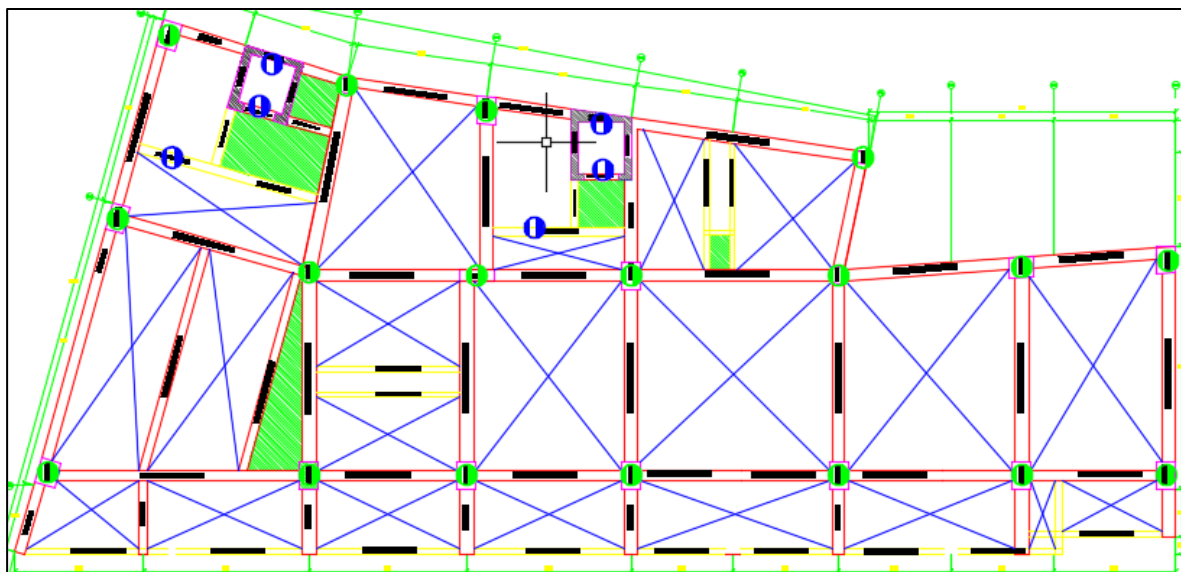


Ilustración 21. Estructura del edificio con aisladores de base LRB + FPS

4.3. Diseño estructural del edificio

4.3.1. Propiedades de los materiales considerados en el modelado

En la siguiente tabla se presentan las propiedades de los materiales utilizados en el modelamiento de los elementos estructurales del edificio.

Tabla 16. Propiedades de los materiales (concreto y acero) a ser usador en el programa SAP 2000

concreto		
f'c	resistencia a la compresion del concreto, columnas cimentacion, placas	280 kg/cm ²
	resistencia a la compresion del concreto vigas, losa aligerada	210 kg/cm ²
Ec	modulo de elasticidad del concreto f'c =280 kg/cm ²	2509980.1 kg/cm ²
Ec	modulo de elasticidad del concreto f'c =210 kg/cm ²	2173706.5 kg/cm ²
Y	peso especifico del concreto	2400 kg/cm ³
v	coeficiente de poison del concreto	0.2
acero		
Fy	esfuerzo de fluencia del acero	4200 kg/cm ²
Es	modulo de elasticidad del acero	20389019 kg/cm ²

4.3.2. Cargas utilizadas para el análisis de la estructura

Las cargas a ser usadas en el programa SAP2000 V20 para realizar el análisis estructural son las siguientes:

✓ Carga muerta

en la norma E.020 (cargas) del Código Nacional de Edificaciones forman parte de la carga muerta el tarrajeo, el piso terminado y los tabiques que se tuviesen, para este proyecto se usó principalmente drywall para la división de los ambientes tomándose el valor de carga muerta para el drywall de 100 kg/m². En la tabla 13 se muestra un resumen de las cargas consideradas.

Tabla 17. Metrado de cargas por metro lineal de los muros de albañilería

DESCRIPCIÓN	ANCHO (m)	ALTURA (m)	Peso E (Tn/m ³)	CARGA (Tn/m)
Muro A= 2.80 m	0.15	2.80	1.35	0.57
Muro A= 1.20 m	0.15	1.20	1.35	0.24

✓ Carga viva

en la norma E.020 “cargas” establece el valor de las cargas vivas mínimas repartidas a considerar para la ocupación o uso que tendrán los ambientes, considerando los detalles que deberán tener los planos de arquitectura se tomara en cuenta el valor. En la tabla 14 se resumen las cargas consideradas.

Tabla 18. Cargas consideradas

USO	CARGA REPARTIDA (kgf/m ²)
oficinas	250
Salas de archivo	500
escaleras	400

✓ Peso propio de los elementos estructurales

Para el peso propio de los elementos estructurales tales como vigas, columnas, muros de corte, etc. Se consideró que el programa SAP2000 pesará estos elementos dejando al patrón de carga DEAD con factor 1. Para el peso de la losa aligerada se consideró modelarla como viguetas asignándole la carga para losa aligerada de espesor 0.20 m.

✓ **Peso de la edificación**

El código E.030 denominada diseño sismo resistente del RNE en su artículo 26 “Estimación del peso (P)” menciona: que para el calculo del peso del edificio se debe considerar la carga permanente(cm) del edificio al 100% más un porcentaje de la carga viva(cv) o sobrecarga de acuerdo a la clasificación por categorías en la que se encuentre el edificio en estudio, este edificio se encuentra en la categoría A correspondiéndole el 50% de la sobrecarga, además la norma menciona que en azoteas se debe tomar solo el 25% de la cv.

4.4. Análisis y diseño estructural del edificio convencional

Se realizó un modelamiento en el programa SAP2000 V20 considerando las propiedades de los materiales de concreto, esto con la finalidad de verificar el comportamiento del edificio frente a solicitaciones sísmicas. A continuación se realizará el calculo de los parámetros sísmicos y las comprobaciones de irregularidades, se verificará la cantidad de fuerza cortante que absorben las columnas y muros de corte con la finalidad de poder clasificarlo en el sistema estructural correspondiente.

4.4.1. Calculo de parámetros sísmicos

✓ **Zonificación**

El código E.030 divide al Perú en 4 zonas sísmicas, esta se basa en la sismicidad observada. Este proyecto se ubica en la provincia de Chiclayo en la zona sísmica 4, por lo que de acuerdo a la tabla N° 1 del código sismorresistente E.030 le corresponde un factor de zona $Z=0.45$.

✓ **Estudio de sitio para definir los parámetros de sitio (S, Tp, Tl)**

De acuerdo al estudio de mecánica de suelo el edificio se cimentará sobre un suelo tipo S3 (suelo blando). De la tabla N° 3 del código E.030 el factor de suelo para la zona sísmica Z_4 y suelo tipo S_3 le corresponde el factor de suelo $S=1.10$ y de la tabla N° 4 de esta misma norma para el perfil de suelo tipo S_3 le corresponden los periodos $T_p=1.0$ y $T_l=1.6$

✓ **Categoría de la edificación y factor de uso**

En la norma peruana cada proyecto de estructuras que se realice debe ser calificada en alguna categoría para este proyecto se le ha considerado la categoría esencial A2, por ser un

edificio que albergará información esencial para el estado, además cuenta con carceletas, esto quiere decir que habrá personas privadas de su libertad a las cuales se tiene que garantizar su seguridad frente a cualquier evento sísmico. Siendo su factor de uso $U=1.5$ según la tabla N° 5 de norma sismorresistente E.030.

✓ **Coefficiente básico de reducción (R_o)**

Los sistemas estructurales se clasifican según el material usado y el porcentaje de fuerza cortante que absorben los muros de corte y las columnas en una dirección de análisis. Inicialmente se asumió el sistema estructural como dual, luego se verificó esta suposición correspondiéndole según la tabla N° 7 de la norma E.030 un $R_o=7$

✓ **Factor de amplificación sísmica (C)**

se calcula de acuerdo a las siguientes expresiones dadas por la norma sismorresistente E.030:

$$T < 0.2 T_P \rightarrow C = 1 + 7.5 \frac{T}{T_P}$$

$$T < T_P \rightarrow C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \frac{T_P}{T}$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2.5 \frac{T_P \cdot T_L}{T^2}$$

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

$$h_n = 3 + 2.8 \cdot 5 = 17 \text{ m}$$

$C_t = 60$ para estructuras de sistema dual según la norma E.030.

$$T = 0.283 \text{ s por lo tanto } C = 2.5$$

En la tabla 15 se resumen de los parámetros sísmicos.

Tabla 19. Parámetros sísmicos

DATOS	PARAMETROS
Z	0.45
U	1.5
S	1.10
TP	1.00
TL	1.60
Ro	7

4.4.2. Fuerzas cortantes mínimas en la base

Tabla 20. Fuerza cortante en la base para el sismo X

DIRECCIÓN X-X					
$V = \frac{Z * U + C * S}{R} * P$		Z =	0.45	C/R > 0.11	✓
		U =	1.5		
		C =	2.500		
V =	0.2652 * P	S =	1.10	0.265	
		R =	7.00		

Tabla 21. Fuerzas cortantes en la base para el sismo Y

DIRECCIÓN Y - Y					
$V = \frac{Z * U + C * S}{R} * P$		Z =	0.45	C/R > 0.11	✓
		U =	1.5		
		C =	2.500		
V =	0.2652 * P	S =	1.10	0.265	
		R =	7.00		

4.4.3. Verificación del desplazamiento máximo (derivas)

La Norma E.030 en su artículo 32 nos brinda los límites para la distorsión de entrepiso, para estructuras de concreto armado la deriva máxima es de 0.007.

Tabla 22. Verificación de derivas, dirección X – edificio convencional

DIRECCIÓN X							
PISO	H (cm)	DESPL. U1 (cm)	DESPL. U2 (cm)	DESPL. PROM. (cm)	DESPL. REL. (cm)	DERIVA	VERIFICACIÓN
1	300	1.1828	0.9093	1.0461	1.0461	0.0035	CUMPLE
2	280	2.0911	3.4818	2.7864	1.7404	0.0062	CUMPLE
3	280	4.7389	4.4945	4.6167	1.8303	0.0065	CUMPLE
4	280	7.1001	5.6721	6.3861	1.7694	0.0063	CUMPLE
5	280	8.6142	7.5401	8.0771	1.6910	0.0060	CUMPLE
6	280	10.3782	9.2463	9.8123	1.7351	0.0062	CUMPLE

Tabla 23. Verificación de derivas, dirección Y – edificio convencional

DIRECCIÓN Y							
PISO	H (cm)	DESPL. U1 (cm)	DESPL. U2 (cm)	DESPL. PROM. (cm)	DESPL. REL. (cm)	DERIVA	VERIFICACIÓN
1	300	0.6153	0.9954	0.8054	0.8054	0.0027	CUMPLE
2	280	1.5372	2.5505	2.0438	1.2385	0.0044	CUMPLE
3	280	2.5683	4.3103	3.4393	1.3955	0.0050	CUMPLE
4	280	3.5774	6.0454	4.8114	1.3721	0.0049	CUMPLE
5	280	4.4814	7.6104	6.0459	1.2345	0.0044	CUMPLE
6	280	5.2416	8.9450	7.0933	1.0474	0.0037	CUMPLE

4.4.4. Verificación de irregularidades estructurales

4.4.4.1. Comprobación de irregularidades estructurales en altura

- ✓ Irregularidad de rigidez – piso blando

Tabla 24. Verificación irregularidad de rigidez – piso blando - dirección X

DIRECCIÓN X					
PISO	Fza Cortante	D-CM (relativo)	Rigidez Lateral	Rigidez 70% del entrepiso inmediato superior	Rigidez 80% del prom. de los tres niveles superiores
PISO 1	59.356	0.796	74.552	1.49	1.47
PISO 2	55.064	1.101	50.033	0.82	1.00
PISO 3	73.107	1.195	61.155	1.49	1.30
PISO 4	30.276	0.736	41.114	0.85	
PISO 5	65.151	1.348	48.328	0.93	
PISO 6	57.306	1.102	51.978		
				REGULAR	REGULAR

Tabla 25. Verificación irregularidad de rigidez – piso blando - dirección Y

DIRECCIÓN Y					
PISO	Fza Cortante	D-CM (relativo)	Rigidez Lateral	Rigidez 70% del entrepiso inmediato superior	Rigidez 80% del prom. de los tres niveles superiores
PISO 1	52.409	0.994	52.740	0.89	0.96
PISO 2	44.589	0.753	59.206	1.11	1.09
PISO 3	53.210	0.999	53.269	1.02	0.91
PISO 4	60.519	1.159	52.226	0.92	
PISO 5	65.694	1.157	56.773	0.86	
PISO 6	57.316	0.866	66.184		
				REGULAR	REGULAR

✓ Irregularidad de resistencia – piso débil

Tabla 26. Verificación irregularidad de resistencia – piso débil - dirección X

DIRECCIÓN X		
PISO	Rigidez Lateral	Rigidez 80% del entrepiso inmediato superior
PISO 1	74.552	1.49
PISO 2	50.033	0.82
PISO 3	61.155	1.49
PISO 4	41.114	0.85
PISO 5	48.328	0.93
PISO 6	51.978	
		REGULAR

Tabla 27. Verificación irregularidad de resistencia – piso débil - dirección Y

DIRECCIÓN Y		
PISO	Rigidez Lateral	Rigidez 80% del entrepiso inmediato superior
PISO 1	0.994	1.32
PISO 2	0.753	0.75
PISO 3	0.999	0.86
PISO 4	1.159	1.00
PISO 5	1.157	1.34
PISO 6	0.866	
		IRREGULAR

✓ Irregularidad extrema de rigidez

Tabla 28. Verificación irregularidad extrema de rigidez - dirección X

DIRECCIÓN X			
PISO	Rigidez Lateral	Rigidez 60% del entrepiso inmediato superior	Rigidez 70% del prom. de los tres niveles superiores
PISO 1	74.552	1.49	1.47
PISO 2	50.033	0.82	1.00
PISO 3	61.155	1.49	1.30
PISO 4	41.114	0.85	
PISO 5	48.328	0.93	
PISO 6	51.978		
		REGULAR	REGULAR

Tabla 29. Verificación irregularidad extrema de rigidez - dirección Y

DIRECCIÓN Y			
PISO	Rigidez Lateral	Rigidez 60% del entrepiso inmediato superior	Rigidez 70% del prom. de los tres niveles superiores
PISO 1	52.740	0.89	0.96
PISO 2	59.206	1.11	1.09
PISO 3	53.269	1.02	0.91
PISO 4	52.226	0.92	
PISO 5	56.773	0.86	
PISO 6	66.184		
		REGULAR	REGULAR

✓ Irregularidad extrema de resistencia

Tabla 30. Verificación irregularidad extrema de resistencia - dirección X

DIRECCIÓN X		
PISO	Rigidez Lateral	Rigidez 65% del entrepiso inmediato superior
PISO 1	74.552	1.49
PISO 2	50.033	0.82
PISO 3	61.155	1.49
PISO 4	41.114	0.85
PISO 5	48.328	0.93
PISO 6	51.978	
REGULAR		

Tabla 31. Verificación irregularidad extrema de resistencia - dirección Y

DIRECCIÓN Y		
PISO	Rigidez Lateral	Rigidez 65% del entrepiso inmediato superior
PISO 1	52.740	0.89
PISO 2	59.206	1.11
PISO 3	53.269	1.02
PISO 4	52.226	0.92
PISO 5	56.773	0.86
PISO 6	66.184	
REGULAR		

✓ Irregularidad de masa o peso

Tabla 32. Verificación irregularidad de masa o peso del edificio

PISO	PESO EDIFICACION	peso mayor que 1.5 veces el piso adyacente
PISO 1	475.761	1.015
PISO 2	468.619	1.073
PISO 3	436.581	0.932
PISO 4	468.288	1.003
PISO 5	466.876	1.042
PISO 6	448.055	
REGULAR		

✓ **Irregularidad geométrica vertical**

Las dimensiones en planta de todos los pisos es igual es por ello que no existe irregularidad en las direcciones de análisis.

dirección X	REGULAR
Dirección Y	REGULAR

✓ **Discontinuidad de los sistemas resistentes**

No hay presencia de elementos estructurales desalineados verticalmente.

dirección X	REGULAR
Dirección Y	REGULAR

✓ **Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes**

No hay presencia de elementos estructurales desalineados verticalmente.

dirección X	REGULAR
Dirección Y	REGULAR

4.4.4.2. Comprobación de irregularidades estructurales en planta

✓ **Irregularidad torsional**

Tabla 33. Verificación irregularidad torsional - dirección X

DIRECCIÓN X			
PISO	DESPL. RELATIVO MAXIMO	DESPL. RELATIVO PROMEDIO	VERIFICACIÓN
PISO 1	1.34	1.12	REGULAR
PISO 2	1.80	1.92	REGULAR
PISO 3	3.59	1.91	REGULAR
PISO 4	4.04	1.95	REGULAR
PISO 5	5.63	1.95	REGULAR
PISO 6	5.80	1.74	REGULAR
			REGULAR

Tabla 34. Verificación irregularidad torsional - dirección Y

DIRECCIÓN Y			
PISO	DESPL. RELATIVO MAXIMO	DESPL. RELATIVO PROMEDIO	VERIFICACIÓN
PISO 1	1.00	0.81	REGULAR
PISO 2	1.56	1.24	REGULAR
PISO 3	2.76	1.40	REGULAR
PISO 4	3.29	1.37	REGULAR
PISO 5	4.32	1.23	REGULAR
PISO 6	4.62	1.05	REGULAR
			REGULAR

✓ Irregularidad torsional extrema

Tabla 35. Verificación irregularidad torsional extrema - dirección X

DIRECCIÓN X			
PISO	DESPL. RELATIVO MAXIMO	DESPL. RELATIVO PROMEDIO	VERIFICACIÓN
PISO 1	1.34	1.12	REGULAR
PISO 2	1.80	1.92	REGULAR
PISO 3	3.59	1.91	REGULAR
PISO 4	4.04	1.95	REGULAR
PISO 5	5.63	1.95	REGULAR
PISO 6	5.80	1.74	REGULAR
			REGULAR

Tabla 36. Verificación irregularidad torsional extrema - dirección Y

DIRECCIÓN Y			
PISO	DESPL. RELATIVO MAXIMO	DESPL. RELATIVO PROMEDIO	VERIFICACIÓN
PISO 1	1.00	0.81	REGULAR
PISO 2	1.56	1.24	REGULAR
PISO 3	2.76	1.40	REGULAR
PISO 4	3.29	1.37	REGULAR
PISO 5	4.32	1.23	REGULAR
PISO 6	4.62	1.05	REGULAR
			REGULAR

✓ Esquinas entrantes

Según la norma E.030, la estructura analizada es irregular cuando la longitud entrante (esquina) es mayor que el 20 % de la longitud total en planta en la dirección analizada.

