



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del Centro
Sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Flores Garcia, Leonardo Manuel (orcid.org/0000-0002-7882-788X)

ASESOR:

Mg. Cerna Rondón, Luis Aníbal (orcid.org/0000-0001-7643-7848)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme la oportunidad de llegar hasta el X ciclo y disfrutar a su lado cada momento, a Él le debo todo lo que soy y hasta el final de mis días le estaré agradecido por haberlo conocido y porque siempre ha estado a mi lado en cada momento de mi vida.

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional y económico durante todos estos años de mi carrera universitaria, que me han permitido estudiar en esta prestigiosa universidad, y por haberme cultivado valores de los cuales ellos están muy orgullosos.

Flores García Leonardo Manuel

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por apoyarme siempre y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis docentes por su apoyo, dedicación y todos los conocimientos brindados en el momento indicado.

Flores García Leonardo Manuel



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CERNA RONDON LUIS ANIBAL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS DEL CENTRO SANITARIO TAHUANTINSUYO BAJO – INDEPENDENCIA – LIMA 2021", cuyo autor es FLORES GARCIA LEONARDO MANUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 22 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CERNA RONDON LUIS ANIBAL DNI: 18200275 ORCID: 0000-0001-7643-7848	Firmado electrónicamente por: LACERNAR el 27-09- 2022 23:06:58

Código documento Trilce: TRI - 0242717



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, FLORES GARCIA LEONARDO MANUEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS DEL CENTRO SANITARIO TAHUANTINSUYO BAJO – INDEPENDENCIA – LIMA 2021", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
FLORES GARCIA LEONARDO MANUEL DNI: 79052569 ORCID: 0000-0002-7882-788X	Firmado electrónicamente por: LFLORESGA el 27-03- 2023 16:15:15

Código documento Trilce: INV - 1115328

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Planteamiento del problema.....	8
1.3. Justificación.....	8
1.3.1. Justificación general.....	8
1.3.2. Justificación teórica.....	9
1.3.3. Justificación práctica.....	9
1.3.4. Justificación metodológica.....	10
1.4. Objetivos.....	10
1.4.1. Objetivo general.....	10
1.4.2. Objetivos específicos.....	10
1.5. Hipótesis.....	11
1.5.1. Hipótesis general.....	11
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1. Antecedentes.....	12

2.2. Bases teóricas.....	16
2.2.1. Análisis y diseño estructural.....	16
2.2.1.1. Metrado de cargas.....	17
2.2.1.1.1. Cargas muertas.....	17
2.2.1.1.2. Cargas vivas.....	18
2.2.1.2. Cargas sísmicas.....	18
2.2.1.3. Centros sanitarios.....	18
2.2.1.4. La vulnerabilidad en las estructuras.....	19
2.2.1.5. Tipos de sistemas del diseño estructural.....	19
2.2.1.5.1. Aporticados.....	19
2.2.1.5.2. Dual.....	19
2.2.1.6. Importancia del diseño estructural.....	20
2.2.1.7. Uso del diseño estructural.....	20
2.2.1.8. Aisladores sísmicos.....	21
III. METODOLOGÍA	26
3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación.....	26
3.1.1. Enfoque de investigación.....	26
3.1.2. Tipo de investigación.....	26
3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito.....	26
3.1.2.2. Tipo de investigación por el diseño.....	26
3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel.....	27
3.1.3. Diseño de investigación.....	27
3.2. Variables y operacionalización.....	28
3.2.1. Variable.....	28
3.2.2. Clasificación de variable.....	28
3.2.3. Operacionalización de variables.....	29
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	29
3.3.1. Población.....	29

3.3.2. Muestra.....	29
3.3.3. Unidad de análisis.....	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad....	29
3.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	29
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	30
3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos.....	31
3.4.4. Confiabilidad del instrumento de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimiento.....	33
3.6. Método de análisis de datos.....	37
3.6.1. Técnicas de análisis de datos.....	37
3.7. Aspectos éticos.....	38
3.8. Desarrollo del proyecto de investigación.....	39
3.8.1. Dimensión 1: Estudio topográfico.....	39
3.8.1.1. Planimetría del área de estudio.....	39
3.8.1.2. Catastro de la zona.....	40
3.8.2. Dimensión 2: Estudio de mecánica de suelo.....	40
3.8.3. Dimensión 3: Diseño arquitectónico.....	48
3.8.4. Dimensión 4: Análisis sísmico sin aisladores.....	49
3.8.4.1. Consideraciones generales para el modelamiento de la estructura	
Empotrada.....	49
3.8.4.2. Modelamiento en Etabs.....	52
3.8.4.3. Análisis dinámico modal espectral.....	57
3.8.4.4. Desplazamientos y distorsiones máximas.....	61
3.8.5. Dimensión 5: Diseño estructural sin aisladores.....	64
3.8.5.1. Diseño de losas.....	64
3.8.5.2. Diseño de vigas.....	71
3.8.5.3. Diseño de columnas.....	88
3.8.5.4. Diseño de muros de concreto	95

3.8.5.5. Diseño de cimentación.....	103
3.8.6. Dimensión 6: Análisis sísmico con aisladores.....	112
3.8.6.1. Parámetros sísmicos.....	112
3.8.6.2. Pre – diseño de un aislador.....	112
3.8.6.3. Dimensión del aislador.....	113
3.8.6.4. Periodos y participación de masas.....	114
3.8.6.5. Fuerza cortante basal dinámico.....	114
3.8.6.6. Desplazamientos y distorsiones.....	114
IV. RESULTADOS	116
4.1. Dimensión 1: Estudio topográfico.....	116
4.1.1. Ubicación del área de estudio.....	116
4.1.2. Coordenadas UTM.....	116
4.1.3. Plano de ubicación y localización.....	117
4.2. Dimensión 2: Estudio de mecánica de suelo.....	118
4.3. Dimensión 3: Diseño arquitectónico.....	119
4.3.1. Alturas.....	119
4.3.2. Áreas.....	119
4.4. Dimensión 4: Análisis sísmico sin aisladores.....	122
4.4.1. Periodos y participación de masas.....	122
4.4.2. Fuerza cortante basal dinámico.....	122
4.4.3. Desplazamientos y distorsiones.....	122
4.5. Dimensión 5: Diseño estructural.....	123
4.5.1. Diseño de columnas.....	123
4.5.2. Diseño de losa maciza.....	123
4.5.3. Diseño de placas.....	123
4.5.4. Diseño de vigas.....	124
4.5.5. Diseño de zapatas.....	124
4.6. Dimensión 6: Análisis sísmico con aisladores.....	125

4.6.1. Periodos y participación de masas.....	125
4.6.2. Fuerza cortante basal dinámico.....	125
4.6.3. Desplazamientos y distorsiones.....	125
V. DISCUSIÓN	126
VI. CONCLUSIONES	129
VII. RECOMENDACIONES	131
REFERENCIAS.....	132
ANEXOS.....	137

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación de los métodos de control de respuesta sísmica.....	22
Tabla 2. Factor de amortiguación.....	24
Tabla 3. Matriz de clasificación de variables.....	28
Tabla 4. Instrumentos y validación.....	31
Tabla 5. Características geotécnicas.....	42
Tabla 6. Análisis de suelos.....	45
Tabla 7. Densidad máxima y mínima.....	46
Tabla 8. Densidad natural.....	46
Tabla 9. Ensayo de corte directo.....	47
Tabla 10. Propiedades del concreto.....	49
Tabla 11. Propiedades del acero de refuerzo.....	49
Tabla 12. Datos de secciones frame.....	51
Tabla 13. Datos de secciones de área.....	51
Tabla 14. Cargas de Gravedad.....	52
Tabla 15. Parámetros sísmicos.....	56
Tabla 16. Periodos y participación de masas.....	58
Tabla 17. Fuerzas en la Base-Sismo x-x.....	61
Tabla 18. Fuerzas en la Base-Sismo y-y.....	61
Tabla 19. Desplazamientos y Distorsiones Máximos X-X.....	62
Tabla 20. Desplazamientos y Distorsiones Máximos Y-Y.....	62
Tabla 21. Combinaciones de Diseño.....	91
Tabla 22. Datos del Suelo para el Diseño.....	103
Tabla 23. Parámetros sísmicos en la dirección X-X e Y-Y.....	112
Tabla 24. Pre – diseño de un aislador.....	112

Tabla 25. Propiedades, desplazamientos y carga axial en función del diámetro del aislador (pre – diseño).....	113
Tabla 26. Dimensión del aislador y placas de montaje.....	113
Tabla 27. Propiedades del aislador.....	114
Tabla 28. Propiedades dinámicas.....	114
Tabla 29. Periodos y participación de masas.....	115
Tabla 30. Fuerzas cortantes basal dinámico XX-YY.....	115
Tabla 31. Desplazamientos y distorsiones máximos X-X.....	115
Tabla 32. Desplazamientos y distorsiones máximos Y-Y.....	115
Tabla 33. Ubicación del proyecto.....	116
Tabla 34. Coordenada UTM del terreno.....	116
Tabla 35. Ficha resumen del EMS.....	118
Tabla 36. Altura del bloque.....	119
Tabla 37. Guía de observación del diseño arquitectónico.....	119
Tabla 38. Periodos y participación de masas.....	122
Tabla 39. Fuerza cortante basal dinámico XX – YY.....	122
Tabla 40. Desplazamientos y distorsiones máximos X-X.....	122
Tabla 41. Desplazamientos y distorsiones máximos Y-Y.....	122
Tabla 42. Diseño de columnas.....	123
Tabla 43. Diseño de losa maciza.....	123
Tabla 44. Diseño de placas.....	123
Tabla 45. Diseño de vigas.....	124
Tabla 46. Diseño de zapatas.....	124
Tabla 47. Periodo y participación de masas.....	125
Tabla 48. Fuerza cortante basal dinámico XX – YY.....	125
Tabla 49. Desplazamiento y distorsiones máximos X-X.....	125
Tabla 50. Desplazamiento y distorsiones máximos Y-Y.....	125

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diferencias entre un sistema convencional y uno aislado	21
Figura 2. Aislante elastomérico.....	21
Figura 3. Cuadro de sistemas de protección sísmica.....	22
Figura 4. Estructura del aislador sísmico LRB.....	23
Figura 5. Aislante de base pendular.....	23
Figura 6. Factor de corte vs deformaciones.....	25
Figura 7. Diagrama del diseño de investigación.....	27
Figura 8. Esquema de investigación.....	28
Figura 9. Planimetría del área de estudio.....	39
Figura 10. Catastro del área de estudio.....	40
Figura 11. Calicata C-1.....	42
Figura 12. Calicata C-2.....	42
Figura 13. Perfil estratigráfico C-1.....	43
Figura 14. Perfil estratigráfico C-2.....	43
Figura 15. Ensayo de corte directo.....	47
Figura 16. Planta de edificación – 1° nivel.....	50
Figura 17. Planta de edificación – 2° nivel.....	50
Figura 18. Propiedades del concreto.....	52
Figura 19. Propiedades del acero de refuerzo.....	52
Figura 20. Definición de secciones en vigas y columnas.....	53
Figura 21. Definición de sección de losa maciza.....	53
Figura 22. Definición de secciones en muros de concreto.....	54
Figura 23. Asignación de cargas mediante: Shell Uniform load Sets.....	54
Figura 24. Definición de brazos rígidos.....	55
Figura 25. Definición de espectro de diseño X-X.....	56

Figura 26. Modelo estructural – vista en 3D.....	57
Figura 27. Primer modo de vibración – Ty: 0.203Sg.....	59
Figura 28. Segundo modo de vibración – Tx: 0.138Sg.....	59
Figura 29. Tercer modo de vibración – Tz: 0.008Sg.....	60
Figura 30. Distorsiones de entrepiso máximos.....	63
Figura 31. Modelo a diseñar – vista en 3D.....	63
Figura 32. Techo 1° nivel – losa maciza – vista en planta.....	65
Figura 33. Efecto Máximo de las Combinaciones (1.4D+1.7L) – Direc. 1-1.....	67
Figura 34. Efecto Máximo de las Combinaciones (1.4D+1.7L) – Direc. 2-2.....	69
Figura 35. VP (25x60) – vista en planta 1° Nivel.....	71
Figura 36. Envolverte de diseño – flexión – 1° nivel.....	72
Figura 37. Máximo momento en la VP (25x60) – corte X-X.....	72
Figura 38. Envolverte de diseño – corte -1° nivel.....	73
Figura 39. Máximo cortante en la VP (25x60) – corte X-X.....	74
Figura 40. Envolverte de diseño – torsión – 1° nivel.....	74
Figura 41. Máxima torsión en la VP (25x60) – corte X-X.....	75
Figura 42. Sección de Viga.....	76
Figura 43. Longitud Centro a Centro de Columnas.....	77
Figura 44. Momentos Últimos Provenientes del Análisis.....	78
Figura 45. Mn = Resistencia Nominal a Flexión.....	79
Figura 46. Momento Último del Análisis.....	79
Figura 47. Definición de la resistencia nominal a flexión.....	80
Figura 48. Distribución del Acero Requerido en la Viga (Dual Tipo II)	86
Figura 49. Distribución del Acero Real.....	87
Figura 50. Control de Cuantía a Flexión de la Viga.....	87
Figura 51. Diagrama Momento – Cobertura.....	87
Figura 52. Sección de Columna.....	88
Figura 53. Fuerza de Diseño a Cortante.....	90

Figura 54. Caso A: Momentos Máximos Nominal en las Vigas en Sentido Antihorario.....	91
Figura 55. Caso A: Momentos Máximos Nominal en las Vigas en Sentido Horario.....	91
Figura 56. Diagrama de Interacción 3-3.....	92
Figura 57. Momentos Máximos Nominales en las Vigas en Sentido Antihorario....	92
Figura 58. Momentos Máximos Nominales en las Vigas en Sentido Horario.....	93
Figura 59. PL – Vista en planta – 1° Nivel.....	96
Figura 60. Distribución de Acero en Placa.....	99
Figura 61. Modelo 3D – Cimentación.....	105
Figura 62. Diagrama de Presiones – Combinación de cargas D+L.....	106
Figura 63. Diagrama de Presiones – Combinación de cargas D+L+0.85Dx.....	106
Figura 64. Diagrama de Presiones – Combinación de cargas D+L+0.85Dy.....	106
Figura 65. Diseño Estructural de la Cimentación.....	107
Figura 66. Definición de los Strips.....	108
Figura 67. Efecto Máximo de la Envolvente de Dirección 1-1.....	108
Figura 68. Definición de los Strips.....	109
Figura 69. Efecto Máximo de la Envolvente de Dirección 2-2.....	109
Figura 70. Efecto Máximo de la Envolvente de Diseño a Cortante.....	110
Figura 71. Efecto Máximo de la Envolvente de Diseño a Cortante.....	111
Figura 72. Prediseño del aislador.....	113
Figura 73. Plano de ubicación y localización.....	117
Figura 74. Arquitectura del 1° nivel – bloque 1.....	121
Figura 75. Arquitectura del 2° nivel – bloque 1.....	121

RESUMEN

Esta investigación se realizó en Lima, en la Universidad Cesar Vallejo. El objetivo principal de estudio fue determinar el análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo - Independencia - Lima.

La metodología utilizada para la presente investigación fue en cuanto al nivel de investigación, se definió por ser descriptiva y con respecto al diseño de este estudio fue de tipo no experimental.

Los principales resultados fueron que, para el análisis sísmico sin aislador, se obtuvo una deriva máxima en el primer piso de 0.00078 y en el segundo piso de 0.00198 en el eje X-X y una deriva máxima en el primer piso de 0.00120 y en el segundo piso de 0.00472 en el eje Y-Y, lo cual es menor a 0.007, deriva máxima establecida en la norma E.030. Mientras que, para el análisis sísmico con aislador, se obtuvo una deriva máxima en el primer piso de 0.00078 y en el segundo piso de 0.00198 en el eje X-X y una deriva máxima en el primer piso de 0.00120 y en el segundo piso de 0.00472 en el eje Y-Y, lo cual es menor a 0.007, deriva máxima establecida en la norma E.030.

Se concluyó que el análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo cumplió con la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones y Directivas del PRONIS del Ministerio de Salud en Independencia, Lima, Lima, 2021.

Palabras clave: Análisis, diseño estructural, aisladores sísmicos.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in Lima, at the Cesar Vallejo University. The main objective of the study was to determine the analysis and structural design with and without seismic isolators of the Tahuantinsuyo Bajo - Independencia - Lima health center.

The methodology used for the present investigation was in terms of the research level, it was defined as being descriptive and with respect to the design of this study it was non-experimental.

The main results were that, for the seismic analysis without isolator, a maximum drift was obtained in the first floor of 0.00078 and in the second floor of 0.00198 in the XX axis and a maximum drift in the first floor of 0.00120 and in the second floor 0.00472 on the YY axis, which is less than 0.007, maximum drift established in the E.030 standard. While, for the seismic analysis with isolator, a maximum drift in the first floor of 0.00078 and in the second floor of 0.00198 in the XX axis and a maximum drift in the first floor of 0.00120 and in the second floor of 0.00472 in the YY axis, which is less than 0.007, maximum drift established in the E.030 standard. It was concluded that the analysis and structural design with and without seismic isolators of the Tahuantinsuyo Bajo health center complied with the norm of the National Building Regulations and PRONIS Directives of the Ministry of Health in Independencia, Lima, Lima, 2021.

Keywords: Analysis, design structural, insulators seismic.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Se ha considerado este tema al observar el progreso global en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las construcciones existentes en el ámbito de la Ingeniería Sísmica. Esto representa un estímulo significativo y constante para la economía y la sociedad en su conjunto. Siguiendo este gran interés, una oficina de bienestar, como una clínica o centro, implica el punto primario en la necesidad de evaluación. (Vizconde, 2004)

La República Dominicana está situada en la Placa del Caribe, que por lo tanto limita con la Placa de América del Sur, la Placa de Norteamérica, la Placa de Cocos y la Placa de Nazca, lo que hace que se produzcan desarrollos de diversas maneras entre ellas. Los desarrollos que más nos influyen provienen del engarce de la Placa del Caribe con la Placa de América del Norte. Estos desarrollos terrestres provocan que un número importante de los diseños de las escuelas financiadas por el gobierno se rompan ya que no reaccionan como se espera a los desplazamientos de nivel, influyendo regularmente en la construcción tanto que puede caer. (Moreno, 2014)

Por encima del 85% de la población colombiana está situada en una zona de unión de placas estructurales, presentando un peligro sísmico de medio a alto. El peligro sísmico no establece un peligro en caso de que no esté unido a estructuras débiles. Se ha comprobado que el daño a mediano la ruptura de las estructuras durante y después de un temblor es una razón importante de contratiempos, angustia social y desgracias financieras 1. Por lo tanto, es fundamental planificar y desarrollar estructuras que soporten grandes eventos sísmicos sin sufrir averías y eventos sísmicos intermitentes sin dañar la construcción y sin dañar los componentes no primarios. (Oviedo, 2006)

La representación de las construcciones en el Ecuador, en cuanto al peligro sísmico al que se presentan la nación y el distrito por su zona, es de suma importancia para reconocer los daños potenciales que se confía que ocurran en las estructuras, si se presentan ante la oleada de un temblor con atributos más notables que los considerados a la hora de planificar. Por lo tanto, la Norma Ecuatoriana de Construcción establece varios grados de seguridad, donde el grado de bienestar de la vida se muestra como el nivelesísmico del plan, con el acuerdo de que la existencia de los que están en las estructuras debe ser asegurada en caso de un sismo con un tiempo de regreso de 475 años y, además, para prevenir la ruptura absoluta en caso de un temblor de gran tamaño con un tiempo de regreso de 2500 años, el último para los diseños de viviendas fundamentales y los diseños únicos. Esto se logra cuando se planifica para las potencias anticipadas más extremas, controlando las remociones relativas globales y utilizando modelos de diseminación de energía inelástica según las normas fundamentales, que hoy en día fusionan cualquier teoría de plan sísmico- seguro para las estructuras de edificios en Ecuador. (Páez, 2017)

En el Perú, se ha investigado escasamente este tema, y su implementación en las instalaciones de bienestar de la clínica San Miguel ha sido aún más limitada. Esto motivó al autor a considerar la aplicación de un estudio de vulnerabilidad. Dado que este centro es el más elevado de su área y alberga a numerosas personas las 24 horas del día, y está ubicado en una región posiblemente propensa a la licuefacción y con un alto nivel freático, representa un riesgo sísmico considerable. Por consiguiente, se ha seleccionado esta estructura como punto crítico para salvaguardar la vida de los residentes de la clínica. (Vizconde, 2004)

El espacio de la Urb. La Rinconada de Trujillo tiene una peligrosidad sísmica alta, debido a la debilidad sísmica y como lo indica el mapa de Peligrosidad, así mismo la zona de La Rinconada de Trujillo - La Libertad presenta una increíble vulnerabilidad en cuanto a su investigación de

debilidad Geotécnica-Sísmica, esto en razón de que las viviendas actuales, no han sido planificadas con los lineamientos vigentes y a la vez, no ha habido una supervisión especializada certificada durante el ciclo de desarrollo. (Contreras, 2017)

Por otra parte, el emprendimiento estará representado bajo la Norma Técnica E.030 de la RNE, la cual pretende las normas de diseño sismorresistente contienen la metodología para evaluar el interés sísmico y la reacción subyacente y establecer la resistencia y firmeza que deben tener las estructuras según su importancia, área y marco primario. (RNE, 2006)

(Saltos, 2016), en Guayaquil - Ecuador. Determinó el uso de aisladores en futuros desarrollos comunes, nuestra nación puede depender de una norma que se modifique de manera genuina a la sociedad y cualidades sísmicas. Donde la metodología fue a modo de exploración en un nivel cuantitativo subjetivo, por el avance de la información objetivo que se pensó y diseccionó para la mejora de este examen. Como conclusión se valoró en resultados procurados en ambos modelos, el diseño que no se adapta al suelo empieza con una pequeña disminución y se expande en el piso siguiente, en todo caso, es lo que ocurre en los modelos de la construcción aislada que empieza en la parte superior y se reduce en el siguiente nivel. Este comportamiento es típico en las construcciones desacopladas, pues a lo largo de su base se reparte un enorme trozo de la energía, siendo el desprendimiento del piso primario más escaso que el de un diseño estándar en esta línea la energía que afecta al piso de arriba en el piso con la carcasa aislada es más escasa que en una construcción desacoplada. Con lo anterior podemos suponer que en el piso superior de la arista con encasamiento la subsidiaria se disminuyó en un alto índice. Las construcciones que se encuentran en un borde diferente, por todas las razones y propósitos idénticos a los tiempos de traslación en el cubo "X" e "Y" procederán de una manera poco común sin flexión, teniendo un comportamiento increíblemente alto de sismos de

impedimento. De la estructura del separador se logró una estimación de 25 cm y una estatura completa de 31,2 cm, con un agregado de 11 cubiertas. La reducción de la subsidiaria en los pisos siguientes de los diseños es esencial, pues está relacionada con el nivel fundamental de perjuicio, inclusive en la disminución de los minutos de alteración. La justificación principal para desacoplar un diseño es disminuir el daño a las partes esenciales y no auxiliares, y mantener los artículos y las personas en el interior en condiciones sorprendentes.

En esta proposición, el constructor puede exigir en función de sus consecuencias que la construcción que no se adapte al suelo comience con algo de bajada y aumente en el piso trasero, si no, podemos expresar lo que ocurre en la disposición del diseño autónomo que comienza en la parte superior y se reduce en el piso trasero.

(Aguiar, Almazán, Dechent y Suárez, 2016), en la UFA – Ecuador. Determinó proponer marcos de protección originales. Su metodología propuesta fue del tipo no-juicio y de la escala cuantitativa, utilizando la técnica de regiones para computar. Y como conclusión se observó que la construcción ligada logra expulsiones más sorprendentes que la desconectada. La migración más escandalosa del diseño acotado está próxima del plan de reembolso en DDBD. También, se observó que la estación de vibración de la construcción aislada es más observable (nótese la separación de dos topes de respuesta consecutivos). A causa de la construcción aislada, un enorme trozo de los movimientos recogidos en el LRB, de ahí la excelente calificación entre el derribo en la cima y en la fundación del LRB. Las retiradas en los cimientos del LRB son los movimientos que experimentó el segmento. Debido a la construcción aislada, la expulsión de la pieza fue mucho más modesta que la de la estructura no separada. Verificando los resultados se observó que la porción en la construcción descuidada entra en el alcance inelástico haciendo ciclos histeréticos de riqueza gigantesca. Esto sugiere que la porción resistió el daño y la energía dispersa. En la construcción aislada, los ciclos histeréticos son minúsculos, induciendo que el fragmento no

sufrió daños. Los minutos realizados en los cimientos de la zona no segregada son más inconfundibles que los de la sección aislada. Esto propone que el seguro hizo una reducción de interés en la comprobación en la carcasa.

Se puede ver muy bien que, en el examen de las estructuras desacopladas, la parte con la que se exhibió el LRB desarrolló inmensos ciclos inelásticos con una enorme dispersión de energía. Las consecuencias retardadas del examen de este sismo en particular muestran que la construcción dispuesta con DDBD se desempeña aceptablemente. Los niveles de fuerza y hundimiento observados evaluaron muy bien los esperados durante el arreglo.

En vista de sus resultados, los científicos tuvieron la opción de decidir la plausibilidad de utilizar las tres clases de revestimientos: los supuestos elastómeros sin plomo, LRB y la clase de contacto pendular del FPS original.

(Cáceres y Aquino, 2017), en la UNSA - Arequipa. Realizó la plena intención de demostrar, diseccionar y planificar una clínica de 4 niveles ubicada en la sucursal de Arequipa con segregación sísmica basal, para elegir el marco de desprendimiento ideal, realizo mezclas de aisladores detipo HDR y LRB aplicando un examen modular único. Y como conclusión se realizó un examen de reacción entre diseños de base fija y base segregada. Razonan que el marco ideal es el "HDR" y el "LRB" combinados, ya que muestran una conducta superior de la super- estructura. Las potencias creadas en cada planta de la estructura desconectada son el 36% de las de la estructura base fija.

En Trujillo, el uso de aisladores sísmicos es necesario por las necesidades centrales de la población para el mejoramiento de los enfoques de bienestar que atiendan la necesaria prosperidad de la población, ofrezcan condiciones ideales en las bases de la administración del bienestar, ya que los Hospitales no pueden renunciar. trabajando después de la acción sísmica, en general, no pueden sufrir un daño extraordinario que anticipe

su actividad, ya que al ser una estructura fundamental no puede tener un daño grave. Esta es otra justificación de por qué el enfoque de configuración de la estructura fundamental se dirige a la utilización de marcos de seguridad sísmica.

La organización de desarrollo, CDB Ingeniería y Construcción, con RUC 20559571424, sita en Av. Sánchez Carrión Nro. 1045, distrito El Porvenir - La Libertad – Trujillo, ha realizado el trabajo "Edificio Residencial Multifamiliar Hungría", ubicado en Lima utilizando aisladores sísmicos que es un multifamiliar en funcionamiento con 12 condominios y 10 aparcamientos distribuidos en 4 niveles y un semi-sótano por separado, donde se cambió el primer diseño del emprendimiento y se recordó un arreglo de revestimientos de base con centro de plomo a solicitud para pensar en la productividad entre las dos tareas (Original y alterada con aisladores). Lo logrado en la etapa primaria demuestran que a pesar de una disminución en el número de niveles (04 pisos) el beneficio del emprendimiento alterado con revestimientos es menor que el primero, no obstante, después de evaluar diferentes elecciones, se obtuvo que a partir del 7 nivel tiene un VAN de S / 172,077 una TIR 24% mayor que el COK que es 20%.

Graña y Montero, S. A., es una empresa de construcción con RUC N° 20332600592, sita en Av. Petit Thouars N°. 4957 Urb. Barboncito, Lima, y cuenta con una organización de asesoría en consultoría y seguro sísmico, que busca abordar el problema del dueño de una propiedad en edificios de alojamiento, un grupo líder de propietarios u organizaciones de desarrollo que fomentan proyectos de tierras, que en caso de un terremoto no podría perder sus propiedades principales, pero además las existencias de sus habitantes. Graña y Montero, S. A., se concentra en la preocupación de sus clientes, para salvaguardar su vida y su especulación, consecuentemente articula su administración con respecto a la mejora del diseño particular severo, utilizando la innovación de punta con la que construye la seguridad de la propiedad y sus ocupantes, que

además dependen de las pautas de seguridad sísmica mundial, incluso que son significativamente más exigentes que el reglamento Peruano.

En el norte de Perú, la ciudad de Trujillo se encuentra en una zona con una elevada actividad sísmica. Por consiguiente, es esencial y necesario construir cimientos para las estructuras que incluyan dispositivos con aisladores sísmicos.

En la actualidad, en Perú hay más de 10 estructuras con refuerzo sísmico. Dentro de este conjunto, se identificaron diversas edificaciones a lo largo de los años: en 2012, el edificio comercial de 7 pisos perteneciente a la asociación Graña y Montero, que consta de 28 capas elastoméricas y 8 con deslizadores de nivel; durante 2013, el aula PUCP con 3 sótanos de emergencia y 7 niveles con separadores elastoméricos y deslizadores de nivel; en 2014 se emprendió la modernización de la torre residencial multifamiliar de 15 pisos Atlantik, las nuevas instalaciones de oficinas del colegio UTEC con 12 niveles, y las 4 nuevas plantas de la PUCP; en 2015 se llevó a cabo la ampliación de la biblioteca de 4 pisos en la UNI y la construcción del complejo residencial Colonial de 15 pisos. (Vega, 2020)

El impulsor fundamental del tema de la sismicidad es que no se toman medidas satisfactorias para aliviarlas, particularmente la utilización de aisladores sísmicos que alivian los principales impactos de los terremotos en las estructuras, particularmente aquellas que necesitan utilizar, por ejemplo, enfoques de bienestar.

En el Perú, desde años atrás, se está ejecutando otra estrategia, que es el desarrollo con aisladores sísmicos, los cuales a partir de ahora se encuentran asentados en la nueva norma de seguridad sísmica E-030 en estructuras de clasificación fundamental, por lo que existe una norma de segregación sísmica E-031, lo que nos permite investigar y planificar estas estructuras. Asimismo, se pueden utilizar lineamientos externos globales que se ajustan a la verdad sísmica Peruana.

Lo que se planea explorar es la utilización de aisladores sísmicos, demostrando que son de importancia fundamental para las estructuras fundamentales, ya que la norma estipula que para las zonas 3 y 4, las construcciones necesitan tener segregación sísmica con un marco primario.

Para ello, se recogió la utilización de revestimientos elastoméricos en el Centro de Salud Tahuantinsuyo Bajo, el separador se ubicará entre la base y la edificación. Por eso, se recomendó la revisión y plano del Centro de Salud Tahuantinsuyo Bajo, que ayudaría a la población circundante, ya que últimamente se ha expandido la cantidad de ocupantes.

A través de este trabajo se aclaró la relación que existe entre el foco de bienestar del centro sanitario del Tahuantinsuyo Bajo con aisladores sísmicos elastoméricos, por lo que la relación no está realmente resuelta. Todo desarrollo debe pasar inicialmente por la etapa de investigación.

1.2. Planteamiento del problema

¿Cuál es el análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima - 2021?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación general

La investigación se realizó porque en la ciudad de Lima es fundamental la implementación de aisladores sísmicos para las construcciones esenciales. El RNE estipula que para las zonas 3 y 4, se establece la obligatoriedad de contar con aislamiento sísmico en las estructuras.

Esta investigación, propuso el uso de aisladores sísmicos en el centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo, el aislador estará colocado entre la base y la edificación.

Así mismo, se dio un adecuado análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos al centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima.

Desde el punto social, este campo de estudio confirmo la importancia de proporcionar viviendas seguras y confortables para toda la población, disminuyendo los perjuicios que puedan ocurrir en los hogares durante un sismo.

Y por otro lado desde el punto económico, este proyecto de investigación logro optar por una alternativa de estabilidad económica responsable mediante la inclusión de los diferentes estados con aislantes sísmicos.

1.3.2. Justificación teórica

Este estudio se justificó en lo teórico, pues mediante el mismo se explicó la relación existente del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo, con y sin aisladores sísmicos, por lo que se tuvo que definir ese vínculo.

1.3.3. Justificación práctica

El estudio se justificó desde el punto práctico, ya que se realizó por requisito de evaluar el centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo, con y sin aislantes sísmicos elastoméricos, por lo que se tuvo que emplear los métodos de procedimientos conocidos para llevar acabo la respectiva estimación y valorización.

1.3.4. Justificación metodológica

Desde el punto de vista metodológico, este proyecto es cuantitativa, ya que se desarrolló considerando la información obtenida de fuentes bibliográficas y repositorios, además de la aplicación de normativas actuales como la E-030 y la E-0.31. Esto se hizo con el propósito de abordar distintos desafíos con miras a prevenir posibles daños en el futuro.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima - 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

- O.E.1** Gestionar el estudio básico de ingeniería (estudio topográfico) del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima, 2021.
- O.E.2** Gestionar el estudio básico de ingeniería (estudio mecánico de suelos) del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima, 2021.
- O.E.3** Diseñar el diseño arquitectónico del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima, 2021.
- O.E.4** Realizar el análisis sísmico sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima, 2021.

O.E.5 Realizar el diseño estructural sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima, 2021.

O.E.6 Realizar el análisis sísmico con aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima, 2021.

1.5. Hipótesis

Según Raffino, María (2019). Nos dice que: “La hipótesis es una posible solución que se hace de manera previa antes del desarrollo de la investigación, siendo una suposición que va a resultar de las bases del estudio, el cual puede ser afirmativa o negativa” (párr. 1).

1.5.1. Hipótesis general

El análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo cumplirá con la norma del RNE y Directivas del PRONIS del Ministerio de Salud en Independencia, Lima, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

“Aislantes de base elastoméricos y FPS en Ecuador”

(Almazán & Suárez, 2016), El objetivo fue proponer aisladores sísmicos de primera generación, el cual fue de clase no experimental y de escala cuantitativa. La metodología para cuantificar fue de áreas. Dando como resultado los aisladores de LRB y el FPS. Los investigadores concluyeron que, apoyándose en sus resultados consiguieron definir la posibilidad de utilizar cualquiera de los modelos anteriores (p.190).