DIRECCION	LONGITUD TOTAL	LONGITUD ENTRANTE	VERIFICACIÓN
X	16.22	3.33	REGULAR

DIRECCION	LONGITUD TOTAL	LONGITUD ENTRANTE	VERIFICACIÓN
Y	33.95	9.70	REGULAR

✓ **Discontinuidad del diafragma**

Es irregular cuando los diafragmas tienen variaciones importantes en rigidez así como aberturas mayores que 50% del área del diafragma.

dirección X	REGULAR
Dirección Y	REGULAR

✓ **Sistemas no paralelos**

Es irregular cuando en la dirección que se analiza los elementos estructurales resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. Esta condición no se aplica si el eje de los pórticos forman ángulos menores a 30°.

Es

dirección X	REGULAR
Dirección Y	REGULAR

Tabla 37. Resumen de irregularidades estructurales en altura

IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL EN ALTURA	FACTOR DE IRREGULARIDAD	FACTOR SISMO X	FACTOR SISMO Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.80	1.0	1.0
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	0.80	1.0	1.0
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	1.0	1.0
Irregularidad Extrema de Resistencia	0.50	1.0	1.0
Irregularidad de Masa o Peso	0.90	1.0	1.0
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90	1.0	1.0
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80	1.0	1.0
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.60	1.0	1.0

Tabla 38. Resumen de irregularidades estructurales en planta

IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL EN PLANTA	FACTOR DE IRREGULARIDAD	FACTOR SISMO X	FACTOR SISMO Y
Irregularidad Torsional	0.80	1.0	1.0
Irregularidad Torsional Extrema	0.60	1.0	1.0
Esquinas Entrantes	0.90	1.0	1.0
Discontinuidad del Diafragma	0.90	1.0	1.0
Sistemas no Paralelos	0.90	1.0	1.0

4.4.5. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

Este coeficiente se obtiene mediante el producto del coeficiente básico de reducción y los factores de irregularidad en planta y altura.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

Tabla 39. Resumen de coeficientes de reducción sísmica (R)

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SISMICA		
DATOS	DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y
R ₀	7.00	7.00
I _a	1.00	1.00
I _p	1.00	1.00
R	7.00	7.00

4.4.6. Verificación del sistema estructural

La fuerza cortante absorbida por los muros es mayor al 20% y menor que el 80% del cortante total, por lo tanto según la norma E.030 el sistema estructural será dual.

Tabla 40. Cortante que absorben los muros de corte y columnas

CORTANTE	DIRECCION X	DIRECCION Y
V _{total} =	651.62 Tn	536.76 Tn
V _{columnas} =	212.11 Tn	167.83 Tn
V _{muros} =	439.5100	368.9300
%MUROS=	67.45%	68.73%

4.4.7. Calculo del peso del edificio

Para la estimación del peso la norma E.030 nos brinda el porcentaje de carga viva que se debe añadir a la carga permanente de acuerdo a la categoría de la edificación.

Tabla 41. Porcentaje de carga viva o sobrecarga

CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN	CARGA PERMANENTE	CARGA VIVA	CARGA VIVA AZOTEA
Categoría A	100%	50%	25%

4.4.8. Tipo de procedimientos utilizados para el análisis sísmico

4.4.8.1. Análisis estatico o de fuerzas estáticas equivalentes

En este proyecto el análisis sísmico estatico solo será empleado para escalar el cortante dinamico y cumplir con la fuerza cortante mínima requerido por la norma E.030 en su articulo 29.4.

$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$	
V =	0.265 * P
Peso edif =	2764.18 Tn
V =	733.0 Tn

Tabla 42. Porcentaje de fuerza sísmica por piso

DIRECCIÓN X - DIRECCIÓN Y								
PISO	hi	hi acum	Pi acum	Pi	Pi * hi	Porcentaje	Fi	V
1	3.00 m	3.00 m	2764.18 Tn	475.76 Tn	1427.28	18%	133.53 Tn	733.00 Tn
2	2.80 m	5.80 m	2288.42 Tn	468.62 Tn	1312.13	17%	122.76 Tn	599.47 Tn
3	2.80 m	8.60 m	1819.80 Tn	436.58 Tn	1222.43	16%	114.37 Tn	476.71 Tn
4	2.80 m	11.40 m	1383.22 Tn	468.29 Tn	1311.21	17%	122.67 Tn	362.35 Tn
5	2.80 m	14.20 m	914.93 Tn	466.88 Tn	1307.25	17%	122.30 Tn	239.67 Tn
6	2.80 m	17.00 m	448.06 Tn	448.06 Tn	1254.55	16%	117.37 Tn	117.37 Tn

4.4.8.2. Análisis sísmico dinámico modal espectral

Para este proyecto se requiere realizar el análisis sísmico dinámico. La gravedad se consideró 1, por lo cual debe ser multiplicada por 9.81 m/s² al ser ingresada en el programa SAP200.

DATOS	PARAMETROS	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.45	Ro	7	7
U	1.50	Ia	1.00	1.00
S	1.10	Ip	1.00	1.00
Tp	1.00	R	7	7
Tl	1.60	g		1
Ro	7			

Valores para la grafica del espectro del sismo en X y sismo en Y

C	T	Sa
2.500	0.00	0.265
2.500	0.01	0.265
2.500	0.02	0.265
2.500	0.03	0.265
2.500	0.04	0.265
2.500	0.05	0.265
2.500	0.06	0.265
2.500	0.07	0.265
2.500	0.08	0.265
2.500	0.09	0.265
2.500	0.10	0.265
2.500	0.20	0.265
2.500	0.30	0.265
2.500	0.40	0.265
2.500	0.50	0.265
2.500	0.60	0.265
2.500	0.70	0.265
2.500	0.80	0.265

2.500	0.90	0.265
2.500	1.00	0.265
1.000	2.00	0.106
0.444	3.00	0.047
0.250	4.00	0.027
0.160	5.00	0.017
0.111	6.00	0.012
0.082	7.00	0.009
0.063	8.00	0.007
0.049	9.00	0.005
0.040	10.00	0.004

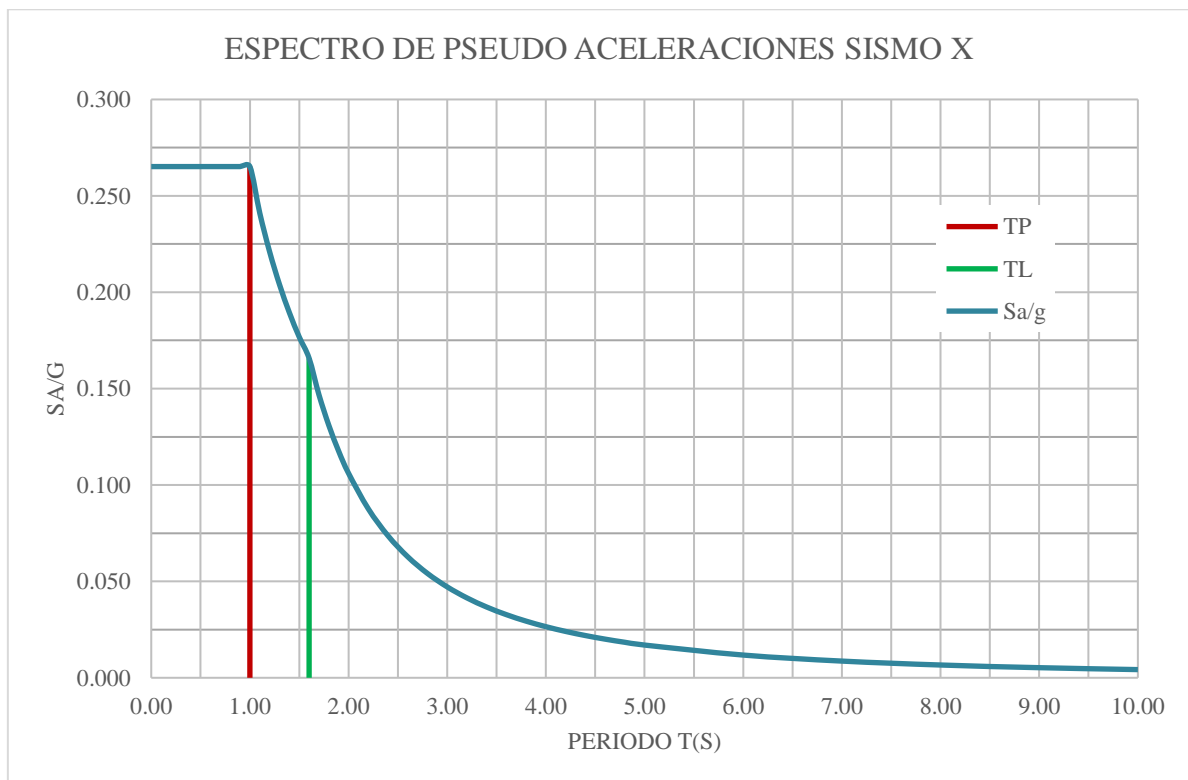


Gráfico 1. Espectro de pseudo aceleraciones para el sismo en la dirección X

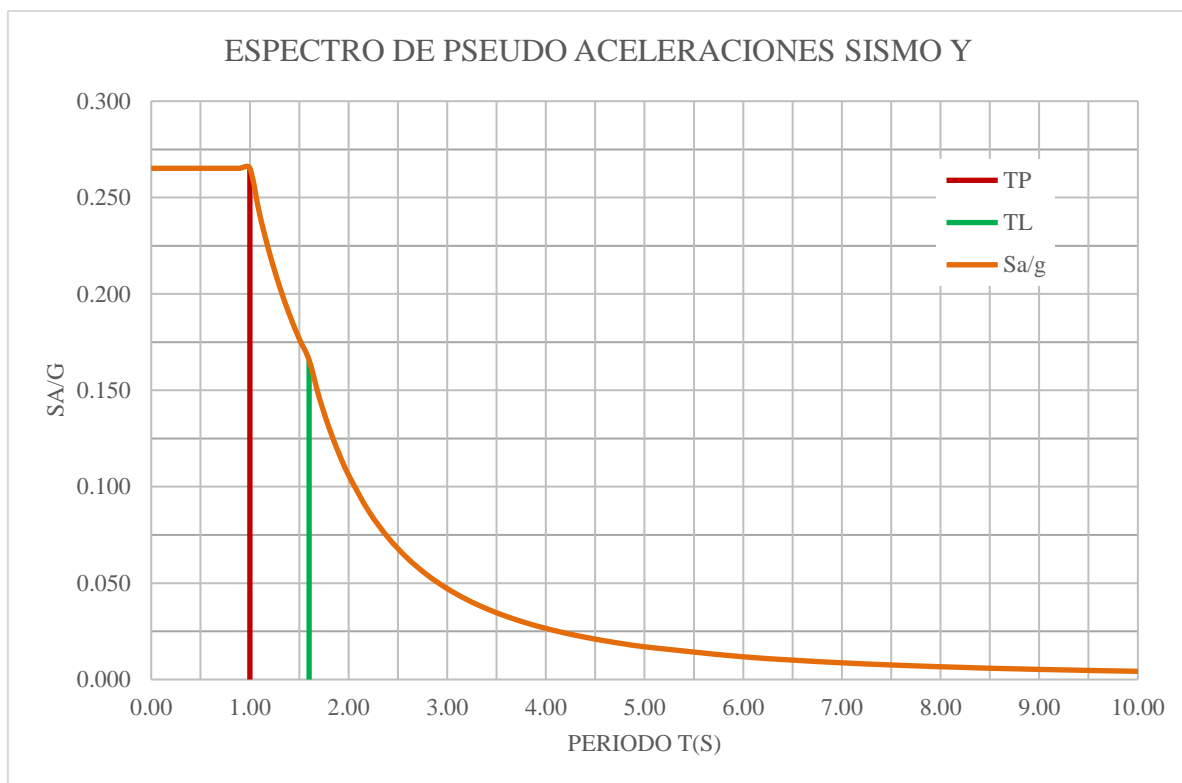


Gráfico 2. Espectro de pseudo aceleraciones para el sismo en la dirección Y

4.4.9. Diseño de los elementos estructurales

4.4.9.1. Diseño de vigas

Se diseñará la viga del eje 5 entre el eje A y eje B del piso 1 de forma detallada; el procedimiento será utilizado para el resto de vigas de edificio.

Datos

f_c	210 Kg/cm ²
f_y	4200 Kg/cm ²

β_1	0.85
ϕ	0.9

P_{min}	0.0024
P_b	0.0217
P_{max}	0.0163

Características del refuerzo			
Barra N°	Diametro	Diámetro	Área
	(pulg)	(cm)	(cm ²)
3	3/8	0.95	0.71
4	1/2	1.27	1.29
5	5/8	1.59	1.98
6	3/4	1.91	2.85
8	1	2.54	5.1

TRAMO	NUDO/CLARO		Dimensiones		d
			b	h	
A-B	NUDO	A	40	70	63.78
			40	70	63.78
	CLARO	-	40	70	63.78
			40	70	63.78
	NUDO	B	40	70	63.78
			40	70	63.78

Calculo del área de acero longitudinal teniendo el M_u

TRAMO	NUDO/CLARO		$M_u(Tn-m)$		Dimensiones			d
					b	h	N CAPA	
A-B	NUDO	A	M(-)	-27.90	40	70	1	63.78
			M(+)	18.49	40	70	1	63.78
	CLARO	-	M(-)	-7.99	40	70	1	63.78
			M(+)	-7.99	40	70	1	63.78
	NUDO	B	M(-)	-31.97	40	70	1	63.78
			M(+)	17.71	40	70	1	63.78

Resultados		Verificación de A_s min	Barras totales de acero					Área total	p	Verificación de p
A_s (cm ²)	a (cm)		3/8	1/2	5/8	3/4	1			
12.27	7.22	12.27			2	3		12.51	0.005	CUMPLE
7.96	4.68	7.96				3		8.55	0.003	CUMPLE
3.37	1.98	6.16				3		8.55	0.003	CUMPLE
3.37	1.98	6.16				3		8.55	0.003	CUMPLE
14.19	8.35	14.19				5		14.25	0.006	CUMPLE
7.61	4.48	7.61				3		8.55	0.003	CUMPLE

Ancho Minimo	Momento Resistente		
	a Resist (cm)	M Resis	Verificación
CUMPLE	7.36	31.578	CORRECTO
CUMPLE	5.03	22.000	
CUMPLE	5.03	22.000	CORRECTO
CUMPLE	5.03	22.000	CORRECTO
CUMPLE	8.38	35.664	CORRECTO
CUMPLE	5.03	22.000	

Calculo de la longitud de los bastones y su longitud de desarrollo

BARRA CONTÍNUA			BASTÓN						
Barras Continuas 3/4	Area Total	As prop/As req	Usar/No	d _{nuevo}	Mu que cubre	Distancia con SAP	Bastones		Lb (m)
							Barra	N	
3	8.55	1.02	Usar	64.10	19.55	0.45	5/8	2	1.25
3	8.55	1.07	No Usar	64.10					
3	8.55	1.39	No Usar	64.10					
3	8.55	1.39	No Usar	64.10					
3	8.55	1.00	Usar	64.10	19.37	0.55	3/4	2	1.45
3	8.55	1.12	No Usar	64.10					

Calculo del acero para el diseño por cortante

DATOS												
SECCIÓN						As(cm ²)	a(cm)	M _{pr} (tn.m)	V _{ab} (tn)	V _{ba} (tn)	L. Confi. (m)	
TRAMO	NUDOS	b(cm)	h(cm)	d(cm)	L(m)							
A-B	A	40	70	63.78	5.07	-	12.51	7.36	39.47	5.97	22.46	1.40
						+	8.55	5.03	27.50			
	B					-	14.25	8.38	44.58	21.46	4.96	
						+	8.55	5.03	27.50			

ZONA DE COFINAMIENTO											
CORTANTE (tn)					VERIFICACIONES						
x (m)	V _u	V _n (ø=0.85)	V _c	V _s	V _n >v _c	V _s ≤ 2*V _c	2*V _c <V _s ≤ 4*V _c	V _s >4*V _c	S1	S2	
1.35	18.62	21.90	19.59	2.31	CALCULAR S	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	60.00	31.89	

VALORES DE "S" (cm)							
S3	S4	S5	S6	S7	D. de estribo	D. barra long (db)	S mín. (cm)
-	15.95	15.90	23.52	30.00	3/8	5/8	15.00

FUERA DE ZONA DE CONFINAMIENTO										
CORTANTE (tn)				VERIFICACIONES				VALORES DE "s"		"s" para zona fuera de confi.
Vu	Vn ($\phi=0.85$)	Vc	Vs	Vn>vc	Vs $\leq 2 \cdot Vc$	$2 \cdot Vc < Vs \leq 4 \cdot Vc$	Vs > 4 * Vc	S1	S2	
14.02	16.49	19.59	-3.10	ESTRIBOS MÍNIMOS	-	-	-	60.00	31.89	31.00

RESUMEN					
ESPACIAMIENTO (cm)			Nº ESTRIBOS		
1er estribo	zona de confi.	fuera zona de confi.	1er estribo	confi.	resto
5.00	15.00	25.00	1.00	9.00	10.00

4.4.9.2. Diseño de viguetas

Diseño detallado del las viguetas ubicadas entre los ejes 6 y 7, el procedimiento será el mismo para todas las losas aligeradas.