El aporte de esta investigación fue tener una supervisión de evaluación para poder determinar el análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos de las edificaciones, así como también tener una idea de las posibles fallas arquitectónicas, constructivas y estructurales que podrían ser aplicadas en la evaluación de edificaciones, y servir de base para recopilar datos en este estudio.

“Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado”

(Pérez & Vásquez; 2016), de la Universidad de Centroamérica en Managua. Tuvo como objetivo comparar y analizar la configuración estructural existente y el modelado de dos sistemas de aisladores diferentes, uno basado en elastómero y otro basado en deslizamiento. La metodología de este estudio fue modelar estos tres sistemas en etabs 2000, utilizando como referencia un edificio de oficinas con 10 pisos. Como resultado se propuso un aislante de caucho con núcleo de plomo para el sistema basado en elastómero, mientras que para el sistema de desplazamiento se recomendaron las características de un aislador de péndulo de fricción. En conclusión, estos autores coincidieron en que las características sísmicas consideradas al ejecutar el modelo son características dinámicas:

período, aceleración, deformación y cizallamiento de la cimentación (p.60). La presente investigación aportó que los aisladores destacaron en su rendimiento en comparación con la estructura convencional en todos los aspectos analizados, mostrando una respuesta muy satisfactoria ante un evento sísmico.

“Diseño estructural del mercado de abastos del centro poblado de Salaverry en Trujillo”

(Asto & Serrano, 2021). Tuvo como objetivo cumplir con los requerimientos del RNE Su metodología fue proyectar un área de 617.24 m² en un sistema dual con losas macizas en dos direcciones de 0.16m de espesor y con una fundación constituida por una platea de cimentación. Tuvo como resultado el suelo como plano con una capacidad de soporte de 1.35 kg/cm² (SP- SM, según SUCS) y una declinación porcentual de 0.15 con fundamento en el EMS. Para sus ambientes se indicó los criterios técnicos de la A.010, A.070 y A.120, además de los que dispone la municipalidad distrital de Salaverry. En conclusión, estos autores, determinaron el dimensionamiento final al software ETABS, y respondió con desplazamientos menores a 0.007 normados, arrojando en “X-X” un valor de 0.0043 y en “Y-Y” 0.0051 y pasando al diseño con las fuerzas sísmicas y momentos máximos para la conformación de los elementos estructurales según normativa E.060 (p.120).

Este estudio aportó que presenta desplazamientos menores a los esperados propuestos por la norma E.060 y E.030, logrando así una óptima respuesta antisísmica; por lo tanto, se recomienda su uso en este tipo de estructuras o similares.

“Diseño estructural – ecológico de la I.E. N°82208 Marqués de Torre, C.P. Alto Trujillo, distrito el Porvenir, Trujillo – La Libertad, 2018”

(Ahumada & Miranda, 2018). Tuvieron como objetivo un diseño estructural y ecológico de la I.E. N°82208 Marqués de Torre (p.11). Su metodología a utilizar fue de tipo no experimental y descriptiva, en lo cual los datos

recolectados a través de levantamiento topográfico, realizar un diseño arquitectónico, los estudios de suelos para la cimentación, en el diseño estructural realizando previo a ello un predimensionamiento de los elementos como columnas, vigas, losa, zapatas, entre otros; teniendo en cuenta que los resultados cumplan según el RNE, y que la infraestructura sea funcional, segura y económica; además para los salones de primaria y secundaria se utilizó sistema dual, para que la estructura brinde una mejor rigidez según la norma E.030 (p.40). Los resultados que presentaron son pruebas que se realizó en el estudio donde previo al diseño estructural registraron los datos necesarios como el levantamiento topográfico para efectuar una adecuada representación gráfica, detalles de la zona y conocer las características físicas y mecánicas de la infraestructura, también para el diseño arquitectónico se basó en la comunidad estudiantil, las actividades que se realizó en la infraestructura como los ambientes y actividades como zona administrativa, biblioteca, entre otros y para el diseño estructural realizaron predimensionamientos de las estructuras para poder conseguir un comportamiento más cercano a lo real y análisis sísmico estático a todos los bloques del colegio (p.48). Como conclusión se efectuó el diseño estructural, de acuerdo a los requerimientos de rigidez de la edificación, se determinaron diversos elementos estructurales como losas ligeras y macizas, vigas principales y secundarias; pilares de sección rectangular y circular; cumplir con los requisitos estructurales especificados en Norma RNE E.060 (p.292). La presente investigación aportó en cómo realizar el diseño estructural, previo a ello realizar un levantamiento topográfico para poder así tener los datos de la edificación a estudiar para realizar los planos arquitectónicos como distribución de ambientes, iluminación, entre otros; también tener el estudio de suelos para el diseño de zapatas por otro lado realizar el análisis sísmico (estático y dinámico) de la infraestructura según los parámetros del RNE.

“Diseño estructural de un hotel de 7 niveles con sistema dual, distrito y provincia de Otuzco – La Libertad, 2019”

(Lozano & Morillo, 2019). Su objetivo fue concretar el diseño estructural de un hotel de siete niveles con un sistema dual en Otuzco – La Libertad (p 16). Su metodología fue en dos fases, en la primera, se recopilaban datos utilizando instrumentos técnicos y estadísticos, realizando levantamientos topográficos, muestras y estudios de suelos; en la segunda etapa se realizaron tareas de diseño arquitectónico siguiendo las normas del RNE, además del análisis sismorresistente y diseño estructural mediante software como ETABS 2016, SAFE 2016, SAP 2000, entre otros (p 29). Tras el análisis de datos, se determinó que el terreno tenía una pendiente del 27%, compuesto por una arena arcillosa con grava y su capacidad admisible fue de 1.00kg/cm², calificado según AASTHO como regular a malo. Respecto al análisis estructural, las placas se distribuyeron simétricamente en ambas direcciones; las derivas se mantuvieron dentro de los límites aceptables, con el mayor valor en la dirección X de 0.004363 en el tercer piso y en la dirección Y de 0.00293 en el quinto piso (p. 11). En conclusión, el diseño estructural de la edificación siguió las normas técnicas E-0.20, E-0.30, E-0.50, E-0.60 del RNE, y se utilizó el software del CSI (ETABS Y SAP2000), lo que permitió obtener una estructura segura, estable y resistente a cortes, flexiones y torsiones (p. 160).

La presente investigación aportó la información esencial que se debe considerar al llevar a cabo el diseño estructural. Se valió de programas informáticos como ETABS o SAP 2000 y de las normativas técnicas que ofrecen los lineamientos necesarios para desarrollar elementos capaces de resistir las cargas aplicadas, garantizando así la integridad estructural sin presentar fallos, formando un conjunto seguro y resistente.

“Evaluación de los parámetros sísmicos con la incorporación de aisladores elastómeros con núcleo de plomo en el edificio José Quiñones - Lima”

(Carrea, Y. 2018). El objetivo de su estudio fue evaluar el impacto de los aisladores del tipo LRB en los límites sísmicos del edificio José Quiñones. La metodología usada en esta investigación consistió en aplicar la Dinámica Modal Espectral a la estructura con y sin aisladores sísmicos. Se evaluaron dos situaciones: una con un marco de soporte fijo conforme al estándar de plan de seguridad sísmica E-030, y otra con un marco desconectado siguiendo la normativa ASCE 7-10, con el fin de determinar cuál de estos enfoques tiene un mejor comportamiento ante eventos sísmicos. Como resultado dedujo que los aisladores elastoméricos LRB tuvieron un impacto altamente favorable en los límites sísmicos del diseño. En conclusión, tuvo un comportamiento seguro frente a los sismos, independientemente de la magnitud de los eventos sísmicos. (p.100).

Lo aportado en esta investigación, fue que la inclusión de aisladores elastómeros LRB es esencial en la evaluación de los parámetros sísmicos en las edificaciones multifamiliares y en otras donde sea indispensable su uso, de acuerdo a las normas vigentes.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Análisis y diseño estructural

Según Estrada (2018), en el análisis y diseño estructural, de acuerdo con la normativa de construcción pertinente, las estructuras deben cumplir con las cargas específicas que deben ser tomadas en cuenta al examinar una estructura. En la investigación de una estructura, es esencial considerar tanto las fuerzas como las cargas, incluyendo las cargas vivas y las cargas muertas.

Actividades sobre las estructuras

Además de ser denominadas solicitaciones o cargas, se refieren a las fuerzas, tensiones y deformaciones que una estructura debe ser capaz de resistir durante su período de uso. Estas actividades pueden ser provocadas por especialistas innatos a la construcción (como su propio peso) y por especialistas externos a ella (como la pesadez de los individuos).

2.2.1.1. Medrado de cargas

El análisis de las cargas implica la estimación aproximada de las fuerzas que impactan sobre los componentes estructurales de un edificio. Para llevar a cabo esta evaluación, es crucial comprender con precisión la disposición jerárquica y la transferencia de cargas entre los elementos estructurales, desde la losa hasta la cimentación. (Chaiña, 2016).

Según la norma E.020 de cargas del RNE, se establece que las cargas representan fuerzas o acciones derivadas del peso intrínseco de los materiales empleados en la construcción, así como de los elementos o individuos que la ocupan, y de los efectos ocasionados por fenómenos naturales como vientos, sismos y la presencia de hielo.

2.2.1.1.1. Cargas muertas

Se trata de las cargas totales innatas o añadidas al diseño. Incluyen la carga propia de los componentes subyacentes; la carga de los complementos de composición, como la superficie del suelo, la fachada, el revestimiento, etc.; la carga de los accesorios limpios. Estas cargas están siempre presentes en el diseño.

2.2.1.1.2. Cargas vivas

Las cargas vivas generalmente no se toman en cuenta para el diseño, por ejemplo, la pesadez de los individuos que involucran la estructura, la pesadez de los vehículos o la pesadez de las máquinas o del mobiliario que puede ser eliminado. Por otro lado, también están las cargas naturales (aguaceros, viento, inundaciones, terremotos, nieve, etc.), que, en cualquier caso, estas cargas naturales se tratan de forma única en contraste con las cargas vivas de ayuda, ya que su frecuencia depende excepcionalmente de la zona geológica y de los estados de trabajo en la construcción.

2.2.1.2. Cargas sísmicas

Naciones como Estados Unidos, Chile y Perú, donde el movimiento sísmico es un factor importante a tener en cuenta al planificar estructuras. Los eventos sísmicos pueden causar un aumento en la velocidad del suelo, lo que a su vez hace que la estructura responda a estos desarrollos incitantes. Según el tipo de suelo y de la estructura principal, cada uno responde de forma diferente a las demandas sísmicas. En este sentido, los países sísmicamente dinámicos promueven normas estrictas que gestionan la investigación y la planificación de los diseños para los impactos sísmicos con el fin de garantizar su funcionamiento adecuado.

2.2.1.3. Centros sanitarios

Al realizar el diseño estructural a centros de salud, es necesario realizar un levantamiento topográfico del área a realizar, razón por la cual es necesario considerar el diseño arquitectónico, en primer lugar, para hacer la cimentación de la infraestructura, así

también es crucial realizar un estudio de impacto sísmico considerando la reglamentación E-0.30, con el propósito de valorar las fuerzas horizontales presentes en cada nivel de estas estructuras.

2.2.1.4. La vulnerabilidad en las estructuras

La influencia de la vulnerabilidad en las infraestructuras son preocupaciones en las estructuras existentes ya que el comportamiento de estas edificaciones no son buenas ante la presencia del sismo, debido a la infraestructura deficiente, las prácticas de construcción insuficientes y la mala calidad de los materiales, como la resistencia y los detalles del concreto; como también las irregularidades estructurales; lo cual estas deficiencias afectan el comportamiento sísmico y esta son las influencias del sismo en los sistemas estructurales aportados.

2.2.1.5. Tipos de sistemas del diseño estructural

2.2.1.5.1. Aportados

Se trata de edificaciones de hormigón armado en las que sus componentes estructurales están formados por vigas y pilares, interconectados mediante conexiones rígidas. Esta configuración permite realizar ajustes internos, ya que las cargas aplicadas no son soportadas por los muros, de acuerdo con la normativa, aproximadamente el 80% de la fuerza cortante en la base se transmite a través de las columnas de los marcos estructurales (RNE E.060, 2016).

2.2.1.5.2. Dual

Estas estructuras de hormigón armado absorben las fuerzas sísmicas mediante marcos estructurales fortificados con muros

de contención. Se implementa la adición de paneles a los marcos para incrementar la rigidez y mejorar el rendimiento estructural del edificio. Este enfoque se emplea en edificios de múltiples niveles y/o en suelos blandos con el fin de prevenir resonancias provocadas por fuerzas sísmicas. (Cabello, 2020).

2.2.1.6. Importancia del diseño estructural

La infraestructura contribuye al desarrollo de la sociedad humana. Sin embargo, al diseñar la estructura, se debe tener en cuenta el sistema estructural considerándose como la base de la infraestructura, así como los cimientos. Además, las columnas y vigas son diseñados para soportar el peso del edificio y su propio peso; por lo tanto, se deben realizar análisis técnicos con el fin de realizar buenas mejoras a la estructura y hacerla más resistente a la estructura.

2.2.1.7. Uso del diseño estructural.

A nivel global, el diseño estructural se emplea en la construcción de edificaciones comerciales, centros de atención médica, instituciones educativas, viviendas y otros tipos de construcciones. Se basa en el uso de cemento Portland combinado con agregados y reforzado con acero, siendo estos materiales altamente versátiles en la industria de la construcción de estructuras. Esto se debe a sus propiedades, como la resistencia a la tracción, firmeza, maleabilidad y longevidad. Es esencial destacar que tanto el diseño arquitectónico como la calidad de los materiales desempeñan un papel fundamental en la vida útil de una estructura de concreto armado, asegurando que cumpla eficazmente con su función proyectada.

2.2.1.8. Aisladores sísmicos

En la siguiente gráfica se puede ver las diferencias entre el sistema convencional y el aislado.

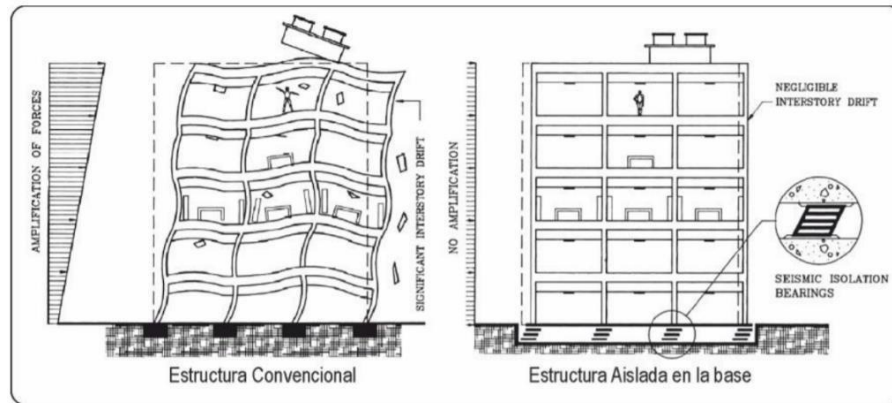


Figura 1. Diferencias entre un sistema convencional y uno aislado.

Fuente: (Mayes L., Ronald; Naeim, Farzad, pág. 726).

Para la norma técnica E.031 “aislamiento sísmico” (2019). Nos dice que los aisladores son componentes estructurales del método de separación sísmica, donde exhiben rigidez en sentido vertical y flexibilidad en sentido horizontal, lo que les permite soportar considerables deformaciones laterales bajo tensiones sísmicas.

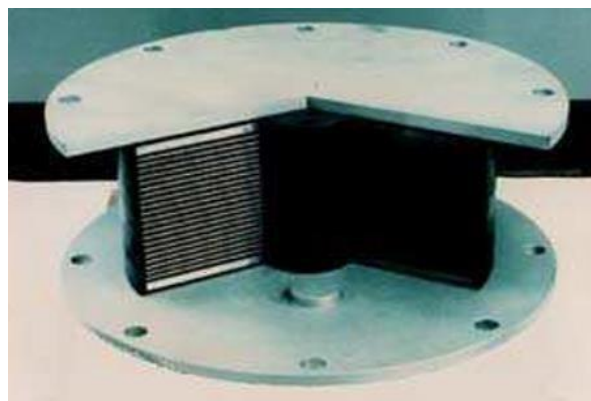


Figura 2. Aislante elastomérico.

Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico, 2011.

Tabla 1. Clasificación de los métodos de control de respuesta sísmica.

Sistema de Control	Tipo	Tipo	Dispositivo	
Control pasivo	Aislamiento sísmico	Mecanismos deslizantes o de rodillos	Apoyo de rodillos	
			Apoyo de placa deslizante, tipo péndulo, basculante	
			Capa deslizante	
			Otros	
		Elemento flexible	Elastómero de multicapas	
			Dispositivo flexible	
	Disipación de energía	De tipo histerético	Acero	
			Plomo	
			Otros	
		De tipo friccionante		
		De tipo fluido	Hidráulico	
			Viscoso	
			Otros	
		De tipo viscoelástico		
Efecto de masa adicional	De masa y resorte			
	De tipo pendular			
	Vibración de líquido			
	Otros			
Otro				
Control semiactivo	Control de amortiguamiento	Sistema de amortiguamiento variable	De tipo hidráulico	
			Otro	
	Control de rigidez	Sistemas de rigidez variable	Riostra	
			Otro	
Otro				
Control activo e híbrido	Efecto de masa	Amortiguamiento activo de masa		
		Amortiguamiento híbrido de masa		
	Control de fuerza	Tendón activo		
		Otro		
Otro				

Fuente: (Oviedo y Duque, 2006).



Figura 3. Cuadro de sistemas de protección sísmica.

Fuente: (Muñoz Guerra, 2013, pág. 8).

Dentro de las alternativas de protección sísmica, se encuentran varios tipos de sistemas de aislamiento de base, considerados como pasivos. Principalmente, el aislador de base consigue separar la cimentación y la estructura, reduciendo de esta manera la fuerza sísmica y alterando el periodo de vibración.

Entre los aislantes de bases más usados tenemos:

- Los aisladores elastoméricos convencionales: Dentro de ellos tenemos dos tipos: los aisladores elastoméricos de bajo amortiguamiento (LDR) y los aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR).
- Los aislantes elastoméricos con centro de plomo (LRB).

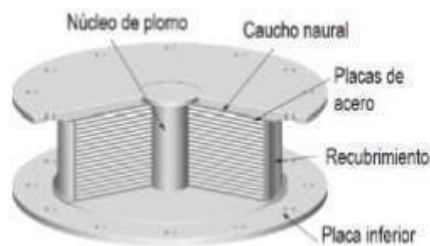


Figura 4. Estructura del aislador sísmico LRB.

Fuente: (Bridgestone, 2003).

- Los aislantes de péndulo de fricción (FPS).

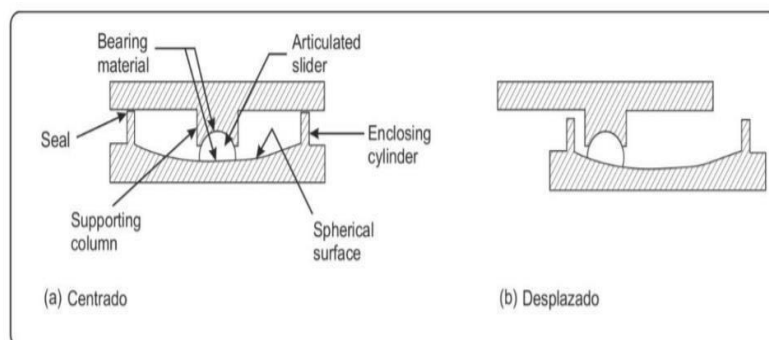


Figura 5. Aislante de base pendular.

Fuente: (Espinoza Toledo, 2015).

Para hallar el desplazamiento de diseño se usa la siguiente fórmula:

$$D_D = \frac{g * S_{D1} * T_{D1}}{4\pi^2 * B_D}$$

Desplazamiento de diseño – ASCE 07.10

g: Es la gravedad.

SD1: Representa la aceleración característica del espectro para un intervalo de 1 segundo, con un nivel de amortiguación fijado al 5%.

TD: Indica el período ideal de separación de las estructuras ante el movimiento planificado.

BD: Corresponde al valor numérico asociado a la disipación efectiva del sistema de aislamiento para el movimiento planificado. Estos datos se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 2. Factor de amortiguación.

Effective Damping, β_D or β_M (percentage of critical) ^{a,b}	B_D or B_M Factor
≤2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.7
40	1.9
≥50	2.0

Fuente: American society of civil engineer, 2010 – table 20.3 – 1 site classification.

Asimismo, para hallar el tiempo de efecto del movimiento diseñado se usa la siguiente fórmula:

$$T_D = 2\pi \times \sqrt{\frac{W}{KD_{min} \times g}}$$

Periodo efectivo para el desplazamiento del cálculo.

g: Representa la fuerza de atracción gravitatoria.

KDmin.: Corresponde a la resistencia mínima efectiva del sistema de aislamiento en la dirección específica para el movimiento proyectado.

W: Se refiere a la carga estructural que se encuentra encima de la capa de aislamiento.

De igual manera para hallar el movimiento máximo se usa la siguiente fórmula:

$$D_M = \frac{g * S_{M1} * T_M}{4\pi^2 * B_M}$$

Periodo efectivo para desplazamiento de cálculo – ASCE 07.10

g: Representa la fuerza gravitatoria.

SM1: Indica la aceleración máxima del espectro sísmico para un intervalo de 1 segundo, considerando una amortiguación planificada del 5%.

TM: Se refiere al tiempo efectivo de aislamiento estructural para el movimiento máximo.

BM: Corresponde al valor numérico asociado a la disipación efectiva del sistema de aislamiento para el movimiento planificado.

Por último, para hallar los cambios de amortiguación entre 25 – 30% se usa el siguiente diagrama:

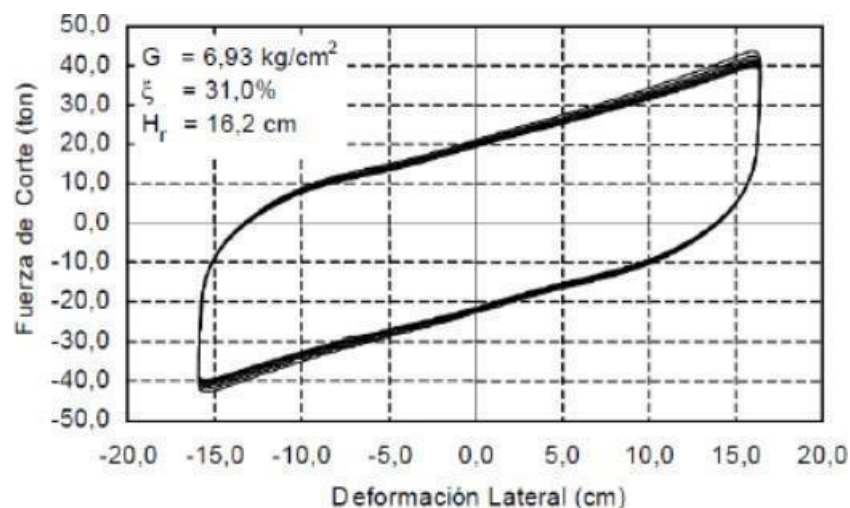


Figura 6. Factor de corte vs deformaciones laterales para ciclo de LRB.

Fuente: NCh2745-2013.

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación

3.1.1. Enfoque de investigación

La metodología realizada en este estudio fue de enfoque cuantitativo, porque se basa en la recopilación secuencial de datos provenientes de cada dimensión propuesta de la variable, otorgando valores numéricos que respaldan la hipótesis planteada en este proyecto.

3.1.2. Tipo de investigación

3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito

Este estudio fue de tipo: aplicada, es decir, para el análisis y diseño estructural se usó teorías y conocimientos propios del tema. Además, se recurrió a la consulta de las normativas E.020, E.030, E.50 y E.060, las cuales revisten una importancia significativa en el estudio en cuestión. Estos lineamientos fueron fundamentales para abordar la problemática y así alcanzar los resultados esperados.

3.1.2.2. Tipo de investigación por el diseño

El diseño de este estudio fue de tipo no experimental, porque no se realizó la manipulación de la variable. Además, se caracterizó por su carácter descriptivo, ya que permitió detallar de manera específica los procedimientos llevados a cabo para cada dimensión de la variable de estudio. Esto se realizó teniendo en consideración los estándares establecidos en las normativas, con el propósito de verificar el cumplimiento de todos los requisitos de diseño correspondientes a esta estructura.

3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel

El nivel de investigación se definió por ser descriptiva, porque se realizó un análisis y diseño estructural, empapándose del tema de sistemas estructurales de muros estructurales, pues el investigador tiene como finalidad efectuar el análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima, 2021.

3.1.3. Diseño de investigación

En este estudio el diseño de investigación fue de tipo no experimental, porque no se realizó la manipulación de la variable. Asimismo, se identifica como transversal, dado que la recolección de datos se realizará en un único período de tiempo. Además, se define como descriptivo, ya que su finalidad es ofrecer una descripción detallada de la variable, proporcionando una perspectiva de una situación o momento específico.

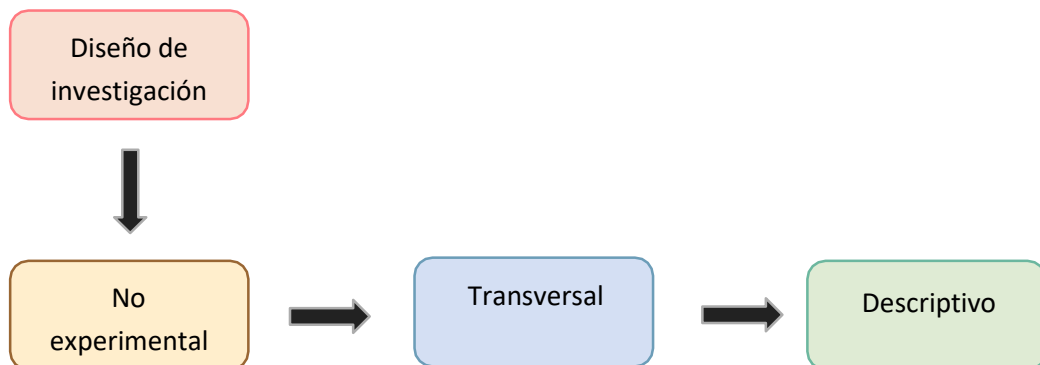


Figura 7. Diagrama del diseño de investigación.

Fuente: Internet.



Figura 8. Esquema de investigación.

Fuente: Internet.

M: Muestra

O: Observación

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable

- Variable Independiente: Análisis y diseño estructural

Según Estrada (2018), en el análisis y diseño estructural, conforme a la normativa vigente, las estructuras deben cumplir con las cargas específicas que deben ser tomadas en cuenta al examinar una estructura. Durante la investigación de una estructura, es esencial considerar las fuerzas y cargas pertinentes, tales como las cargas vivas y las cargas muertas.

3.2.2. Clasificación de variable

Tabla 3. Matriz de clasificación de variables.

CLASIFICACIÓN DE VARIABLE					
Variable	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Análisis y diseño estructural	Independiente	Cuantitativo	Razón	Multidimensional	Indirecta

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Operacionalización de variables

En el anexo N° 3.1. quedo mostrado la operacionalización de variables de este proyecto de investigación.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1. Población

Se tomo como población el centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo en Independencia – Lima, 2021.

3.3.2. Muestra

Se tomo como muestra el centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo en Independencia – Lima.

3.3.3. Unidad de análisis

Fue el centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo en Independencia – Lima, 2021.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Este estudio tuvo como técnica la observación no experimental participativa directa, la misma que es sistemática o estructurada, ya que implicó la recopilación de datos de campo necesarios para la investigación. Además, se utilizaron diversos instrumentos que facilitan la medición apropiada de la variable o variables en estudio.

Otra estrategia empleada fue el análisis de documentos, lo cual permitió indagar retrospectivamente en distintos archivos como expedientes técnicos, artículos, tesis, normativas, entre otros. Estos recursos fungieron como respaldo, permitiendo la localización y extracción de datos fundamentales para el adecuado avance de la investigación.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

En el presente estudio se utilizaron los siguientes instrumentos:

Para el levantamiento topográfico se usó la ficha de resumen N° 01 (Anexo 4.1), que se empleó en la recopilación de datos, incluyendo los resultados topográficos.

De igual manera, para el EMS se utilizó la guía de observación N° 01 (Anexo 4.2). Esta guía fue fundamental para obtener información del estudio de suelos realizado en la zona cercana al lugar de estudio. Dicha ficha proporcionará información resumida sobre las propiedades mecánicas y físicas del suelo, la cual será considerada en las etapas posteriores del desarrollo de la investigación.

Asimismo, para el diseño de planos arquitectónicos se utilizó el software AutoCAD y en conjunto con la guía de observación N° 02 (Anexo 4.3). Esta guía permitió la adquisición de datos y criterios necesarios para el diseño del área específica de estudio, involucrando el análisis de la ubicación, alturas y distribución de los espacios destinados al centro sanitario.

Además, para el análisis sísmico se usó el programa Etabs junto con la guía de observación N° 02 (Anexo 4.4). Esta guía facilitó la adquisición de datos y criterios esenciales para el diseño de la infraestructura, al analizar las condiciones del suelo y el tipo de sistema estructural.

Finalmente, en el diseño estructural, se empleó la guía de observación N° 04 (Anexo 4.5 y Anexo 4.6), la cual permitió la obtención de datos y criterios técnicos relacionados con la infraestructura a ser evaluada. Esta guía permitió el análisis de las condiciones presentes en la estructura y la posterior elaboración del diseño estructural para el centro sanitario en cuestión.

Tabla 4. Instrumentos y validación.

Etapas de investigación (Dimensiones)	Instrumentos	Validación
Estudio topográfico	Guía de observación 01	Juicio de expertos
Estudio de mecánica de suelos	Ficha de resumen 01	Juicio de expertos
Diseño arquitectónico	Guía de observación 02	Juicio de expertos Norma A.050
Análisis sísmico sin aisladores	Guía de observación 03	Juicio de expertos Norma E.020 / Norma E.030
Diseño estructural con aisladores	Guía de observación 04	Juicio de expertos Norma E.050
Análisis sísmico con aisladores	Guía de observación 05	Juicio de expertos NTP E-030 / E-031

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos

Los métodos de recopilación de datos empleados en el proyecto fueron sometidos a un proceso de validación mediante el juicio de expertos profesionales, ingenieros especializados en el ámbito de investigación y con una extensa trayectoria en estudios afines, donde han realizado trabajos similares al proyecto, aportando su conocimiento y experiencia. Los instrumentos considerados para su utilización en esta investigación fueron validados por estos profesionales. La guía de observación N°01 recibió la evaluación y aprobación del ingeniero civil Fernando José

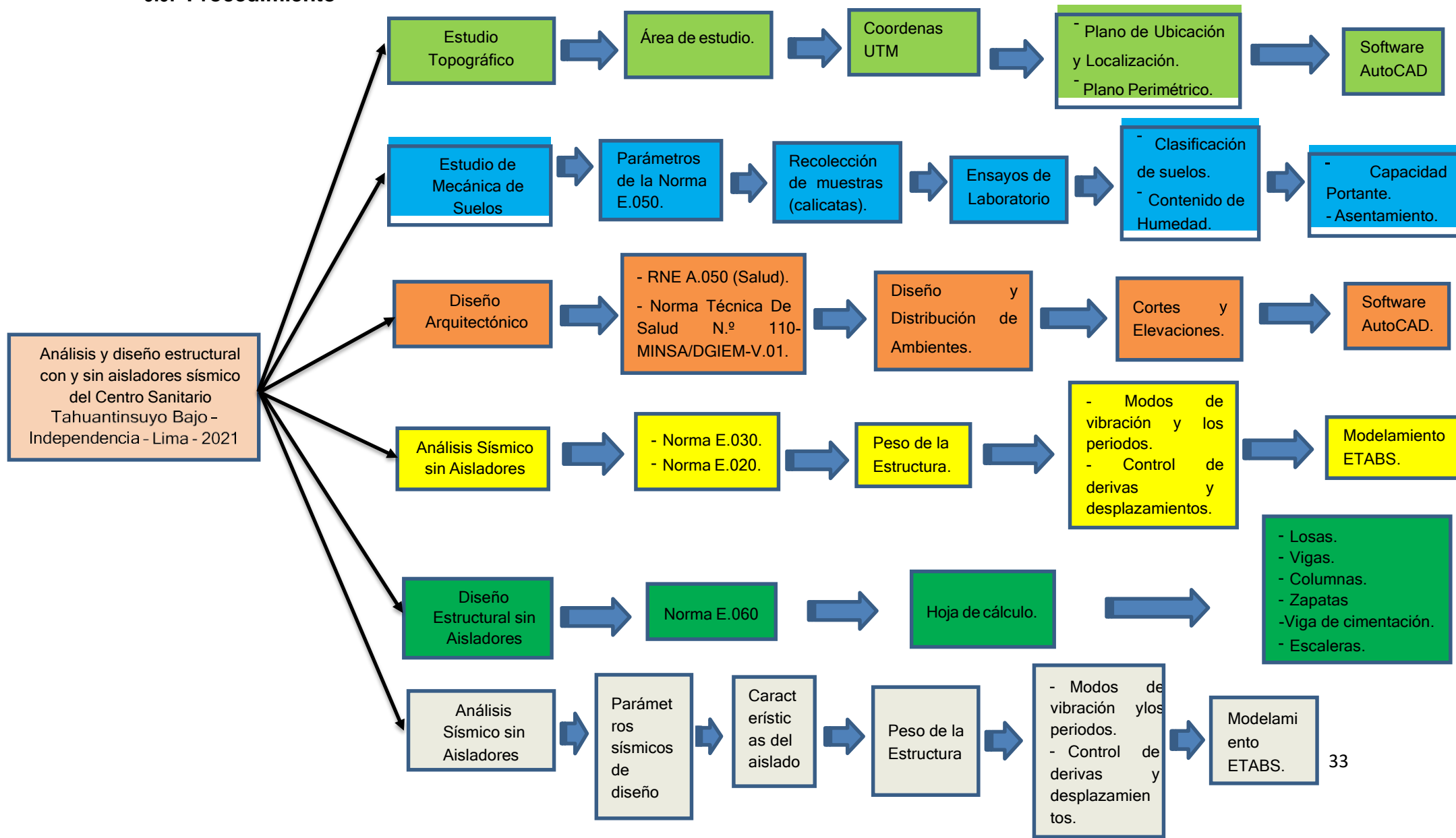
Flores Celis, registrado con el CIP 69419, mientras que la ficha de resumen N°01 fue validada por el ingeniero colegiado Alex Mauricio Veliz Barreto, con el CIP 222756. Además, las guías de observación N°02, N°03, N°04 y N°05 fueron evaluadas y aprobadas por los ingenieros colegiados Luis Aníbal Cerna Rondón, con el CIP 123512, y Josualdo Villar Quiroz, con el CIP 106997 (Anexo 6.3). Estos mismos ingenieros también llevaron a cabo la evaluación y aprobación de todos los instrumentos utilizados en este trabajo (Anexo 6).