DATOS DEL ACERO					
Nº	3	4	5	6	8
\emptyset	3/8	1/2	5/8	3/4	1
\emptyset (cm)	0.95	1.27	1.59	1.91	2.54
Área(cm ²)	0.71	1.29	1.9900	2.84	5.10

DISEÑO POR FLEXIÓN					
Datos:	Mu =	0.71 Tn.m	fy =	4200	Kg/cm ²
	b =	10.00 cm	fc =	210	Kg/cm ²
	h =	20.00 cm	$\beta_1 =$	0.85	
	d =	17.37 cm			
	a =	3.47 cm			
	$\emptyset =$	0.90			

Cálculo del área de acero
(As):

$$As = \frac{Mu}{\phi f_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{As * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

As =	1.20	cm ²	a =	2.82	cm	<	>	3.47	cm
As =	1.17	cm ²	a =	2.76	cm	<	>	2.82	cm
As =	1.17	cm ²	a =	2.76	cm	<	>	2.76	cm

As = 1.17 cm ²

a = 2.76 cm

Verificación de cuantía:

$\rho =$	0.007
$\rho \text{ mín} =$	0.0024
$\rho b =$	0.022
$\rho \text{ max} =$	0.016

$\rho \text{ mín}$	ρ	$\rho \text{ max}$
0.0024	0.007	0.016

CORRECTO**Refuerzo mínimo:**

$$A_s \text{ mín} = 0.42 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } 1 \quad \emptyset \quad \text{N}^\circ \quad 4$$

$$A_s = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$M_{\text{resistente}} = 0.77 \text{ Tn}^* \text{m}$$

Refuerzo por contracción y temperatura (A_{st})

$$\rho_t = 0.0018$$

$$A_{st} = \rho_t \times b \times h$$

$$A_{st} = 0.0018 \times 100 \times 5$$

$$A_{st} = 0.9 \text{ cm}^2$$

$$\text{Usar: } 1 \quad \emptyset \quad \text{N}^\circ \quad 3 \quad @ \quad 0.25 \text{ m}$$

$$A_{st} = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$S = 78.89 \text{ cm} \quad \begin{matrix} \rightarrow 25 \text{ cm} \\ \rightarrow 60 \text{ cm} \end{matrix} \quad \text{usado}$$

Revisión por cortante

$$V_u = 1029.09 \text{ Kg}$$

Cortante tomado por el concreto (V_n)

$$V_c = 0.53 \times 1.1 \times (f_c)^{0.5} \times b \times d$$

$$V_n = 1467.08 \text{ Kg}$$

$$\phi V_c = 0.85 \times V_c$$

$$\phi V_c = 1247.02 \text{ Kg}$$

CONCRETO ABSORBE LA CORTANTE**4.4.9.3. Diseño de columnas**

Detalle del diseño de la columna 5-A nivel 4, este procedimiento será el que se utilizo para el diseño de todas las columnas.

$f_c =$	280.00	Kg/cm^2
$b =$	55.00	cm
$h =$	80.00	cm

DIMENSION DE ACEROS A UTILIZAR					
BARRA N°	3	4	5	6	7
\emptyset "	3/8	1/2	5/8	3/4	1
\emptyset cm	0.95	1.27	1.588	1.91	2.54
Área(cm ²)	0.71	1.29	1.99	2.84	5.10

Combinaciones de carga

COLUMNA	COMBINACIÓN	DATOS DE PROGRAMA				
		P	M2 Inf	M3 Inf	M2 Sup	M3 Sup
		Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
243	1.4D+1.7L	87.88	1.472	-3.393	-1.219	2.177
	1.25D+1.25L+SxD	115.25	-10.002	-15.837	-12.944	-13.861
	1.25D+1.25L-SxD	115.25	-10.002	-15.837	-12.944	-13.861
	1.25D+1.25L+SyD	105.00	-20.765	-11.389	-24.399	-8.819
	1.25D+1.25L-SyD	105.00	-20.765	-11.389	-24.399	-8.819
	0.9D+SxD	84.65	-10.597	-14.511	-12.448	-14.756
	0.9D-SxD	84.65	-10.597	-14.511	-12.448	-14.756
	0.9D+SyD	74.40	-21.360	-10.062	-23.903	-9.714
	0.9D-SyD	74.40	-21.360	-10.062	-23.903	-9.714

Puntos para construir el diagrama de interacción

PUNTOS	0°		90°		180°		270°	
	Curve 1		Curve 7		Curve 13		Curve 19	
	PU	MU3	PU	MU2	PU	MU3	PU	MU2
	tn	tn	tn.m	tn	tn	tn	tn.m	tn
1	-735.99	0.00	-735.99	0.00	-735.99	0.00	-735.99	0.00
2	-735.99	46.65	-735.99	31.76	-735.99	-46.65	-735.99	-31.76
3	-678.03	71.74	-681.24	49.34	-678.03	-71.74	-681.24	-49.34
4	-576.26	91.76	-581.40	62.82	-576.26	-91.76	-581.40	-62.82
5	-464.16	107.08	-474.33	73.08	-464.16	-107.08	-474.33	-73.08
6	-337.91	118.90	-351.94	80.97	-337.91	-118.90	-351.94	-80.97
7	-278.12	130.34	-289.61	88.16	-278.12	-130.34	-289.61	-88.16
8	-204.96	135.94	-211.56	91.72	-204.96	-135.94	-211.56	-91.72
9	-79.48	113.21	-91.70	73.62	-79.48	-113.21	-91.70	-73.62
10	69.55	72.09	51.52	43.80	69.55	-72.09	51.52	-43.80
11	254.74	0.00	254.74	0.00	254.74	0.00	254.74	0.00

Diagrama de interacción dirección X

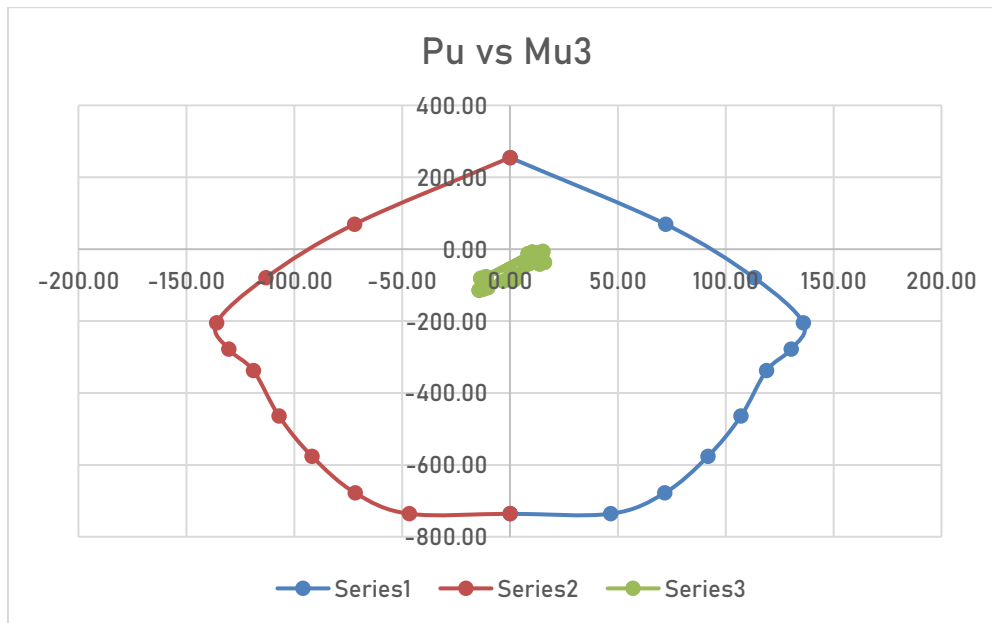
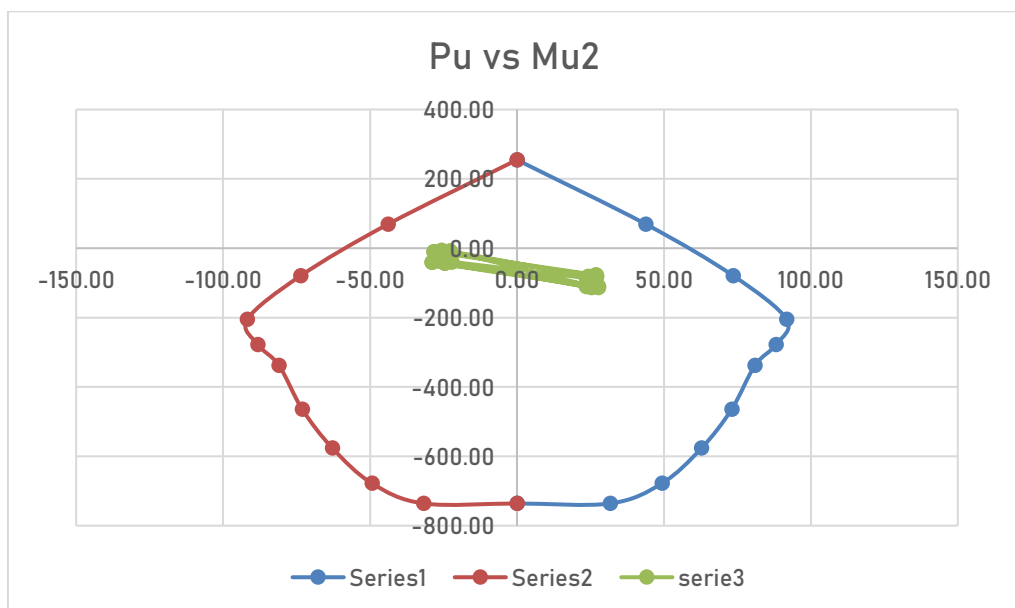
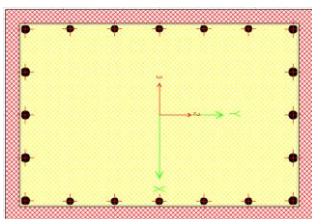


Diagrama de interacción dirección X



Distribución del acero



Usar 10 ϕ 1" + 10 ϕ 3/4

Diseño por cortante

ESPACIAMIENTOS MAXIMOS					
<i>Sección columna</i>		<i>Lo : Zona de confinamiento</i>			
$b =$	55	cm	$h/6 =$	50	cm
$h =$	80	cm	$B \text{ o } T =$	55	cm
$Lu =$	300	cm	$L_{min} =$	50	cm
		$Lo =$		55.00	cm

<i>Estribos en zona de confinamiento</i>		<i>Estribos fuera de confinamiento</i>				
$8db =$	20.32	cm	$16db =$	40.64	cm	
$b/2 \text{ o } t/2 =$	27.5	cm	$48dbe =$	45.72	cm	
$S_{min} =$	10	cm	$B \text{ o } T =$	55	cm	
$S =$		10.00	cm	$d/2 =$	27.5	cm
				$S_{min} =$	60	cm
				$S =$	27.50	cm

<i>Dirección X</i>		
$Mn, sup =$	50.10	$Tn-m$
$Mn, inf =$	9.00	$Tn-m$
$Nu =$	127.08	Tn
$Lu =$	3.00	m
$\Phi =$	0.85	
$Vu =$	19.70	Tn
$Vn =$	23.18	Tn
$Vc =$	37.60	Tn
$Vs =$	0.00	Tn
$Scalculo =$	30.98	cm

<i>Dirección Y</i>		
$Mn, sup =$	26.78	$Tn-m$
$Mn, inf =$	13.50	$Tn-m$
$Nu =$	228.84	Tn
$Lu =$	3.00	m
$\Phi =$	0.85	
$Vu =$	13.43	Tn
$Vn =$	15.80	Tn
$Vc =$	36.16	Tn
$Vs =$	0.00	Tn
$Scalculo =$	21.30	cm

DISTRIBUCIÓN DE ESTRIBOS			
ZONA	Estribos (pulg)		3/8
	#	@	S(cm)
primer estribo	1	@	5.00
en zona de confinamiento	7	@	10.00
fuera de zona de confinamiento	5	@	15.00

4.4.9.4. Diseño de platea de cimentación

Verificaciones

Tipo de suelo	Arcilla limosa	
$\sigma_{adm} =$	0.92	kg/cm ²
$K_{30} =$	2.056	kg/cm ³
$f'c =$	280	kg/cm ²
$E =$	250998.01	kg/cm ²
$\sigma_{neto} =$	0.828	kg/cm ²
$t \text{ asumido} =$	120	cm

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{3k_0}{Et^3}}$$

Si $1.75/\lambda \geq$ Espacio entre ejes de columnas, es platea rígida

Si $1.75/\lambda <$ Espacio entre ejes de columnas, es platea flexible

Verificación para rígida

Análisis de franjas paralelas al eje X						
Franja	b (cm)	S (l/cm)	K = K30 (S)	λ	1.75/ λ	Verificación
A	398.50	0.07	0.14	0.0010	1773.51	RIGIDA
B	629.00	0.05	0.10	0.0009	1922.58	RIGIDA
C	471.00	0.06	0.12	0.0010	1828.98	RIGIDA
D	389.00	0.07	0.14	0.0010	1765.46	RIGIDA
E	312.50	0.08	0.17	0.0010	1691.96	RIGIDA
F	319.50	0.08	0.16	0.0010	1699.41	RIGIDA
G	305.50	0.08	0.17	0.0010	1684.34	RIGIDA
H	328.00	0.08	0.16	0.0010	1708.24	RIGIDA
I	178.00	0.13	0.26	0.0012	1504.17	RIGIDA

Análisis de franjas paralelas al eje Y						
Franja	b (cm)	S (l/cm)	K = K30 (S)	λ	1.75/ λ	Verificación
1	517.00	0.05	0.11	0.0009	1864.41	RIGIDA
2	607.00	0.05	0.10	0.0009	1905.54	RIGIDA
3	517.00	0.05	0.11	0.0009	1864.41	RIGIDA

Verificación por punzonamiento

COL	Dimensiones		α	Punzonado			V.Actua	V.Resis	Verifica
	m	n		Po	Ah	Pu (tn)			Vres>Vact
C1	0.80 m	0.55 m	30	2.47	1.51	193.09	165.04	509.20	ok
C2	0.80 m	0.55 m	30	4.14	2.13	222.57	187.28	853.47	ok
C3	0.80 m	0.55 m	30	2.47	1.51	228.79	206.95	509.20	ok
C4	0.80 m	0.55 m	30	7.18	3.21	226.09	186.76	1480.18	ok
C5	0.80 m	0.55 m	40	7.18	3.21	195.36	159.87	1480.18	ok
C6	0.80 m	0.55 m	30	4.14	2.13	176.08	146.60	853.47	ok
C7	0.80 m	0.55 m	30	7.18	3.21	266.88	222.51	1480.18	ok
C8	0.80 m	0.55 m	40	4.14	2.13	239.79	212.85	853.47	ok
C9	0.80 m	0.55 m	30	4.14	2.13	269.79	233.40	853.47	ok
C11	0.80 m	0.55 m	30	7.18	3.21	172.53	111.46	1480.18	ok
C10	1.00 m	0.40 m	40	2.52	1.50	197.16	173.66	519.51	ok

Verificación por corte

EJE X					
COLUMNA	b	a	Vact (ton)	Vres (ton)	Vres>Vact
C1	0.80 m	0.55 m	14.93	276.93	OK
C2	0.80 m	0.55 m	6.70	257.93	OK
C3	0.80 m	0.55 m	9.36	269.75	OK
C4	0.80 m	0.55 m	6.42	263.84	OK
C5	0.80 m	0.55 m	5.79	263.84	OK
C6	0.80 m	0.55 m	7.24	263.84	OK
C7	0.80 m	0.55 m	29.61	328.43	OK
C8	0.80 m	0.55 m	27.04	328.43	OK
C9	0.80 m	0.55 m	77.22	397.66	OK
C11	0.80 m	0.55 m	86.11	397.66	OK
C10	0.40 m	1.00 m	54.30	397.66	OK

EJE Y					
COLUMNA	b	a	Vact (ton)	Vres (ton)	Vres>Vact
C1	0.55 m	0.80 m	350.56	436.50	OK
C2	0.55 m	0.80 m	312.51	436.50	OK
C3	0.55 m	0.80 m	273.06	436.50	OK
C4	0.55 m	0.80 m	231.45	436.50	OK
C5	0.55 m	0.80 m	305.67	512.48	OK
C6	0.55 m	0.80 m	127.49	328.43	OK
C7	0.55 m	0.80 m	261.13	436.50	OK
C8	0.55 m	0.80 m	349.12	512.48	OK
C9	0.55 m	0.80 m	322.27	436.50	OK
C11	0.55 m	0.80 m	175.58	328.43	OK
C10	1.00 m	0.40 m	452.27	512.48	OK

Acero por flexión

Recubr.+Estríb.	8	cm	Una fila
Recubr.+Estríb.	9	cm	Dos filas
Recubr.+Estríb.	4	cm	VIGA CHATA
Recub	4	cm	

CARACTERÍSTICAS DE ACERO					
#	ø pulg	ø cm	Peso (kg/m)	Área (cm ²)	Perim. (cm)
3	3/8	0.95	0.56	0.71	2.99
4	1/2	1.27	0.99	1.29	3.99
5	5/8	1.59	1.55	1.98	4.99
6	3/4	1.91	2.24	2.85	5.98
8	1	2.54	3.97	5.10	7.98

acero corrido			
superior	5/8"	@	30.00 cm
inferior	5/8"	@	30.00 cm

4.5. Análisis del edificio con aisladores elastomérico con núcleo de plomo

4.5.1. Consideraciones para el diseño de los aisladores

Al incorporar aisladores sísmicos de base en un edificio o estructura en general estos tendrán que satisfacer requisitos como:

- ✓ Soportar el peso de la estructura y la sobrecarga de la edificación cuando esta en reposo.
- ✓ Se debe garantizar el adecuado amortiguamiento de los aisladores con la finalidad de reducir la deformación de la superestructura.
- ✓ La interfaz de aislamiento debe ser capaz de reducir las deformaciones por corte a la que serán sometidos los aisladores en el momento de un sismo severo.
- ✓ Tendrán una flexibilidad horizontal óptima con la finalidad de absorber la aceleración sísmica.
- ✓ La rigidez vertical debe ser muy alta, para evitar el aplastamiento por el peso propio de la estructura sobre la interfaz de aislamiento (subestructura).
- ✓ El sistema de aislamiento debe tener la capacidad de poder volver a su estado inicial terminado el sismo al que fue sometido.
- ✓ Los proveedores de los sistemas de aislamiento deben garantizar un periodo de vida útil para los aisladores (generalmente 50 años).

Cuando se diseñan estructuras con sistemas de aislamiento se debe controlar los desplazamientos del nivel de aislamiento, por lo que no es necesario considerar muros de corte que aumentarían la rigidez de la estructura como se hacía en el diseño del edificio convencional; Millones Cumpa [11] considera que al modelar las escaleras y ascensores debe considerarse en la base apoyos simples esto con la finalidad de simular un deslizador

4.5.2. Análisis sísmico de estructuras aisladas

El reglamento nacional de edificaciones en su norma E.030: Diseño Sismorresistente, establece que las edificaciones nuevas de la categoría A1 deben de considerar un sistema de

aislamiento sísmico de manera obligatoria cuando se encuentren en la zona 3 y 4 y de manera opcional cuando las estructuras se encuentren en la zona 1 y 2 de no optar por realizar un diseño con sistema de aislación en estas zonas el valor del factor de uso debe ser como mínimo 1.5.

Para el diseño del sistema de aislación se debe considerar la norma técnica E.031: Aislamiento Sísmico. Esta establece los requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificios con cualquier sistema de aislación sísmica, de ser necesario se considerará la norma “Minimum Design Loads for Building and Other Structures”, ASCE/SEI 7-10, Structural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, USA, 2010.

4.5.3. Parametros sísmicos considerados para el análisis de la edificación con aislación sísmica de base

Factor de zona “Z” para el sismo DBE

ZONA	Z	Ciudad
4	0.45	CHICLAYO

Factor de zona “Z” para el sismo MCE

ZONA	Z	Ciudad
4	0.45*(1.50)	CHICLAYO

Factor de suelo “S” y periodo “Tp” “TL”

TIPO	DESCRIPCION	S	TP	TL
S3	Suelos blandos	1.10	1.00	1.60

Factor de uso “U”

CATEGORIA	U	OBSERVACIONES
A2	1.00	Edificación aislada

Coefficiente básico de reducción “R” de la estructura sin aislación

DIRECCIÓN	SISTEMA ESTRUCTURAL	R _o
DIR X-X	Dual	7
DIR Y-Y	Dual	7

Coefficiente básico de reducción “R” para la subestructura

DIRECCIÓN	NIVEL DE LA ESTRUCTURA	R _o
DIR X-X	Subestructura	1
DIR Y-Y	Subestructura	1

Coefficiente básico de reducción “R” para la superestructura

DIRECCIÓN	NIVEL DE LA ESTRUCTURA	R _o
DIR X-X	Superestructura	2
DIR Y-Y	Superestructura	2

4.5.4. Diseño del aislador elastomérico con nucleo de plomo

Diseño de aislador 1

Daislador =	750 mm
Dplomo =	140 mm
altura aisl =	250 mm

Niveles de sismo

Para diseñar la superestructura se considera el sismo de diseño (DBE)

$$Z = 0.45 \quad (\text{factor de Zonificación})$$

$$Z_{DBE} = 0.45 \text{ g}$$

Para el diseño de los aisladores se considera el sismo máximo esperado (MCE)

$$Z_{MCE} = 1.5 Z_{DBE}$$

$$Z_{MCE} = 0.68 \text{ g}$$

Periodo efectivo inicial

Se asume inicialmente que el periodo efectivo de la estructura aislada cuando se produce el maximo desplazamiento es igual a:

$$T_M = 2.5 \text{ seg o } 3 T_{\text{estructura fija a la base}} \quad \begin{array}{l} T \\ 3T \end{array} \quad \begin{array}{l} 0.43 \text{ s} \\ 1.29 \text{ s} \end{array}$$

$$T_M = 2.5 \text{ seg}$$

Amortiguamiento efectivo inicial

se considera un amortiguamiento efectivo inicial para el maximo desplazamiento igual a
 $BM = 15\%$

$$BM = 15.00 \% \quad BM = 1.35$$

FACTOR DE AMORTIGUAMIENTO BM	
Amortiguamiento Efectivo, BM (En porcentaje del amortiguamiento crítico)	Factor BM
≤ 2	0.8
5	1
10	1.2
15	1.35
20	1.5
25	1.6
30	1.7
≥ 40	1.9

Desplazamiento máximo lateral

$$D_M = \frac{S_{aM} T_M^2}{4\pi^2 B_M}$$

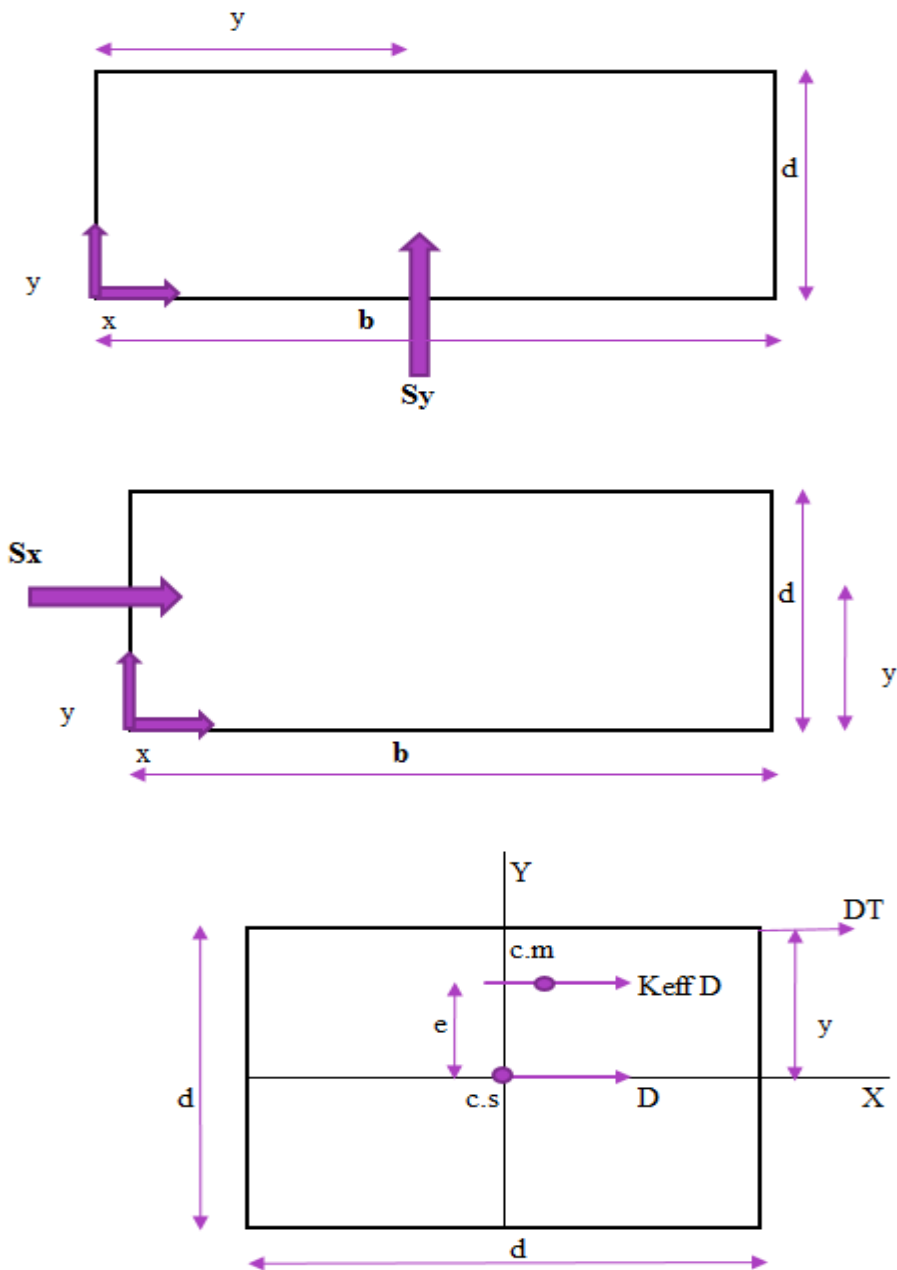
$$S_{aM} = 0.37 \text{ g}$$

$$DM = 0.427 \text{ m}$$

$$DM = 427.09 \text{ mm}$$

Desplazamiento máximo total

$$D_{TM} = D_M \left[1 + \left(\frac{y}{P_T^2} \right) \left(\frac{12e}{b^2 + d^2} \right) \right]$$



Y = Distancia entre el centro de rigidez del sistema de aisladores y aislador de interés mas alejado, debe ser medido perpendicular a la dirección del sismo que se esta considerando.

B = longitud corta en planta de la estructura.

D = longitud larga en planta de la estructura.

E = excentricidad accidental.

$$\begin{aligned}
 y &= 16.58 \text{ m} \\
 e &= 1.66 \text{ m} \\
 b &= 12.00 \text{ m} \\
 d &= 33.15 \text{ m} \\
 DTM &= 0.54 \text{ m} \\
 DTM &= 540.38 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$DTM \geq 1.15 DM$$

$$DTM = 0.54 \text{ m}$$

$$DTM = 540.38 \text{ mm}$$

Carga axial ultima

$$PU = 1.25CM + 1.25CV + \text{SISMO}$$

se puede considerar inicialmente que la carga del sismo es el 30% de la carga muerta ó

$$PU = 1.50CM + 1.25CV$$

$$PU = 345.35 \text{ T}$$

Diámetro de aislador

El diámetro del aislador se calcula teniendo en cuenta el desplazamiento maximo lateral y la carga axial ultima, se toma el más crítico:

OPCIÓN 1:

$$D1 = 1.5 DTM$$

$$D1 = 0.64 \text{ m}$$

$$D1 = 640.64 \text{ mm}$$

OPCIÓN 2:

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 P_U}{\pi \sigma_{\text{maxperm}}}}$$

$$D2 = 0.73 \text{ m}$$

$$D2 = 734.17 \text{ mm}$$

$$DA = 734.17 \text{ mm}$$

$$DA = 0.73 \text{ m}$$

esfuerzo axial maximo permisible = 8MPA = 815.77 T/m²

Identificación del tipo de aisladores

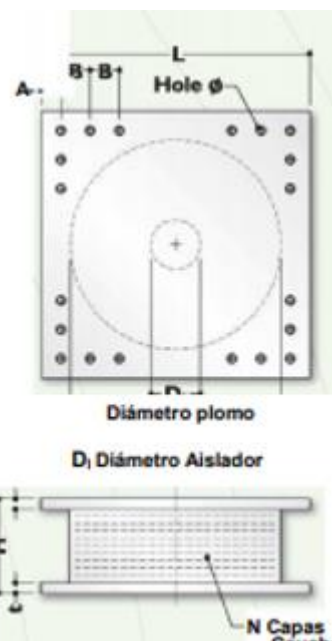
Se identifican 1,2, ó 3 tipo de aisladores de acuerdo a la similitud de diametro de aislador que requiera cada columna, con el catalogo DIS se puede identificar cada tipo de aislador por su diámetro.

a cada tipo de aislador se determina sus parametros que indican su comportamiento lineal y no lineal como lo indica su lazo histerético

Tabla 43. Propiedades técnicas del aislador. DIS

TAMANO DEL DISPOSITIVO				DIMENSIONES DE LA PLACA DE SOPORTE					
Diámetro Aislador, D _i (mm)	Altura Aislador, H (mm)	Número de capas de caucho, N	Diámetro del plomo, D _p (mm)	L (mm)	t (mm)	Cantidad Orificios	Orificio Ø (mm)	A (mm)	B (mm)
305	125-280	4-14	0-100	355	25	4	27	50	-
355	150-305	5-16	0-100	405	25	4	27	50	-
405	175-330	6-20	0-125	455	25	4	27	50	-
455	175-355	6-20	0-125	510	25	4	27	50	-
520	205-380	8-24	0-180	570	25	8	27	50	50
570	205-380	8-24	0-180	620	25	8	27	50	50
650	205-380	8-24	0-205	700	32	8	27	50	50
700	205-430	8-30	0-205	750	32	8	33	65	75
750	230-455	8-30	0-230	800	32	8	33	65	75
800	230-510	8-33	0-230	850	32	8	33	65	75
850	230-535	8-35	0-255	900	38	12	33	65	95
900	255-560	9-37	0-255	955	38	12	33	65	95
950	255-585	10-40	0-280	1005	38	12	33	65	95
1000	280-635	11-40	0-280	1055	38	12	40	75	115
1050	305-660	12-45	0-305	1105	44	12	40	75	115
1160	330-760	14-45	0-330	1205	44	12	40	75	115
1260	355-760	16-45	0-355	1335	44	16	40	75	115
1360	405-760	18-45	0-380	1435	51	16	40	75	115
1450	430-760	20-45	0-405	1525	51	20	40	75	115
1550	455-760	22-45	0-405	1625	51	20	40	75	115