También es relevante señalar que todas las guías de observación empleadas incorporan los requisitos y criterios estipulados por las distintas normativas de la RNE, según lo requiera.

3.4.4. Confiabilidad del instrumento de recolección de datos

En el presente proyecto, la confiabilidad dependió de la experiencia y destreza de los profesionales en esta especialidad, que se adicionaron para enriquecer la indagación.

3.5. Procedimiento



Los procedimientos para esta investigación estuvieron constituidos en seis etapas:

➤ Etapa 1: Estudio topográfico.

Se gestiono el alcance de un estudio topográfico ya realizado de la zona de estudio, proporcionándonos información de datos existentes como las coordenadas UTM, el área total del plano perimétrico y el catastro de la zona de estudio. Con la información recopilada se creó una superficie de curvas de nivel y se tomó un área proyectada de 1792.53m². Por último, se realizó en el software AutoCAD los planos de ubicación y localización del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo.

➤ Etapa 2: Estudio de mecánica de suelos

Se gestiono el alcance de un EMS a partir de un expediente técnico de proyectos previamente ejecutados en la zona de estudio, brindando información sobre las características y propiedades del suelo.

De acuerdo con la información recopilada, se verifico que la investigación de este proyecto cumpla con los parámetros y requisitos del RNE E.030 y E.050. Esto garantiza la precisión de los datos que serán empleados en las fases subsiguientes de la investigación.

En etapas posteriores, se resumió la información más pertinente derivada de la investigación de suelos. A través de la guía de Observación N.º 01, se extrajeron los datos necesarios e imprescindibles para el levantamiento, incluyendo elementos como la capacidad de carga, categoría y tipo de suelo, contenido de humedad, densidad natural, profundidad y ancho de cimientos, asentamiento,

entre otros. Estos detalles enriquecerán y potenciarán la calidad del diseño del proyecto.

➤ Etapa 3: Diseño arquitectónico

Una vez que se tuvo información del área destinada al proyecto, el siguiente paso consistió en la confección de los planos arquitectónicos en planta y elevaciones. Estos serán elaborados y detallados con el respaldo del software AutoCAD y la guía de observación N°02 (Anexo 4.2), herramientas técnicas y estadísticas que facilitaron la distribución eficiente de los espacios. Se determinaron las áreas y alturas de los ambientes, además de diseñar los accesos y salidas del centro de salud, todo conforme a lo estipulado por la norma técnica A.050 Salud. El objetivo fue considerar las dimensiones mínimas y condiciones adecuadas de los ambientes, asegurando el acceso, movimiento y atención tanto de personas con discapacidad como del público en general.

Tras completar el diseño de todos los espacios, se realizó a cabo la disposición y la localización de las columnas, priorizando la simetría estructural para prevenir la aparición de irregularidades y momentos torsionales asociados a estas.

Finalmente, se confeccionaron los planos de todos los ambientes planificados, incluyendo las elevaciones, los cortes y todos los detalles pertinentes. El propósito fue esclarecer el diseño integral de la estructura y simplificar el proceso de análisis en las etapas posteriores de la investigación.

➤ Etapa 4: Análisis sísmico sin aisladores elastoméricos

En esta etapa del proyecto se realizaron los siguientes pasos:

1. Se realizó la evaluación del proyecto, considerando las dimensiones de los elementos estructurales desde el planteamiento inicial del proyecto arquitectónico. Incluyó el dimensionamiento preliminar de vigas, lasas y columnas, así como el cálculo de cargas. Todo este proceso se respaldó en cumplimiento con las normativas técnicas E.60 y E.020.
2. A continuación, se realizó el análisis sísmico que abarca los análisis: estático y dinámico. Se inició con el análisis estático, siguiendo el procedimiento de evaluar las fuerzas laterales aplicadas horizontalmente en el centro de masa de cada planta de la estructura para su valoración frente a las cargas sísmicas, en concordancia con las pautas establecidas en la normativa E.030.
3. Luego se procedió el análisis dinámico, donde se hallaron derivas de piso, modos periodos y masas parcipativas, fuerza cortante basal, espectro de aceleración, desplazamientos, entre otros. Teniendo en cuenta la norma E.030.
4. Finalmente, para el modelado de la estructura anclada, se empleó el software Etabs, considerando aspectos generales como las características de los materiales (concreto y acero).

➤ Etapa 5: Diseño estructural sin aisladores elastoméricos

En esta fase del proyecto fueron diseñadas la cimentación, vigas de cimentación, columnas, vigas, losas y escaleras. Teniendo en cuenta la norma técnica E.050 y la E.060.

➤ **Etapa 6: Análisis sísmico con aisladores elastoméricos**

En esta etapa del proyecto se tuvo en consideración tres pasos:

1. Se determinó que tipo de aislador es el más adecuado para la estructura en mención.
2. Seguidamente hallamos las consideraciones preliminares tales como los parámetros de diseño sísmico.
3. Con los datos obtenidos de lo anterior, se realizó la modelación del sistema aislado. Asimismo, se procedió también con el análisis sísmico (considerando periodos y modos de vibración, control de desplazamientos y derivaciones). Con esta información, se realizó el análisis del modelo dinámico.

3.6. Método de análisis de datos

3.6.1. Técnicas de análisis de datos

Este estudio fue de diseño no experimental, porque no se realizó la manipulación de la o las variables. Además, se demostró transversal, dado que la recolección de datos de las variables se realizó en un solo período temporal. Se identificó también como descriptivo, porque su objetivo principal es describir la o las variables, y proporcionar una visión de una situación o momento dado. También se complementó con anexos propios de la investigación; y con programas de computadora.

Para organizar la información y los datos, se procedió a utilizar los métodos y procedimientos pertinentes de acuerdo con las siguientes normativas:

- (NTP E.030 “Diseño Sismo resistente”, 2021).
- (NORMA A.50 “Salud”, 2021).

Asimismo. las herramientas usadas en este estudio fueron:

- Software ETABS.
- AutoCAD.
- Microsoft Office.

3.7. Aspectos éticos

Para En el desarrollo de este estudio, se consideró los aspectos éticos, reflejados en la autoría del estudiante Leonardo Manuel Flores García, quien contribuyó al avance de la ingeniería civil. Esto implicó la integración de estudios e información de diversos autores, los cuales fungieron como fundamento metodológico para enriquecer y ampliar la investigación. Sin embargo, el autor respetó los derechos de propiedad intelectual de estos autores y sus trabajos.

Por este motivo, se demostró la correcta citación conforme a las normas ISO 690. Además, se evaluó el nivel de similitud a través de la plataforma web Turnitin, confirmando la originalidad del trabajo de investigación y resaltando la importancia de la autonomía como principio ético, según lo establecido en los lineamientos ideológicos de la UCV – Trujillo.

El investigador se comprometió a ser responsable, veraz y confiable con los resultados obtenidos en la investigación. Esta investigación tuvo consigo la luz en los objetivos, claridad en los datos recogidos, privacidad y profundidad en el desenvolvimiento del tema.

Además, este proyecto de investigación se desarrolló sin causar impacto ambiental y sin afectar los principios éticos y los comportamientos saludables de la comunidad involucrada en este estudio, incluyendo al autor.

El propósito de esta investigación fue buscar nuevas soluciones en el ámbito estructural con la finalidad de contribuir al beneficio de la sociedad.

3.8. Desarrollo del proyecto de investigación

3.8.1. Dimensión 1. Estudio topográfico

En el presente estudio se realizó la gestión del alcance de un estudio topográfico ya realizado de la zona de estudio, proporcionándonos información de datos existentes como las coordenadas UTM, el área total del plano perimétrico y el catastro de la zona de estudio. Con la información recopilada se generó una representación de curvas de nivel y se tomó un área proyectada de 1792.53m². Por último, se realizó en el software AutoCAD los planos de ubicación y localización del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo.

3.8.1.1. Planimetría del área de estudio

Según los planos topográficos se ubicó la planimetría del área de estudio.



Figura 9. Planimetría del área de estudio.

Fuente: AutoCAD.

3.8.1.2. Catastro de la zona

Según los planos topográficos se ubicó el catastro de la zona.

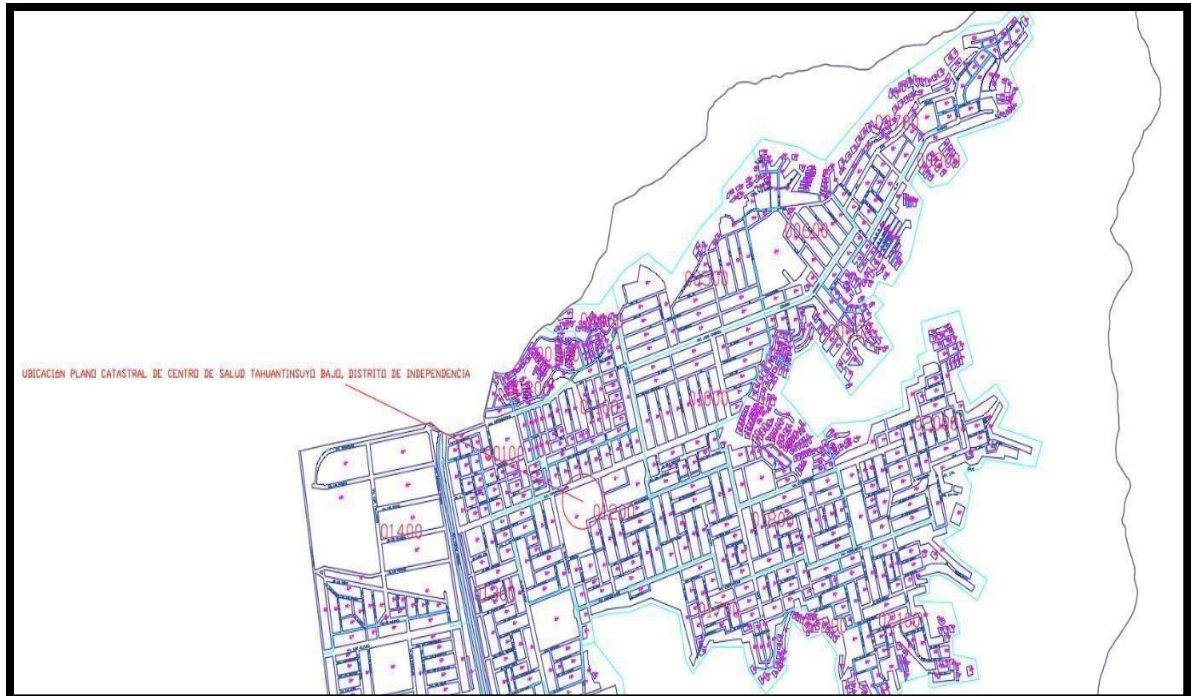


Figura 10. Catastro del área de estudio.

Fuente: AutoCAD.

3.8.2. Dimensión 2. Estudios de mecánica de suelo

Para este estudio se gestionó un EMS a partir de un expediente técnico de proyectos previamente ejecutados en la zona de estudio, proporcionándonos las características y las propiedades del suelo.

Las cuales son las siguientes:

- Presenta una buena accesibilidad.
- El área en mención, se caracteriza porque presenta una climatología de desierto montañoso – templado con periodos estacionarios de lluvias, entre diciembre y abril; presentando promedios anuales de 98-277mm y una humedad relativa que

oscila en un alrededor de 65%. La temperatura promedio anual esta dado entre -5°C a 20°C .

- La geomorfología del área en estudio presenta las siguientes: cordillera de laderas, cadena del lima y penillanura de lima.
- Para analizar las propiedades dinámicas del suelo, se emplea la tecnología de medición de micro-temblores, la cual permite evaluar el período de vibración natural de la zona de estudio. Esta medición se puede verificar mediante un análisis de aumento sísmico en la pequeña deformación de la roca del basamento a la superficie.

Existen razones naturales y antropogénicas para las microtrepidaciones; las condiciones naturales son las condiciones volcánicas, las olas del mar y las condiciones atmosféricas, que son diferentes a las condiciones artificiales: transporte, maquinaria industrial, etc. El equipo comúnmente utilizado para medir la micro-fluctuación incluye:

- Sensores.
 - Amplificador.
 - Registro de información.
 - Monitor de registros.
 - Analizador analógico-digital FFT.
- Se realizaron dos (02) calicatas (C-1 y C-2), convenientemente ubicadas y con suficientes profundidades de acuerdo a lo requerido en el proyecto; este método permite directamente evaluar las diferentes características del subsuelo en su estado original, hasta los 3 metros de profundidad no se encontró napa freática alguna.

Tabla 5. Características geotécnicas.

Pozo	Profundidad (m) a cielo abierto
C-1	3.00 metros
C-2	3.00 metros

Fuente: Elaboración propia.



Figura 11. Calicata C – 1.

Fuente: Estudio de suelos.



Figura 12. Calicata C – 2.

Fuente: Estudio de suelos.

- Estas muestras son procesadas en el laboratorio de MS de GEOTECNIA AQP E.I.R.L; siguiendo los estándares establecidos por la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (A.S.T.M.).

- Ensayos estándar:

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422.

- ✓ Límite líquido y límite plástico ASTM D-4318.

- ✓ Contenido de humedad ASTM D-2216.

- Ensayos especiales:

- ✓ Se llevó a cabo el ensayo de corte directo saturado
 - inalterado en una muestra representativa extraída del pozo con profundidad de 0.00 a 3.00m.

- Clasificación de suelos:

- ✓ S.U.C.S.

- El presente trabajo presenta 02 tipos de perfiles estratigráficos del terreno:

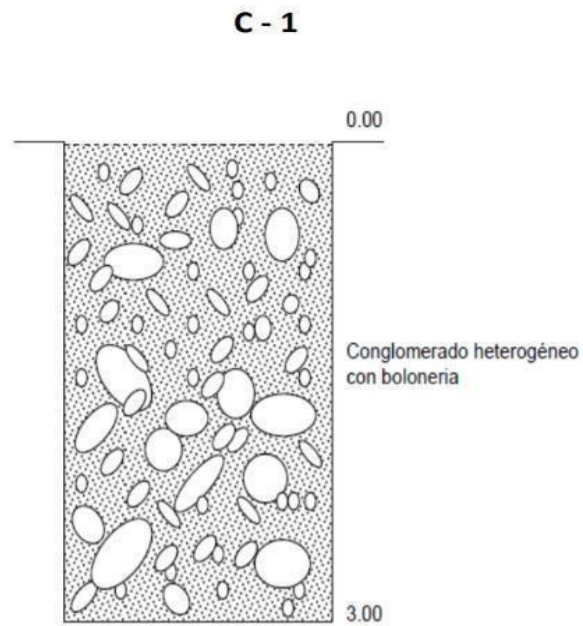


Figura 13. Perfil estratigráficos C – 1.

Fuente: Estudio de suelos.

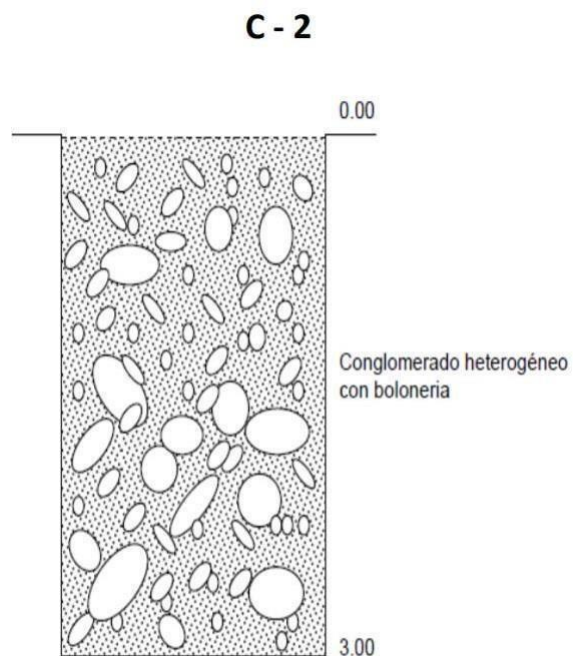


Figura 14. Perfil estratigráficos C – 2.

Fuente: Estudio de suelos.

Como conclusiones tenemos:

- El terreno de estudio se ubica en el centro de salud Tahuantinsuyo Bajo – distrito Independencia – provincia Lima
– Región Lima.
- Se recomienda construir sistemas de drenajes necesarios para los tiempos lluviosos.
- La capacidad portante del terreno es de 1.98 kg/cm².
- La profundidad mínima de cimentación será de 1.60 m
- El material predominante es un suelo GP (Material tipo conglomerado heterogéneo con botonería).
- El suelo no es agresivo para las cimentaciones, por tanto, se recomienda usar el cemento tipo IP.
- El asentamiento inmediato es de 0.34 cm.
- Los parámetros para el análisis sismorresistente recomiendan un factor $s=1.20$ y $T_s=0.60$.
- No se encontró napa freática hasta los 3 metros de profundidad.
- El ángulo de fricción interna (ϕ) = 30.20°
- La Cohesión (gr/cm³) = 0.00
- La densidad natural (gr/cm³) = 1.94
- El ancho de cimiento (B) = 1.00 m
- El módulo de Poisson (μ) = 0.28
- El módulo de elasticidad (E_s) = 182 Kg/cm² .
- La cimentación es de tipo zapata corrida de una vivienda típica.

A continuación, tenemos las siguientes tablas de resultados:

Tabla 6. Análisis de suelos.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCION	1		2				
	CAL / MUESTRA	C-1		C-2				
	PROF. (m)	0.00 - 3.00		0.00 - 3.00				
	ABERTURA (mm)	RET.	PASA	RET.	PASA			
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100		100		100			
1"	25.400	17.6	82	14.6	85			
3/4"	19.050	-	82	-	85			
1/2"	12.700		82		85			
3/8"	9.525	20.3	62.1	23.6	61.8			
1/4"	6.350		62.1		61.8			
Nº 4	4.760	16.8	45.3	15.4	46.4			
Nº 6	3.360	-	45.3	-	46.4			
Nº 8	2.380	-	45.3	-	46.4			
Nº 10	2.000	12.6	32.7	9.8	36.6			
Nº 16	1.190	-	32.7	-	36.6			
Nº 20	0.840	-	32.7	-	36.6			
Nº 30	0.590	-	32.7	-	36.6			
Nº 40	0.428	19.8	12.9	18.4	18.2			
Nº 50	0.297	-	12.9	-	18.2			
Nº 80	0.177	-	12.9	-	18.2			
Nº 100	0.149	10.3	2.6	8.6	9.6			
Nº 200	0.074	10.6	- 8.0	12.6	- 3.0			
- Nº 200	-	- 8.0	- 0	- 3.0	0			
HUMEDAD NATURAL (%)		6.2		7.0				
LIMITE LIQUIDO (%)		21.6		22.5				
INDICE PLASTICO (%)		NP		NP				
CLASIFICACION SUCS		GP		GP				
CLASIFICACION AASHTO								
NOTA : LA INTERPRETACION AJENA DE LOS RESULTADOS ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO, SALVO LAS RECOMENDACIONES ADJUNTAS.								

Fuente: Estudio de suelos.

Tabla 7. Densidad máxima y mínima.

CALICATA 1						
ENSAYO	DENSIDAD MÍNIMA			DENSIDAD MÁXIMA		
	1	2	3	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm ³)	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98
PESO DEL MOLDE (g)	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)	7,845.00	7,840.00	7,839.00	7,980.00	7,982.00	7,981.00
PESO DEL SUELO (g)	2,535.00	2,530.00	2,529.00	2,670.00	2,672.00	2,671.00
DENSIDAD MINIMA/MAXIMA (g/cm ³)	1.889	1.885	1.885	1.990	1.991	1.990
RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA: 1.886			DENSIDAD MÁXIMA: 1.990		
CALICATA 2						
ENSAYO	DENSIDAD MÍNIMA			DENSIDAD MÁXIMA		
	1	2	3	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm ³)	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98
PESO DEL MOLDE (g)	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)	7,852.00	7,856.00	7,859.00	7,975.00	7,978.00	7,973.00
PESO DEL SUELO (g)	2,542.00	2,546.00	2,549.00	2,665.00	2,668.00	2,663.00
DENSIDAD MINIMA/MAXIMA (g/cm ³)	1.894	1.897	1.899	1.986	1.988	1.984
RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA: 1.897			DENSIDAD MÁXIMA: 1.986		

Fuente: Estudio de suelos.

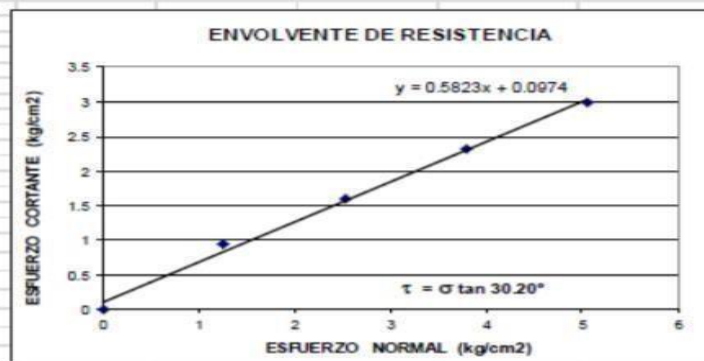
Tabla 8. Densidad natural.

DESCRIPCION	CALICATA 1	CALICATA 2
1 Peso suelo + bandejas grs.	3,912	3,938
2 Peso bandeja	282	282
3 Peso neto suelo + grava (1)-(2)	3,630	3,656
4 Peso grava secada al aire		
5 Peso de arena + el frasco	7,710	7,732
6 Peso de arena que queda + frasco	3,269	3,257
7 Peso neto de arena empleada (5) (6)	2,707	2,741
8 Densidad de la arena	1.51	1.51
9 Volumen del hueco (7) : (8) cc	1,793	1,815
10 Volumen de grava por desplazamiento		
11 Peso del suelo (3) - (4) grs.	3,630	3,656
12 Volumen suelo (9) (10) cc.	1,793	1,815
13 Densidad húmeda (11) grs.	2.02	2.01
14 % de humedad contenida	4.30	3.80
15 Densidad seco (13) : 1 + 14) 100 grs.	1.941	1.940

Fuente: Estudio de suelos.

Tabla 9. Ensayo de corte directo.

DEFORMACION TANGENCIAL d h (mm.)	ESPECIMEN 01 S (kg/cm ²) τ (kg/cm ²)	ESPECIMEN 02 S (kg/cm ²) τ (kg/cm ²)	ESPECIMEN 03 S (kg/cm ²) τ (kg/cm ²)	ESPECIMEN 04 S (kg/cm ²) τ (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.20	0.203	0.355	0.507	1.320
0.40	0.223	0.375	0.609	1.462
0.60	0.243	0.406	0.690	1.523
0.80	0.274	0.447	0.772	1.666
1.00	0.294	0.487	0.853	1.747
1.20	0.335	0.528	0.934	1.859
1.40	0.386	0.589	1.026	1.919
1.60	0.406	0.640	1.117	1.950
1.80	0.447	0.711	1.269	2.092
2.00	0.487	0.761	1.401	2.173
2.20	0.518	0.833	1.483	2.255
2.40	0.558	0.904	1.574	2.356
2.60	0.579	0.965	1.696	2.448
2.80	0.619	1.036	1.808	2.590
3.00	0.670	1.117	1.899	2.651
3.20	0.711	1.198	1.950	2.712
3.40	0.772	1.259	2.082	2.773
3.60	0.833	1.381	2.163	2.844
3.80	0.883	1.503	2.234	2.925
4.00	0.934	1.605	2.316	2.986



Fuente: Estudio de suelos.

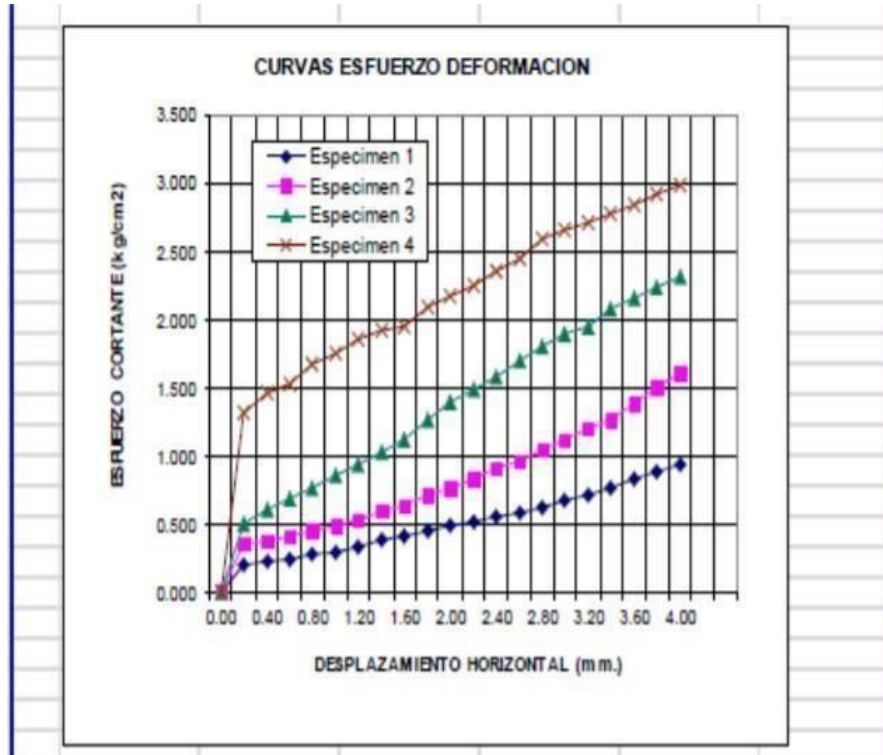


Figura 15. Ensayo de corte directo.

Fuente: Estudio de suelos.

3.8.3. Dimensión 3. Diseño arquitectónico

Una vez que se definió el área destinada al proyecto, el siguiente paso consistió en la elaboración de los planos de arquitectura en planta y las respectivas elevaciones. Estos planos fueron elaborados y detallados mediante el uso del software AutoCAD, junto con el apoyo de la guía de observación N°02 (Anexo 4.2), herramientas técnicas y estadísticas que permitieron una distribución adecuada de espacios.

También se determinaron las áreas y alturas de los ambientes, se diseñaron los accesorios y salidas del centro de salud, todo esto cumpliendo con los requisitos estipulados en la norma técnica A.050 Salud. El objetivo era considerar las dimensiones y condiciones mínimas de los ambientes, garantizando el acceso, movimiento y atención tanto de las personas con discapacidad como del público en general.

Una vez completado el diseño de todos los espacios, se llevó a cabo la distribución y disposición de las columnas, buscando una simetría estructural con el propósito de prevenir irregularidades y la generación de momentos torsionales debido a dichas irregularidades.

Posteriormente, se realizó la elaboración de planos para todos los ambientes contemplados, incluyendo elevaciones, cortes y detalles precisos. Este proceso se llevó a cabo con la intención de esclarecer el diseño global de la estructura y facilitar la fase de análisis en las etapas posteriores de la investigación.

3.8.4. Dimensión 4. Análisis sísmico sin aisladores

3.8.4.1. Consideraciones generales para el modelamiento de la estructura empotrada

- Propiedades de los materiales:

- Concreto armado

Conforme a lo establecido en los planos del proyecto, la capacidad de resistencia del concreto, es de $f'c$ (resistencia a la compresión a los 28 días) de 280 kg/cm² para placas, columnas, vigas, losas, zapatas, muro de contención. Las propiedades del concreto a utilizar en el diseño son mostradas en la Tabla 10.

Tabla 10. Propiedades del concreto.

Propiedad	Valor
Resistencia a la Compresión	280 Kgf/cm ²
Módulo de Elasticidad del Concreto	252671.328 Kgf/cm ²
Módulo de Poisson	0.20

Fuente: Estudio de suelos.

- Acero de refuerzo

Se emplearán barras de acero corrugado y/o barras de acero liso, específicamente del tipo ASTM A615 grado 60. Las características fundamentales de estas barras se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11. Propiedades del acero de refuerzo.

Propiedad	Valor
Esfuerzo a la Fluencia del Acero	4200 Kgf/cm ²
Módulo de Elasticidad del Acero	21000000 Kgf/cm ²

Fuente: Estudio de suelos.

- Estructuración del proyecto:

La propuesta estructural correspondiente al diseño de una vivienda multifamiliar, consiste en la utilización de elementos estructurales, ubicados de la manera más simétrica posible, de tal manera que proporcione una rigidez global aceptable ante los límites que propone la actual Norma Técnica Peruana E030 “Diseño Sismorresistente” y evite problemas de irregularidad torsional extrema en planta. Las vistas en planta son mostradas en la 16 y 17, las cuales presentan una altura de 2.65 m en todos sus niveles.

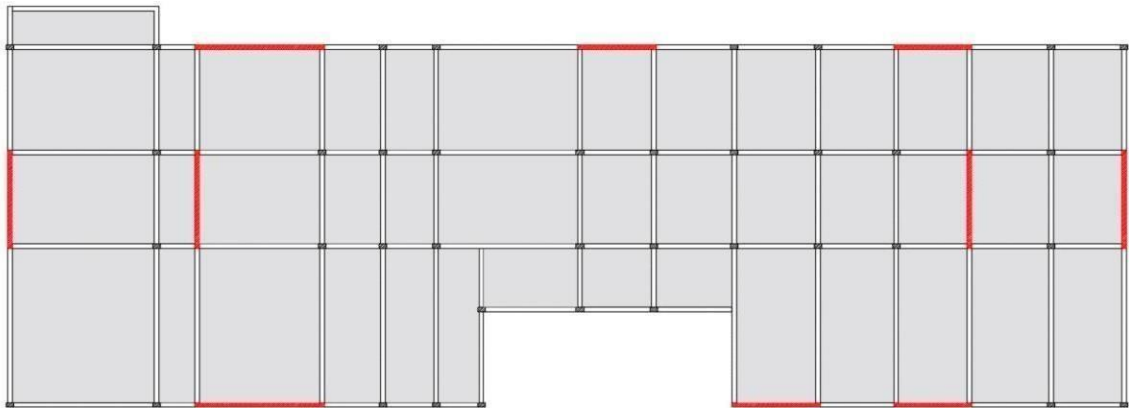


Figura 16. Planta de edificación - 1° nivel.

Fuente: AutoCAD

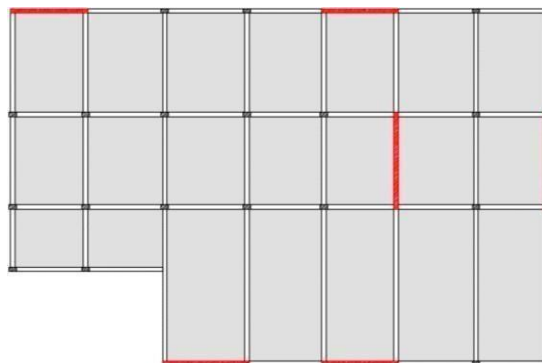


Figura 17. Planta de edificación - 2° nivel.

Fuente: AutoCAD.

- Dimensión de los elementos estructurales

Las dimensiones de los elementos Frame como vigas y columnas a usar, son mostradas en la Tabla 12, donde las secciones de las vigas y columnas variarán de acuerdo con su ubicación en planta.

Tabla 12. Datos de secciones frame.

Elemento	Dimensión (cm)
Vigas Principales	25 x 60
Vigas Secundarias	40 x 45

Fuente: Planos.

Las dimensiones de los elementos Área como muros de corte y losas de concreto, son mostradas en la Tabla 13, donde la sección de los muros se mantendrá constantes en todos los niveles, mientras que, para las losas, estas serán aligerados en una y en dos direcciones y macizas tanto en los entrepisos como en el techo del ascensor.

Tabla 13. Datos de secciones de área.

Elemento	Dimensión (cm)
Muros de Corte	25
Losa Maciza De Techos	20

Fuente: Planos.

- Cargas de gravedad

Las cargas de gravedad por metro cuadrado que se tomarán para esta estructura son mostradas en la Tabla 14, en ella se indican los valores asumidos tanto para la losa maciza como para la aligerada. Estos fueron asignados según lo mínimo que indica la NTP E020 (Reglamento de cargas en Perú).

Tabla 14. Cargas de Gravedad.

Losa Maciza (Kgf/m ²)				
N° de Piso	PP*	CM	Live	Live UP
1°	-----	300	500	-----
2°	-----	200	300	-----

Fuente: R.N.E. – E.020.

3.8.4.2. Modelamiento en Etabs.

Se procederá a modelar la edificación de concreto armado de dos niveles más un semisótano, teniendo en cuenta las dimensiones, materiales y secciones definidas en el capítulo anterior.

- Definición de los materiales:

Se procedió a definir las propiedades del concreto y el acero de refuerzo, estos se insertaron en el programa como se evidencia en la Figura 18 y Figura 19, respectivamente.

Figura 18. Propiedades del concreto.

Fuente: Etabs.

Figura 19. Propiedades del acero de refuerzo.

Fuente: Etabs.

- Definición de secciones:

Se procedió a definir las secciones de los elementos estructurales a modelar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 15 y la definición de las secciones de los elementos Frame es mostrada en la Tabla 12 y las secciones de los elementos Área en la Figura 20, Figura 21 y Figura 22.

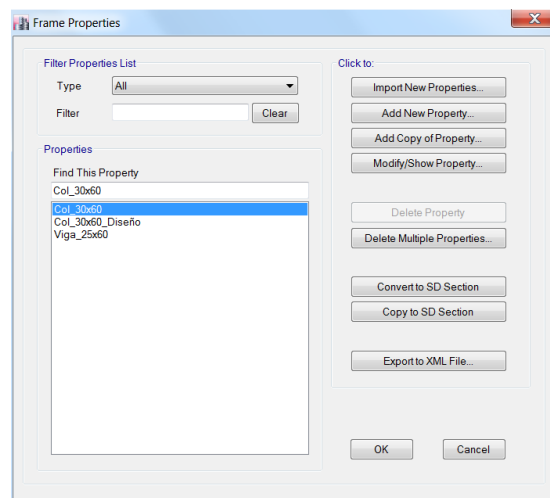


Figura 20. Definición de secciones en vigas y columnas.

Fuente: Etabs

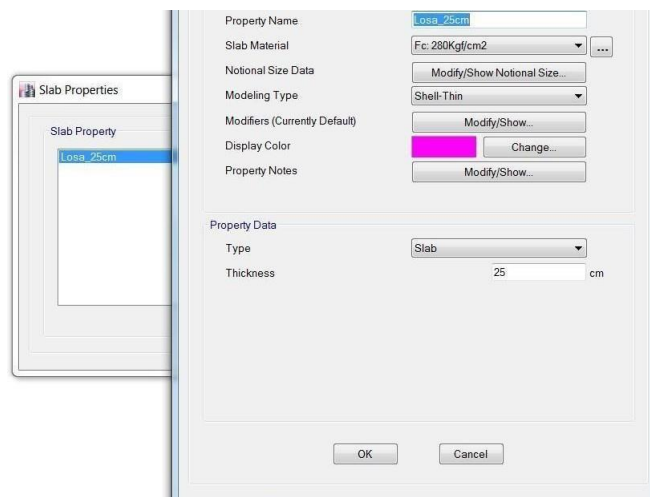


Figura 21. Definición de sección de losa maciza.

Fuente: Etabs.

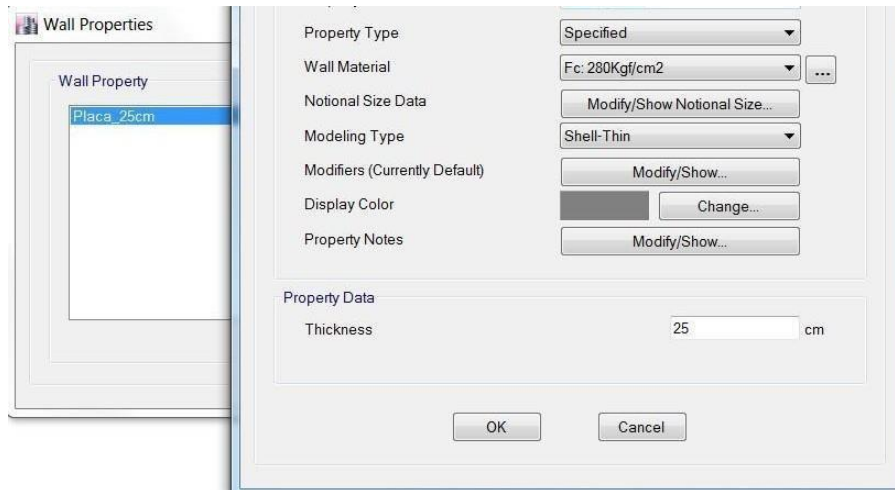


Figura 22. Definición de secciones en muros de concreto.

Fuente: Etabs.

- Definición de carga de gravedad:

Se procedió a la definición de las cargas de gravedad utilizando los valores de velocidad debida a la gravedad, con los cuales se definieron grupos de carga mediante la opción “Shell Uniform Load Sets”. Los grupos obtenidos son mostrados en la Figura 23.

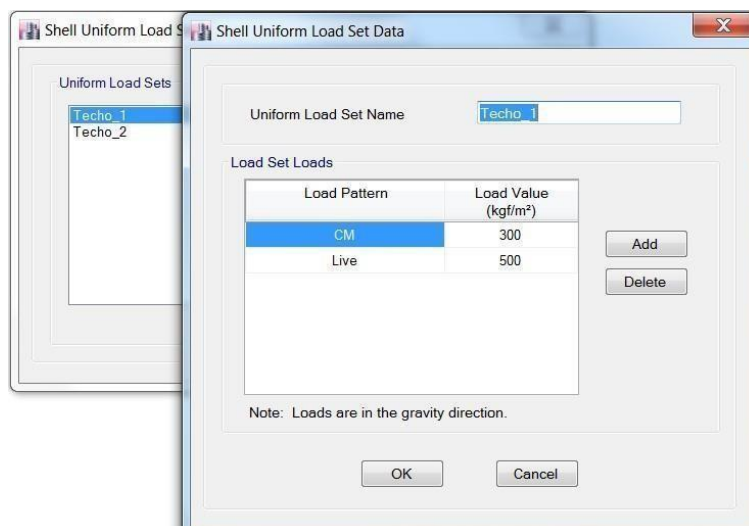


Figura 23. Asignación de cargas mediante: Shell Uniform load Sets.

Fuente: Etabs.

- Definición de brazos rígidos: viga - columna

Al analizar una estructura, se sabe muy poco acerca del verdadero comportamiento que presentarán los nodos (Viga-Columna) ante una determinada demanda de carga, por lo que el programa permite la asignación de brazos rígidos, con el fin de darle un comportamiento más real, mediante factores de rigidez que van de 0 a 1. Para nuestro modelo asumiremos un factor de 0.50, haciendo que los nodos presenten cierto daño. Su definición en el programa es mostrada en la Figura 24.

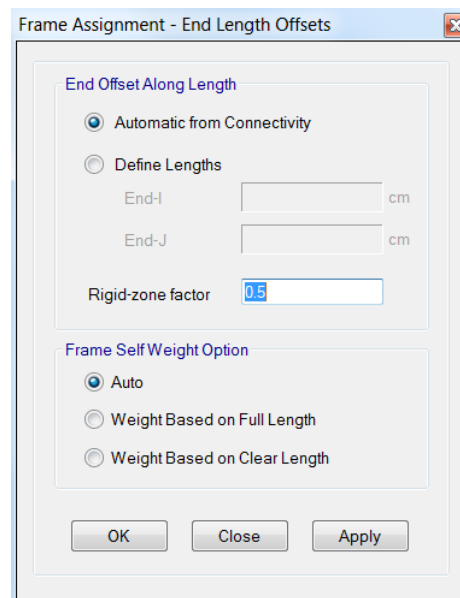


Figura 24. Definición de brazos rígidos.
Fuente: Etabs.

- Definición de parámetros sísmicos y espectro de diseño

El artículo 27 de la NTP E030-2018, indica los procedimientos para un análisis sísmico, para ello se definió primero los parámetros sísmicos a tomar en cuenta (Tabla 15), como la zona en donde estará la estructura, el tipo de suelo donde esta se cimentará, etc. En la Figura 25 se representa la configuración de dichos parámetros, junto con la determinación del espectro de respuesta que se empleará para el análisis dinámico modal espectral.

Tabla 15. Parámetros sísmicos.

Análisis en X-X e Y-Y		
Z	0.45	Zona Sísmica (Z ₄)
U	1.50	Categoría Esencial (A)
S	1.05	Suelo Intermedio (S2)
R _{ox}	6.00	Sistema de Muros Estructurales
R _{oy}	6.00	Sistema de Muros Estructurales
I _a	1.00	No Presenta Irregularidad en Altura
I _p	1.00	No Presenta Irregularidad en Planta
R _x	6.00	Coficiente de Reducción Sísmica
R _y	6.00	Coficiente de Reducción Sísmica

Fuente: R.N.E. – E.030

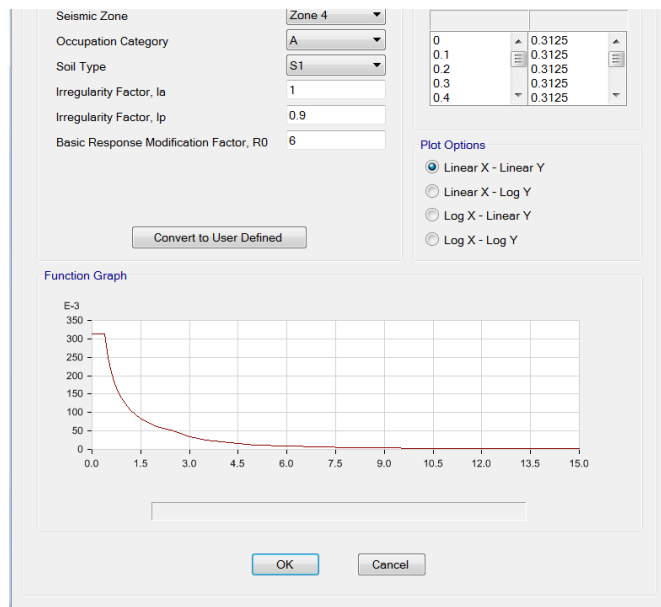


Figura 25. Definición del espectro de diseño X-X.

Fuente: Etabs.

- Modelo estructural

Se procedió a realizar el modelo de la estructura, utilizando el software Etabs, tal como se ilustra en la Figura 26. Se mostró la geometría propuesta, así como las cargas de gravedad y sismo.

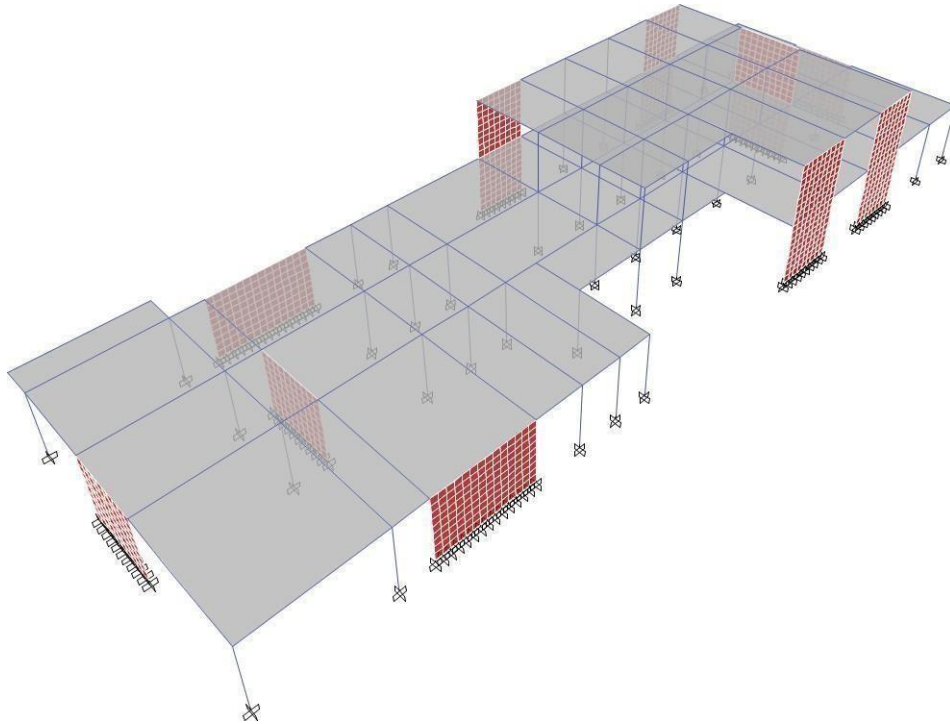


Figura 26. Modelo estructural – vista en 3D.

Fuente: Etabs.

3.8.4.3. Análisis dinámico modal espectral

El análisis sísmico es esencial para comprender el comportamiento de las estructuras antes de la ocurrencia de un terremoto. En el contexto de Perú, donde el país se encuentra en una región propensa a terremotos, el desarrollo del análisis sísmico adquiere una importancia crítica. Según Los principios del diseño sísmico, se permiten que los edificios experimenten deformaciones inelásticas bajo cargas sísmicas severas. En consecuencia, la tensión sísmica de diseño se considera como parte de la máxima tensión sísmica elástica.

- Análisis modal y masas participativas

En referencia al artículo 29.1.1 y 29.1.2 de la NTP E030-2018, se consideran los modos de vibración de la estructura, donde se indica que estos pueden determinarse mediante un procedimiento de análisis que tenga en cuenta las características de rigidez y la distribución de masas. Se consideran los modos de vibración en cada dirección, priorizando aquellos cuya suma de masas efectivas represente al menos el 90% de la masa total. Se dará importancia a los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. Los resultados y los periodos predominantes se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16. Periodos y participación de masas.

Modos de Vibración				
Modos	Periodo (s)	Participación de Masa		
		Ux	Uy	Rz
1°	0.203	0.003	0.495	0.048
2°	0.138	0.699	0.002	0.003
3°	0.008	0.002	0.192	0.642

Fuente: Etabs.

Las formas de cada uno de los modos, así como los periodos predominante para cada dirección de la estructura, son mostradas en las Figuras 27, Figura 28 y la Figura 29 respectivamente.

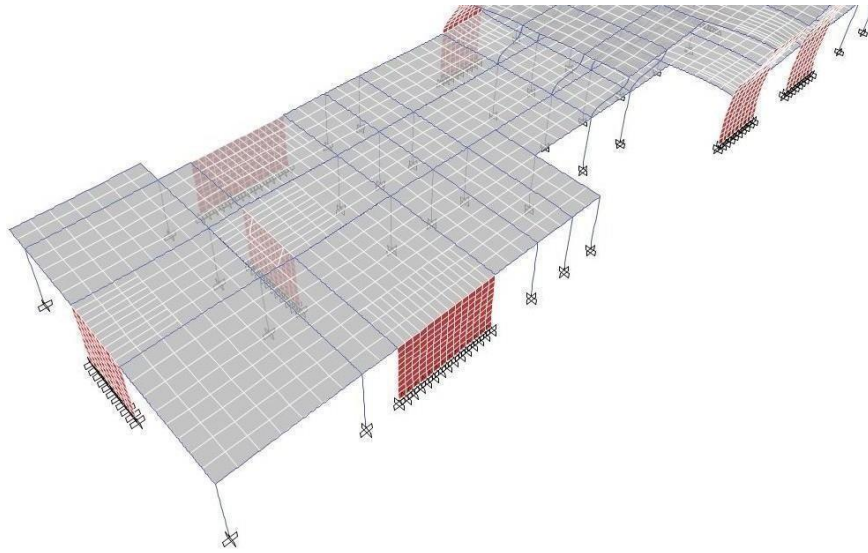


Figura 27. Primer modo de vibración – T_y : 0.203 s_g .

Fuente: Etabs.

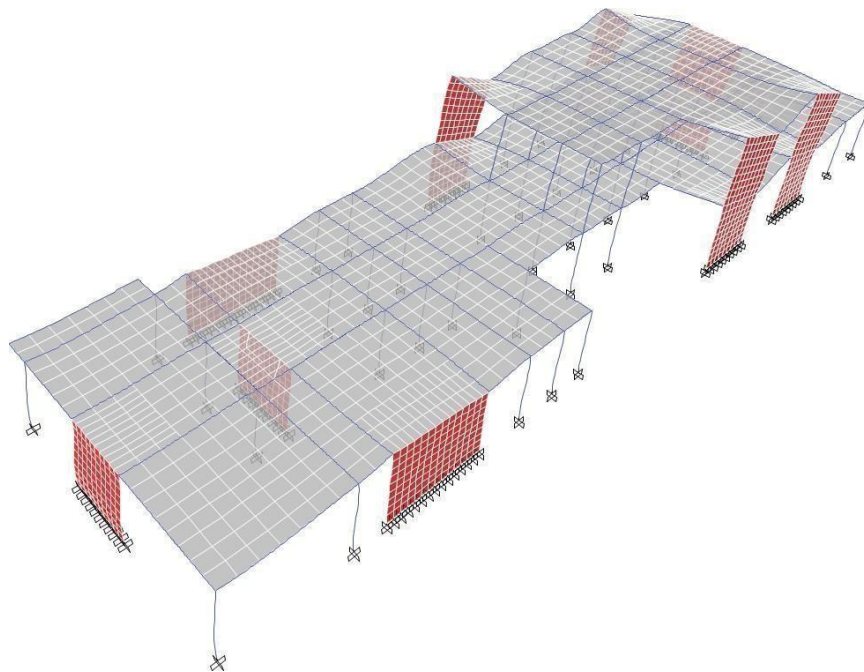


Figura 28. Segundo modo de vibración - T_x : 0.138 s_g .

Fuente: Etabs.

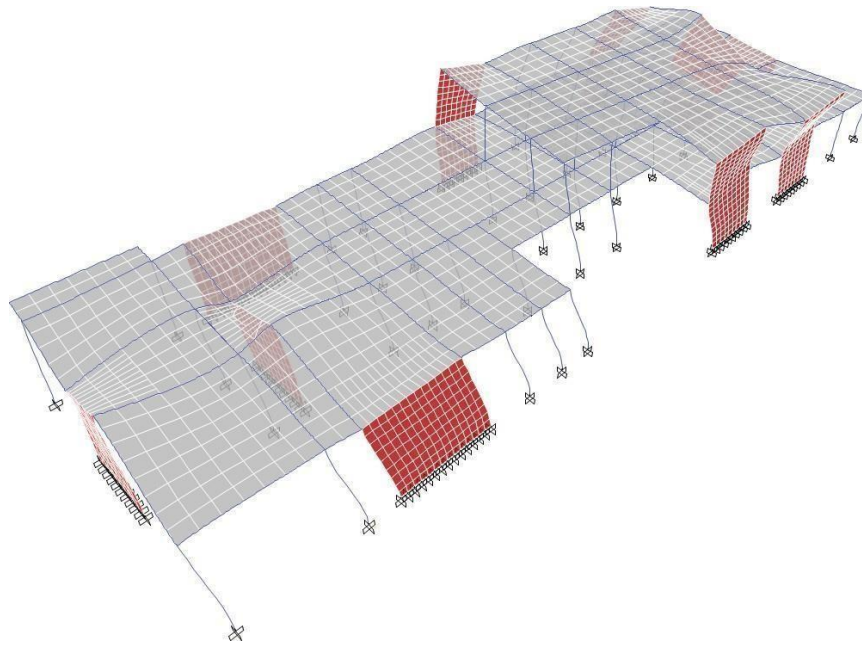


Figura 29. Tercer modo de vibración – T_z : 0.008 sg.

Fuente: Etabs.

- Cortante mínima basal

De acuerdo con el artículo 29.4.1 y 29.4.2 de la NTP E030-2018, se establece que, en cada dirección analizada, el valor de la fuerza cortante en el primer entrepiso de la edificación no debe ser inferior al 80% del cálculo para estructuras regulares y al 90% para estructuras irregulares. Si se requiere aumentar el cortante para cumplir con los mínimos especificados, se escalan de forma proporcional todos los resultados obtenidos, a excepción de los desplazamientos.

Para el diseño de los elementos de concreto armado, se utiliza una fuerza cortante mínima en la base y se aplica un factor de escalamiento para cada dirección de análisis, tal como lo indica la normativa, presentados en la Tabla 17 y Tabla 18."

Tabla 17. Fuerzas en la Base-Sismo x-x.

Análisis en Dirección X-X				
Cortante Estática (Tonf)	Cortante Dinámica (Tonf)	90% Cort. Estático (Tonf)	Fuerza Cortante Mínima	Factor de Escalamiento
623.819	472.241	561.437	No Cumple	1.189

Fuente: Etabs.

Tabla 18. Fuerzas en la Base-Sismo y-y.

Análisis en Dirección Y-Y				
Cortante Estática (Tonf)	Cortante Dinámica (Tonf)	90% Cort. Estático (Tonf)	Fuerza Cortante Mínima	Factor de Escalamiento
623.819	413.95	561.437	No Cumple	1.356

Fuente: Etabs.

- Verificación del sistema estructural

El modelo analizado consta de elementos que absorberán gran cantidad de fuerza cortante proveniente del análisis dinámico, es por ello que se hace necesario verificar que sistema estructural es más predominante en cada dirección de análisis, para ello el artículo 16.1 de la NTP E030-2018 da unas pautas de cómo calcular la cantidad de fuerza cortante que los elementos estructurales absorberán.

3.8.4.4. Desplazamientos y distorsiones máximas

Para poder verificar si la estructuración planteada es capaz de controlar los desplazamientos producidos por las fuerzas sísmicas, hacemos uso del artículo 31.1 de la NTP E030-2018 donde indica que, para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75R

los resultados obtenidos del análisis lineal elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.85R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Para nuestro modelo analizado, por ser una estructura de tipo importante, está obligada a no presentar irregularidades extremas, y las comprobaciones de ello fueron mostradas en capítulos anteriores. Los valores de desplazamiento y distorsión en cada dirección de análisis se detallan en la Tabla 19 y Tabla 20, mientras que la Figura 30 exponen el gráfico de las derivas inelásticas.

Tabla 19. Desplazamientos y Distorsiones Máximos X-X.

Análisis Dinámico en Dirección X-X				
Piso	Altura de Entrepiso (m)	Despl. Absoluto (mm)	Despl. Relativo (mm)	Distorsiones Inelásticas (Δ)
2°	4.40	2.653	1.903	0.00198
1°	4.40	0.750	0.750	0.00078

Fuente: Etabs.

Tabla 20. Desplazamientos y Distorsiones Máximos Y-Y.

Análisis Dinámico en Dirección Y-Y				
Piso	Altura de Entrepiso (m)	Despl. Absoluto (mm)	Despl. Relativo (mm)	Distorsiones Inelásticas (Δ)
2°	4.40	5.682	4.528	0.00472
1°	4.40	1.154	1.154	0.00120

Fuente: Etabs.

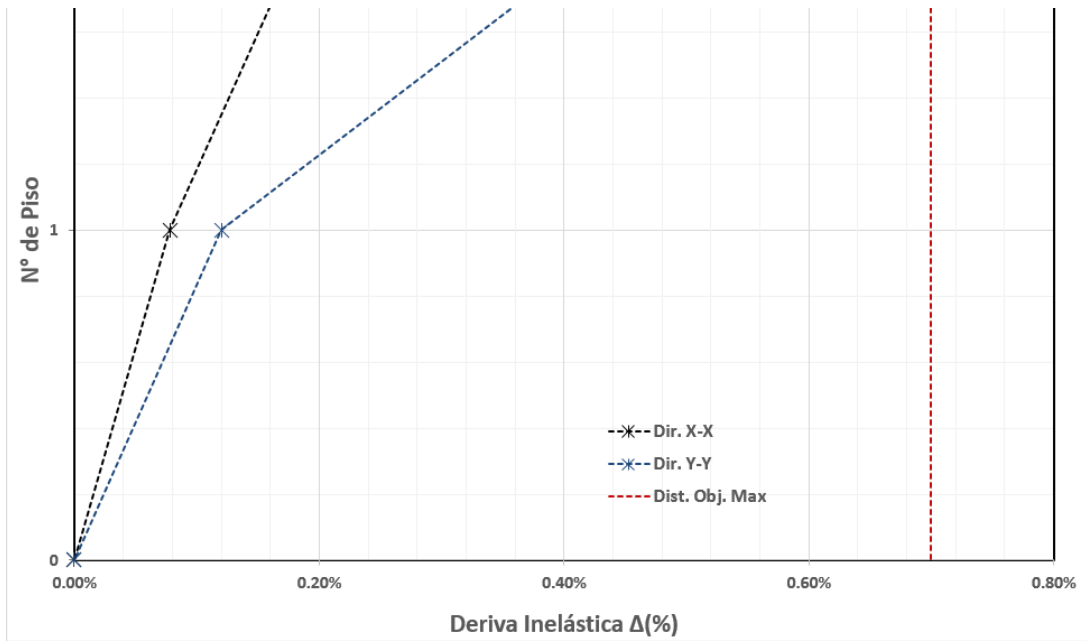


Figura 30. Distorsiones de entrepiso máximos.
Fuente: Etabs.

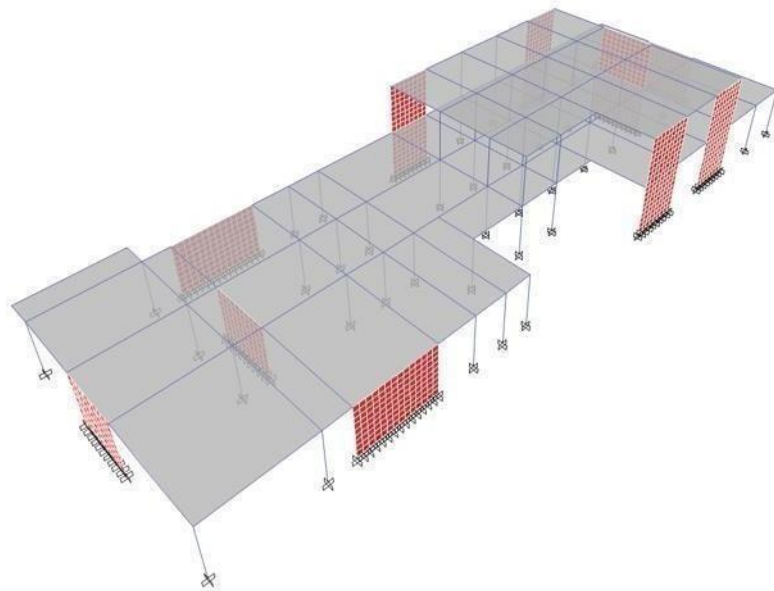


Figura 31. Modelo a diseñar – vista en 3D.
Fuente: Etabs.

3.8.5. Dimensión 5. Diseño estructural sin aisladores

3.8.5.1. Diseño de losas

El diseño de la losa maciza implica también el diseño de una viga con sección rectangular de 1 m, logrado a través de corte y plegado. Se realiza un análisis exhaustivo en ambas direcciones. Los elementos estructurales solo son impactados por las cargas de gravedad, las cuales se suponen distribuidas uniformemente por metro cuadrado de losa.

- Diseño por flexión

El diseño por flexión implica el cálculo de la cantidad de acero requerida para resistir los momentos flectores últimos en las secciones críticas por metro de ancho. Como resultado, se llevó a cabo el diseño de las losas macizas en ambas direcciones de análisis siguiendo el procedimiento de diseño de vigas con sección rectangular de ancho $b = 1$ m.

En el análisis del acero de refuerzo, aplicaremos el concepto de resistencia última. Luego, comprobaremos que la cantidad de acero necesaria para la flexión sea superior al mínimo requerido por contracción y temperatura.

- Diseño por corte

El diseño para la resistencia al corte implica verificar si la capacidad de la sección transversal es adecuada para resistir la máxima fuerza cortante que se genera en la sección crítica. En el cálculo de esta resistencia, se considera únicamente la contribución del concreto, desestimando la contribución del acero.

La ubicación de la sección crítica para evaluar la resistencia al corte último se encuentra a una distancia "d" desde la superficie de soporte, donde "d" representa el peralte efectivo de la sección. Si la fuerza cortante máxima excede " Φ " multiplicado por la resistencia proporcionada por el concreto, es fundamental redefinir las dimensiones de la losa maciza y realizar un nuevo análisis estructural.

- Ejemplo de diseño

Como ejemplo se presenta el diseño de la losa maciza del techo del 1° Nivel cuyo espesor es de 20cm, el cual se exhibe en la Figura 32.

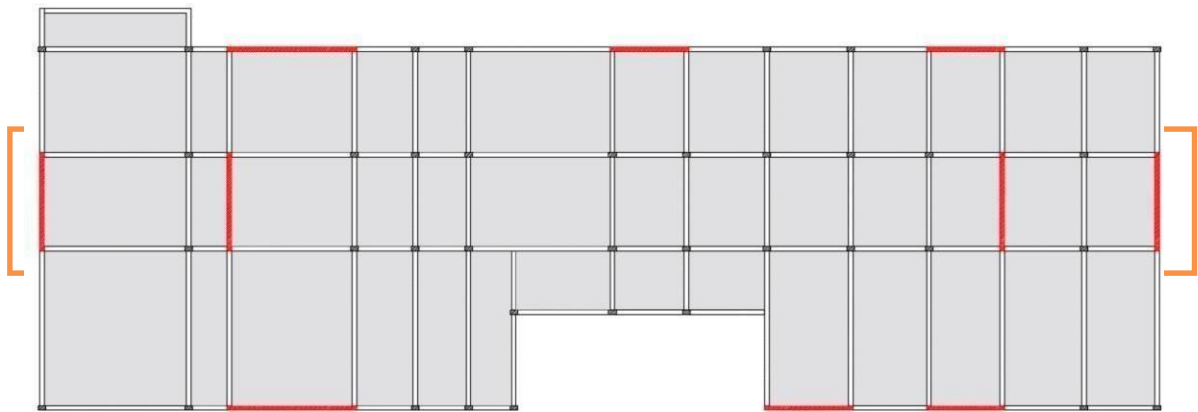


Figura 32. Techo 1° nivel – losa maciza – vista en planta.

Fuente: Mathcad.

Diseño Estructural de Losa Maciza Armada en dos Direcciones

1. Propiedades de los Materiales

Resistencia del Concreto Módulo de Elasticidad de Concreto Esfuerzo cedente del Acero

$$f'_c = 280 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2} \quad E_c = 15100 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}} = 252671.328 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2} \quad f'_y = 4200 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de Elasticidad del Acero

$$E_s = 2100000 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}$$

Peso Específico del Concreto

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2400 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}$$

2. Datos Generales para el Diseño

Deformación Última del Concreto

$$\epsilon_{cu} = 0.003$$

Deformación Cedente del Acero

$$\epsilon_y = 0.002$$

Deformación Mínima del Acero para falla controlada por Tracción

$$\epsilon_{s_{\min}} = 0.005$$

Factor de Reducción para el Bloque Equivalente de Whitnev

$$\beta_1 = \text{if} \left(f'_c > 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 0.85 - 0.05 \cdot \frac{(f'_c - 280 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2})}{70} \cdot 0.85 \right) = 0.85$$

3. Factores de Reducción – NTP E060

Factor de Minoración para Resistencia a Flexión

$$\phi_b = 0.90$$

Factor de Minoración para Resistencia a Cortante

$$\phi_v = 0.85$$

Diseño de Losa de Techo a Flexión

El diseño por flexión de la losa maciza del techo del primer nivel se llevará a cabo tomando una sección de análisis de 1 metro de ancho para cada dirección. Se garantizará que esta losa pueda resistir tanto las cargas de carga viva como las cargas muertas a lo largo de toda su extensión. Se preverá la flexión fuera de su plano en el proceso de diseño.

1. Datos de la Losa Maciza

Espesor de la losa
de techo

$$t_{losa} = 25 \text{ cm}$$

Recubrimiento en
losa de techo

$$T_{losa} = 2.5 \text{ cm}$$

Peralte efectivo en losa

$$d = t_{losa} - T_{losa} = 22.5 \text{ cm}$$

Ancho de análisis

$$b = 1 \text{ m}$$

2. Acero Mínimo a Flexión

$$A_{s_mín} = 0.0018 \cdot b \cdot t_{losa} = 4.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_mín_real} = \frac{A_{s_mín}}{b} = 4.5 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

3. Diseño a Momento – Dirección 1-1

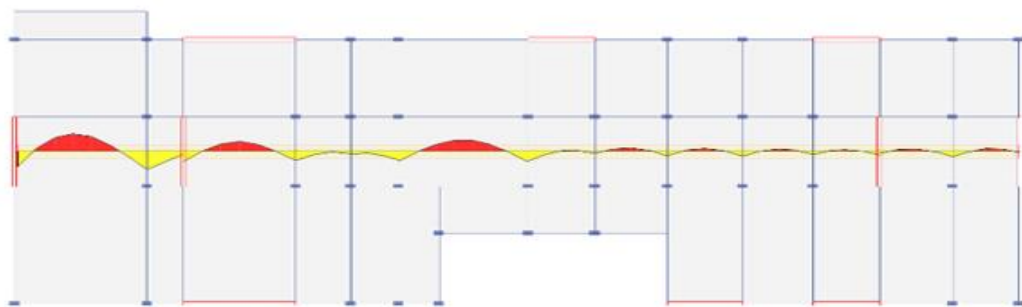


Figura 33. Efecto Máximo de las Combinaciones (1.4D + 1.7L) – Direc.1-1.

Fuente: Mathcad.

Acero Requerido para el Momento Positivo en el Centro

Momento Último Obtenido para la Franja de Diseño

$$M_{\text{pos}_11} = 5.792 \text{ tonnef. m}$$

Profundidad del Bloque Equivalente
de Whitney

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot \text{abs}(M_{\text{pos}_11})}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f_c \cdot b}} = 1.236 \text{ cm}$$

Profundidad del Eje
Neutro

$$c = \frac{a}{\beta_1} = 1.454 \text{ cm}$$

Área de Acero Requerido del Análisis

$$A_s = \frac{\text{abs}(M_{\text{pos}_11})}{\phi_b \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2})} = 7.002 \text{ cm}^2$$

Área de Acero por Unidad de Ancho

$$A_{s_real} = \frac{A_s}{b} = 7 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Área de Acero Definitivo por Unidad de Ancho

$$A_{s_{11_pos}} = \max(A_{s_real} \cdot A_{s_mín_real}) = 7.00 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Diámetro y Espaciamiento del Acero Longitudinal – Dirección 1-1

$$S_{b \neq 4} = \frac{A_{b \neq 4}}{A_{s_{11_pos}}} = 18.09 \text{ cm} \quad \text{Usar: } \emptyset 1/2'' @ 15.0 \text{ cm}$$

Acero Requerido para el Momento Negativo en los Extremos

Momento Último Obtenido para la Franja de Diseño

$$M_{\text{neg}_11} = -6.071 \text{ tonnef. m}$$

Profundidad del Bloque Equivalente
de Whitney

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot \text{abs}(M_{\text{neg}_11})}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f_c \cdot b}} = 1.297 \text{ cm}$$

Profundidad del Eje
Neutro

$$c = \frac{a}{\beta_1} = 1.526 \text{ cm}$$

Área de Requerido del Análisis

$$A_S = \frac{\text{abs}(M_{\text{neg}_{11}})}{\phi_b \cdot f_Y \cdot (d - \frac{a}{2})} = 7.35 \text{ cm}^2$$

Área de Acero por Unidad de Ancho

$$A_{S_real} = \frac{A_S}{b} = 7.35 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Área de Acero Definitivo por Unidad de Ancho

$$A_{S_{11_neg}} = \max(A_{S_real} \cdot A_{S_mín_real}) = 7.35 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Diámetro y Espaciamiento del Acero Longitudinal – Dirección 1-1

$$S_{b \neq 4} = \frac{A_{b \neq 3}}{A_{S_{11_neg}}} = 17.23 \text{ cm} \quad \text{Usar: } \phi 1/2'' @ 15.0 \text{ cm}$$

4. Diseño a Momento - Dirección 2-2

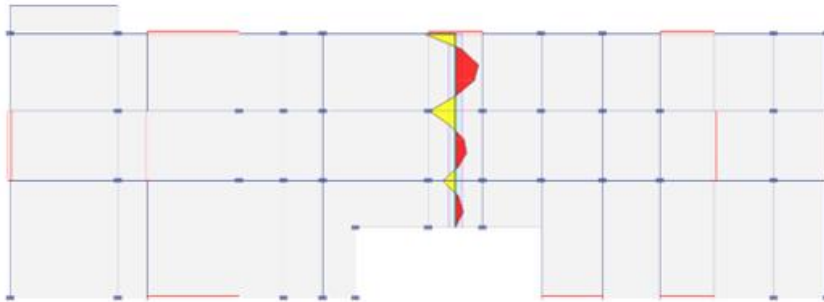


Figura 34. Efecto Máximo de las combinaciones (1.4D + 1.7L) – Direc.2-2.