Diámetro Aislador, D _i (mm)	PROPIEDADES DE DISEÑO			Desplazamiento o Máximo, D _{max} (mm)	Capacidad Carga Axial P _{max} (kN)
	Rigidez Producida, K _v (kN/mm)	Resistencia Características Q _d (kN)	Rigidez a la compresión, K _v (kN/mm)		
305	0.2-0.9	0-65	>50	150	450
355	0.2-1.2	0-65	>100	150	700
405	0.3-1.6	0-110	>100	200	900
455	0.3-2.0	0-110	>100	250	1,150
520	0.4-2.3	0-180	>200	300	1,350
570	0.5-2.8	0-180	>500	360	1,800
650	0.5-3.5	0-220	>700	410	2,700
700	0.5-4.2	0-220	>800	460	3,100
750	0.7-4.7	0-265	>900	460	3,600
800	0.7-5.3	0-265	>1,000	510	4,000
850	0.7-6.1	0-355	>1,200	560	4,900
900	0.7-6.1	0-355	>1,400	560	5,800
950	0.7-6.1	0-490	>1,800	610	6,700
1000	0.8-6.3	0-490	>1,900	660	7,600
1050	0.9-6.3	0-580	>2,100	710	8,500
1160	1.1-6.5	0-665	>2,800	760	13,800
1260	1.2-6.7	0-755	>3,700	810	20,500
1360	1.4-7.0	0-890	>5,100	860	27,600
1450	1.6-7.2	0-1,025	>5,300	910	33,400
1550	1.8-7.4	0-1,025	>6,500	910	40,000



Calculo de Qd

Con las cargas de servicio = CM + 0.5 CV se determina el peso (W) que recibe cada aislador, se puede determinar un peso promedio para cada tipo de aislador. Teniendo en cuenta estas relaciones de Qd para cada tipo de aislador. Se adoptó por una relación de Qd/W de 6%

$$\frac{Q_d}{W} = (3\% @ 10\%) \quad \text{SERVICIO} = 1.0\text{CM} + 0.5\text{CV}$$

$$W = 256 \text{ T}$$

$$Q_d = 15.36 \text{ T}$$

Diámetro del núcleo de plomo

en el catalogo de las propiedades tecnicas del aislador encontramos para cada diametro un rango de DN, el calculado debe encontrarse en ese rango.

$$A_{plomo} = \frac{F_y}{\sigma_y (10\text{MPa} \text{ ó } 1500 \text{ psi})}$$

$$F_y = 1.10 Q_d$$

$$D_N = \sqrt{\frac{4 * 1.10 Q_d}{\pi \sigma_y}}$$

se trabaja con esfuerzo admisible = 10MPa=1019.71 T/m²

$$F_y = 16.90 \text{ T}$$

$$D_N = 0.15 \text{ m}$$

$$D_N = 145.00 \text{ mm}$$

Calculo de la altura del aislador sin planchas de acero

se determina a partir de la deformacion de corte, cuyo limite debe ser de 250% y el maximo desplazamiento total, DTM.

$$H_A = \frac{D_{TM}}{2.5}$$

$$H_A = 0.22 \text{ m}$$

$$H_A = 250.00 \text{ mm}$$

Calculo de K_d

depende basicamente de la goma, se calcula a partir del modulo de corte, G, area y altura de la goma.

$$K_d = \frac{\pi}{4} * \frac{(D_A^2 - D_N^2) * G}{H_A}$$

el valor de $G=0.38$ a 0.7MPa , se trabajo con 50.99T/m^2

$$K_d = 82.96 \text{ T/m}$$

Rigidez efectiva

$$K_{eff} = \frac{Q_d}{D_{TM}} + K_d$$

$$K_{eff} = 111.39 \text{ T/m}$$

Amortiguamiento efectivo

$$\beta_{eff} = \frac{\text{area del lazo histerético}}{2\pi * K_{eff} * D_{TM}^2}$$

$$\beta_{eff} = \frac{4Q_d(D_{TM} - \frac{F_y}{10K_d})}{2\pi * K_{eff} * D_{TM}^2}$$

$$\beta_{eff} = 0.16$$

$$\beta_{eff} = 15.63 \%$$

Rigidez vertical

$$K_V = \frac{E_C A}{H_A}$$

E_C = Modulo de elasticidad del conjunto de las laminas de caucho y acero

A = Area transversal del aislador

$$E_C = \frac{6GS^2K}{6GS^2 + K}$$

G = Modulo de corte del caucho. Se asume entre 0.38 MPa a 0.70 Mpa

S = Factor de forma, que resulta de dividir el diametro del aislador D entre cuatro veces el espesor de una lamina de caucho t

K = Modulo de compresibilidad del caucho, el cual se considera igual a 2000 Mpa

Nota: el valor de $G=0.38$ a 0.7 MPA, se considero 50.99 T/m²

Nota: el valor de $K=2000$ MPA, se trabajo con 203943.24 T/m²

$$t = 8.00 \text{ mm}$$

$$S = 22.94$$

$$E_c = 89985.17 \text{ T/m}^2$$

$$A = 0.42 \text{ m}^2$$

$$K_v = 152377.07 \text{ T/m}$$

Rigidez elástica K_e

$$K_e = 10K_d$$

$$K_e = 829.65 \text{ T/m}$$

Características físicas y mecánicas del aislador 1 calculado

DA	734.1747	mm
HA	250.00	mm
K_{eff}	111.39	T/m
β_{eff}	15.63	Tn.s/m
K_e	829.65	T/m
F_y	16.90	T
K_d/K_e	0.1	
P_u	345.35	T
K_v	152377.07	T/m

Diseño de aislador 2

Daislador =	650 mm
Dplomo =	120 mm
altura aisl =	250 mm

Niveles de sismo

Para diseñar la super estructura se considera el sismo de diseño (DBE)

$$Z = 0.45 \quad (\text{factor de Zonificación})$$

$$Z_{DBE} = 0.45 \text{ g}$$

Para el diseño de los aisladores se considera el sismo máximo esperado (MCE)

$$Z_{MCE} = 1.5 Z_{DBE}$$

$$Z_{MCE} = 0.68 \text{ g}$$

Periodo efectivo inicial

Se asume inicialmente que el periodo efectivo de la estructura aislada cuando se produce el máximo desplazamiento es igual a:

$$T_M = 2.5 \text{ seg o } 3 T_{\text{estructura fija a la base}} \quad T = 0.43 \text{ s}$$

$$T_M = 2.5 \text{ seg} \quad 3T = 1.29 \text{ s}$$

Amortiguamiento efectivo inicial

se considera un amortiguamiento efectivo inicial para el máximo desplazamiento igual a $BM = 15\%$

$$BM = 15.00 \% \quad BM = 1.35$$

FACTOR DE AMORTIGUAMIENTO BM	
Amortiguamiento Efectivo, BM (En porcentaje del amortiguamiento crítico)	Factor BM
≤ 2	0.8
5	1
10	1.2
15	1.35
20	1.5
25	1.6
30	1.7
≥ 40	1.9

Desplazamiento máximo lateral

$$D_M = \frac{S_{aM} T_M^2}{4\pi^2 B_M}$$

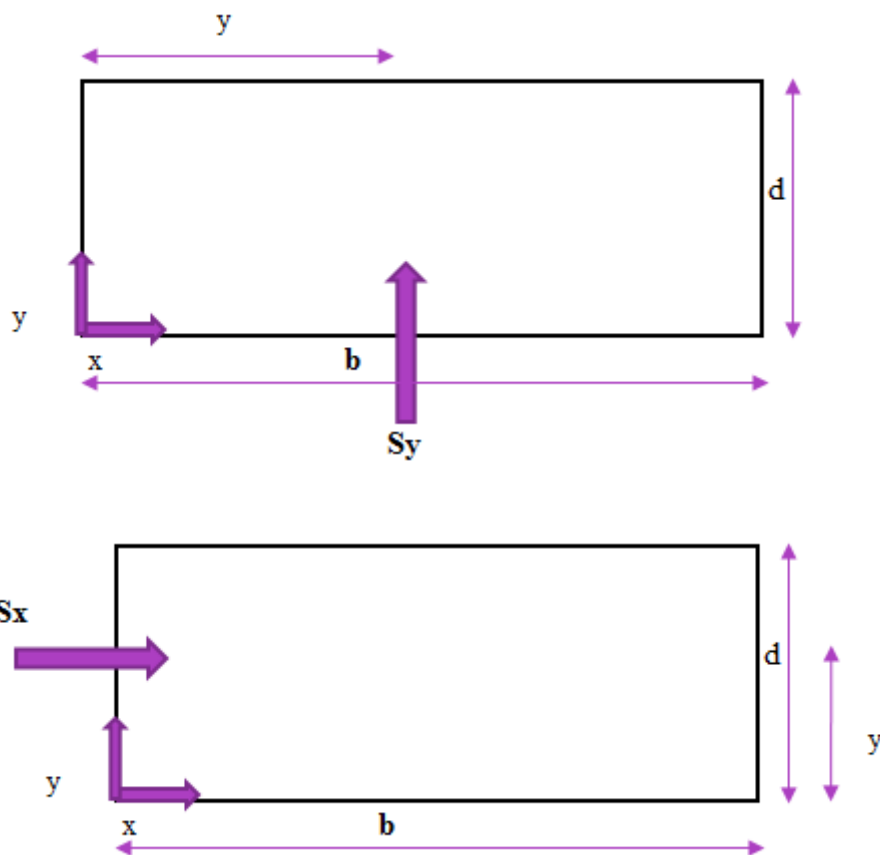
S_{aM} 0.37 g

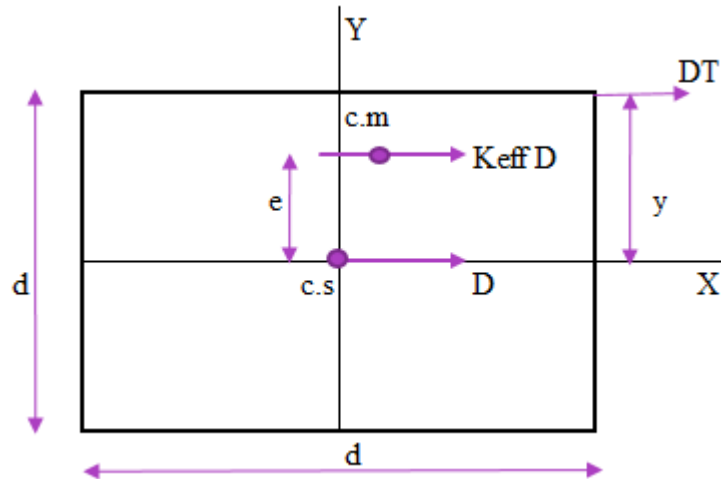
DM= 0.427 m

DM= 427.09 mm

Desplazamiento máximo total

$$D_{TM} = D_M \left[1 + \left(\frac{y}{P_T^2} \right) \left(\frac{12e}{b^2 + d^2} \right) \right]$$





Y = Distancia entre el centro de rigidez del sistema de aisladores y aislador de interés mas alejado, debe ser medido perpendicular a la dirección del sismo que se esta considerando.

B = longitud corta en planta de la estructura.

D= longitud larga en planta de la estructura.

E= excentricidad accidental.

$$\begin{aligned}
 y &= 16.58 \text{ m} \\
 e &= 1.66 \text{ m} \\
 b &= 12.00 \text{ m} \\
 d &= 33.15 \text{ m} \\
 DTM &= 0.54 \text{ m} \\
 DTM &= 540.38 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$DTM \geq 1.15DM$$

$$DTM = 0.54 \text{ m}$$

$$DTM = 540.38 \text{ mm}$$

Carga axial ultima

$$PU = 1.25CM + 1.25CV + \text{SISMO}$$

se puede considerar inicialmente que la carga del sismo es el 30% de la carga muerta ó

$$PU = 1.50CM + 1.25CV$$

$$PU = 192.10 \text{ T}$$

Diámetro del aislador

OPCIÓN 1:

$$D1 = 1.5 \text{ DTM}$$

$$D1 = 0.64 \text{ m}$$

$$D1 = 640.64 \text{ mm}$$

OPCIÓN 2:

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 P_U}{\pi \sigma_{\text{maxperm}}}}$$

$$D2 = 0.55 \text{ m}$$

$$D2 = 547.56 \text{ mm}$$

esfuerzo axial maximo permisible = 8MPA = 815.77 T/m²

$$DA = 640.64 \text{ mm}$$

$$DA = 0.65 \text{ m}$$

Calculo de Qd

Con las cargas de servicio = CM + 0.5 CV se determina el peso (W) que recibe cada aislador, se puede determinar un peso promedio para cada tipo de aislador. Teniendo en cuenta estas relaciones de Qd para cada tipo de aislador. Se adoptó por una relación de Qd/W de 8%

$$\frac{Q_d}{W} = (3\% @ 10\%) \quad \text{SERVICIO} = 1.0\text{CM} + 0.5\text{CV}$$

$$W = 121.00 \text{ T}$$

$$Q_d = 9.68 \text{ T}$$

Diámetro del núcleo de plomo

en el catalogo de las propiedades tecnicas del aislador encontramos para cada diametro un rango de DN, el calculado debe encontrarse en ese rango.

$$A_{plomo} = \frac{F_y}{\sigma_y(10MPa \text{ ó } 1500 \text{ psi})}$$

$$F_y = 1.10 Qd$$

$$D_N = \sqrt{\frac{4 * 1.10 Qd}{\pi \sigma_y}}$$

se trabaja con esfuerzo admisible = 10MPa=1019.71 T/m²

$$F_y = 10.65 \text{ T}$$

$$D_N = 0.12 \text{ m}$$

$$D_N = 120.00 \text{ mm}$$

Calculo de la altura del aislador sin planchas de acero

se determina a partir de la deformacion de corte, cuyo limite debe ser de 250% y el maximo desplazamiento total, DTM.

$$H_A = \frac{D_{TM}}{2.5}$$

$$H_A = 0.22 \text{ m}$$

$$H_A = 250.00 \text{ mm}$$

Calculo de Kd

depende basicamente de la goma, se calcula a partir del modulo de corte, G, area y altura de la goma.

$$K_d = \frac{\pi}{4} * \frac{(D_A^2 - D_N^2) * G}{H_A}$$

el valor de G=0.38 a 0.7MPa, se trabajo con 50.99T/m²

$$K_d = 65.55 \text{ T/m}$$

Rigidez efectiva

$$K_{eff} = \frac{Q_d}{D_{TM}} + K_d$$

$$K_{eff} = 83.46 \text{ T/m}$$

Amortiguamiento efectivo

$$\beta_{eff} = \frac{\text{area del lazo histerético}}{2\pi * K_{eff} * D_{TM}^2}$$

$$\beta_{eff} = \frac{4Q_d(D_{TM} - \frac{F_y}{10K_d})}{2\pi * K_{eff} * D_{TM}^2}$$

$$\beta_{eff} = 0.13$$

$$\beta_{eff} = 13.25 \%$$

Rigidez vertical

$$K_V = \frac{E_C A}{H_A}$$

EC= Modulo de elasticidad del conjunto de las laminas de caucho y acero

A= Area transversal del aislador

$$E_C = \frac{6GS^2K}{6GS^2 + K}$$

G= Modulo de corte del caucho. Se asume entre 0.38 MPa a 0.70 Mpa

S= Factor de forma, que resulta de dividir el diametro del aislador D entre cuatro veces el espesor de una lamina de caucho t

K= Modulo de compresibilidad del caucho, el cual se considera igual a 2000 Mpa

Nota: el valor de G=0.38 a 0.7 MPA, se considero 50.99 T/m²

Nota: el valor de K=2000 MPA, se trabajo con 203943.24 T/m²

$$t = 8.00 \text{ mm}$$

$$S = 20.02$$

$$E_c = 76578.04 \text{ T/m}^2$$

$$A = 0.33 \text{ m}^2$$

$$K_V = 101643.79 \text{ T/m}$$

Rigidez elástica K_e

$$K_e = 10K_d$$

$$K_e = 655.50 \text{ T/m}$$

Características físicas y mecánicas del aislador 1 calculado

DA	640.64	mm
HA	250.00	mm
Keff	83.46	T/m
β_{eff}	13.25	Tn.s/m
K_e	655.50	T/m
F_y	10.65	T
K_d/K_e	0.1	
P_u	192.10	T
K_v	101643.79	T/m

4.5.5. Asignación de las propiedades y creación de los aisladores en el programa SAP2000

En la ilustración 21, 22 y 23 se presenta la asignación de las propiedades lineales y no lineales para el aislador con nucleo de plomo 750 mm de diametro x 140 mm de diámetro del plomo x 250 mm de altura del aislador sin planchas de acero. Lo mismo se hizo para las propiedades de la aislador de 650 mm de diámetro x 120 mm de diámetro del plomo y 250 mm de altura total.