Fuente: Mathcad.

Acero Requerido para el Momento Positivo en El Centro

Momento Último Obtenido para la Franja de Diseño

$$M_{\text{pos}_{22}} = 2.539 \text{ tonnef.m}$$

Profundidad del Bloque Equivalente
De Whitney

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot \text{abs}(M_{\text{pos}_{22}})}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f_c \cdot b}} = 0.533 \text{ cm}$$

Profundidad del Eje
Neutro

$$c = \frac{a}{\beta_1} = 0.627 \text{ cm}$$

Área de Acero Requerido del Análisis Área de Acero por Unidad de Ancho

$$A_S = \frac{\text{abs}(M_{\text{pos}_22})}{\phi_b \cdot f_Y \cdot (d - \frac{a}{2})} = 3.021 \text{ cm}^2 \qquad A_{S_real} = \frac{A_S}{b} = 3.02 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Área de Acero Definido por Unidad de Ancho

$$A_{S_22_pos} = \max(A_{S_real} \cdot A_{S_mín_real}) = 4.50 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Diámetro y Espaciamiento del Acero Longitudinal – Dirección 2-2

$$S_{b\neq 3} = \frac{A_{b\neq 3}}{A_{S_22_pos}} = 15.83 \text{ cm} \qquad \text{Usar: } \emptyset 3/8'' @ 15.0 \text{ cm}$$

Acero Requerido para el Momento Negativo en los Extremos

Momento Último Obtenido para la Franja de Diseño

$$M_{\text{neg}_22} = -3.464 \text{ tonnef.m}$$

Profundidad del Bloque Equivalente
De Whitney

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot \text{abs}(M_{\text{neg}_22})}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f_c \cdot b}} = 0.731 \text{ cm}$$

Profundidad del Eje
Neutro

$$c = \frac{a}{\beta_1} = 0.86 \text{ cm}$$

Área Requerido del Análisis

$$A_S = \frac{\text{abs}(M_{\text{neg}_22})}{\phi_b \cdot f_Y \cdot (d - \frac{a}{2})} = 4.14 \text{ cm}^2$$

Área de Acero por Unidad de Ancho

$$A_{S_real} = \frac{A_S}{b} = 4.14 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Área de Acero Definitivo por Unidad De Ancho

$$A_{S_22_neg} = \max(A_{S_real} \cdot A_{S_mín_real}) = 4.50 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

3.8.5.2. Diseño de vigas

Considerando que el diseño se fundamenta en una sección transversal rectangular, la viga del centro de salud se diseña mediante flexión, corte y, si es preciso, torsión. En situaciones específicas, cuando la viga no forma parte de la estructura sísmica, su diseño se realizará considerando tanto cargas gravitatorias como cargas sísmicas; en otros casos, únicamente por cargas gravitacionales.

- Diseño por flexión

La viga: VP (25x60) será tomada como ejemplo para el diseño bajo las fuerzas de gravedad y sísmicas, considerando la flexión. La viga en estudio es mostrada en la Figura 35, siendo esta de dos tramos con luces de 8.30 m y 5.40m, encontrándose ubicada entre placas y columnas en cada extremo.

Para nuestro caso de estudio se tomará la sección correspondiente a la viga del primer tramo, por ser la que presenta mayor luz libre.

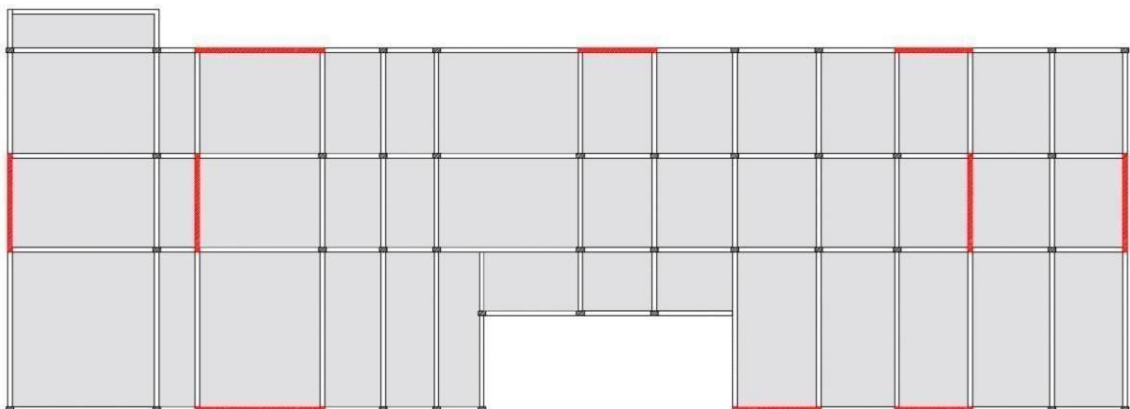


Figura 35. VP (25x60) - vista en planta – 1° nivel.

Fuente: Mathcad.

La demanda para esta sección de viga, fue tomada de un modelo matemático, para la condición de carga de “Envolvente de Diseño”, ya que se considera los máximos efectos producidos por cada combinación dada según el capítulo 9.2 de la NTP E060. La distribución de los Diagramas de Momentos Flectores para las vigas en estudio se muestra en la Figura 36, y el valor máximo del Momento se presenta en la Figura 37 para la sección analizada.

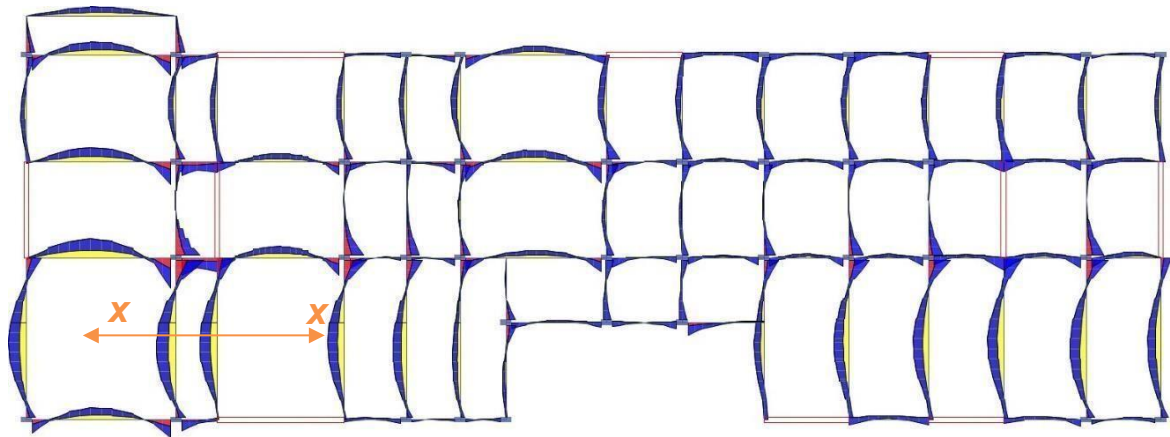


Figura 36. Envolvente de diseño - flexión – 1° nivel.

Fuente: Mathcad.

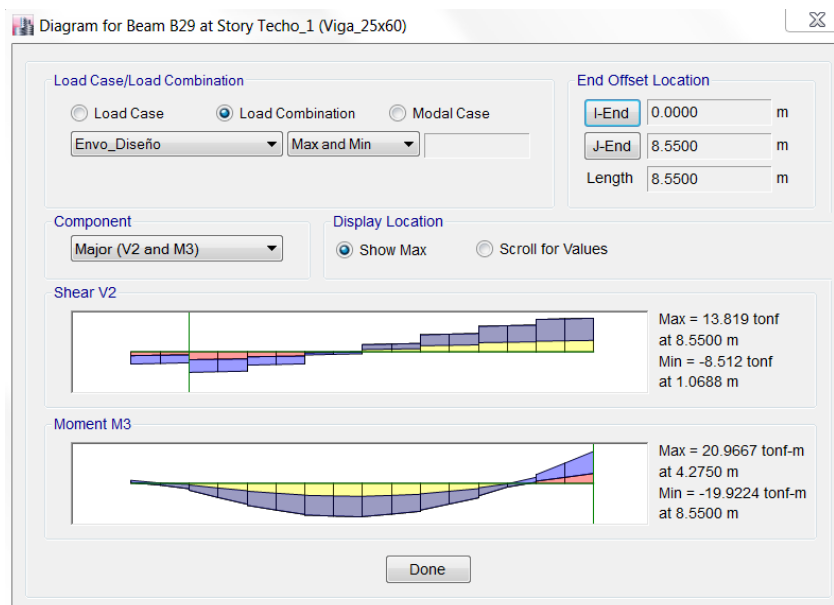


Figura 37. Máximo momento en la VP (25x60) – corte X-X.

Fuente: Etabs.

- Diseño a cortante

Si bien es cierto, las vigas deben ser diseñadas para poder soportar la máxima demanda a corte, para la unión de carga más crítica (“Envolvente de Diseño”) como se muestra en la Figura 38; deberá tomarse en cuenta las disposiciones sísmicas dadas en el capítulo 21 de la NTP E060 o capítulo 18 del ACI 318, en donde hace mención al cálculo de una cortante de diseño, que en algunos casos puede resultar mayor al valor que es mostrado en la Figura 38.

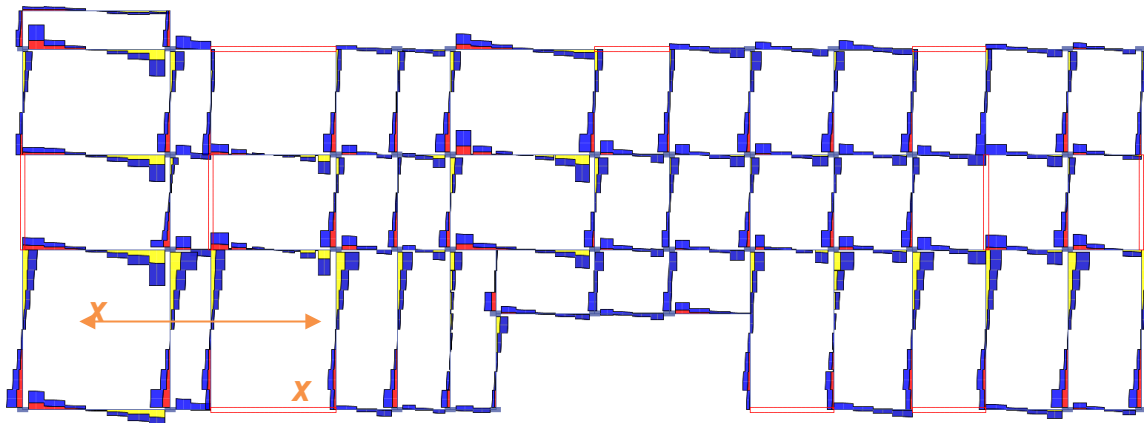


Figura 38. Envolverte de diseño - corte – 1° nivel.

Fuente: Mathcad.

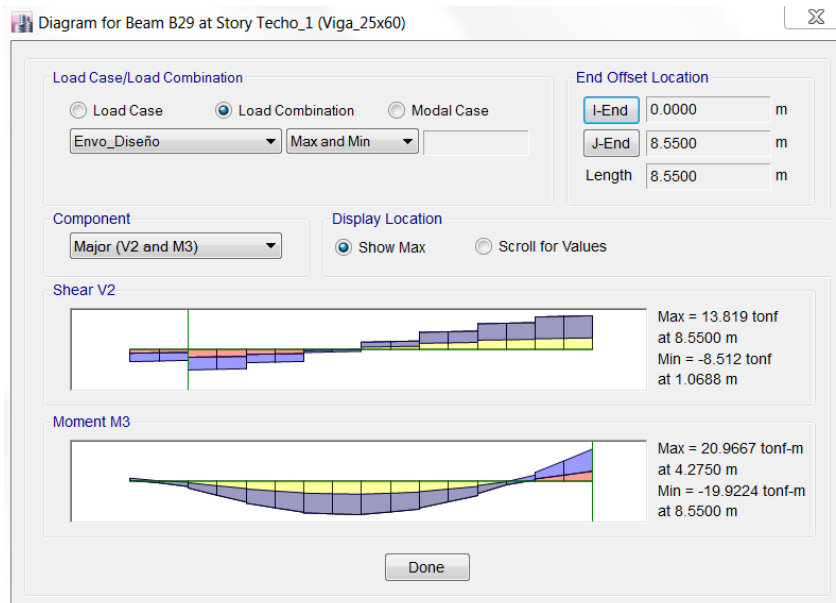


Figura 39. Máximo cortante en la VP (25x60) – corte X-X.

Fuente: Etabs.

- Diseño a torsión

Aunque es cierto que las vigas deben diseñarse para resistir la demanda máxima de corte, especialmente para la combinación de carga más crítica conocida como 'Envolverte de Diseño', como se ilustra en la Figura 38, este aspecto se detalla en la Figura 40.

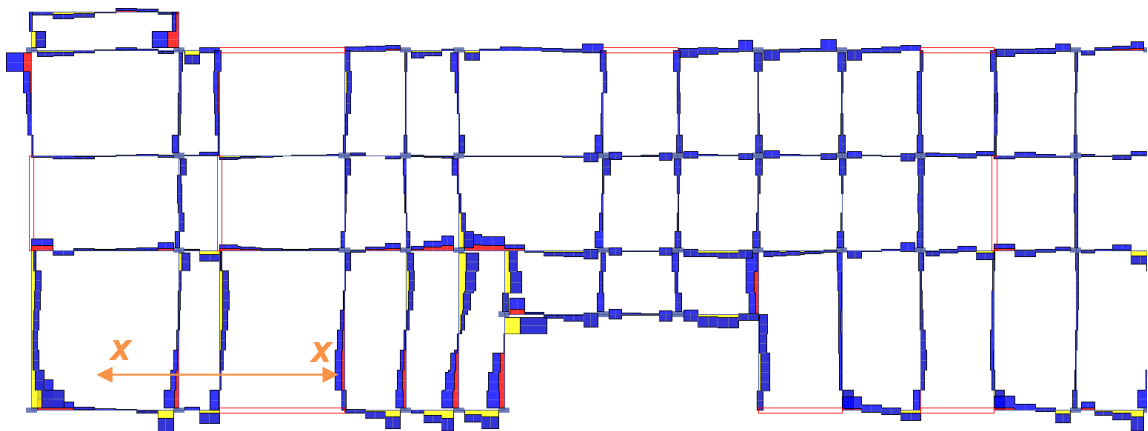


Figura 40. Envolverte de diseño - torsión – 1° nivel.

Fuente: Mathcad.

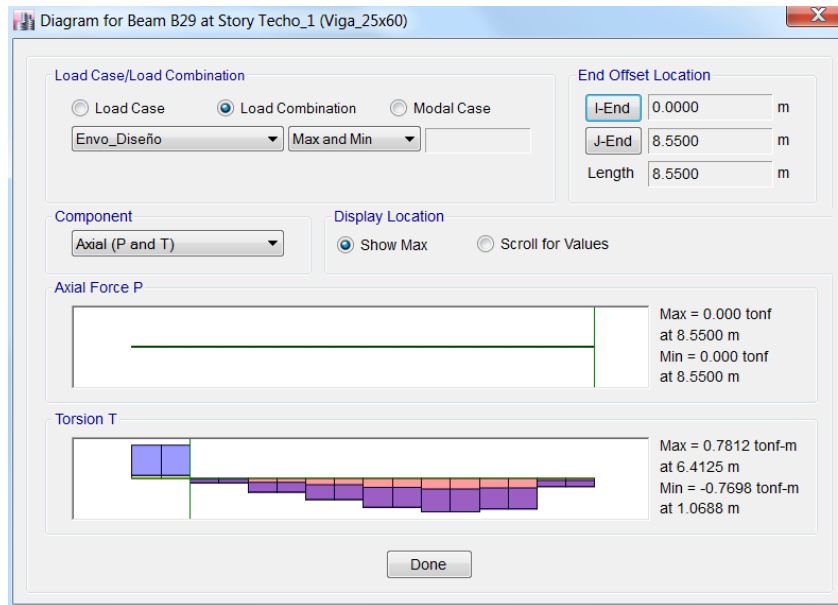


Figura 41. Máxima torsión en la VP (25x60) – corte X-X.

Fuente: Etabs.

- Ejemplo de diseño

Se presenta un resumen del diseño sísmico para flexión, cortante y torsión de la viga VP (25x60), que es parte del sistema resistente a fuerzas laterales del pórtico y sistemas duales tipo II., el cual ha sido elaborado en Mathcad Prime, tomando en cuenta todas las disposiciones sísmicas indicadas por el capítulo 21 de la NTP E060, teniendo en cuenta la compatibilidad de deformaciones en el acero propuesto, tanto para la zona en tracción como para la zona en compresión; así como la resistencia para el concreto y otros parámetros como cuantía mínima y cuantía máxima.

Diseño Estructural de los Elementos de Sistemas Resistentes a Fuerzas Laterales de Pórticos y Duales Tipo II

El diseño de los elementos que componen los sistemas resistentes a fuerzas laterales en pórticos y sistemas duales tipo II se llevará a cabo, siguiendo las pautas del capítulo 21 de la NTP E060.

Se considerarán el acero propuesto, tanto para la zona en tracción como para la zona en compresión, así como las vigas de los sistemas de fuerzas laterales de pórticos y duales tipo II, la resistencia del concreto y otros parámetros, incluyendo la cuantía mínima y máxima.

Esta sección es aplicable a las vigas de los sistemas resistentes a fuerzas laterales de pórticos y duales tipo II, que forman parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas y se diseñan principalmente para resistir flexión y cortante, siguiendo las pautas establecidas en el capítulo 21.5 de la NTP E060.

1. Datos de la Viga

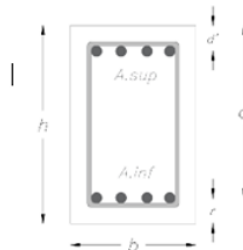


Figura 42. Sección de Viga

Fuente: Mathcad.

Base de la viga	Altura de la viga	Distancia al centroide	Peralte
$b=25$ cm	$h=60$ cm	$r=6$ cm	$d=h-r=54$ cm

2. Datos Generales para el Diseño

Deformación Última del Concreto	Deformación Cedente del Acero	Deformación Mínima del Acero para falla controlada por Tracción
$\epsilon_{cu} = 0.003$	$\epsilon_y = 0.002$	$\epsilon_{s_mín.} = 0.004$

Factor de Reducción para el Bloque Equivalente de Whitney

$$\beta_1 = \text{if} \left(f'_c > 280 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2} \cdot 0.85 - 0.05 \cdot \frac{\left(f'_c - 280 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2} \right)}{70 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}} \cdot 0.85 \right) = 0.85$$

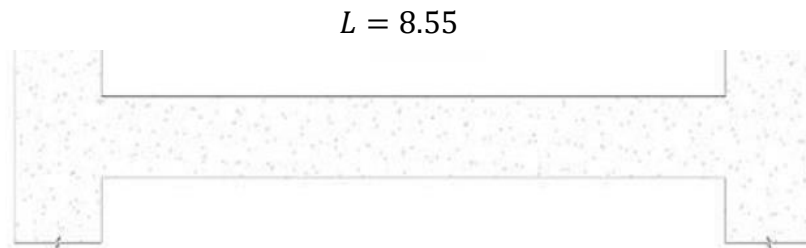
3. Factores de Reducción – NTP E0.60

Factor de Minoración para
Resistencia a Flexión
 $\phi_b = 0.90$

Factor de Minoración para
Resistencia a Cortante
 $\phi_v = 0.85$

Factor de Minoración para
Resistencia a Torsión
 $\phi_t = 0.85$

4. Longitud de Análisis



$$h_{col_izq} = 25\text{cm} \quad \text{Longitud Libre de la Viga} \quad h_{col_der} = 25\text{cm}$$

$$L_n = L - 0.0 \cdot h_{col_izq} - 0.0 \cdot h_{col_der} = 8.55\text{m}$$

Figura 43. Longitud Centro a Centro de Columnas.

Fuente: Mathcad.

5. Revisión de los Límites Dimensionales de la Sección en Estudio

Según el capítulo 21.5.1. de la NTP 0.60, indican las limitaciones geométricas que contemplan el ancho mínimo y la relación luz libre/altura útil, para propiciar que la viga tenga un comportamiento principalmente a flexión, en donde:

- a) Se exige que la longitud libre de la viga sea al menos cuatro veces su altura.

$$\text{if}(L_n \geq 4 \cdot d, \text{''Ok''}, \text{''No Cumple''}) = \text{''Ok''}$$

- b) La sección transversal no debe tener un ancho inferior a 0.25 veces la altura ni ser menor de 250mm.

$$\text{if}(b \geq \text{mín}(0.25 \cdot d, 250\text{mm}), \text{''Ok''}, \text{''No Cumple''}) = \text{''Ok''}$$

6. Diseño a Flexión – Refuerzo Longitudinal

El diseño de flexión se llevará a cabo siguiendo las pautas establecidas en el capítulo 21.5.2 de la NTP E0.60.

6.1. Momentos Últimos Provenientes del Análisis

Los valores últimos de momentos en las secciones de análisis fueron obtenidos de la envolvente de combinaciones.

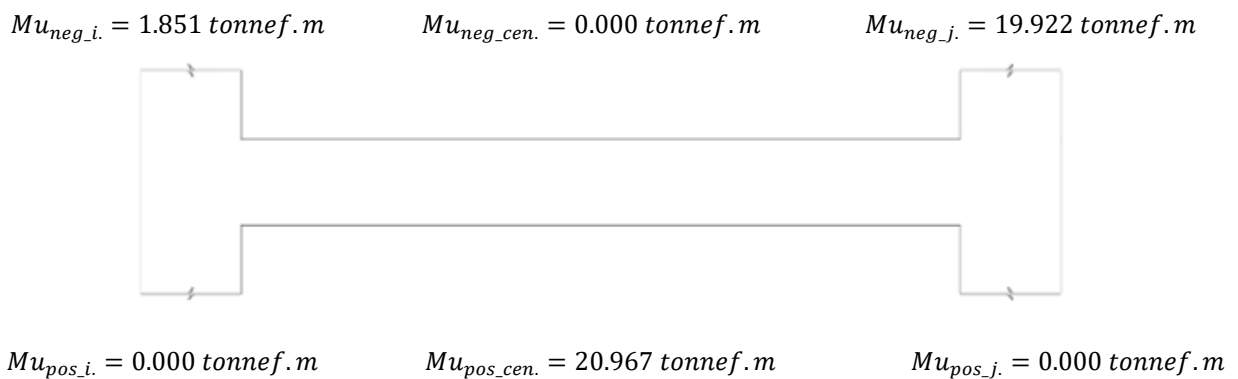


Figura 44. Momentos Últimos Provenientes del Análisis.

Fuente: Mathcad.

6.2. Requisitos de Acero Longitudinal por Ductilidad

El capítulo 21.5.2. de la NTP E0.60 especifica que la resistencia al momento positivo en la cara del nudo debe ser al menos la mitad de la resistencia al momento negativo en esa misma cara. Asimismo, la resistencia al momento negativo a positivo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del miembro, no debe ser inferior a una cuarta parte de la resistencia máxima al momento proporcionada en la cara de los nudos.

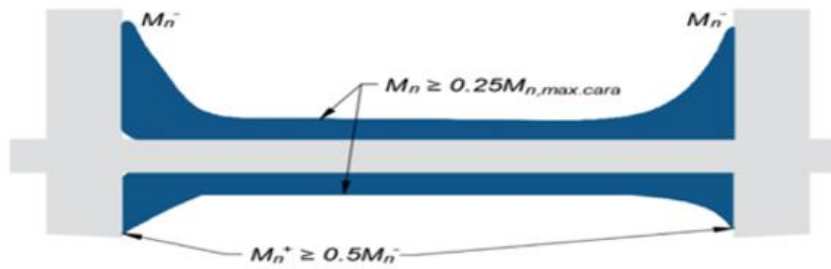


Figura 45. M_n = Resistencia Nominal a Flexión.

Fuente: Mathcad.

$$Mu_{neg.i.} = 4.981 \text{ tonnef.m} \quad Mu_{neg.cen.} = 4.981 \text{ tonnef.m} \quad Mu_{neg.j.} = 19.922 \text{ tonnef.m}$$



$$Mu_{pos.i.} = 2.490 \text{ tonnef.m} \quad Mu_{pos.cen.} = 20.967 \text{ tonnef.m} \quad Mu_{pos.j.} = 9.961 \text{ tonnef.m}$$

Figura 46. Momento Ultimo del Análisis.

Fuente: Mathcad.

6.3. Definición de la Resistencia Nominal a Flexión

Para cumplir con la demanda de combinaciones de carga en la estructura, es necesario garantizar la disponibilidad del acero necesario. Esto se logra estableciendo un punto crítico en el cual el concreto alcanza su límite después de que el acero de refuerzo sometido a tracción se ha deformado, aplicando el concepto del bloque equiparable de Whitney para visualizar las fuerzas en la región bajo compresión. En contraste, en el acero de refuerzo traccionado, el enfoque se centra en el manejo directo de la tensión.

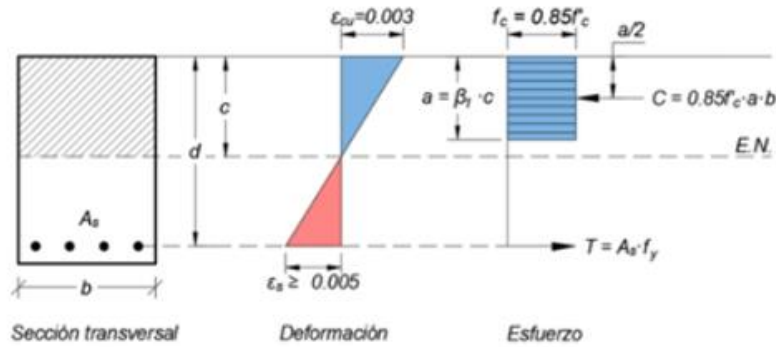


Figura 47. Definición de la resistencia nominal a flexión.

Fuente: Mathcad.

Es esencial asegurar una falla controlada por tracción en vigas especiales que requieren una alta capacidad de deformación. Según el apartado 10.3.5. de la NTP E060, se establece que la deformación unitaria resultante en la sección de acero sometida a tracción, y que se encuentra más alejada del borde en compresión, debe ser igual o superior a 0.004.

$$\epsilon_t = \left(\frac{d - c}{c} \right) \cdot \epsilon_{cu} \geq 0.004$$

6.4. Refuerzo Mínimo a Flexión

En cualquier sección donde se requiera refuerzo por tracción según el análisis, las áreas de refuerzo superior e inferior deben satisfacer el requisito de la cantidad mínima de acero establecida en el capítulo 10.5 de la NTPR E060. Esto se calcula tomando el valor más grande entre:

- a) El capítulo 10.5.1 de la NTP E060 establece que, en cualquier sección de un componente estructural (a excepción de las zapatas y las losas macizas) sometidas a flexión, cuando el análisis requiera refuerzo de acero en tracción, se debe proporcionar una cantidad de acero suficiente para que la resistencia de diseño de la sección sea al menos de 1 a 2 veces el momento de agrietamiento de la sección no reforzada M_{ct} ($\phi M_n \geq 1.2 M_{ct}$). donde:

$$M_{ct} = \frac{f_y \cdot I_y}{Y_t} \quad \text{ó} \quad f_r = 2 \cdot \sqrt{f'_c}$$

Tenemos:

Resistencia a la Tracción
del Concreto

Momento de Inercia de la
Sección Bruta

Distancia del Centroide
hacia la Fibra extrema
en Tracción

$$f_r = 2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}} = 33.47 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^2}{12} = 45000 \text{cm}^2$$

$$Y_t = \frac{h}{2} = 30 \text{cm}$$

Momento de Agrietamiento

$$M_{ct} = \frac{f_y \cdot I_y}{y_t} = 5.02 \text{ tonnef. m}$$

Momento Último
del Análisis

Profundidad del Bloque
Equivalente

$$M_u = 1.2 \cdot M_{ct} = 6.02 \text{ tonnef. m}$$

$$a_{ct} = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b}} = 2.12 \text{cm}$$

Acero Mínimo para evitar el
Agrietamiento

$$A_{grt_mín} = \frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y \cdot (d - \frac{a_{ct}}{2})} = 3.01 \text{cm}^2$$

- b) El capítulo 10.5.2 de la NTP E060 especifica que el área mínima de refuerzo requerido para tracción en secciones rectangulares y secciones T con el ala sometida a compresión, no puede ser inferior a:

$$A_{s_mín_1} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}}}{f_y} \cdot b \cdot d = 3.76 \text{cm}^2$$

Tenemos:

$$A_{s_mín_2} = \text{máx} (A_{grt_mín} \cdot A_{s_mín_1}) = 3.76 \text{cm}^2$$

6.5. Acero Longitudinal Conforme a las Disposiciones Sísmicas

**Acero Requerido para el Momento
Negativo en el Extremo I**

Momento Último del Análisis	Profundidad del Bloque Equivalente
$M_u = M_{u_neg_i} = 4.98 \text{tonnef.m}$	$a_{i_sup} = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}} = 1.75 \text{cm}$

Profundidad del Eje Neutro	Deformación en el Acero más Alelado a Tracción
$c = \frac{a_{i_sup}}{\beta_1} = 2.06 \text{cm}^2$	$\epsilon_t = \left(\frac{d-c}{c}\right) \cdot \epsilon_{cu} = 0.08$

¿Falla Controlada?

$\text{if}(\epsilon_t \geq \epsilon_{s_{mín}}, \text{''Ok''}, \text{''Aumentar la Sección''}) = \text{''Ok''}$

**Acero Longitudinal Superior
en el Extremo I**

$$A_{S_sup_i_aná} = \text{máx}\left(\frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{i_sup}}{2}\right)} \cdot A_{s_mín}\right) = 3.31 \text{cm}^2$$

**Acero Requerido para el Momento
Positivo en el Extremo I**

Momento Último del Análisis	Profundidad del Bloque Equivalente
$M_u = M_{u_pos_i} = 2.49 \text{tonnef.m}$	$a_{i_inf} = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}} = 0.87 \text{cm}$

Profundidad del Eje Neutro	Deformación en el Acero más Alelado a Tracción
$c = \frac{a_{i.inf}}{\beta_1} = 1.02cm^2$	$\epsilon_t = \left(\frac{d-c}{c}\right) \cdot \epsilon_{cu} = 0.16$

¿Falla Controlada?

if($\epsilon_t \geq \epsilon_{s_{min}}$, "Ok", "Aumentar la Sección") = "Ok"

Acero Longitudinal Inferior
en el Extremo I

$$A_{S_inf_i_aná} = \max\left(\frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{i.inf}}{2}\right)} \cdot A_{s_min}\right) = 1.64cm^2$$

**Acero Requerido para el Momento
Negativo en el Extremo J**

Momento Último del Análisis	Profundidad del Bloque Equivalente
$M_u = M_{u_neg_j} = 19.92tonnef.m$	$a_{j_sup} = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f'_{c.b}}} = 7.4cm$

Profundidad del Eje Neutro	Deformación en el Acero más Alelado a Tracción
$c = \frac{a_{j.sup}}{\beta_1} = 8.7cm^2$	$\epsilon_t = \left(\frac{d-c}{c}\right) \cdot \epsilon_{cu} = 0.02$

¿Falla Controlada?

if($\epsilon_t \geq \epsilon_{s_{min}}$, "Ok", "Aumentar la Sección") = "Ok"

Acero Longitudinal Superior
en el Extremo J

$$A_{S_sup_j_aná} = \max\left(\frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{j_sup}}{2}\right)} \cdot A_{S_min}\right) = 10.48 \text{cm}^2$$

Acero Requerido para el Momento Positivo en el Extremo J

Momento Último
del Análisis

$$M_u = M_{u_pos_j} = 9.96 \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

Profundidad del Bloque
Equivalente

$$a_{j_inf} = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f'_{c \cdot b}}} = 3.56 \text{cm}$$

Profundidad del
Eje Neutro

$$c = \frac{a_{j_inf}}{\beta_1} = 4.19 \text{cm}^2$$

Deformación en el Acero más
Alelado a Tracción

$$\epsilon_t = \left(\frac{d-c}{c}\right) \cdot \epsilon_{cu} = 0.04$$

¿Falla Controlada?

$$\text{if}(\epsilon_t \geq \epsilon_{s_min}, \text{''Ok''}, \text{''Aumentar la Sección''}) = \text{''Ok''}$$

Acero Longitudinal Inferior
en el Extremo J

$$A_{S_inf_j_aná} = \max\left(\frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{j_inf}}{2}\right)} \cdot A_{S_min}\right) = 5.05 \text{cm}^2$$

Acero Requerido para el Momento Negativo en la Parte Central

Momento Último
del Análisis

$$M_u = M_{u_neg_cen} = 4.981 \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

Profundidad del Bloque
Equivalente

$$a_{sup} = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f'_{c \cdot b}}} = 1.75 \text{cm}$$

Profundidad del Eje Neutro	Deformación en el Acero más Alelado a Tracción
$c = \frac{a_{sup}}{\beta_1} = 2.06cm^2$	$\epsilon_t = \left(\frac{d-c}{c}\right) \cdot \epsilon_{cu} = 0.08$

¿Falla Controlada?

$$\text{if}(\epsilon_t \geq \epsilon_{s_{\min}}, \text{''Ok''}, \text{''Aumentar la Sección''}) = \text{''Ok''}$$

Acero Longitudinal Superior
en el Parte Central

$$A_{S_sup_cen_aná} = \text{máx}\left(\frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{sup}}{2}\right)} \cdot A_{s_mín}\right) = 3.31cm^2$$

Acero Requerido para el Momento Positivo en la Parte Central

Momento Último del Análisis	Profundidad del Bloque Equivalente
$M_u = M_{u_pos_cen} = 20.97tonnef.m$	$a_{inf} = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f'_{c.b}}} = 7.82cm$

Profundidad del Eje Neutro	Deformación en el Acero más Alelado a Tracción
$c = \frac{a_{inf}}{\beta_1} = 9.2cm^2$	$\epsilon_t = \left(\frac{d-c}{c}\right) \cdot \epsilon_{cu} = 0.01$

¿Falla Controlada?

$$\text{if}(\epsilon_t \geq \epsilon_{s_{\min}}, \text{''Ok''}, \text{''Aumentar la Sección''}) = \text{''Ok''}$$

Acero Longitudinal Inferior
en la Parte Central

$$A_{S_inf_cen_aná} = \text{máx}\left(\frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{inf}}{2}\right)} \cdot A_{s_mín}\right) = 11.07cm^2$$

$$Mu_{neg.i.} = 3.31 \text{ tonnef.m}$$

$$Mu_{neg.cen.} = 3.31 \text{ tonnef.m}$$

$$Mu_{neg.j.} = 10.48 \text{ tonnef.m}$$



$$Mu_{pos.i.} = 1.64 \text{ tonnef.m}$$

$$Mu_{pos.cen.} = 11.07 \text{ tonnef.m}$$

$$Mu_{pos.j.} = 5.05 \text{ tonnef.m}$$

Figura 48. Distribución del Acero Requerido en la Viga (Dual Tipo II).