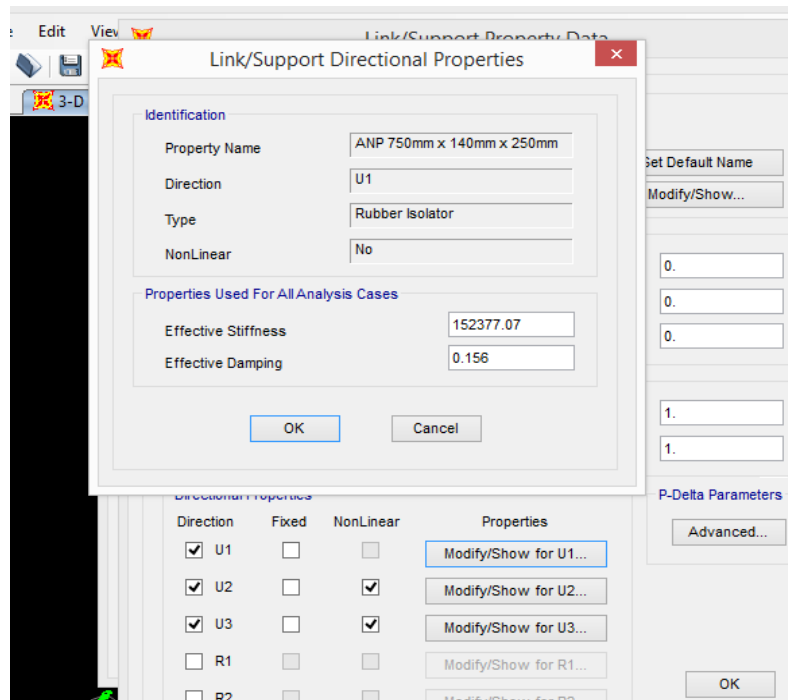


Ilustración 22. Propiedades del aislador en la dirección U1

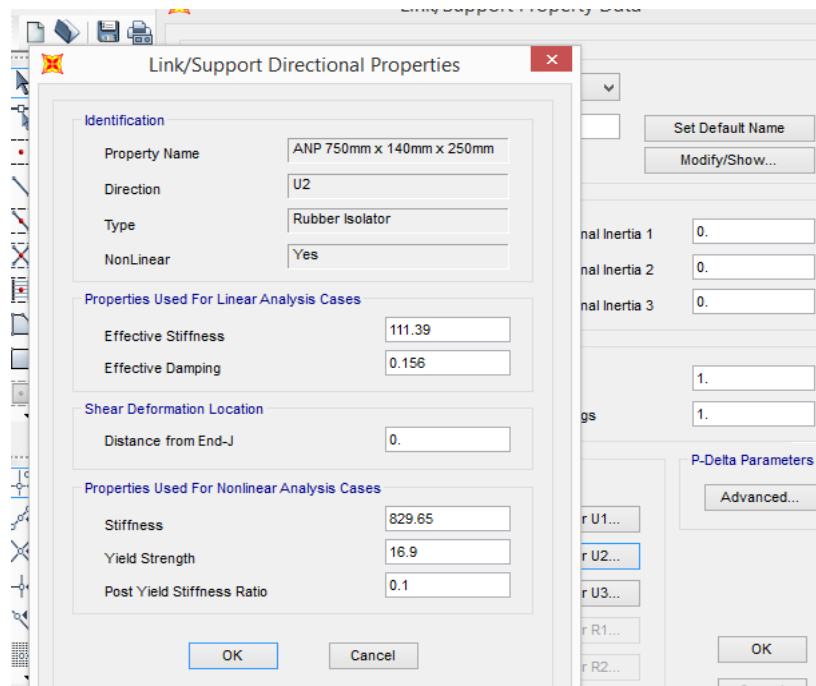


Ilustración 23. Propiedades del aislador en la dirección U2

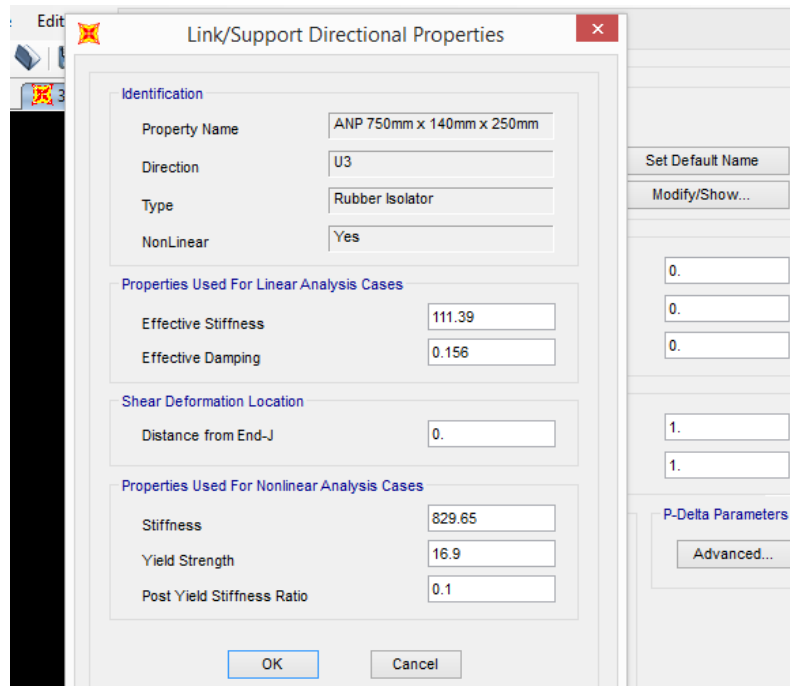


Ilustración 24. Propiedades del aislador en la dirección U3

4.5.6. Análisis dinámico tiempo-historia de la estructura

El procedimiento de análisis dinámico tiempo historia se debe hacer con un conjunto de pares de registros sísmicos, estos deben ser escalados como lo indica el artículo 15 de la norma E.030 diseño sismorresistente. El par de componentes del movimiento sísmico debe ser aplicado simultáneamente al modelo estructural.

4.5.6.1. Escalamiento de los registros sísmicos al espectro de diseño

Para el escalamiento de los registros sísmicos se empleó el programa seismomatch V2018:

1° se carga los sismo reales dos pares por registro sísmico.

2° se carga el espectro objetivo.

3° se coloca el rango del periodo al cual serán escalados de 0.2TM hasta 1.25TM.

4° se espera a que el programa escale los registros sísmicos, se debe verificar que los resultados convergan.

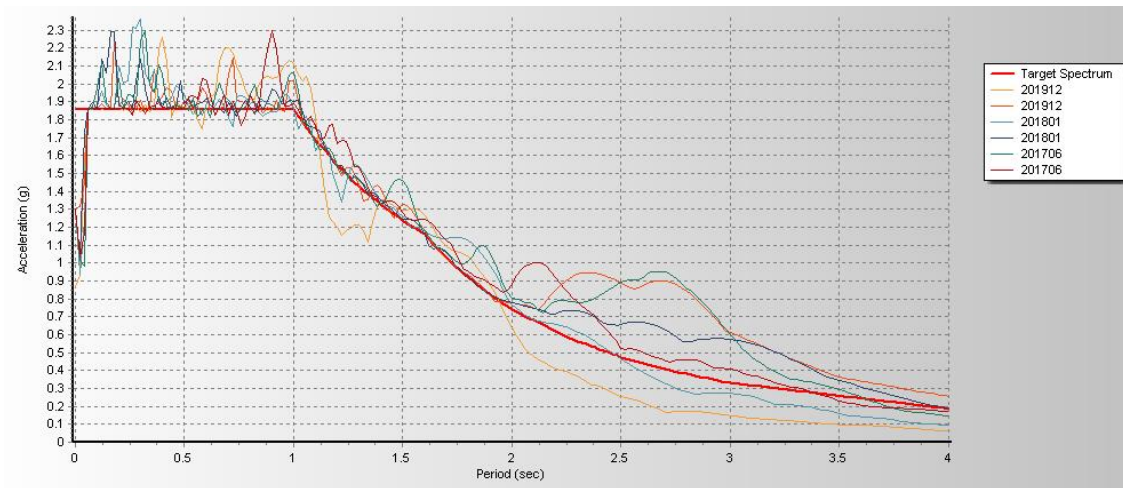


Ilustración 25. Registros sísmicos escalados al espectro objetivo

4.5.6.2. Creación de caso de carga tiempo historia

Con los registros sísmicos escalados al espectro objetivo se ingresan los pares de registros para cada sismo como se muestra a continuación.

La interfaz de usuario muestra los parámetros de configuración para un caso de carga de tipo 'Time History'. Los campos principales son:

- Load Case Name:** THAREQ
- Initial Conditions:** Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Modal Load Case:** Use Modes from Case: MODAL
- Loads Applied:**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	AREQUIPA E	0.01
Accel	U1	AREQUIPA EO	0.01
Accel	U2	AREQUIPA NS	0.01
- Analysis Type:** Linear
- History Type:** Transient
- Solution Type:** Modal
- Mass Source:** Previous (PESO)
- Time Step Data:**
 - Number of Output Time Steps: 12201
 - Output Time Step Size: 0.01
- Other Parameters:** Modal Damping: Constant at 0.05

Ilustración 26. Caso de carga linear modal history – tiempo historia 1

Load Case Data - Linear Modal History

Load Case Name: THTACNA [Set Def Name] [Modify/Show...]

Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Time History [Design...]

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Modal History

 Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case: Use Modes from Case: MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	TACNA EO	0.01
Accel	U1	TACNA EO	0.01
Accel	U2	TACNA NS	0.01

[Add] [Modify] [Delete]

Show Advanced Load Parameters

Time Step Data:

- Number of Output Time Steps: 4758
- Output Time Step Size: 0.01

Other Parameters:

- Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear

Solution Type:

- Modal
- Direct Integration
- Frequency Domain

History Type:

- Transient
- Periodic

Mass Source: Previous (PESO)

[OK] [Cancel]

Ilustración 27. Caso de carga linear modal history – tiempo historia 2

Load Case Data - Linear Modal History

Load Case Name: THTUMBES [Set Def Name] [Modify/Show...]

Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Time History [Design...]

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Modal History

 Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case: Use Modes from Case: MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	TUMBES EO	0.01
Accel	U1	TUMBES EO	0.01
Accel	U2	TUMBES NS	0.01

[Add] [Modify] [Delete]

Show Advanced Load Parameters

Time Step Data:

- Number of Output Time Steps: 13001
- Output Time Step Size: 5.000E-03

Other Parameters:

- Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear

Solution Type:

- Modal
- Direct Integration
- Frequency Domain

History Type:

- Transient
- Periodic

Mass Source: Previous (PESO)

[OK] [Cancel]

Ilustración 28. Caso de carga linear modal history – tiempo historia 3

4.5.6.3. Resultados obtenidos del análisis dinámico tiempo – historia

En la tabla 36 y tabla 37 se resumen los desplazamientos del edificio para la dirección X e Y respectivamente, en la ilustración 28 se puede apreciar con mayor claridad el resumen de los desplazamientos.

En la tabla 39 y tabla 39 se resumen las derivas máximas para la dirección X e Y respectivamente se puede apreciar que no superan la deriva máxima 0.005 por norma para el análisis tiempo historia.

Tabla 44. Desplazamiento máximo del edificio para la dirección X

DESPLAZAMIENTO X				
NIVEL	SISMO AREQ	SISMO TUMBES	SISMO TACNA	MAXIMO
1	0.0037	0.0036	0.0065	0.0065
2	0.0068	0.0066	0.0120	0.0120
3	0.0097	0.0092	0.0168	0.0168
4	0.0121	0.0114	0.0204	0.0204
5	0.0138	0.0129	0.0230	0.0230
6	0.0149	0.0139	0.0246	0.0246

Tabla 45. Desplazamiento máximo del edificio para la dirección Y

DESPLAZAMIENTO Y				
NIVEL	SISMO AREQ	SISMO TUMBES	SISMO TACNA	MAXIMO
1	0.0010	0.0029	0.0072	0.0072
2	0.0051	0.0043	0.0098	0.0098
3	0.0084	0.0059	0.0119	0.0119
4	0.0110	0.0069	0.0135	0.0135
5	0.0127	0.0076	0.0145	0.0145
6	0.0137	0.0080	0.0151	0.0151

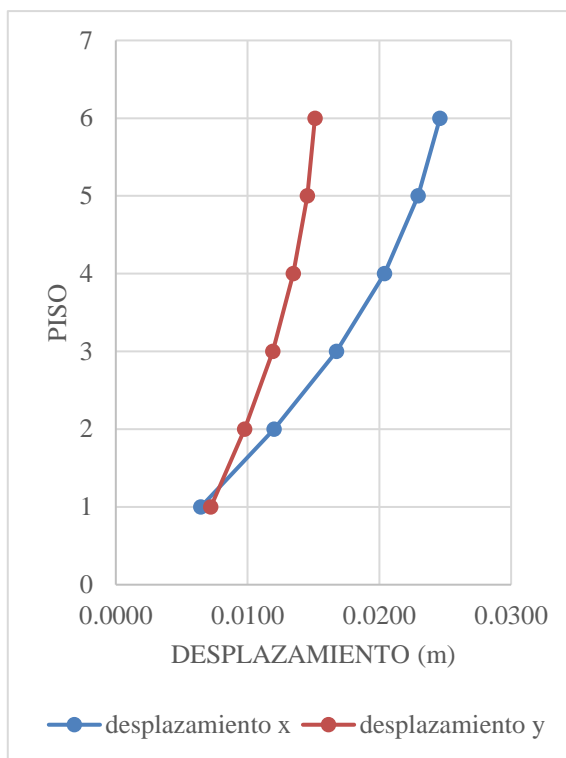


Ilustración 29. Resumen de desplazamiento máximo para la dirección x e y para el análisis tiempo historia

Tabla 46. Deriva para la dirección del edificio para la dirección X

DERIVA X			
NIVEL	H	DESP. RELA	DERIVA
1	3.00	0.00645	0.00215
2	2.80	0.00555	0.00198
3	2.80	0.00475	0.00170
4	2.80	0.00365	0.00130
5	2.80	0.00255	0.00091
6	2.80	0.00165	0.00059

Tabla 47. Deriva para la dirección del edificio para la dirección Y

DERIVA Y			
NIVEL	H	DESP. RELA	DERIVA
1	3.00	0.00721	0.00240
2	2.80	0.00415	0.00148
3	2.80	0.00335	0.00120
4	2.80	0.00255	0.00091
5	2.80	0.00165	0.00059
6	2.80	0.00100	0.00036

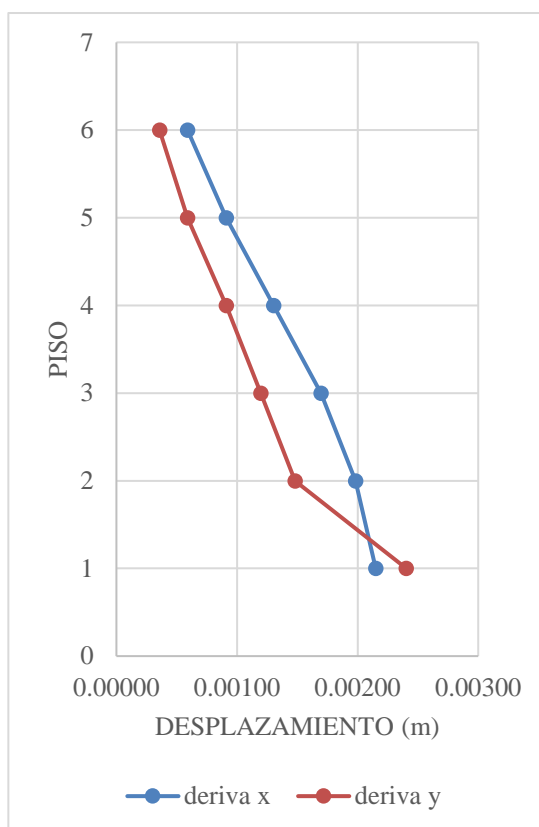


Ilustración 30. Derivas en la dirección X e Y para el análisis tiempo historia

4.5.7. Diseño de los elementos estructurales

El diseño de los elementos estructurales actualmente se realiza con programas computacionales permitiendo un rápido y óptimo diseño. El diseño debe de respetar las normas de diseño nacionales, los elementos estructurales serán diseñados para solicitaciones de flexión, cortante y compresión de acuerdo sea el caso, vigas de aislación, dados de soporte de aisladores; además se emplearán hojas de cálculo en Excel y se detallarán en planos indicando dimensiones de las secciones y el refuerzo correspondiente.

4.5.7.1. Diseño estructural de la interfaz de aislamiento

Los elementos estructurales que integran la interfaz de aislamiento mostrados en la ilustración 30 serán diseñados considerando los efectos de gravedad y el efecto del sismo de diseño elástico con factor de reducción de fuerzas sísmicas $R=1$; para la verificación de la estabilidad del sistema de aislamiento se empleará el sismo máximo esperado MCE

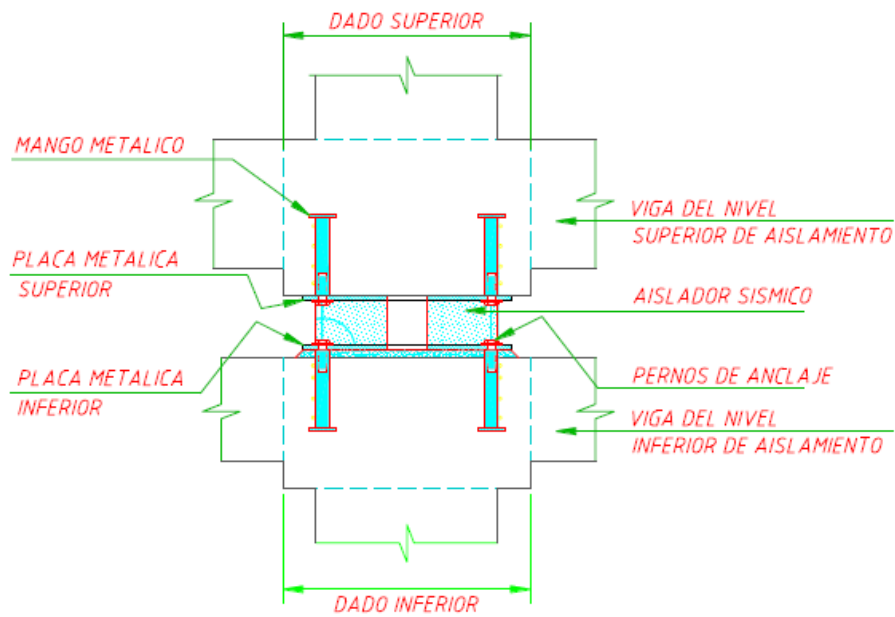


Ilustración 31. Elementos estructurales que intervienen en la interfaz de aislamiento

Para el diseño el diseño de los elementos estructurales de la interfaz: diseño de vigas del nivel de aislamiento y diseño de dados o capiteles del nivel de aislamiento se uso los procedimientos descritos en la tesis “diseño integral de estructuras con sistema de aislación sísmico aplicado a un edificio de concreto armado” por lo cual se recomienda revisarlo esta tesis del autor Erick Jose Trujillo Benito[13].

V. DISCUSIÓN

En este capítulo se realizará el análisis comparativo propiamente dicho entre el edificio con sistema convencional y con sistema de aislación con los resultados obtenidos en el capítulo 4.

El estudio comparativo estará separado en subcapítulos para un mejor análisis los cuales son: análisis comparativo de la respuesta estructural, análisis económico en relación a los insumos y el metrado estructural.

En el subcapítulo análisis comparativo de la respuesta estructural se verán las siguientes variables: derivas, desplazamiento máximo, en el subcapítulo análisis económico se utilizarán las variables: metrado de movimiento de tierras, metrado de concreto y metrado de acero. Posteriormente se añadirá un costo acorde al mercado para comparar el costo total del proyecto realizado por el sistema convencional y con el sistema de aislación.

5.1. Análisis comparativo de la respuesta estructural

5.1.1. Desplazamiento máximo

Tabla 48. Derivas y desplazamientos para el DBE del edificio analizado con el sistema convencional

SISTEMA CONVENCIONAL					
DIRECCIÓN X					
PISO	H (cm)	DESPLAZAMIENTO (cm)	DESPL. REL. (cm)	DERIVA	VERIFICACIÓN
1	300	1.0461	1.0461	0.0035	CUMPLE
2	280	2.7864	1.7404	0.0062	CUMPLE
3	280	4.6167	1.8303	0.0065	CUMPLE
4	280	6.3861	1.7694	0.0063	CUMPLE
5	280	8.0771	1.6910	0.0060	CUMPLE
6	280	9.8123	1.7351	0.0062	CUMPLE
DIRECCIÓN Y					
PISO	H (cm)	DESPLAZAMIENTO (cm)	DESPL. REL. (cm)	DERIVA	VERIFICACIÓN
1	300	0.8054	0.8054	0.0027	CUMPLE
2	280	2.0438	1.2385	0.0044	CUMPLE
3	280	3.4393	1.3955	0.0050	CUMPLE
4	280	4.8114	1.3721	0.0049	CUMPLE
5	280	6.0459	1.2345	0.0044	CUMPLE
6	280	7.0933	1.0474	0.0037	CUMPLE

Tabla 49. Derivas y desplazamientos para el DBE del edificio analizado con el sistema aislado

SISTEMA AISLADO					
DIRECCIÓN X					
PISO	H (cm)	DESPLAZAMIENTO (cm)	DESPL. REL. (cm)	DERIVA	VERIFICACIÓN
0	0	42.41			
1	300	43.47	1.0632	0.0035	CUMPLE
2	280	44.92	1.4486	0.0052	CUMPLE
3	280	46.27	1.3512	0.0048	CUMPLE
4	280	47.36	1.0890	0.0039	CUMPLE
5	280	48.14	0.7850	0.0028	CUMPLE
6	280	48.67	0.5240	0.0019	CUMPLE
DIRECCIÓN Y					
PISO	H (cm)	DESPLAZAMIENTO (cm)	DESPL. REL. (cm)	DERIVA	VERIFICACIÓN
0	0	36.66			
1	300	37.47	0.8093	0.0027	CUMPLE
2	280	38.49	1.0171	0.0036	CUMPLE
3	280	39.36	0.8773	0.0031	CUMPLE
4	280	40.03	0.6631	0.0024	CUMPLE
5	280	40.46	0.4370	0.0016	CUMPLE
6	280	40.71	0.2456	0.0009	CUMPLE

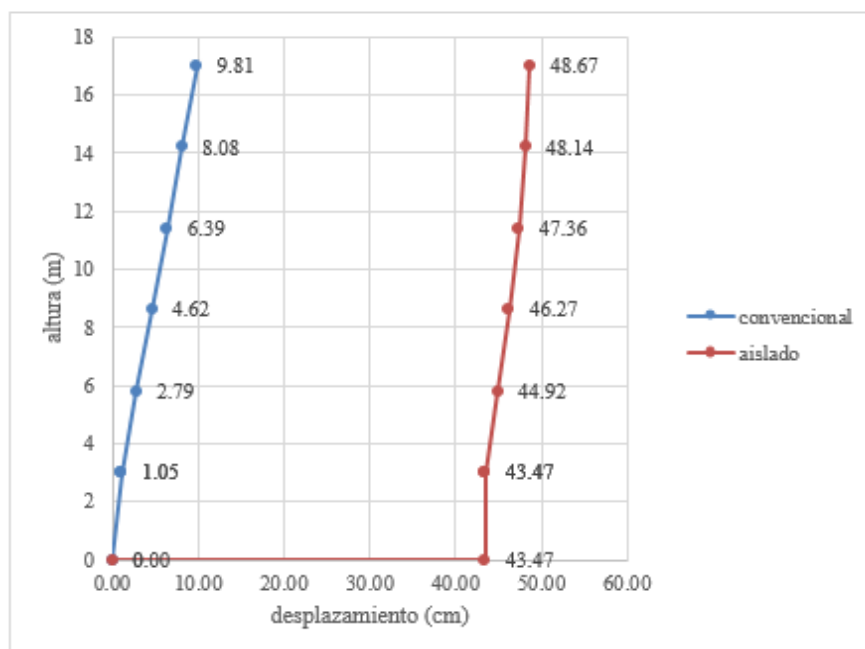


Gráfico 3. Desplazamientos por DBE en la dirección X para el sistema convencional y sistema aislado

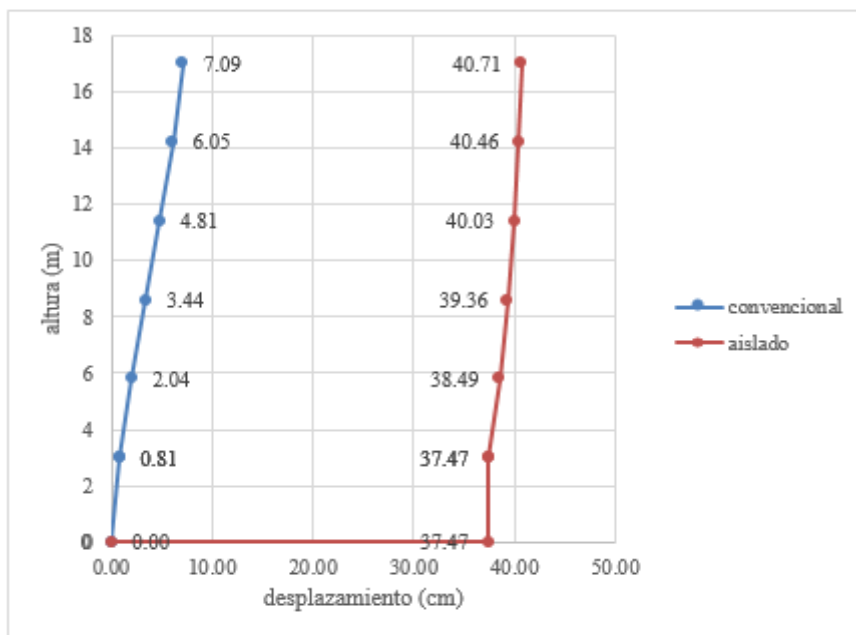


Gráfico 4. Desplazamientos por DBE en la dirección Y para el sistema convencional y sistema aislado

En los gráficos 3 y 4 se puede apreciar que el desplazamiento relativo de entrepiso de la estructura convencional es mayor llegando casi hasta el límite 7×1000 por el contrario en la estructura aislada el desplazamiento relativo máximo es de 4.8×1000

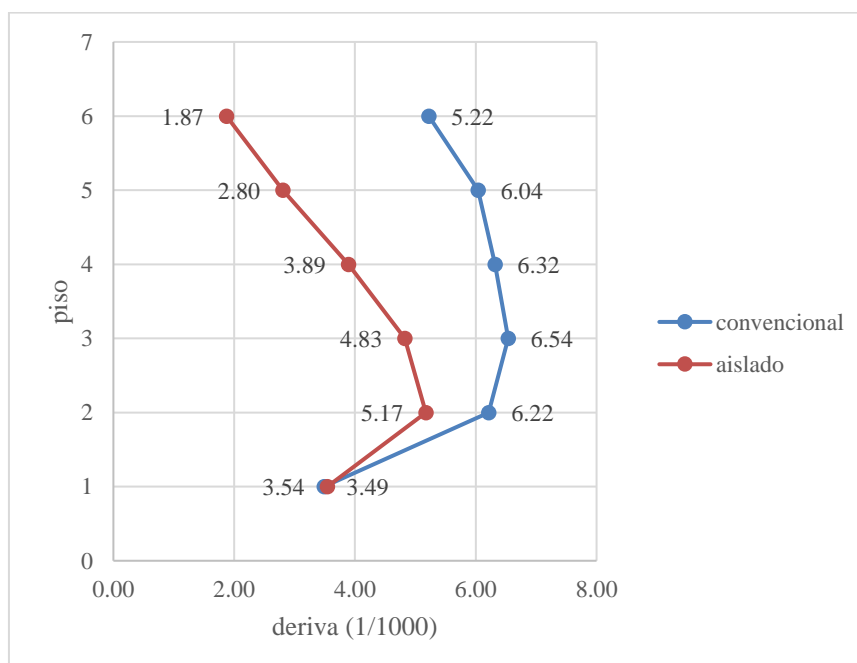


Gráfico 5. Deriva por DBE en la dirección X para el sistema convencional y sistema aislado

5.2. Análisis por metrado estructural

Se realizará un análisis comparativo del metrado para las partidas de movimiento de tierra, ladrillo, acero y concreto. Esto con la finalidad de cuantificar el costo final del proyecto respecto a los principales materiales utilizados posteriormente con estos datos se hará el cálculo de la mano de obra, y cronograma y finalmente obtener el presupuesto.

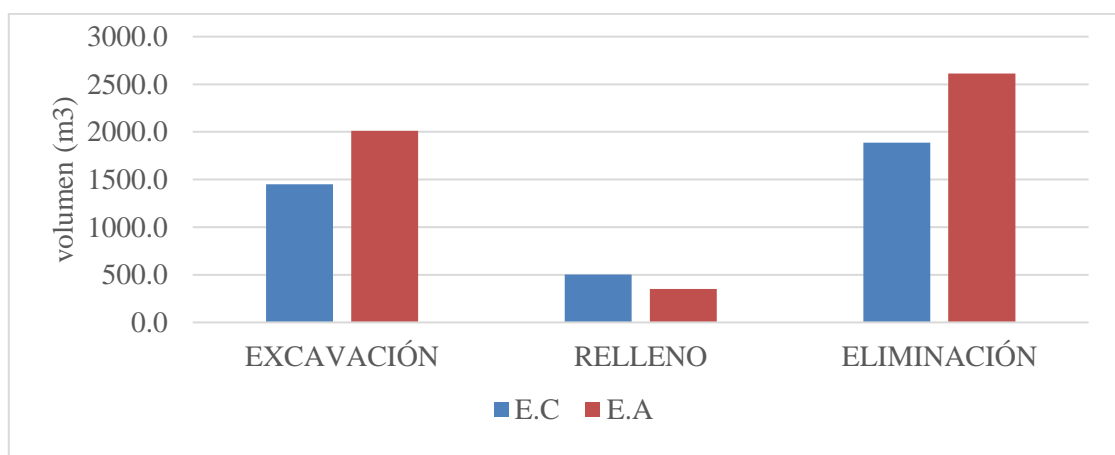
5.2.1. Metrado de movimiento de tierras

Las partidas analizadas son: excavación, relleno con material de préstamo y eliminación de material excedente, de la tabla 51 y gráfica 7 se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La excavación para el edificio convencional fue de 1450.90 m³, para el edificio aislado fue de 2010.10 m³, se puede apreciar que la excavación para el edificio aislado es del 39% más con respecto al convencional; esto se debe a que en la parte del edificio que no tiene sótano se consideró una altura de 1.50 metros sobre el nivel de cimentación para la inspección de los aisladores, en el semisótano se tuvo que descender hasta los 7 metros debido a que las vigas diafragmas para los aisladores reduce el espacio del sótano.
- En el relleno del edificio convencional es de 502.10 m³, para el edificio aislado es de 352.10 m³; se obtiene una disminución del relleno debido a que en la parte frontal del edificio que no tiene sótano ya no se rellenará la profundidad de desplante considerada esto con la finalidad de aprovechar esta profundidad para la inspección de los aisladores.
- En el metrado eliminación de material excedente se consideró el factor de esponjamiento del 30% obteniendo para el edificio convencional el volumen de 1886.20 m³ mientras que para el aislado fue de 2613.10 m³; siendo el 39% más respecto al edificio convencional.
- el total de volumen del movimiento de tierras del edificio aislado fue 47% más que el volumen del edificio convencional con volúmenes de 3839.10 m³ y 4975.20 m³ respectivamente; este aumento de volumen se debe a la mayor profundidad de excavación para la cimentación del edificio aislado.

Tabla 51. Metrado total de movimiento de tierra

MOVIMIENTO DE TIERRAS					
TIPO	EDIFICIO CONVENCIONAL		EDIFICIO AISLADO		EA-EC
	m ³	%	m ³	%	
EXCAVACIÓN	1450.9	100%	2010.1	139%	39%
RELLENO	502.1	100%	352.1	70%	-30%
ELIMINACIÓN	1886.2	100%	2613.1	139%	39%
TOTAL	3839.1	300%	4975.2	347%	47%

**Gráfico 7. Resumen general del metrado movimiento de tierras.**

5.2.2. Metrado de concreto simple y armado de los elementos estructurales

De las partidas analizadas en la tabla 52 se infiere las siguientes conclusiones:

- Las partidas que se mantuvieron con su metrado y resistencia son solado, falso piso, muros de sótano, y las losas macizas con resistencia de 210 kg/cm².
- La platea de cimentación se mantuvo igual en ambos modelos estructurales, en el edificio aislado se tuvo una reducción de 5.4 m³ de concreto debido a que en los ascensores se bajara un poco mas para la colocación de los deslizadores.
- Para el edificio convencional se eliminaron los muros de corte a excepción de los muros de los ascensores esto debido a que en el edificio aislado el mayor porcentaje de cortante lo absorben los aisladores.

- Las resistencias a la compresión de las columnas en el edificio convencional fueron de 280 kg/cm², mientras tanto en el edificio aislado solo se usó esta resistencia para las columnas de la subestructura, para las de la superestructura se usó la resistencia a 210 kg/cm².
- Para las vigas diafragma del sistema de aislamiento se usó una resistencia del concreto de 280 kg/cm², para el resto del edificio aislado la resistencia del concreto fue de 210 kg/cm² así como para todo el edificio convencional.
- En el edificio aislado se tuvo que incorporar una losa maciza sobre los pedestales, en todo el piso del primer nivel del edificio.
- La reducción del concreto 280 kg/cm² en el edificio aislado fue del 21%, aproximadamente de 170 m³ esto debido a que en el edificio convencional todas las columnas, muros de corte y escaleras fueron de f'c 280 kg/cm² lo cual ayudó a ganar rigidez de la estructura. Por el contrario el uso de concreto f'c 210 kg/cm² si fue considerable en el edificio aislado con 254.50 m³ más que en el edificio convencional.