Fuente: Mathcad.

Para ello se obtendrán los aceros reales que se colocarán a lo largo de la sección de la viga analizada.

Cálculo del Acero de Diseño en el Extremo I

$$A_{S_sup_i_req} = A_{S_sup_i_aná} = 3.31 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_sup_i} = 2 \cdot A_{b\neq 8} + 0 \cdot A_{b\neq 6} = 10.13 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_inf_i_req} = \text{máx}(A_{S_inf_i_aná} \cdot \frac{1}{2} \cdot A_{S_sup_i}) = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_inf_i} = 2 \cdot A_{b\neq 6} + 0 \cdot A_{b\neq 5} = 5.7 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Acero de Diseño en el Extremo J

$$A_{S_sup_j_req} = A_{S_sup_j_aná} = 10.48 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_sup_j} = 2 \cdot A_{b\neq 8} + 1 \cdot A_{b\neq 6} = 12.98 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_inf_j_req} = \text{máx}(A_{S_inf_j_aná} \cdot \frac{1}{2} \cdot A_{S_sup_j}) = 6.49 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_inf_j} = 2 \cdot A_{b\neq 6} + 1 \cdot A_{b\neq 5} = 7.68 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Acero de Diseño en la Parte Central

$$A_{S_máx_viga} = \text{máx}(A_{S_sup_i} \cdot A_{S_inf_i} \cdot A_{S_sup_j} \cdot A_{S_inf_j}) = 12.98 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_sup_cen_req} = \text{máx}(A_{S_sup_cen_aná} \cdot \frac{1}{4} \cdot A_{S_máx_viga}) = 3.31 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_sup_cen} = 2 \cdot A_{b\neq 8} + 0 \cdot A_{b\neq 6} = 10.13 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_inf_cen_req} = \text{máx}(A_{S_inf_cen_aná} \cdot \frac{1}{4} \cdot A_{S_máx_viga}) = 11.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_inf_cen} = 2 \cdot A_{b\neq 6} + 2 \cdot A_{b\neq 6} = 11.4 \text{ cm}^2$$

$$Mu_{neg.i} = 10.134 \text{ tonnef.m}$$

$$Mu_{neg.cen.} = 10.134 \text{ tonnef.m}$$

$$Mu_{neg.j.} = 12.984 \text{ tonnef.m}$$



$$Mu_{pos.i.} = 5.700 \text{ tonnef.m}$$

$$Mu_{pos.cen.} = 11.401 \text{ tonnef.m}$$

$$Mu_{pos.j.} = 7.680 \text{ tonnef.m}$$

Figura 49. Distribución del Acero Real.

Fuente: Mathcad.

Control de la Cuantía a Flexión en los Extremos y en el Centro de la Viga

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75 \cdot (0.85 \cdot \beta \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot (\frac{E_a \cdot \epsilon_{cu}}{E_s \cdot \epsilon_{cu} + f_y})) = 2.168\%$$

$$P_{sup.i.} = 0.751\%$$

$$P_{sup.cen.} = 0.751\%$$

$$P_{sup.j.} = 0.962\%$$



$$P_{inf.i.} = 0.422\%$$

$$P_{inf.cen.} = 0.845\%$$

$$P_{inf.j.} = 0.569\%$$

Figura 50. Control de Cuantía a Flexión de la Viga.

Fuente: Mathcad.

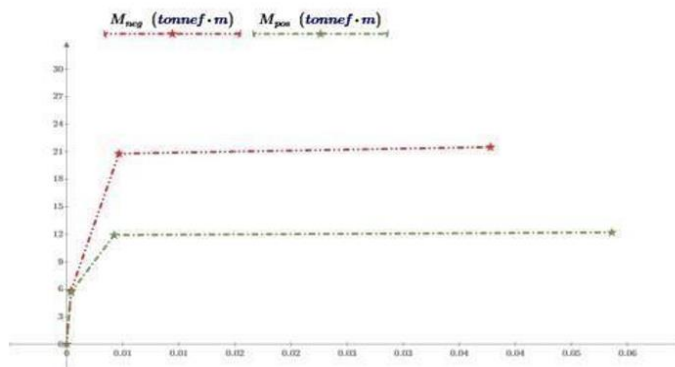


Figura 51. Diagrama Momento - Cobertura.

Fuente: Mathcad.

3.8.5.3. Diseño de Columnas

Columnas de Pórticos Intermedios Resistente a Momento

Se emplea en las columnas de los pórticos intermedios, los cuales son componentes del sistema de resistencia frente a fuerzas sísmicas y se diseñan principalmente para resistir flexión, cortante y fuerzas axiales, siguiendo las pautas establecidas en el apartado 18.4.3. del ACI 318-19.

1. Datos de la Columna:

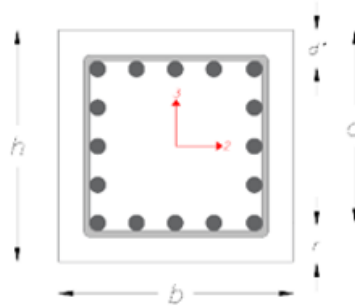


Figura 52. Sección de Columna

Fuente: Mathcad.

Base de la Columna

$$b = 30\text{cm}$$

Altura de la Columna

$$h = 60\text{cm}$$

Recubrimiento Inferior

$$r = 6\text{cm}$$

Recubrimiento Superior

$$d' = 6\text{cm}$$

Peralte Efectivo

$$d = h - r = 54\text{ cm}$$

2. Datos Generales para el Diseño:

Deformación Ultima del Concreto

$$E_{cu} = 0.003$$

Deformación Cedente del Acero

$$E_u = 0.002$$

Deformación Mínima del Acero para
falla Controlada por Tracción

$$E_{s_mín.} = 0.005$$

Factor de Reducción para el
Bloque Equivalente de Whitney

$$\beta_1 = \text{if} \left(f'_c > 280 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2} \cdot 0.85 - 0.05 \cdot \frac{(f'_c - 280 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2})}{70 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}} \cdot 0.85 \right) = 0.85$$

3. Datos Generales para el Diseño:

Factor de Minoración para
Resistencia a Flexión Pura

$$\phi_b = 0.90$$

Factor de Minoración a
Compresión Pura

$$\phi_c = 0.65$$

Factor de Minoración para
Resistencia a Cortante

$$\phi_v = 0.75$$

4. Refuerzo Longitudinal en Columnas:

El capítulo 10.6.1.1. del ACI 318-19 estipula que el área de refuerzo longitudinal debe estar dentro de un rango mínimo de 0.01 veces el área bruta (A_g) y un máximo de 0.08 veces A_g . No obstante, para cumplir con los requisitos de ductilidad tanto local como global en la estructura, es conveniente que esta cantidad no supere el 4% del área bruta de la sección. Esto asegura un comportamiento adecuado en el rango inelástico, donde:

$$1.0\% \leq \rho_{col} \leq 4.0\%$$

Área de la Sección de la
Columna

$$A_g = b \cdot h = 1800\text{cm}^2$$

Área de Acero Mínimo en la
Columna

$$A_{s_mín} = 0.01 \cdot A_g = 18\text{cm}^2$$

Área de Acero Propuesto en la
Columna

$$A_{st} = 4 \cdot A_{b \neq 8} + 8 \cdot A_{b = 8} = 60.8\text{cm}^2$$

Cuantía para la Columna

$$\rho_{col} = \frac{A_{st}}{b \cdot h} = 3.38\%$$

$\text{if}(1.0\% \leq \rho_{col} \leq 4.0\%, \text{''Ok''}, \text{''Cambiar el Acero o la Sección''}) = \text{''Ok''}$

5. Diseño a Cortante – Fuerza de Diseño

Mecanismo I: Desarrollo de Rótulas Plásticas a Flexión en Columnas

La determinación de la fuerza de cortante para el diseño sigue las pautas establecidas en el capítulo 18.4.3.1. del ACI 318-19. Para esto, se consideran las máximas fuerzas que puedan generarse en las caras de los nudos en ambos extremos de la columna. Estas fuerzas se calculan basándose en las resistencias nominales a flexión, M_n , en cada extremo de la columna, según el rango de fuerzas axiales mayoradas, P_u , que estén presentes en la estructura.

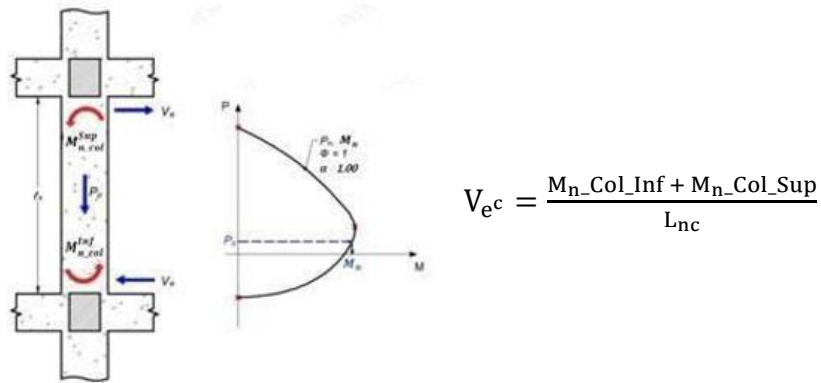


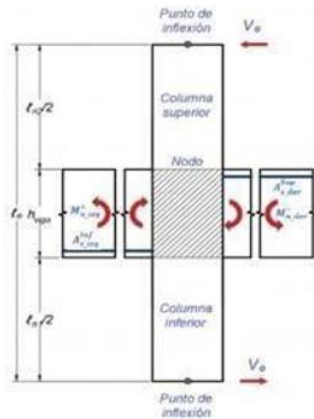
Figura 53. Fuerza de Diseño a Cortante.

Fuente: Mathcad.

Mecanismo II: Desarrollo de Rótulas Plásticas a Flexión en Vigas

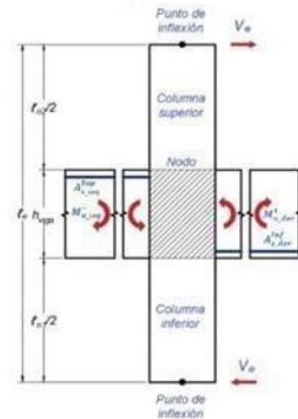
La sollicitud de cortante se calcula a partir de los momentos nominales, M_n , que las vigas pueden transmitir en los nodos, considerando la altura efectiva entre los puntos de inflexión de las columnas, tanto en la parte superior como en la inferior. Se supone que estos puntos de inflexión se encuentran a la mitad de la altura de las columnas.

$$V_e^b = \max(V_{e1^b, e2^b})$$



$$V_{e1}^b = \frac{M_{n_{izq_pos}} + M_{n_{der_neg}}}{I_e}$$

Figura 54. Caso A: Momentos Máximos Nominal en las Vigas en Sentido Antihorario. Fuente: Mathcad.



$$V_{e2}^b = \frac{M_{n_{izq_neg}} + M_{n_{der_pos}}}{I_e}$$

Figura 55. Caso A: Momentos Máximos Nominal en las Vigas en Sentido Horario. Fuente: Mathcad.

Datos para el Mecanismo 1

$$h_{\text{piso_inf}} = 3.5 \text{ m} \quad h_{\text{viga_inf}} = 65 \text{ cm}$$

$$L_{bc} = h_{\text{piso_inf}} - h_{\text{viga_inf}} = 2.85 \text{ m}$$

Datos para el Mecanismo 2

$$h_{\text{piso_sup}} = 3.0 \text{ m} \quad h_{\text{viga_sup}} = 65 \text{ cm}$$

$$I_e = \frac{L_{nc}}{2} + h_{\text{piso_inf}} + \frac{h_{\text{piso_sup}} - h_{\text{viga_sup}}}{2} = 3.225 \text{ m}$$

5.1. Fuerza de Diseño – Mecanismo 1

Tabla 21. Combinaciones de Diseño

Columna	Dirección	Combinaciones	P_{u_inf} (tonnef)	M_{33_inf} (tonnef·m)
“Sección Inferior”	“Horario”	“0.9D + SDx Max”	134.055	46.390
“Sección Inferior”	“Antihorario”	“0.9D + SDx Min”	136.831	-46.234
Columna	Dirección	Combinaciones	P_{u_sup} (tonnef)	M_{33_sup} (tonnef·m)
“Sección Superior”	“Horario”	“0.9D + SDx Max”	131.038	20.056
“Sección Superior”	“Antihorario”	“0.9D + SDx Min”	133.815	-20.316

Fuente: Mathcad

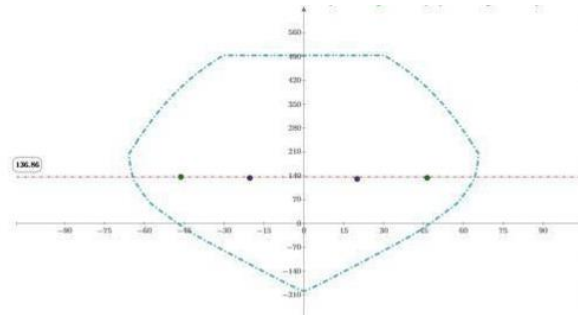


Figura 56. Diagrama de Interacción 3 - 3.

Fuente: Mathcad.

$$M_{n_col_inf.} = 103.195 \text{ tonnef. m}$$

$$M_{n_col_sup.} = 102.519 \text{ tonnef. m}$$

Fuerza de Diseño – Mecanismo I

$$V_{e_col} = \frac{M_{n_Col_Inf} + M_{n_Col_Sup}}{L_{nc}} = 72.18 \text{ tonnef. m}$$

5.2. Fuerza de Diseño – Mecanismo II

- Datos de la Vigas:

Base de la Viga

$$b = 45\text{cm}$$

Altura de la Viga

$$h = 65\text{cm}$$

Recubrimiento Inferior

$$r = 6\text{cm}$$

Recubrimiento Superior

$$d' = 6\text{cm}$$

Peralte Efectivo

$$d = h - r = 59 \text{ cm}$$

5.2.1. CASO A:

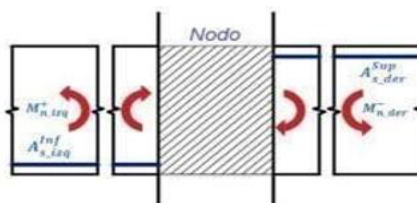


Figura 57. Momentos Máximos Nominales en las Vigas en Sentido Antihorario.

Fuente: Mathcad.

Acero Inferior en la Viga Izquierda

$$A_{s_inf_Izq.} = A_{s_inf_j.} = 10.13 \text{ cm}^2$$

Acero Superior en la Viga Derecha

$$A_{s_sup_Der.} = A_{s_sup_i.} = 18.68 \text{ cm}^2$$

Altura del Bloque Equivalente
de Whitney – Viga Izquierda

$$a_{izq} = \frac{\alpha \cdot f'_y \cdot A_{s_inf_Izq.}}{0.85 \cdot f'_c \cdot b_v} = 3.97 \text{ cm}$$

Altura del Bloque Equivalente
de Whitney – Viga Derecha

$$a_{der} = \frac{\alpha \cdot f'_y \cdot A_{s_sup_Der.}}{0.85 \cdot f'_c \cdot b_v} = 7.33 \text{ cm}$$

Momento Nominal en la Viga Izquierda

$$M_{n_izq.} = \alpha \cdot f'_y \cdot A_{s_inf_Izq.} \cdot \left(d_v - \frac{a_{izq}}{2} \right) = 24.27 \text{ tonnef. m}$$

Momento Nominal en la Viga Derecha

$$M_{n_der.} = \alpha \cdot f'_y \cdot A_{s_sup_Der.} \cdot \left(d_v - \frac{a_{der}}{2} \right) = 43.43 \text{ tonnef. m}$$

$$V_{e1_Viga} = \frac{M_{n_izq} + M_{n_der}}{I_e} = 20.83 \text{ tonnef. m}$$

5.2.2. CASO B:

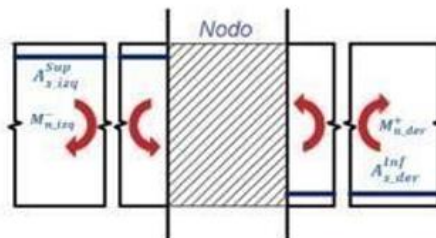


Figura 58. Momentos Máximos Nominales en las Vigas en Sentido Horario.

Fuente: Mathcad.

Acero Superior en la Viga Izquierda

$$A_{S_sup_Izq.} = A_{S_sup_j.} = 18.68 \text{ cm}^2$$

Acero Inferior en la Viga Derecha

$$A_{S_inf_Der.} = A_{S_inf_i.} = 10.13 \text{ cm}^2$$

Altura del Bloque Equivalente
de Whitney – Viga Izquierda

$$a_{izq} = \frac{\alpha \cdot f'_y \cdot A_{S_sup_Izq.}}{0.85 \cdot f'_c \cdot b_v} = 7.33 \text{ cm}$$

Altura del Bloque Equivalente
de Whitney – Viga Derecha

$$a_{der} = \frac{\alpha \cdot f'_y \cdot A_{S_inf_Der.}}{0.85 \cdot f'_c \cdot b_v} = 3.97 \text{ cm}$$

Momento Nominal en la Viga Izquierda

$$M_{n_izq.} = \alpha \cdot f'_y \cdot A_{S_sup_Izq.} \cdot \left(d_v - \frac{a_{izq}}{2} \right) = 43.43 \text{ tonnef. m}$$

Momento Nominal en la Viga Derecha

$$M_{n_der.} = \alpha \cdot f'_y \cdot A_{S_inf_Der.} \cdot \left(d_v - \frac{a_{der}}{2} \right) = 24.27 \text{ tonnef. m}$$

$$V_{e2_Viga} = \frac{M_{n_izq} + M_{n_der}}{I_e} = 20.83 \text{ tonnef. m}$$

Fuerza de Diseño – Mecanismo II

$$V_{e_vig.} = \max (V_{e1_viga} \cdot V_{e2_viga}) = 20.83 \text{ tonnef. m}$$

5.3. Fuerza de Diseño Último:

$$V_e = \min (V_{e_col} \cdot V_{e_viga}) = 20.828 \text{ tonnef. m}$$

3.8.5.4. Diseño de muros de concreto armado

Los muros o placas cortantes son elementos estructurales que resisten tanto cargas verticales como horizontales que actúan en un mismo plano, especialmente durante eventos sísmicos. Dada su notable rigidez, estos elementos absorben la mayor parte de las fuerzas de corte fundamentales. Los muros de alta resistencia al corte se diseñan considerando principios básicos de flexión, ya que su comportamiento es similar al de elementos comprimidos por flexión.

- Diseño por flexión compresión

Se clasificará como un muro esbelto a una losa que presente una relación entre su altura total y su longitud mayor igual o superior a 1 ($H / L \geq 1$). En estas situaciones, se seguirán las directrices generales establecidas para el diseño de elementos flexográficos. Al diseñar la estructura, se verifica que todas las placas cumplan con este criterio de esbeltez, determinando su resistencia en función de la relación entre momento y carga axial.

- Diseño por corte

La etapa de diseño del cortante implica la verificación de si la resistencia de la sección transversal es adecuada para resistir la máxima fuerza cortante en la sección analizada. Esta fuerza se determina a partir del producto del factor de aumento de la fuerza cortante ($n_v \times \omega_v$) obtenido en el análisis. Aquí, n_v representa el coeficiente de arrastre adicional en la sección crítica, considerando la verdadera disposición de las barras de acero (sin tener en cuenta la reducción de capacidad por el factor Φ), y ω_v son los factores de amplificación dinámica, ambos definidos en el Capítulo 18 del ACI 318-19.

- Ejemplo de diseño

Se exhibe, como ejemplo, el diseño de la placa PL del primer nivel. Esta placa se representa en la Figura 59.

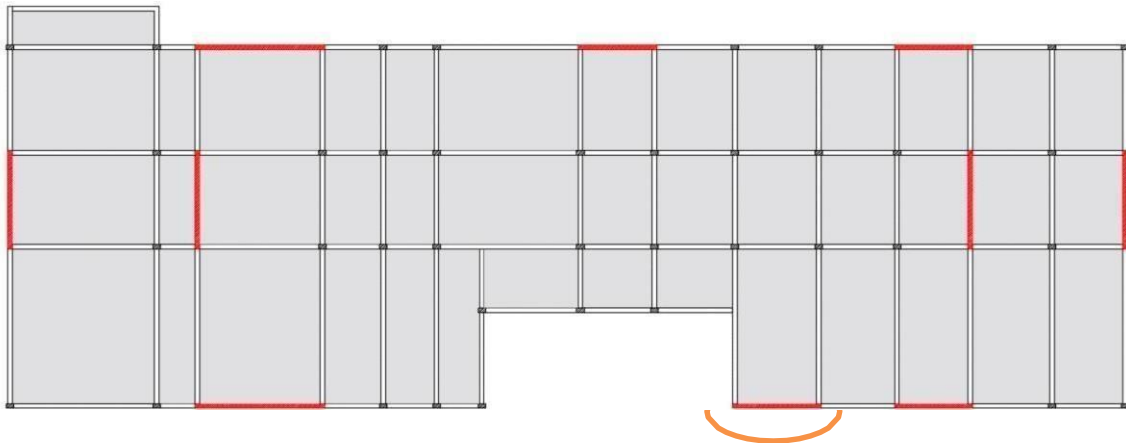


Figura 59. PL - Vista en planta – 1° nivel.

Fuente: Mathcad.

Se muestra el resumen del diseño sísmico a flexo-Compresión y cortante de la placa PL-06 (25x170), la cual forma parte del sistema resistente de muros estructurales, el cual ha sido elaborado en Mathcad Prime, tomando en cuenta todas las disposiciones sísmicas indicadas por el capítulo 18 del ACI 318- 2019, teniendo en cuenta la compatibilidad de deformaciones

en el acero propuesto, así como la resistencia para el concreto y otros parámetros como cuantía mínima y cuantía máxima.

Diseño Estructural de los Muros Estructurales

1. Propiedades de los Materiales:

Resistencia del Concreto

$$f'_c = 280 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo Cedente

$$f'_y = 4200 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}$$

Modulo de Elasticidad del Concreto

$$E_c = 15100 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}} = 252671.328 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de Elasticidad
del Acero

$$E_s = 2100000 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}$$

Peso Específico
del Concreto

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2400 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}$$

2. Propiedades de los Materiales:

Deformación Última
del Concreto

$$\epsilon_{cu} = 0.003$$

Deformación Cedente
del Acero

$$\epsilon_y = 0.002$$

Deformación Mínima del Acero
para falla controlada por Tracción

$$\epsilon_{s_min} = 0.005$$

Factor de Reducción para el Bloque Equivalente de Whitney

$$\beta_1 = \text{if} \left(f'_c > 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 0.85 - 0.05 \cdot \frac{(f'_c - 280 \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2})}{70} \cdot 0.85 \right) = 0.85$$

3. Factores de Reducción – ACI 318-19

Factor de Minoración para
Resistencia a Flexión

$$\phi_b = 0.90$$

Factor de Minoración para
Resistencia a Cortante

$$\phi_v = 0.85$$

Factor de Minoración para Resistencia a Compresión

$$\phi_c = 0.65$$

4. Datos de la Placa PL

Longitud de Placa

$$L_{PL} = 4.47 \text{ m}$$

Espesor de Placa

$$e_{PL} = 25 \text{ cm}$$

Altura de Placa

$$h_{PL} = 8.80 \text{ m}$$

5. Diseño de Elementos Especiales a Borde para Muros Estructurales

5.1. Predimensionamiento del Elemento de Borde:

Longitud Mínima para
el Elemento de Borde

$$L_{\text{borde_min.}} = 0.15 \cdot l_{te} = 67.05 \text{ cm}$$

Cuantía de Refuerzo Longitudinal
Mínima dentro del $0.15l_w$

$$P_{\text{mín_Borde}} = \frac{1.6 \cdot \sqrt{f'_c \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}}}{f_y} = 0.637\%$$

Longitud Definida para el Elemento de Borde

$$L_{\text{borde}} = 70 \text{ cm}$$

Acero de Refuerzo Longitudinal en el Elemento de Borde

$$A_{s_borde} = 4 \cdot A_{b\neq 4} + 12 \cdot A_{b\neq 4} = 20.268 \text{ cm}^2$$

Cuantía de Refuerzo Longitudinal en el Elemento de Borde

$$P_{\text{borde}} = \frac{A_{s_borde}}{l_{\text{borde}} \cdot e_{te}} = 1.158 \%$$

if($P_{\text{Borde}} \geq P_{\text{mín_Borde}}$. "Acero Conforme" . "Aumentar el Acero") = "Acero Conforme"

5.2. Verificación de la Compresión Axial del Elemento de Borde:

$$\begin{array}{ll} \text{Longitud Centro a Centro} & \text{Área del Elemento} \\ l' = l_w - l_{\text{borde}} = 3.77\text{m} & A_g = e_w \cdot l_{\text{borde}} = 1750\text{cm}^2 \end{array}$$

Acero Longitudinal en el Elemento de Borde

$$A_{st} = A_{s_{\text{borde}}} = 20.268 \text{ cm}^2$$

Máxima Carga Axial en el Elemento de Borde

$$P_{u_{\text{máx_Borde}}} = \max(P_{u_{\text{max}}}) = 144.229 \text{ tonnef}$$

Máxima Capacidad de la Sección del Elemento de Borde

$$P_n = \phi_c \cdot \left((0.80 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f'_y)) \right) = 258.338 \text{ tonnef}$$

$$P_{n_{\text{max}}} = \phi_c \cdot P_n = 167.919 \text{ tonnef}$$

Demanda / Capacidad en el Elemento de Borde

$$D_{C_{\text{borde}}} = \frac{P_{u_{\text{max_Borde}}}}{\phi_c \cdot P_n} = 85.892\%$$

Usar $\emptyset 3/8 @ 25\text{cm}$

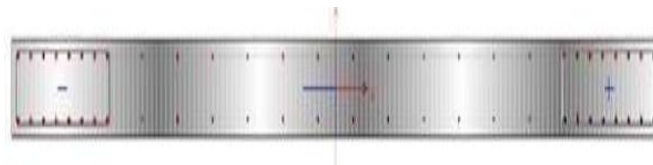


Figura 60. Distribución de Acero en Placa.

Fuente: Mathcad.

6. Diseño a Cortante por Capacidad:

Factor de Amplificación Al cortante Dinámico:

Número de Pisos

$$n_s = 2$$

Resistencia al Cortante del Concreto

Longitud de Tramo
de Placa

$$l_w = 4.47\text{m}$$

Área del Alma del Muro
de Corte

$$A_{cw} = l \cdot e_w = 1.118 \text{ m}^2$$

$$V_c = a_c \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}} \cdot A_{cw} = 102.269 \text{ tonnef}$$

Cortante de Diseño Último

$$V_{u_Diseño} = \text{mín}(\text{max}(V_u) \cdot 3 \cdot \text{max}(V_{ua})) = 137.207 \text{ tonnef}$$

Límite del Cortante Nominal

$$V_n = \frac{V_{u_Diseño}}{\phi_v} \leq 2.6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot A_{cw}$$

$$V_n = \frac{V_{u_Diseño}}{\phi_v} = 182.943 \text{ tonnef} \quad 2.6 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kg.f}}{\text{cm}^2}} \cdot A_{cw} = 486.183 \text{ tonnef}$$

Cálculo del Acero Horizontal

Área del Acero Horizontal
a usar

$$A_{Ah} = A_{b \neq 3} = 0.71 \text{ cm}^2$$

Cuantía Mínima del
Refuerzo Horizontal

$$P_{h_min} = 0.25\%$$

Cuantía del Refuerzo
Horizontal

$$P_h = \frac{A_{vh}}{e_w} = 0.25\%$$

Separación Máxima Requerida
en el Alma del Muro

$$S_{m\acute{a}x_H} = \frac{2 \cdot A_{Ah}}{A_{vh}} = 22.8 \text{ cm}$$

Usar \emptyset 3/8 @ 20 cm

Demanda – Capacidad a Cortante

Separación Real del Acero Horizontal

$$S_h = 20 \text{ cm}$$

$$V_{s_real} = \frac{2 \cdot A_{Ah}}{S_h \cdot e_w} = A_{cw} \cdot f'_y = 133.776 \text{ tonnef} \quad V_C = 102.269 \text{ tonnef}$$

$$P_{h_real} = \frac{2 \cdot A_{Ah}}{S_h \cdot e_w} = 0.285\% \quad V_{n_real} = V_{s_real} + V_C = 236.045 \text{ tonnef}$$

$$D_{C_Cortante} = \frac{V_{u_Diseño}}{\phi_v \cdot V_{n_real}} = 77.503\%$$

7. Refuerzo Transversal para Elementos Especiales de borde:

Lado Mayor del Elemento de
Borde

$$l_b = l_{borde} = 70 \text{ cm}$$

Lado Menor del Elemento de
Borde

$$b = e_w = 25 \text{ cm}$$

Recubrimiento del Elemento
de Borde

$$r = 2.5 \text{ cm}$$

Separación Definida para el
Elemento de Borde

$$S_{def} = 10 \text{ cm}$$

Separación de Estribos en el Elemento de Borde

$$S_{def} = \min \left(\frac{1}{3} \cdot \min (b, l_b) \cdot 6 \cdot d_{b \neq 5} \right) = 8.333 \text{ cm}$$

$$d_{estribo} = d_{b \neq 3} = 0.953 \text{ cm}$$

$$A_{Estribo} = A_{b \neq 3} = 0.71 \text{ cm}^2$$

Distancia del Borde al Centro del Estribo

$$r_{estribo} = r + \frac{d_{Estribo}}{2} = 2.976 \text{ cm}$$

Ancho Confinado en Dirección X Ancho Confinado en Dirección Y

$$b_{c1} = l_b - 2 \cdot r_{estribo} = 64.048\text{cm} \quad b_{c2} = b - 2 \cdot r_{estribo} = 19.048\text{cm}$$

Área del Núcleo Confinado

$$A_{ch} = b_{c1} \cdot b_{c2} = 1219.945 \text{ cm}^2$$

Mínimo Número de Ramas de Estribos en X-X

$$A_{sh_x} = \max\left(0.3 \cdot \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right) \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot S_{def} \cdot b_{c2} \cdot 0.09 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot S_{def} \cdot b_{c2}\right) = 1.655 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{mínimo}} = \frac{A_{sh_x}}{A_{Estribo}} = 2.323$$

Usar: 3 Ramas Paralelas al lado Mayor

Mínimo Número de Ramas de Estribos en Y-Y

$$A_{sh_y} = \max\left(0.3 \cdot \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right) \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot S_{def} \cdot b_{c1} \cdot 0.09 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot S_{def} \cdot b_{c1}\right) = 5.566 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{mínimo}} = \frac{A_{sh_y}}{A_{Estribo}} = 7.811$$

Usar: 8 Ramas Paralelas al lado Menor

3.8.5.5. Diseño de cimentación

Los elementos que transfieren cargas concentradas, ya sean de gravedad o sísmicas, desde las estructuras interconectadas como columnas, losas y muros al suelo se conocen como cimientos. Estos cimientos tienen la función de transmitir todas las cargas al suelo, asegurando que no excedan la capacidad de carga del terreno. Se debe garantizar la presencia de un margen de seguridad adecuado para mantener condiciones estables.

Con el objetivo de desarrollar el diseño de la cimentación, se emplearán los parámetros habituales relacionados con el perfil de suelo S2, el cual representa una característica común del suelo de cimentación en el distrito de Independencia, ubicado en Lima. Estos valores específicos se detallan en la Tabla 22.

Tabla 22. Datos del Suelo para el Diseño.

Parámetros	Valor
Perfil del Suelo	S2
Presión Admisible del Suelo	1.98 Kg/cm ²
Peso Unitario del Suelo	22.48 KN/m ³
Angulo de Fricción del Suelo	32.6°
Profundidad Mínima de Cimentación (D _f)	1.50 m

Fuente: Estudios de suelos – Norma 0.50.

- Diseño por flexión

El proceso de diseño en flexión consiste en determinar el área de acero requerida en ambas direcciones de análisis para contrarrestar el momento máximo en la sección crítica. Esta sección crítica se

localiza en la superficie interna de la losa, columna o viga que alcanza la cimentación y limita con la fundación.

- Diseño por corte

El diseño del corte implica determinar la altura necesaria de la cimentación, teniendo en cuenta la ausencia de refuerzo colocado. De esta manera, la altura debe ser lo bastante amplia para que la sección de hormigón pueda resistir la máxima fuerza cortante en la sección crítica. Además, esto garantiza el desarrollo de la longitud de anclaje del refuerzo en el componente vertical y la transferencia suficiente de fuerza entre dicho componente y la zapata. En el cálculo se toma en cuenta la altura efectiva "d", la cual equivale a la altura total menos 10 centímetros.

- Ejemplo de diseño

Para realizar el diseño estructural de la cimentación de la estructura, se emplea el software SAFE 2016. Este software nos proporciona las presiones resultantes de las cargas gravitatorias y sísmicas, permitiendo la verificación de las dimensiones en planta. Se determinan los momentos y cortantes últimos para el diseño del refuerzo de acero y se verifica la altura necesaria de la cimentación. El modelo propuesto se visualiza en la Figura 61.

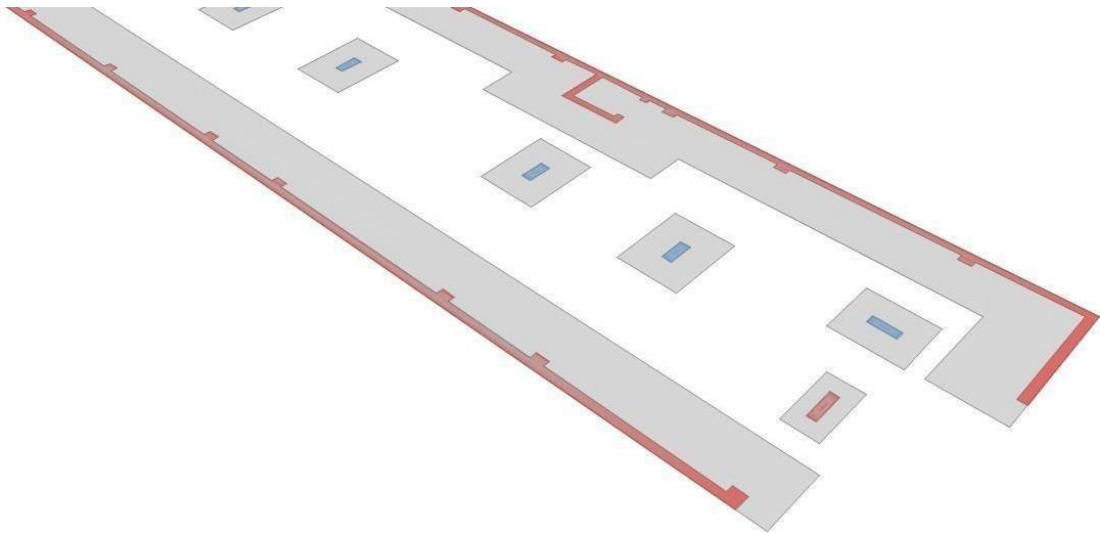


Figura 61. Modelo 3D - cimentación.

Fuente: Safe.

- Se efectuó el diseño de la cimentación teniendo en cuenta que las presiones aplicadas son inferiores a la presión admisible del suelo, la cual se establece en 1.98 kg/cm^2 . El coeficiente de balasto empleado para el análisis de la cimentación es de 8.00 kg/cm^3 .
- En el contexto de la combinación de cargas por gravedad, la máxima presión ejercida en el suelo es:

$$0.91 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1.98 \text{ kg/cm}^2$$

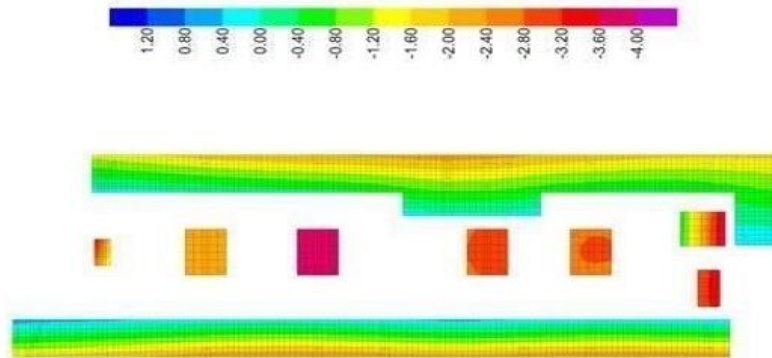


Figura 62. Diagrama de Presiones – Combinación de cargas D+L
Fuente: Safe.

Quando se considera la combinación de cargas debidas a la gravedad y las cargas sísmicas en la dirección X-X, se obtiene la máxima presión ejercida en el suelo, la cual es:

$$4.09 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 5.76 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

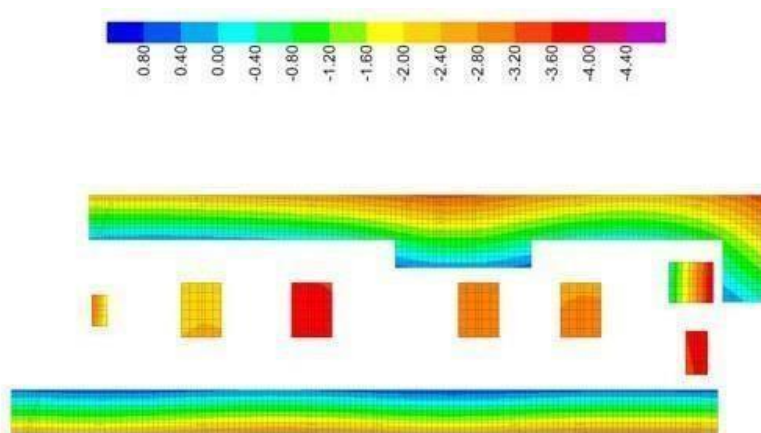


Figura 63. Diagrama de Presiones – Combinación de cargas D+L+0.85Dx.
Fuente: Safe.

Para la combinación de cargas gravitatorias junto con las cargas sísmicas en la dirección Y-Y, se obtiene como resultado la máxima presión ejercida sobre el suelo:

$$3.88 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 5.76 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

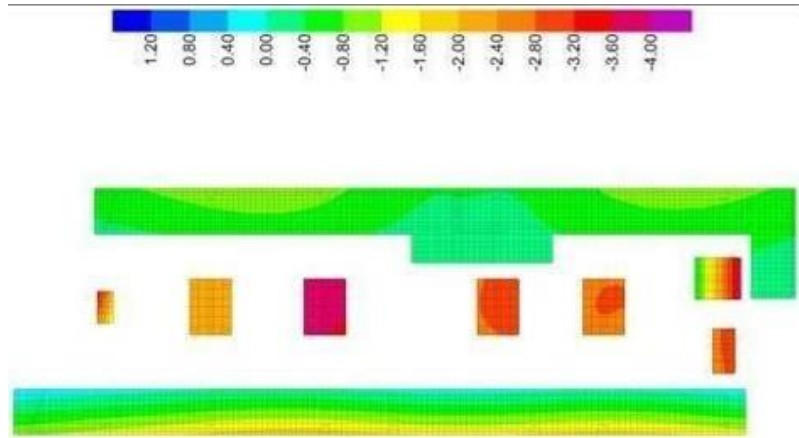


Figura 64. Diagrama de Presiones – Combinación de cargas D+L+0.85Dy.

Fuente: Safe.

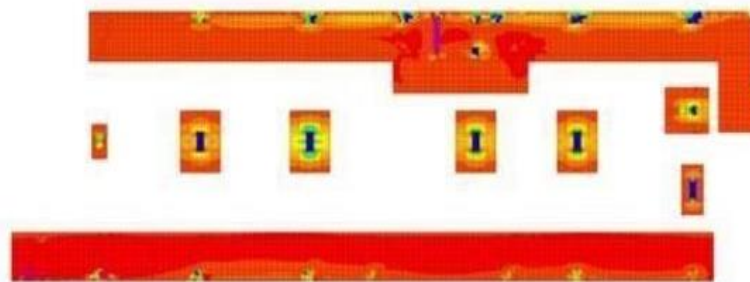


Figura 65. Diseño Estructural de la Cimentación.

Fuente: Safe.

Diseño de Zapata a Flexión

1. Datos de la Zapata:

Espesor en Zapata

$$h_{zapata} = 70 \text{ cm}$$

Recubrimiento en Zapata

$$r_{zapata} = 7.5 \text{ cm}$$

Peralte Efectivo en Zapata

$$d = h_{zapata} - r_{zapata} = 62.5 \text{ cm}$$

Ancho de Zapata

$$b = 1 \text{ m}$$

2. Acero Mínimo a Flexión:

$$A_{s_min.} = 0.0018 \cdot b \cdot h_{zapata} = 12.60 \text{ cm}^2 \quad A_{s_min_real} = \frac{A_{s_min.}}{b} = 12.60 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

3. Diseño a Momento – Dirección 1-1:

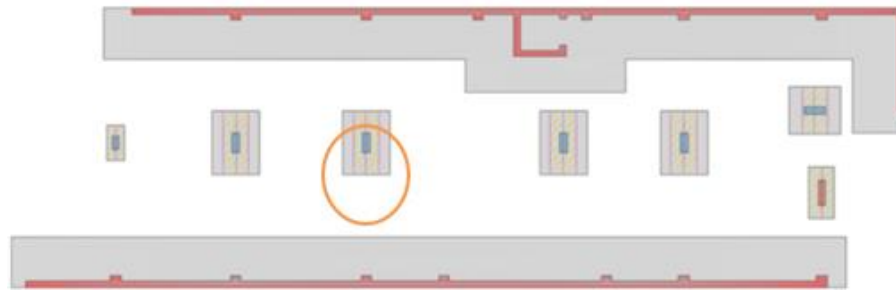


Figura 66. Definición de los Strips.

Fuente: Safe.

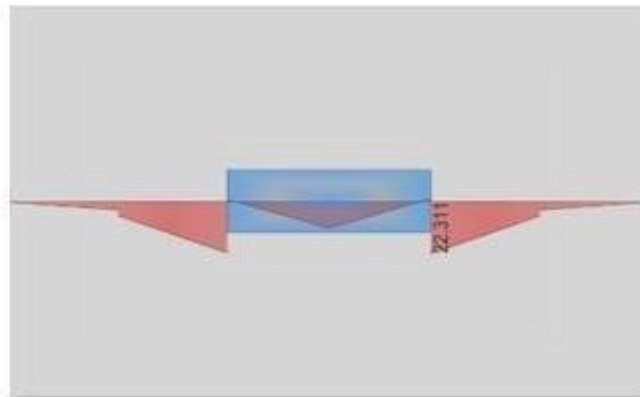


Figura 67. Efecto Máximo de la Envolvente de Dirección 1-1.

Fuente: Safe.

Momento Último Obtenido para la Franja de Diseño

$$M_{11} = 22.311 \text{ tonnef.m}$$

Profundidad del Bloque Equivalente
de Whitney

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot \text{abs}(M_{11})}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b}} = 2.263 \text{ cm}$$

Profundidad del Eje
Neutro

$$c = \frac{a}{\beta_1} = 2.662 \text{ cm}$$

Área de Acero Requerido

$$A_s = \frac{\text{abs}(M_{11})}{\phi_b \cdot f'_Y \cdot (d - \frac{a}{2})} = 9.618 \text{ cm}^2$$

Área de Acero por Unidad de Ancho

$$A_{s_real} = \frac{A_s}{b} = 9.62 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Área de Acero Definitivo por Unidad de Ancho

$$A_{s_{11}} = \max(A_{s_{real}} \cdot A_{s_{min_real}}) = 12.60 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Diámetro y Espaciamiento del Acero Longitudinal – Dirección 1-1

$$S_{b\neq 5} = \frac{A_{b\neq 5}}{A_{s_{11}}} = 15.71 \text{ cm} \quad \text{Usar } \emptyset 5/8'' @ 15\text{cm}$$

4. Diseño a Momento – Dirección 2-2

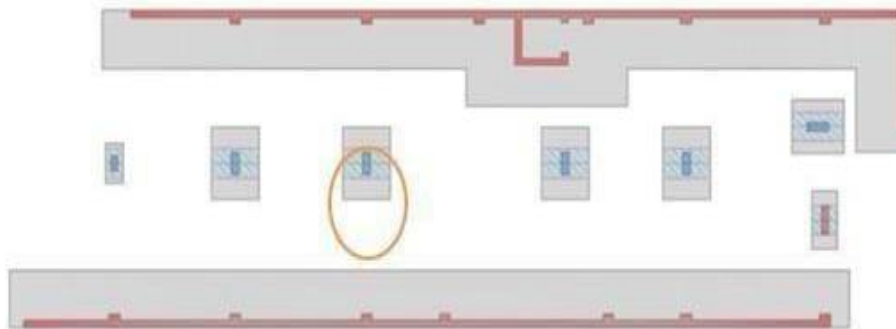


Figura 68. Definición de los Strips.

Fuente: Safe.



Figura 69. Efecto Máximo de la Envolvente de Dirección 2-2.

Fuente: Safe.

Momento Último Obtenido para la Franja de Diseño

$$M_{22} = 22.919 \text{ tonnef. m}$$

Profundidad del Bloque Equivalente
de Whitney

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot \text{abs}(M_{22})}{\phi_b \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b}} = 2.326 \text{ cm}$$

Profundidad del Eje
Neutro

$$c = \frac{a}{\beta_1} = 2.736 \text{ cm}$$

Área de Acero Requerido

$$A_s = \frac{\text{abs}(M_{22})}{\phi_b \cdot f'_Y \cdot (d - \frac{a}{2})} = 9.885 \text{ cm}^2$$

Área de Acero por Unidad de Ancho

$$A_{s_real} = \frac{A_s}{b} = 9.89 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Área de Acero Definitivo por Unidad de Ancho

$$A_{s_22} = \max(A_{s_real} \cdot A_{s_min_real}) = 12.60 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Diámetro y Espaciamiento del Acero Longitudinal – Dirección 2-2

$$S_{b \neq 5} = \frac{A_{b \neq 5}}{A_{s_22}} = 15.71 \text{ cm} \quad \text{Usar } \phi 5/8'' @ 15\text{cm}$$

Verificación de la Zapata a Cortante

1. Análisis de Cortante – Dirección 1-1:

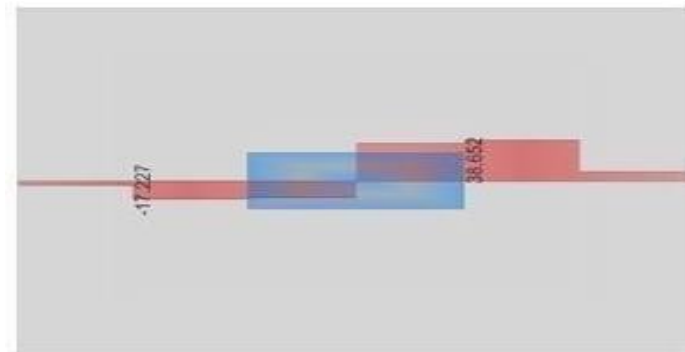


Figura 70. Efecto Máximo de la Envolvente de Diseño a Cortante.

Fuente: Safe.

Cortante Último Obtenido para la Franja de Diseño

$$V_{13} = 38.652 \text{ tonnef}$$

Cortante Nominal Obtenido

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d = 48.003 \text{ tonnef}$$

Demanda / Capacidad

$$\text{Ratio} = \frac{\text{abs}(V_{13})}{\phi_v \cdot \text{abs}(V_c)} = 94.73 \%$$

if($V_{13} \leq \phi_v \cdot V_c$, "Cumple la Sección", "Aumentar el Espesor") = "Cumple la Sección"

2. Análisis de Cortante – Dirección 2-2:

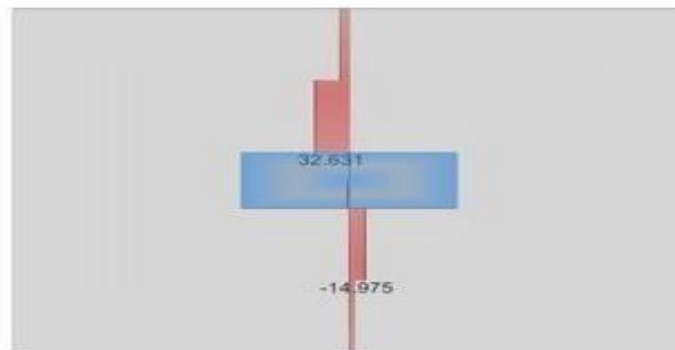


Figura 71. Efecto Máximo de la Envolvente de Diseño a Cortante.

Fuente: Safe.

Cortante Último Obtenido para la Franja de Diseño

$$V_{23} = 32.631 \text{ tonnef}$$

Cortante Nominal Obtenido

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d = 48.003 \text{ tonnef}$$

Demanda / Capacidad

$$\text{Ratio} = \frac{\text{abs}(V_{23})}{\phi_v \cdot \text{abs}(V_c)} = 79.97 \%$$

if($V_{13} \leq \phi_v \cdot V_c$, "Cumple la Sección", "Aumentar el Espesor") = "Cumple la Sección"

3.8.6. Dimensión 6. Análisis sísmico con aisladores

3.8.6.1. Parámetros sísmicos

Para este proyecto, se llevará a cabo la delimitación sísmica mediante el análisis de espectros estáticos y dinámicos según lo establecido en la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones E.030-2018 RNE, de acuerdo con lo detallado a continuación:

Se presenta en la Tabla 23 un resumen de los límites sísmicos obtenidos para los estudios generales de edificios, clasificados por título:

Tabla 23: Parámetros sísmicos en la dirección X-X e Y-Y.

Análisis en X-X e Y-Y		
Z	0.45	Zona Sísmica (Z_4)
U	1.50	Categoría Esencial (A)
S	1.05	Suelo Intermedio (S2)
R_{ox}	6.00	Sistema de Muros Estructurales
R_{oy}	6.00	Sistema de Muros Estructurales
I_a	1.00	No Presenta Irregularidad en Altura
I_p	1.00	No Presenta Irregularidad en Planta
R_x	6.00	Coficiente de Reducción Sísmica
R_y	6.00	Coficiente de Reducción Sísmica

Fuente: Elaboración Propia.

3.8.6.2. Pre – diseño de un aislador

Tabla 24. Pre – diseño de un aislador.

Peso Edificio	1996.221 Tn
Aisladores	58
Peso en Aislador	34.42 Tn

Fuente: Propia.

Nota: Se pueden Diferenciar

Tabla 25. Propiedades, desplazamiento y carga axial en función del diámetro del aislador (pre - diseño).

Do (mm)	Propiedades del aislador			Desplazamiento Maximo qmax (mm)	Carga Axial Pmax (kg)
	Kd (Tn/m)	Qd (kg)	Kv (Tn/m)		
305	20 - 40	0 - 6500	> 5000	150	45000
355	20 - 40	0 - 6500	> 10000	150	70000
405	30 - 50	0 - 11000	> 10000	200	90000
455	30 - 70	0 - 11000	> 10000	250	115000
520	40 - 70	0 - 18000	> 20000	300	135000
570	50 - 90	1 - 18000	> 50000	360	180000

Fuente: Norma E.031.

3.8.6.3. Dimensión del aislador

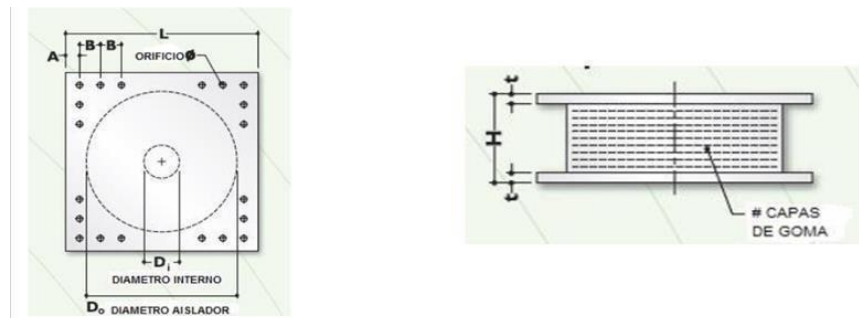


Figura 72: Prediseño del aislador.

Fuente: Norma E.031.

Tabla 26. Dimensión del aislador y placas de montaje.

TAMAÑO DEL AISLADOR				DIMENSIONES DE LAS PLACAS DE MONTAJE					
Do (mm)	H (mm)	# CAPAS DE GOMA	Di (mm)	L (mm)	t (mm)	# orificios	Ø del orificio (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

Fuente. Norma E-031.

Do=	52 cm	
Di=	16 cm	
c. de goma	24 und	
tr=	0.5 cm	espesor capa goma
ts=	0.2 cm	espesor de la capa acero
L=	51 cm	long placa cuadrada
t=	2.5 cm	espesor placa
N pernos	8 und	numero pernos
Ø perno	2.7 cm	diametro de perno
Altura total H	22.75 cm	
Tr=Σtr=	12 cm	
H=	21.6 cm	

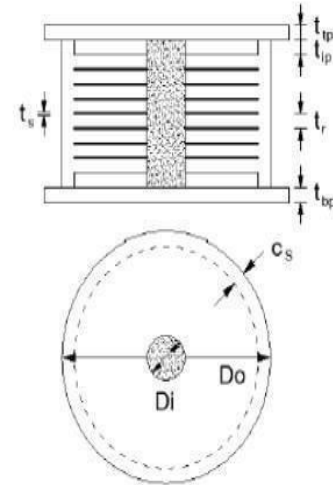


Tabla 27. Propiedades del aislador.

DESCRIPCION	limite inferior LB	limite superior LB	unidades
MODULO DE CORTE EFECTIVO DE GOMA G	5.95	8.05	Kg/cm ²
MODULO VOLUMETRICO DE GOMA K	2000	2000	Mpa
MODULO DE CORTE DEL PLOMO Gp	127.5	172.5	Mpa
ESFUERZO DE CORTE DEL PLOMO Tpy	85	115	kg/cm ²

Fuente. Norma E-031.

Tabla 28. Propiedades dinámicas.

PROPIEDADES DINAMICAS					
PROPIEDADES DINAMICAS	UNIDADES	SEGUN ESPECTRO NORMA E-030			
		SISMO DISEÑO		SISMO MCE	
		LB	UB	LB	UB
q=	cm	24.960	21.240	44.687	21.240
A plomo=	cm ²	201.062	201.062	201.062	201.062
A=	cm ²	2123.722	2123.722	2123.722	2123.722
Qd=	Tn	375.990	508.690	375.990	508.690
Kd=	Tn/m	36.160	48.922	36.160	48.922
ke=	Tn/m	295.466	399.741	295.466	399.741
Fy=	Tn	7.387	9.993	7.387	9.993
Kef=	Tn/m	62.131	90.216	50.667	90.560
Beta efec=	%	23.950	25.710	17.210	25.710
B=		6.369	6.506	5.768	6.506
T efec=	seg	1.504	1.248	1.665	1.248
RATIO		0.122384315	0.122385163	0.122384315	0.122385163

Fuente. Norma E-030.

3.8.6.4. Periodos y participación de masas

Tabla 29. Periodos y participación de masas.

Modos de Vibración				
Modos	Periodo (s)	Participación de Masa		
		Ux	Uy	Rz
1°	1.142	327E-06	0.9528	0.0365
2°	0.942	0.0268	0.0355	0.9289
3°	0.928	0.9688	0.0009	0.0258

Fuente: Propia.

3.8.6.5. Fuerza cortante basal dinámico

Tabla 30. Fuerzas cortantes basal dinámico XX – YY.

FUERZA CORTANTE BASAL		
Bloque 1	X- X	Y- Y
	166.411 Tn	155.22 Tn

Fuente: Propia.

3.8.6.6. Desplazamientos y distorsiones

Tabla 31. Desplazamientos y distorsiones máximos X-X.

Análisis Dinámico en Dirección X-X				
Piso	Altura de Entrepiso (m)	Despl. Absoluto (mm)	Despl. Relativo (mm)	Distorsiones Inelásticas (Δ)
2°	4.40	1.425	0.745	0.00078
1°	4.40	2.170	2.170	0.00226

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 32. Desplazamientos y distorsiones máximos Y-Y.

Análisis Dinámico en Dirección Y-Y				
Piso	Altura de Entrepiso (m)	Despl. Absoluto (mm)	Despl. Relativo (mm)	Distorsiones Inelásticas (Δ)
2°	4.40	2.911	0.279	0.00029
1°	4.40	3.190	3.190	0.00333

Fuente. Elaboración propia.

IV. RESULTADOS

4.1. Dimensión 1. Estudio topográfico

4.1.1. Ubicación del área de estudio

El proyecto objeto de estudio se denomina "Análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo - Independencia - Lima".

Tabla 33. Ubicación del proyecto.

País	Perú
Región	Lima
Provincia	Lima
Distrito	Independencia
Lugar	Centro sanatorio Tahuantinsuyo Bajo

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Coordenadas UTM

Tabla 34. Coordenada UTM del terreno.

VERTICE	LADO	DISTANCIA	ÁNGULO	COORDENADAS	
				NORTE	ESTE
P1	P1-P2	78.98	89°33'0"	8319182.64	202346.99
P2	P2-P3	49.74	269°13'51"	8319260.76	202358.57
P3	P3-P4	79.25	89°30'21"	8319268.71	202309.48
P4	P4-P1	50.11	90°10'30"	8319190.38	202297.47

Fuente: Municipalidad Distrital de Independencia – Lima – Lima.
Información extraída del plano catastral del predio uso destinado de salud - Independencia – Lima – Lima.

4.1.3. Plano de Ubicación y Localización



Figura 73. Plano de ubicación y localización.
Fuente: AutoCAD.

4.2. Dimensión 2. Estudio de mecánica de suelo

Tabla 35. Ficha resumen del EMS.

INFORMACIÓN GENERAL	
Tipo de documento	Estudio de Mecánica de Suelos
Proyecto	“Análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo - Independencia - Lima - 2021”
Solicitante	Municipalidad distrital de Independencia - Lima - Lima
Laboratorio	Geotecnia
Ubicación	Centro Sanitario Tahuantinsuyo Bajo - Independencia - Lima
Fecha	Noviembre del 2016
NAF	El Nivel de Aguas Freáticas (NAF) no fue encontrada hasta la profundidad de 3 m.
DATOS DE LA INVESTIGACIÓN	
Tipo de Suelo	Grava pobremente graduada (GP) de material conglomerado heterogéneo con bolonería
Tipo de cimentación	Típica (Zapata corrida)
Módulo de Poisson (u)	0.28
Profundidad de Cimentación (Df)	1.50 m
Módulo de elasticidad (E)	182 kg/cm ²
Capacidad Portante (q _{adm})	1.98 kg/cm ²
Asentamiento	0.34 cm

Fuente: Propia.

4.3. Dimensión 3: Diseño arquitectónico

4.3.1. Alturas


Tabla 36. Altura del bloque.

Bloque 1	
Pisos	Alturas
1° Piso	4.40m
2° Piso	4.40m

Fuente: Propia.

4.3.2. Áreas

Tabla 37. Guía de observación del diseño arquitectónico.

 INFORMACIÓN GENERAL	
PROYECTO:	Análisis y diseño estructural, con y sin aisladores sísmico del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo - Independencia - Lima.
UBICACION:	Municipalidad distrital de Independencia - Lima - Lima.
AREA DISPONIBLE:	3949.68m ²
ÁREA DE ESTUDIO:	1792.53m ²
AREA CONSTRUIDA:	1813.43m ²
INVESTIGADOR:	Flores García Leonardo Manuel

AMBIENTES DEL PISO 01			
AMBIENTES	ÁREA	AMBIENTES	ÁREA
Farmacia	11.10m ²	Ropa limpia	3.23m ²
Dispensación y expendio	6.90m ²	Cuarto de equipos	4.29m ²
Almacén especializado de productos farmacéuticos	22.40m ²	SSHH	44.34m ²
Oficina de farmacia	13.20m ²	Sala de dilatación	18.52m ²
Vestidor	10.61m ²	Lavado	5.93m ²
Servicios personales de varones	2.92m ²	Vestidor personal damas	6.48m ²

Servicios personales de damas	2.92m2	SSHH	2.77m2
Sala de espera de familiares	67.63m2	Vestidor personal varones	6.49m2
Tópico	19.48m2	SSHH	2.77m2
Área de observación	22.26m2	Esterilización	13.14m2
Cuarto de limpieza	6.37m2	Cuarto de limpieza	3.17m2
Oficina	7.05m2	Prelavado	4.24m2
Área climatizada	7.71m2	Lavado	2.62m2
Cámara fría	11.03m2	Preparado	4.43m2
Servicio varones públicos	11.77m2	Atención al recién nacido	5.03m2
Servicio de damas publico	6.75m2	Sala de puerperio inmediato	14.79m2
Discapacitados	7.06m2	Prelavado instrumental	3.82m2
Almacenamiento Intermedio de residuos sólidos	6.36m2	Sala de partos	27.13m2
Sala de radiología	11.53m2	Material estéril	5.69m2
SH Paciente -vestidor	3.03m2	Jardín	7.15m2
SH Vestidor personal	3.03m2	Central de gases	7.86m2
Cuarto oscuro sala de impresión	5.45m2	Ropa limpia	3.15m2
Deposito	3.56m2	SSHH	2.68me
Sala de ecografía	16.83m2	Internamiento de niños	23.03m2
Servicios higiénicos y vestidor de paciente	2.36m2	Ropa limpia	3.15m2
Informe y entregas de resultado	17.42m2	SSHH	2.68m2
Laboratorio clínico	13.65m2	Internamiento obstétrico	23.61m2
Laboratorio bioquímico	15.09m2	Internamiento mujeres	36.21m2
laboratorio microbiología	14.28m2	Ropa limpia	2.64m2
Laboratorio hematología	18.98m2	SSHH	2.53m2
Camillas y sillón de ruedas	6.07m2	Ropa limpia	3.00m2
Cuarto de cunas	11.10m2	SSHH	2.53m2
Estación de obstetricia	10.41m2	Internamiento de varones	22.53m2
Estación de enfermeras	11.67m2	Cuarto de limpieza	5.32m2
Lavas chatas	3.23m2	Residuos sólidos	2.92m2
Cuarto séptico	3.44m2	TOTAL, PISO 1 =	1103.71m2
AMBIENTES DEL PISO 02			
AMBIENTES	ÁREA	AMBIENTES	ÁREA
Triaje	10.52m2	Ropa limpia	3.15m2
Archivó historias clínicas	9.98m2	SSHH	2.68m2

Salud ambiental	12.35m ²	Internamiento de niños	23.03m ²
Admisión - informes y caja	12.37m ²	Ropa limpia	3.15m ²
SSHH	1.89m ²	SSHH	2.68m ²
TBC	20.13m ²	Internamiento obstétrico	23.61m ²
Consultorio medicina a general	16.02m ²	Internamiento de mujeres	36.21m ²
Consultorio de obstetricia	14.73m ²	Ropa limpia	2.64m ²
SSHH	1.64m ²	SSHH	2.53m ²
Consultorio gineco - obstetrico	18.43m ²	Ropa limpia	3.00m ²
SSHH	1.64m ²	SSHH	2.53m ²
Pediatría	16.06m ³	Internamiento de varones	22.53m ²
Medicina familiar	16.20m ²	Cuarto de limpieza	5.30m ²
Sala de espera de familiares	173.23m ²	Residuos sólidos	2.92m ²
		TOTAL, PISO 2 =	710.43m²

Fuente: Propia.

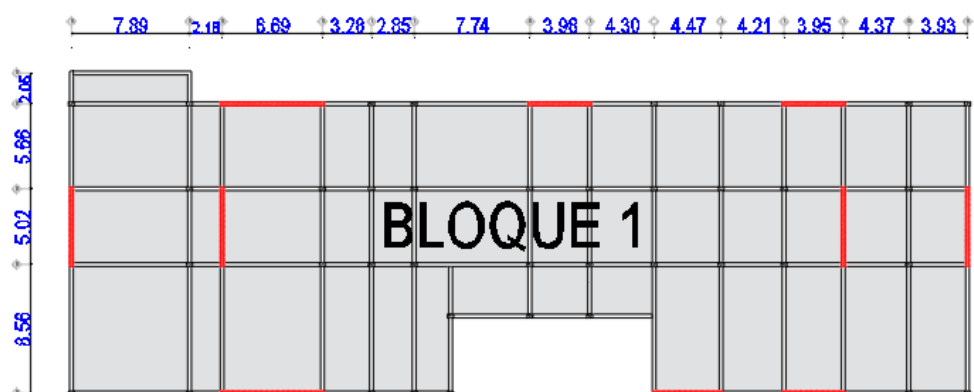


Figura 74. Arquitectura del 1° nivel – bloque 1.

Fuente: Elaboración propia.

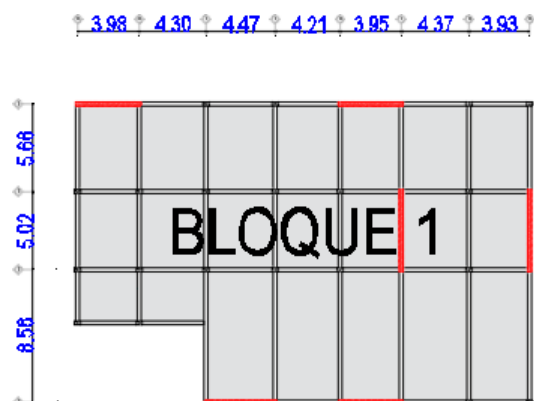


Figura 75. Arquitectura del 2° nivel – bloque 1.

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Dimensión 4: Análisis sísmico sin aisladores

4.4.1. Periodos y participación de masas

Tabla 38. Periodos y participación de masas.

Modos de Vibración				
Modos	Periodo (s)	Participación de Masa		
		Ux	Uy	Rz
1°	0.203	0.003	0.495	0.048
2°	0.138	0.699	0.002	0.003
3°	0.008	0.002	0.192	0.642

Fuente: Propia.

4.4.2. Fuerza cortante basal dinámico

Tabla 39. Fuerza cortante basal dinámico XX - YY

FUERZA CORTANTE BASAL		
Bloque 1	X- X	Y- Y
	472.241 Tn	413.95 Tn

Fuente: Propia.

4.4.3. Desplazamientos y distorsiones

Tabla 40. Desplazamientos y distorsiones máximos X-X.