Tabla 52. Metrado de concreto del edificio

METRADO DE CONCRETO DEL EDIFICIO							
ELEMENTO	F'c	E.CONVENCIONAL		E.AISLADO		E.A-E.C	
	kg/cm ²	m ³	%	m ³	%	m ³	%
SOLADO	175	372.0	100%	372.0	100%	0.0	0%
FALSO PISO	175	57.9	100%	57.9	100%	0.0	0%
PLATEA	280	454.9	100%	454.9	100%	0.0	0%
COLUMNAS F'c 280	280	160.8	100%	11.5	7%	-149.3	-93%
COLUMNAS F'c 210	210	0.0	0%	143.0	100%	143.0	100%
MUROS DE SÓTANO	280	27.8	100%	27.8	100%	0.0	0%
PLACAS	280	65.6	100%	0.0	0%	-65.6	-100%
VIGAS DE CIMENTACIÓN	280	34.0	100%	34.0	100%	0.0	0%
MUROS DE ASCENSORES	280	47.1	100%	53.4	113%	6.3	13%
VIGAS F'c 280	280	0.0	0%	74.5	100%	74.5	100%
VIGAS F'c 210	210	227.9	100%	201.2	88%	-26.7	-12%
PEDESTALES Y CAPITULES	280	0.0	0%	56.0	100%	56.0	100%
LOSA MACIZA F'c 210	210	6.9	100%	89.3	1294%	82.4	1194%
LOSA ALIGERADA	210	165.2	100%	183.5	111%	18.3	11%
ESCALERAS F'c 210	210	0.0	0%	37.5	100%	37.5	100%
ESCALERAS F'c 280	280	35.8	100%	0.0	0%	-35.8	-100%

CONCRETO F'c 280	280	826.0	100%	656.2	79%	-169.8	-21%
CONCRETO F'c 210	210	400.0	100%	654.5	164%	254.5	64%
CONCRETO F'c 175	175	429.9	100%	429.9	100%	0.0	0%

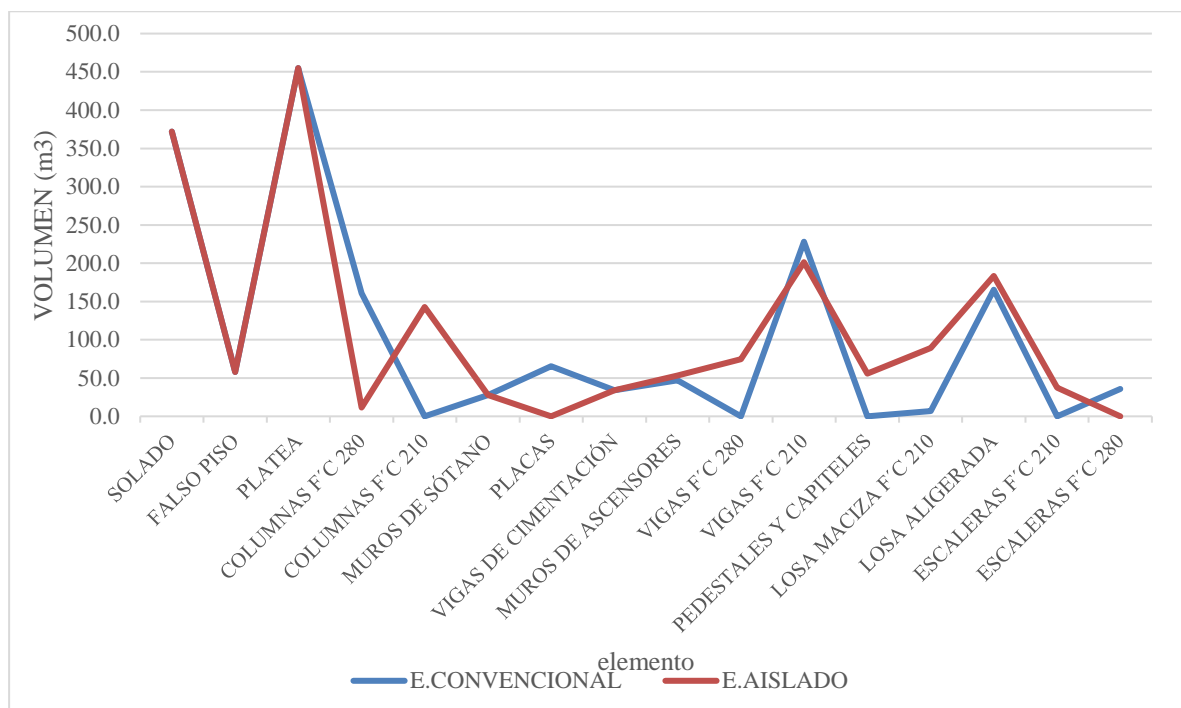


Gráfico 8. Resumen general del metrado de concreto

5.2.3. Metrado de acero de los elementos estructurales

De las partidas analizadas en la tabla 53 se puede inferir lo siguiente:

- En el edificio aislado ya no se considero los muros de corte esto debido a que la fuerza sísmica es tomada por los aisladores.
- Las columnas del edificio aislado tuvieron una reducción de 10.4 toneladas de acero esto debido a que se redujo la sección de los elementos además porque el concreto de diseño fue de f'c 210 kg/cm².
- El edificio convencional tuvo un total de 16.2 toneladas de acero en los muros de corte, para el edificio aislado fue nulo, debido a lo inexistencia de estas.
- El acero de la platea, cisterna, vigas de cimentación y muros de sotano fue igual para ambos modelos.

- El acero de la losa maciza aumento en 4.9 ton en el edificio aislado debido a que en la interfaz de aislamiento se tuvo que construir un piso técnico.

Tabla 53. Metrado de acero del edificio

METRADO DE ACERO						
ELEMENTO	E.CONVENCIONAL		E.AISLADO		E.A-E.C	
	ton	%	ton	%	ton	%
PLATEA	8.9	100%	8.9	100%	0.0	0%
CISTERNA	0.8	100%	0.8	100%	0.0	0%
MUROS DE SOTANO	7.9	100%	7.9	100%	0.0	0%
COLUMNAS	34.5	100%	32.62	95%	-1.8	-5%
PLACAS	16.2	100%	0	0%	-16.2	-100%
ASCENSOR	10.3	100%	10.3	100%	0.0	0%
VIGAS	34.2	100%	45.75	134%	11.5	34%
VIGAS DE CIMENTACIÓN	27.8	100%	29.71	107%	1.9	7%
LOSA ALIGERADA	7.1	100%	6.8	96%	-0.3	-4%
LOSA MACIZA	2.2	100%	10.4	472%	8.2	372%
ESCALERA	3.2	100%	3.1	98%	-0.1	-2%
ACERO	153.1	100%	156.3	102%	3.2	2%

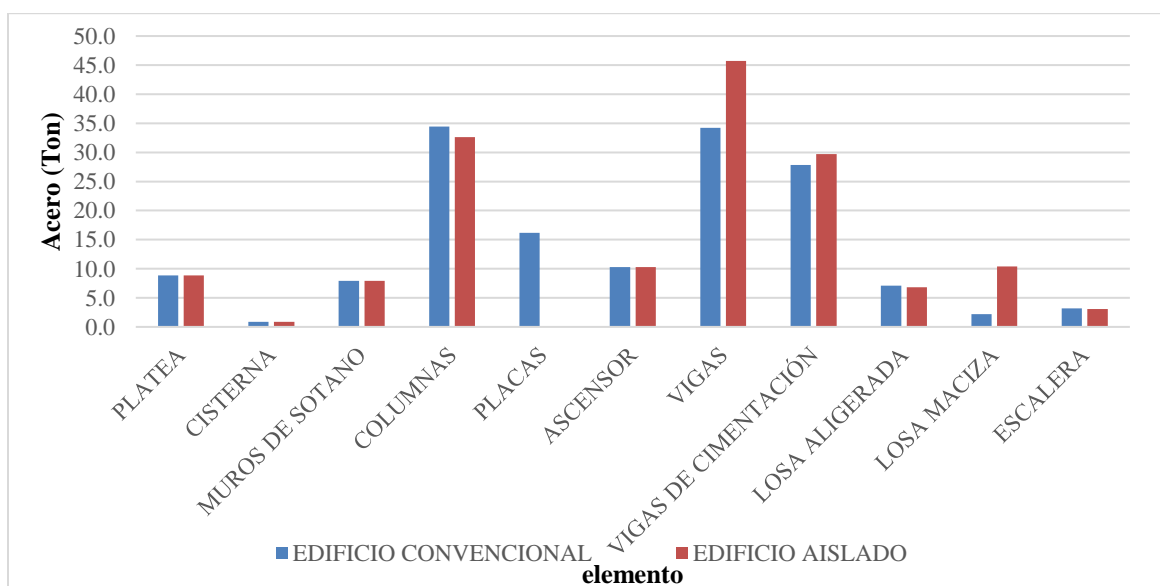


Gráfico 9. Resumen general del metrado de acero

5.3. Análisis económico

Para el análisis económico se ha analizado las especialidades de estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias, instalaciones mecánicas, instalaciones sanitarias y el sistema de aire acondicionado.

En la tabla 54 se presenta en costo directo del proyecto tanto para el sistema convencional como para el edificio aislado, el sobre costo del proyecto radica principalmente en la incorporación del sistema de aisladores teniendo un costo S/. 756,704.07 soles; cabe recalcar que solo se ha visto conveniente comparar la especialidad de estructuras, puesto que es la especialidad a la que corresponde el tema del proyecto de investigación.

En la tabla 54 se presenta un resumen del costo directo del proyecto.

Tabla 54. Costo directo de las edificaciones

ITEM	ESPECIALIDAD	EDIFICIO CONVENCIONAL	EDIFICIO AISLADO
		COSTO (S/.)	COSTO (S/.)
1.0	ESTRUCTURAS	2,110,598.70	2,981,619.04
2.0	ARQUITECTURA	1,762,365.17	1,762,365.17
3.0	INSTALACIONES ELECTRICAS	401,330.79	401,330.79
4.0	INSTALACIONES MECANICAS	292,581.82	292,581.82
5.0	INSTALACIONES SANITARIAS	321,931.12	321,931.12
6.0	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	358,955.16	358,955.16
Costo directo del proyecto		5,247,762.76	6,118,783.10

VI. CONCLUSIONES

- El incluir aislador sísmicos en el edificio analizado del tipo oficinas de 6 niveles con un semisótano, estructura regular y de suelo blando asegura que ante un evento sísmico de gran magnitud la estructura se comporte de manera eficiente esto a corto plazo, ecomicamente el costo en las estructuras del edificio aislado se eleva a casi el doble de la especialidad de estructuras del sistema convencional.

- El amortiguamiento de la estructura con el sistema de aisladores elastoméricos con nucleo de plomo o LRB estuvo cercano al asumido en la etapa de diseño; la incorporación de los deslizadores aumenta el amortiguamiento de la estructura, además suele ser beneficioso económicamente la incorporación de este, debido a que su costo es hasta 50% menos que el costo de los aisladores.

- La incorporación de los aisladores elastoméricos con nucleo de plomo favorecio en la reducción de los desplazamiento y las derivas, en el sistema convencional se tuvo derivas máximas de 6.8×1000 y en el edificio aislado las derivas máximas fueron de 5.0×1000 cabe destacar que para el edificio aislado se elimino los muros de corte; esto quiere decir que la implementación de un sistema de aislación en las estructuras reduce considerablemente los desplazamiento de la estructura.

- La altura del semisótano debe aumentar para tener la altura libre requerida según la arquitectura, sin embargo para la zona sin sotano se tuvo que bajar la cimentación 0.50m del nivel de desplante esto con la finalidad de tener un espacio para la inspección o posible recambio del aislador.

- La inclusión de los aisladores aumentara considerablemente la pendiente de la rampa de acceso a al semisótano.

- Los aisladores estarán ubicados a un solo nivel del edificio, sin embargo los aisladores del tipo deslizador para el ascensor y la escalera se ubicaran en el nivel de cimentación; esto debido a que no se puede partir las escaleras y ascensores.

- La reducción del concreto 280 kg/cm² en el edificio aislado fue del 21%, aproximadamente; esto debido a que en el edificio convencional se uso esta resistencia del concreto en todas las columnas, muros de corte y escaleras esto con la finalidad de ganar rigidez de la estructura, lo cual ya no fue necesario usar esta resistencia en los elementos estructurales antes mencionados en el edificio aislado debido a que la fuerza cortante lo asumen los aisladores y deslizadores sísmicos.

- El sobrecosto del edificio aislado fue de aproximadamente el 42% en la especialidad de estructuras con respecto al edificio diseñado convencionalmente; esto debido a la inclusión de aisladores y deslizadores de base en el edificio aislado.

- el total de volumen del movimiento de tierras del edificio aislado fue 47% mas que el volumen del edificio convencional, esta aumento de volumen se debe a la mayor profundidad de excavación para la cimentación del edificio aislado.

- El impacto ambiental negativo irreparable es el vaciado de concreto armado en la fase de cimentación, el cual impactará directamente en el suelo

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio mas a fondo de los análisis de costos unitarios para las instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas y electromecánicas y demás especialidades que no se encuentren detalladas en este proyecto. Esto con la finalidad de tener mayor presicion en el análisis costo-beneficio del proyecto.

- Se debe modelar la edificación considerando acelerogramas que se ajusten al tipo de suelo donde esta ubicado el proyecto, para ello actualmente el Perú tiene muchas estaciones acelerograficas, de la cual se debe elegir la mas optima para luego escalarlas al espectro de diseño que se este trabajando.

- Antes de elegir el tipo de aisladores o deslizadores para cualquier proyecto se debe averiguar los existentes en el mercado del Perú esto con la finalidad de tener una disminución en el costo del proyecto, ya que de lo contrario se tendría que importarlos de otros países.
- Se debe considerar la masificación de los sistemas de aislación sísmico porque se obtiene excelentes resultados ante eventos sísmicos severos, teniendo en cuenta que el Perú es un país sísmico por naturaleza al estar entre dos placas tectónicas.
- Se recomienda solicitar con anticipación la fabricación de los aisladores sísmicos y deslizadores esto debido que los aisladores y deslizadores se encuentran dentro de la ruta crítica del proyecto y con esto evitar la paralización de la obra.

VIII. REFERENCIAS

- [1] H. Tavera, “posibles escenarios donde ocurrieron terremotos” Andina, pag. 01, 2017.
- [2] American Society of Civil Engineers. 2010. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. Reston, Virginia 2019: ASCE.
- [3] El Comercio, 2018. Los diez terremotos más devastadores que ocurrieron en el Perú. Diario el comercio, 31 de mayo, sección Perú. <https://elcomercio.pe/peru/diez-terremotos-devastadores-ocurrieron-peru-fotos-noticia-459587>.
- [4] FIP industriale. 2018. Aisladores elastoméricos, <http://www.sismica.cl/?portfolio=aisladores-elastomericos-si>.
- [5] M. Meza Palacios, “Análisis y diseño de un hospital con aisladores elastoméricos en el Perú”. Universidad Nacional de Piura, Piura, 2015.
- [6] Ministerio de Economía y Finanzas. 2016. Banco de proyectos. Código SNIP: 350935.
- [7] Reglamento Nacional de Edificaciones: E.060 Concreto Armado, 2009.
- [8] Reglamento Nacional de Edificaciones: E.050 Suelos y Cimentaciones, 2016.
- [9] Servicio geológico mexicano. 2017. Sismos: causas, características e impactos, <https://www.gob.mx/sgm/articulos/sismos-causas-caracteristicas-e-impactos?idiom=es>.
- [10] A. Carrasco Villarreal, “Vulnerabilidad sísmica en el distrito de Chiclayo – Este aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti – Petrini)”. Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, 2012.
- [11] D. Millones Cumpa, “Estudio comparativo de una edificación de nueve niveles y dos sótanos, con y sin aisladores sísmicos”. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2019.
- [12] Gestión, 2019. “Sismo en Loreto: Los terremotos más devastadores de los últimos 50 años”. Diario Gestión, 26 de mayo, Perú. <https://gestion.pe/peru/sismo-loreto-terremotos-devastadores-ultimos-50-anos-nndc-268190-noticia/>

- [13] E. Trujillo Benito, “Diseño integral de estructuras con sistema de aislación sísmica aplicado a un edificio de concreto armado”. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2017.
- [14] J. Arriaga Rosas, “Aislación Sísmica de un Edificio de Oficinas de Siete Pisos (Análisis Comparativo de Comportamiento y Costos con un Edificio Tradicional)”. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 2015.
- [15] Reglamento Nacional de Edificaciones, E.030 Diseño Sismorresistente, 2018.

IX. ANEXOS