Análisis Dinámico en Dirección X-X				
Piso	Altura de Entrepiso (m)	Despl. Absoluto (mm)	Despl. Relativo (mm)	Distorsiones Inelásticas (Δ)
2°	4.40	2.653	1.903	0.00198
1°	4.40	0.750	0.750	0.00078

Fuente: Propia.

Tabla 41. Desplazamientos y distorsiones máximos Y-Y.

Análisis Dinámico en Dirección Y-Y				
Piso	Altura de Entrepiso (m)	Despl. Absoluto (mm)	Despl. Relativo (mm)	Distorsiones Inelásticas (Δ)
2°	4.40	5.682	4.528	0.00472
1°	4.40	1.154	1.154	0.00120

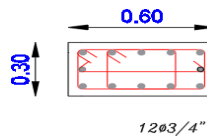
Fuente: Propia.

4.5. Dimensión 5: Diseño estructural

4.5.1. Diseño de columnas

Tabla 42. Diseño de columnas.

C-1
Acero Requerido: 18 cm ²
Acero Colocado: 34.08 cm ²
12Ø3/4"

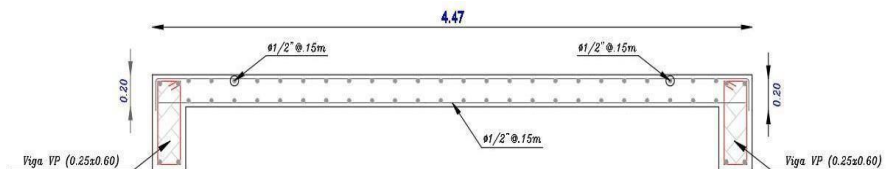


Fuente: Propia.

4.5.2. Diseño de losa maciza

Tabla 43. Diseño de losa maciza.

Dirección X		Dirección Y	
Área de Acero	As (-): 7.35 cm ²	Área de Acero	As (-): 4.50 cm ²
	As (+): 7.00 cm ²		As (+): 4.50 cm ²
Ø1/2"		Ø3/8"	

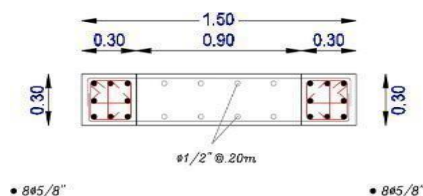


Fuente: Propia.

4.5.3. Diseño de placas

Tabla 44. Diseño de placas

PL (0.3x1.5)	
Parte central	8Ø1/2"
Extremos en ambos lados	8Ø5/8"

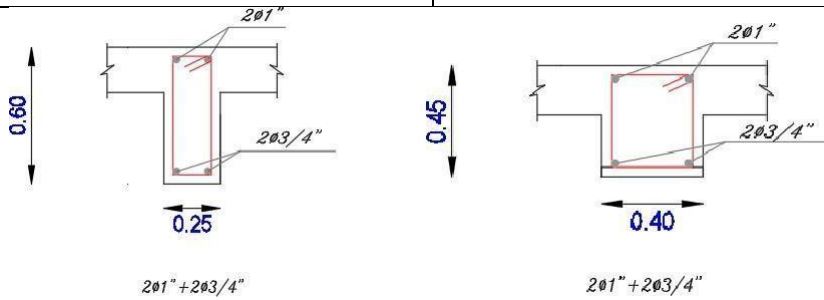


Fuente: Propia.

4.5.4. Diseño de vigas

Tabla 45. Diseño de vigas.

VP (0.25X0.60)		VS (0.40X0.45)	
Área de Acero	As (-): 3.31 cm ²	Área de Acero	As (-): 5.70 cm ²
	As (+): 1.64 cm ²		As (+): 7.68 cm ²
2Ø1" + 2Ø3/4"		2Ø1" + 2Ø3/4"	

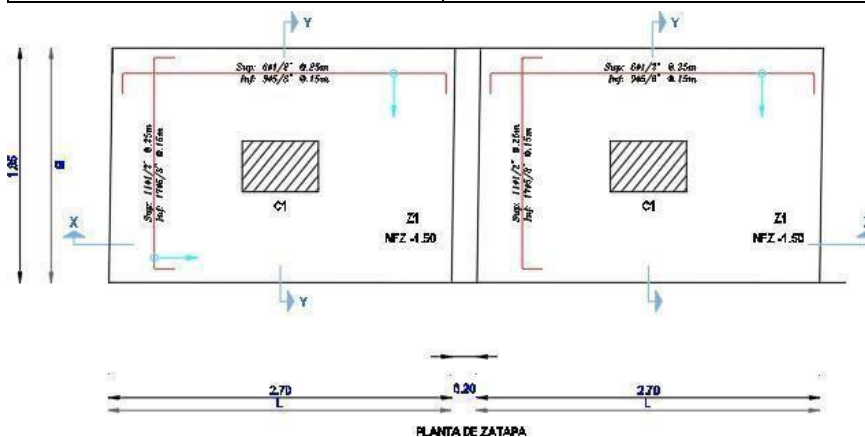


Fuente: Propia.

4.5.5. Diseño de zapatas

Tabla 46. Diseño de zapatas.

Z1 (2.70x1.40) - Corridas	
Dirección X	Dirección Y
Superior: 6Ø1/2"	Superior: 11Ø1/2"
Inferior: 9Ø1/2"	Inferior: 17Ø1/2"



Fuente: Propia.

4.6. Dimensión 6: Análisis sísmico con aisladores

4.6.1. Periodos y participación de masas

Tabla 47. Periodos y participación de masas.

Modos de Vibración				
Modos	Periodo (s)	Participación de Masa		
		Ux	Uy	Rz
1°	1.142	327E-06	0.9528	0.0365
2°	0.942	0.0268	0.0355	0.9289
3°	0.928	0.9688	0.0009	0.0258

Fuente: Propia.

4.6.2. Fuerza cortante basal dinámico

Tabla 48. Fuerza cortante basal dinámico XX – YY.

FUERZA CORTANTE BASAL		
Bloque 1	X- X	Y- Y
	166.411 Tn	155.23 Tn

Fuente: Propia.

4.6.3. Desplazamientos y distorsiones

Tabla 49. Desplazamientos y distorsiones máximos X-X.

Análisis Dinámico en Dirección X-X				
Piso	Altura de Entrepiso (m)	Despl. Absoluto (mm)	Despl. Relativo (mm)	Distorsiones Inelásticas (Δ)
2°	4.40	1.425	0.745	0.00078
1°	4.40	2.170	2.170	0.00226

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 50. Desplazamientos y distorsiones máximos Y-Y.

Análisis Dinámico en Dirección Y-Y				
Piso	Altura de Entrepiso (m)	Despl. Absoluto (mm)	Despl. Relativo (mm)	Distorsiones Inelásticas (Δ)
2°	4.40	2.911	0.279	0.00029
1°	4.40	3.190	3.190	0.00333

Fuente. Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

- En primer lugar se va a proceder a responder a la pregunta de investigación, la cual era: ¿Cuál es el análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima – 2021?, la cual ha sido respondida satisfactoriamente mediante la hipótesis general que fué: “El análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo cumplirá con la norma del RNE y Directivas del PRONIS del Ministerio de Salud en Independencia, Lima, 2021”, validándose por lo tanto la misma.
- Los resultados obtenidos fueron en base a las coordenadas UTM, logrando obtener un área total de 3949.68m², área construida de 1813.43m² y un área de estudio de 1792.53m² para la realización de la presente investigación.
- Así mismo en los resultados del estudio de suelos, se mostró en la tabla N° 33 las características físicas y mecánicas del suelo, es decir, el tipo de cimentación, tipo de suelo, clasificación del suelo, su capacidad portante, entre otros, logrando así los requisitos solicitados en el RNE.
- En el diseño arquitectónico junto con la tabla N° 36 y 37, exhiben la disposición por niveles de los espacios, ofreciendo información sobre la elevación, corte, superficie y la altura estimada de cada área. Esto verifica la conformidad con lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y PRONIS.
- En este estudio, se obtuvo como resultados en el análisis sísmico sin aislador, una deriva en el primer piso de 0.00078 y en el segundo piso de 0.00198 en el eje X-X y una deriva en el primer piso de 0.00120 y en el segundo piso de 0.00472 en el eje Y-Y, lo cual es menor a 0.007, deriva máxima establecida en la norma E.030.

- En el diseño estructural del centro sanitario, no se observan irregularidades en la altura ni en planta. Los valores de los parámetros de irregularidad estructural I_p e I_s son iguales a la unidad, lo cual se debe a la presencia de simetría y sencillez en su estructuración. Cada componente estructural cumple con los límites máximos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- En este estudio, en el análisis sísmico con aislador, se obtuvo como resultados una deriva en el primer piso de 0.00226 y en el segundo piso de 0.00078 en el eje X-X y una deriva en el primer piso de 0.00333 y en el segundo piso de 0.00029 en el eje Y-Y, lo cual es menor a 0.007, deriva máxima establecida en la norma E.030.
- Según Lozano y Morillo (2019), se identificó que el suelo está conformado por arena arcillosa con grava, con una capacidad admisible de 1.00 kg/cm², clasificado según AASTHO como regular a malo. En el aspecto estructural, las placas se distribuyeron simétricamente en ambas direcciones, y las deformaciones se mantuvieron dentro de los límites permitidos. La máxima derivada alcanzó 0.004363 en la dirección X, ubicada en el tercer piso, mientras que en la dirección Y llegó a 0.00293, encontrada en el quinto piso (p. 11). En contraste, en el presente estudio, el suelo es un conglomerado heterogéneo con bolonería, clasificado como tipo GP según SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), con una capacidad portante de 1.98 g/cm². En este caso, las derivas estuvieron dentro de los límites permitidos. El mayor valor en la dirección X fue de 0.00078, observado en el primer piso, mientras que en la dirección Y fue de 0.00120, también en el primer piso.

- Como en todo proyecto de investigación se tuvo limitaciones para completar lo programado para la ejecución planteada por el investigador, debido a la actual situación que vive el país, también es necesario mencionar que no se pudo realizar el diseño estructural con aisladores en el centro sanitario por el motivo de no poder contar con más de 6 objetivos específicos. Sin embargo, el aporte de esta investigación es proporcionar al distrito de Independencia un óptimo análisis y diseño estructural para dicho centro sanitario, todo esto como una opción a la problemática actual en dicho lugar. Para el desarrollo de este proyecto se aplicó todo lo pedagógicamente existente y apropiado teniendo en cuenta el lugar de estudio.
- Al desarrollar este proyecto, se logró que, al realizar una distribución precisa de los elementos estructurales y los espacios interiores, ha contribuido a la conformación de estructuras que no presentan irregularidades tanto en planta como en altura, demostrando la capacidad para soportar múltiples cargas aplicadas a la estructura. Además, se destaca la importancia clave de seguir normativas técnicas y hacer uso de programas informáticos en el diseño estructural, dado que estos elementos juegan un papel fundamental en la creación de estructuras más sólidas y seguras para el público que las utiliza.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó el análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima, obteniendo un análisis sísmico sin aislador con una deriva máxima en el primer piso de 0.00078 y en el segundo piso de 0.00198 en el eje X-X y una deriva máxima en el primer piso de 0.00120 y en el segundo piso de 0.00472 en el eje Y-Y. Mientras que, en un análisis sísmico con aislador, se obtuvo una deriva máxima en el primer piso de 0.00078 y en el segundo piso de 0.00198 en el eje X-X y una deriva máxima en el primer piso de 0.00120 y en el segundo piso de 0.00472 en el eje Y-Y, lo cual es menor a 0.007, deriva máxima establecida en la norma E.030, lo cual se cumple con lo estipulado por el RNE y a la vez logrando las cuantías máximas que estipula la norma para elementos estructurales; cumpliéndose la hipótesis general.
- Se realizó la delimitación de la topografía y se obtuvieron las coordenadas UTM tras procesar los datos, lo que reveló que el terreno abarca una superficie total de 3949.68m². La superficie construida ocupa 1813.43m², mientras que el área específica de estudio comprende 1792.53m².
- Se determinó el EMS el tipo de suelo según SUCS y AAHSTO, obteniendo una clasificación SUCS de tipo GP, tomando como capacidad portante 1.98g/cm².
- Se realizó el diseño arquitectónico a través del software AutoCAD, obteniéndose los planos de arquitectura, elevación, corte, planimétrico, planos de ubicación y localización, teniendo como base las normas de A.050 (Salud) y A.010 y según directivas PRONIS.

- Se realizó el análisis sísmico sin aislador, obteniendo una deriva máxima en el primer piso de 0.00078 y en el segundo piso de 0.00198 en el eje X-X y una deriva máxima en el primer piso de 0.00120 y en el segundo piso de 0.00472 en el eje Y-Y, lo cual es menor a 0.007, deriva máxima establecida en la norma E.030.
- Se realizó el diseño estructural, determinando el área de refuerzo necesaria en vigas, columnas y losas. Estas áreas de refuerzo fueron seleccionadas por ser las más apropiadas para contrarrestar momentos y fuerzas cortantes presentes en la estructura. Se garantizó el cumplimiento de las cantidades máximas de refuerzo especificadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Se realizó el análisis sísmico con aislador, obteniendo una deriva máxima en el primer piso de 0.00078 y en el segundo piso de 0.00198 en el eje X-X y una deriva máxima en el primer piso de 0.00120 y en el segundo piso de 0.00472 en el eje Y-Y, lo cual es menor a 0.007, deriva máxima establecida en la norma E.030.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al personal técnico del Gobierno Regional que promueva el uso de la normativa peruana para la aplicación de los aisladores sísmicos en las estructuras de edificios esenciales.
- Se recomienda a la municipalidad de Lima, realizar un inventario de todas las edificaciones esenciales que requieren aisladores sísmicos según la normativa vigente para que se redacten proyectos para su inclusión.
- Se recomienda a los ejecutores de obras y a las empresas contratista consideren que las conclusiones expuestas en los planos sean consideradas durante la asociación, evaluación y ordenación del diseño.
- Se recomienda a los tesisistas en el área estructural que, tras completar el análisis sísmico de una estructura y detectar derivas que excedan los valores permitidos, consideren la implementación de un sistema de muros estructurales. Dependiendo de la categoría, zona sísmica o tipo de suelo, puede ser necesario utilizar estos sistemas o, alternativamente, se debería considerar la integración de aisladores sísmicos.

REFERENCIAS

1. Aguiar, Almazán, Dechent y Suárez, (2016), en la tesis “Aislantes de base elastoméricos y FPS”, presentada en la UFA, Ecuador.
2. Vamvatsikos, D. (2013). "Derivation of New SAC/FEMA Performance Evaluation Solutions with Second-Order Hazard Approximation", *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, Vol. 42, No. 8, pp. 1171-1188.
3. Banerjee, S. and Chi, C. (2013). "State-Dependent Fragility Curves of Bridges Based on Vibration Measurements", *Probabilistic Engineering Mechanics*, Vol. 33, pp. 116-125.
4. Banerjee, S. and Prasad, G.G. (2015) "Analysis of Bridge Performance under the Combined Effect of Earthquake and Flood-Induced Scour", *Vulnerability, Uncertainty, and Risk: Analysis, Modelling, and Management*, B. M. Ayyub, ed., Hyattsville, Maryland, USA, April, pp. 889-896.
5. Cáceres Callo, Y. y Aquino Mamani, C. A. (2017). *Aislamiento Sísmico de un Hospital de 4 Pisos en la Región Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
6. Cáceres y Aquino (2017), “Aislamiento sismológico de hospital de 4 niveles en la Región de Arequipa” realizada en la UN de San Agustín.
7. Chopra, K. A. (2014). *Elementos de estructuras*. México: Pearson Education.
8. Contreras Vásquez, B. E., MEDINA HARO, E. F. (2017), “INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA APLICANDO UN ESTUDIO

GEOTECNICO-SISMICO EN LA URB. LA RINCONADA- DISTRITO DE TRUJILLO - LA LIBERTAD.

9. Dong, Y., Frangopol, D.M. and Saydam, D. (2013). "Time-Variant Sustainability Assessment of Seismically Vulnerable Bridges Subjected to Multiple Hazards", *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, Vol. 42, No. 10, pp. 1451-1467.
10. Ellingwood, B.R. and Kinali, K. (2013). "Quantifying and Communicating Uncertainty in Seismic Risk Assessment", *Structural Safety*, Vol. 31, No. 2, pp. 179-187.
11. Fajfar, P. and Dolšek, M. (2012). "A Practice-Oriented Estimation of the Failure Probability of Building Structures", *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, Vol. 41, No. 3, pp. 531-547.
12. Freddi, F., Tubaldi, E., Ragni, L. and Dall'Asta, A. (2013). "Probabilistic Performance Assessment of Low-Ductility Reinforced Concrete Frames Retrofitted with Dissipative Braces", *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, Vol. 42, No. 7, pp. 993-1011.
13. Ghosh, J. and Padgett, J.E. (2014). "Aging Considerations in the Development of TimeDependent Seismic Fragility Curves", *Journal of Structural Engineering*, Vol. 136, No. 12, pp. 1497-1511.
14. Grupo Crixuz, I. y. (2017). Plano de un hotel. Ayacucho: Grupo Crixuz.
15. Günay, S. and Mosalam, K.M. (2013). "Peer Performance-Based Earthquake Engineering Methodology, Revisited", *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 17, No. 6, pp. 829-858.
16. Hancock, J. and Bommer, J.J. (2014). "Using Spectral Matched Records to Explore the Influence of Strong-Motion Duration on Inelastic Structural Response", *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 27, No. 4, pp. 291-299.

17. Servicio de Vivienda, C. y. (2009). Norma técnica de construcción E.060 Hormigón Equipado. Lima: Reglamento Nacional de Edificación.
18. Khaloo, A. and Tonekaboni, M. (2013). "Risk Based Seismic Assessment of Structures", *Advances in Structural Engineering*, Vol. 16, No. 2, pp. 307-314.
19. Kiureghian, A.D. and Ditlevsen, O. (2012). "Aleatory or Epistemic? Does It Matter?", *Structural Safety*, Vol. 31, No. 2, pp. 105-112.
20. Kumar, R., Gardoni, P. and Sanchez-Silva, M. (2014). "Effect of Cumulative Seismic Damage and Corrosion on the Life-Cycle Cost of Reinforced Concrete Bridges", *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, Vol. 38, No. 7, pp. 887-905.
21. Lee, S.H. and Chen, W. (2013). "A Comparative Study of Uncertainty Propagation Methods for Black-Box-Type Problems", *Structural and Multidisciplinary Optimization*, Vol. 37, No. 3, pp. 239-253.
22. Liel, A.B., Haselton, C.B., Deierlein, G.G. and Baker, J.W. (2009). "Incorporating Modeling Uncertainties in the Assessment of Seismic Collapse Risk of Buildings", *Structural Safety*, Vol. 31, No. 2, pp. 197-211.
23. Luco, N. and Cornell, C.A. (2017). "Structure-Specific Scalar Intensity Measures for nearSource and Ordinary Earthquake Ground Motions", *Earthquake Spectra*, Vol. 23, No. 2, pp. 357-392.
24. Mander, J.B. and Rodgers, G.W. (2013) "Cyclic Fatigue Demands on Structures Subjected to the 2010-2011 canterbury Earthquake Sequence", NZSEE Technical Conference and AGM, Wellington, New Zealand.
25. Mehani, Y., Bechtoula, H., Kibboua, A. and Naili, M. (2013). "Damage Quantification of Steel Moment Resisting Frames Using Ductility

Parameters", KSCE Journal of Civil Engineering, Vol. 17, No. 6, pp. 1394-1402.

26. Mendo Rodríguez, A. R. (2015). Bases para la Implementación de la Norma Peruana para el Análisis y Diseño de Edificaciones con Aislamiento Sísmico. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
27. Meza Blandón, R. I. y Sánchez García, E. E. (2017). Base hipotética del aislamiento sísmico.
28. Moreno, C. (2014) "ANÁLISIS DE DAÑOS ESTRUCTURALES CAUSADOS POR SISMOS EN ESCUELAS PÚBLICAS DE REP. DOM.").
29. Norma Técnica E.031 "Aislamiento Sísmico", (2019).
30. Somja, H., Nofal, S., Hjjaj, M. and Degee, H. (2013). "Effect of the Steel Material Variability on the Seismic Capacity Design of Steel-Concrete Composite Structures: A Parametric Study", Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 11, No. 4, pp. 1099-1127.
31. Padgett, J.E. and DesRoches, R. (2015). "Sensitivity of Seismic Response and Fragility to Parameter Uncertainty", Journal of Structural Engineering, Vol. 133, No. 12, pp. 17101718.
32. Páez, D., Zabala, J., Rodríguez, Y. (2017) "PISO BLANDO, UNA FALLA COMÚN EN EL TERREMOTO DE PEDERNALES.
33. Proaño Sarango, J. S. (2014). Investigación y Diseño de un Edificio de Acero con Aislante Sísmico, Modelado con Etabs. Quito: Universidad Central del Ecuador.
34. Raghunandan, M. and Liel, A.B. (2013). "Effect of Ground Motion Duration on EarthquakeInduced Structural Collapse", Structural Safety, Vol. 41, pp. 119-133.

35. Réveillère, A., Gehl, P., Seyed, D. and Modaressi, H. (2012) "Development of Seismic Fragility Curves for Mainshock-Damaged Reinforced-Concrete Structures", Proceedings of the 15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, Portugal.
36. Reyes, J.C. and Kalkan, E. (2012). "How Many Records Should Be Used in an ASCE/SEI-7 Ground Motion Scaling Procedure?", Earthquake Spectra, Vol. 28, No. 3, pp. 1223-1242.
37. Reglamento Nacional de Edificaciones, (2006).
38. Ye, L., Ma, Q., Miao, Z., Guan, H. and Zhuge, Y. (2013). "Numerical and Comparative Study of Earthquake Intensity Indices in Seismic Analysis", The Structural Design of Tall and Special Buildings, Vol. 22, No. 4, pp. 362-381.
39. Wang, Z., Dueñas-Osorio, L. and Padgett, J.E. (2013). "Seismic Response of a Bridge-Soil Foundation System under the Combined Effect of Vertical and Horizontal Ground Motions", Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Vol. 42, No. 4, pp. 545-564.
40. Saltos, (2016), en su estudio "Análisis de comparación del comportamiento de la estructura de una construcción de dos pisos sometidos a presiones laterales sin aislantes y con aislantes sísmicos".
41. Ramos Choquehuanca, A. D. (2018). Examen y diseño de una clínica con aisladores sísmicos en su base. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
42. Regulación pública, d. E. (2018). Modificación de la Norma Técnica E.030-2018 Diseño Temblor seguro. Lima: Ministerio de Vivienda y Construcción.

ANEXOS

Guía de Observación de Datos

Guía de observación de datos					
1. Datos Generales: Centro Sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia - Lima					
1.1 Guía N°:01					
1.2. Tesis: Análisis y diseño estructural, con y sin aisladores sísmico del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia – Lima.					
Trujillo – La Libertad, 2021					
1.3. Tesistas: Flores García Leonardo Manuel					
1.4. Fecha: Setiembre 2021					
1.5. Dirección: Av. Chinchaysuyo – Independencia – Lima.					
1.6. Distrito: Independencia 1.7. Provincia: Lima 1.8 Región: La Lima					
1.9. Año del proyecto: 2021 1.10. Número de Pisos: 2					
1.11. Área del Proyecto: 2 333.93 m ²					
1.12. Norma Vigente:					
- Para la Determinación de las cargas estáticas se han observado los requerimientos de la norma NTP.E020.					
- Para la Determinación de las fuerzas de sismo y el tipo de análisis se ha usado la norma NTP.E030.					
- Para el diseño y cálculo de los aisladores se utilizará la norma NTP. E0.31					

Fuente: Elaboración Propia

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Análisis y diseño estructural con y sin aisladores sísmicos del centro sanitario Tahuantinsuyo Bajo – Independencia - Lima
Línea de investigación:	Diseño Sísmico y Estructural
Apellidos y nombres del experto:	MG. ING. Villar Quiroz Josualdo Carlos
El instrumento de medición pertenece a la variable:	- Aisladores sísmicos - Analisis y diseño estructural

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		

Firma del experto:

Fuente: Elaboración Propia



**ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON Y SIN AISLADORES
SÍSMICOS DEL CENTRO SANITARIO TAHUANTINSUYO BAJO –
INDEPENDENCIA – LIMA**

ESTUDIO DE SUELOS



**"CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO EN EL DISTRITO DE
INDEPENDENCIA – PROVINCIA DE LIMA - LIMA"; CÓDIGO SNIP:
363172**

**A SOLICITUD
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE INDEPENDENCIA
Noviembre– 2016**

A. GENERALIDADES

Objeto del Estudio
Ubicación y Descripción del Área en estudio
Acceso al Área en Estudio
Condición Climática

B. GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGÍA

C. SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO

Sismicidad del área de estudio

D. INVESTIGACIONES DE CAMPO

Calicatas o Pozos de Exploración
Muestreo y Registros de Exploración

E. ENSAYOS DE LABORATORIO

Ensayos Estándar

Ensayos Especiales

Clasificación de suelos

F. PERFILES ESTRATIGRAFICOS

Descripción de la Conformación del Subsuelo del Área en estudio

G. ANALISIS DE LA CIMENTACIÓN

Tipo y Profundidad de cimentación

Cálculo de la Capacidad Portante Admisible

Cálculo de Asentamientos

H. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

ANEXO I:

ENSAYOS DE LABORATORIO

- Ensayos Estándar
- Ensayos Especiales

ANEXO II:

TRABAJOS DE CAMPO

- Registros de Exploración

ANEXO III:

MATERIAL FOTOGRAFICO Y PLANO

- Plano de Ubicación de la zona, Ubicación de calicatas, Perfiles estratigráficos.
- Material Fotográfico.



A. GENERALIDADES

Objeto del Estudio

Ubicación y Descripción del Área en estudio

Acceso al Área en Estudio

Condición Climática

B. GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGÍA

C. SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO

Sismicidad del área de estudio

A. GENERALIDADES

Objeto del Estudio:

El presente Informe tiene por objeto investigar el subsuelo del terreno asignado a la obra: "CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA – PROVINCIA DE LIMA – LIMA" por medio de trabajos de campo a través de calicatas "a cielo abierto", ensayos de laboratorio estándar y especiales, a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, así como, sus propiedades de resistencia y labores de gabinete, en base a los cuales se define los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, asentamientos y las recomendaciones generales para la construcción.

- Para este estudio de suelos realizaremos lo siguiente:
- Reconocimiento del terreno.
- Distribución y ejecución de calicatas.
- Ejecución de ensayos de Laboratorio.
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio.
- Perfiles Estratigráficos.
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible.
- Determinación de Asentamientos.
- Conclusiones y Recomendaciones.



Ubicación y Descripción del Área en Estudio:

La zona en estudio se encuentra ubicado en el Centro de Salud de Tahuantinsuyo Bajo, distrito de Independencia, provincia de Lima – Departamento de Lima.

Acceso del Área en Estudio:

Presenta una buena accesibilidad.

Condiciones Climáticas de la zona:

El área de estudio se caracteriza por presentar un clima desértico montano templado, las lluvias se presentan por periodos estacionarios (diciembre-abril), con promedios anuales de 98-277mm, y humedades relativas que oscilan alrededor de 65%. Las temperaturas promedio anuales varían de -5°C a 20°C.

B. GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGÍA

GEOMORFOLOGÍA

En el área en estudio se presentan tres unidades geomorfológicas:

a) **Cordillera de Laderas:** Ocupa la parte oriente de la ciudad, se caracteriza por presentar un relieve de cerros de superficie rocosa, con drenaje dendrítico y esporádicamente paralelo.

b) **Cadena del Lima:** Formada por las estribaciones andinas. Tiene una superficie inclinada, cortada por numerosas quebradas de paredes empinadas.

c) **Penillanura de Lima:** Es una superficie ligeramente plana, inclinada hacia el oeste con una pendiente de aproximadamente 4%. Está conformada por materiales tufáceos hacia el oeste y materiales detríticos hacia el este.

GEOLOGÍA

En la ciudad de Lima se encuentra unidades ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuyas edades se ubican en forma discontinua desde el prepaleozoico hasta el cuaternario reciente.

Entre éstas tenemos:

- **Gabrodiorita de Lima:** Son rocas ígneas intrusivas que afloran en la parte sur de la ciudad.
- **Granodiorita de Independencia:** Estas rocas afloran en forma de elipses groseras en cerros vecinos al distrito de Independencia.
- **Volcánico Sencca Compacto:** Constituido por un tufo blanco compacto, coherente y algo pesado. Es conocido con el nombre de sillar.
- **Volcánico Sencca Salmón:** Son tufo de color rosáceo, estratificados en bancos subhorizontales.
- **Volcánico Chila:** Conformado por derrames andesíticos y basálticos de color marrón oscuro, altamente fracturados.
- **Flujos de Barro:** Compuestos por bloques andesíticos de diversos tamaños, cuyos intersticios están rellenos por una matriz arenotufácea.
- **Depósitos Piroclásticos:** Son tobas volcánicas de color blanco amarillentas, deleznales, ásperas y de aspecto azucarado, muy livianas.
- **Materiales Aluviales:** Conformados por gravas y arenas de distinta formación; además del Aluvial reciente, constituido por materiales que rellenan los cauces de los ríos y quebradas.
- **Eluviales Recientes:** Están conformados por arenas limosas de color beige, de origen residual, que constituyen los terrenos de cultivos.




CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS

En base a la información geotécnica recopilada y a los ensayos realizados, se han obtenido las características físico-mecánicas de los suelos de cimentación, las que se presentan en la

TABLA N° 1

CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS DE LAS ZONAS PROPUESTAS.



Zona	Df (m)	B (m)	γ (gr/cm ³)	ϕ (°)	C (Kg/cm ²)	DR (%)	qa (Kg/cm ²)
G1 - rpt	0.00 - 0.50	0.40	2.2 - 2.4	30 - 39	70.0 - 90.0	> 100	30.0
G2 - vch	0.40 - 0.50	0.40	1.7 - 2.2	32	0.0 - 30.0		15.0
G3 - G4	0.40 - 0.50	0.40	1.3	30	---		5.0
G5 - G6	0.80 - 1.00	0.40	1.4 - 1.8	29 - 32	0.0 - 0.4	50 - 100	3.5
G7 - G8	0.80 - 1.00	0.40	1.3 - 2.0	30 - 36	0.0 - 2.0	70 - 100	3.0
G9 - G10	0.80 - 1.00	0.40	1.1 - 1.6	26 - 31	0.0 - 0.4	0 - 90	2.0
G11 - G12	1.00 - 1.50	0.40	1.5 - 2.0	30 - 35	0.0 - 0.5	40 - 90	1.5
G13 - G14	1.00 - 1.50	0.40	1.4 - 1.7	32 - 36	0.0	0 - 50	1.0
G15 - G16	1.00 - 1.50	0.40	0.6 - 1.2	30 - 35	0.0 - 0.1	0 - 100	0.5
G17 - G18	1.00 - 1.50	0.50	1.4 - 1.7	29 - 36	0.0	0 - 50	0.5

Para calcular la capacidad portante del suelo se ha tomado en consideración la cimentación de una vivienda de interés social típica, de tipo zapata corrida, con un ancho de 0.40 a 0.50 m. y emplazada entre 0.80 y 1.50 m. de profundidad. Debido a lo errático de la geología, en la ciudad de Lima existen diversos tipos de suelos de cimentación, tales como: rocas ígneas, con capacidades portantes mayores que 10 Kg/cm²; sillares, con capacidades portantes mayores que 5 Kg/cm²; depósitos aluviales, con capacidades portantes de 3.5 a 1.0 Kg/cm²; depósitos de materiales piroclásticos y suelos eluviales, con capacidades portantes de 0.5 Kg/cm². Estos suelos, debido a su origen volcánico, generalmente contienen fragmentos de piedra pómez, lapilli y cenizas volcánicas, por lo que presentan pesos unitarios bastante bajos; además, debido a la forma en que han sido depositados, en algunos lugares se encuentran en estado suelto. Se recomienda que estos datos sean tomados solamente como referenciales para el caso de viviendas de interés social, debiendo realizarse necesariamente estudios de mecánica de suelos para estructuras de cierta envergadura.

CARACTERÍSTICAS DINAMICAS

Para evaluar las características dinámicas del suelo, en este estudio se ha utilizado la técnica de medición de microtrepidaciones, que permite evaluar el período de vibración natural del terreno. Estas mediciones pueden ser verificadas con análisis de amplificación sísmica a deformaciones pequeñas de la roca basal a la superficie.

El estudio de las microtrepidaciones como un método de microzonificación sísmica se ha llevado a cabo en varios países. En el Japón, Kanai et al (1954) utilizaron este método hace más de 30 años para clasificar al suelo en cuatro categorías, habiéndose utilizado después dichos resultados en el reglamento sismorresistente del Japón. Taniwangsa (1981) utilizó esta metodología en Indonesia para realizar la microzonificación sísmica de la capital Jakarta. En Chile se ha utilizado el método en la microzonificación sísmica de varias ciudades (Lástrigo y Monge, 1972; Thomas, Monge y Saragoni, 1980).

En el Perú se han realizado ensayos de medición de microtrepidaciones en Chimbote (Morimoto et al, 1971; Herraiz, 1972; Alva Hurtado et al, 1986), en Huaraz (Kuroiwa et al, 1973; Alva Hurtado et al, 1986), en La Molina, Lima (Martinez, 1989), Nueva Ciudad Majes (Meneses, 1990), Cusco y Tacna (Kakeshi, 1990), La Punta y Callao (Huamán, 1990) y últimamente en las ciudades de Rioja, Tarma, Huancabamba y Soritor.

TÉCNICA DE MEDICIÓN DE MICROTREPIDACIONES:

El material que constituye la tierra se encuentra vibrando constantemente en todas direcciones. Un instrumento suficientemente sensible puede detectar estos continuos movimientos de micro trepidaciones. Se define como micro trepidación a la vibración natural del terreno con un período que varía de 0.05 a 2.0 seg. y con una amplitud de 0.1 a 1 micrón.

Las microtrepidaciones se originan por causas naturales y artificiales; las causas naturales son condiciones volcánicas, ondas oceánicas y condiciones atmosféricas, mientras que las artificiales son el tráfico, las maquinarias industriales, etc. Comúnmente el equipo utilizado en la medición de micro trepidaciones consta de lo siguiente:

- a) **Sensores.**- Se utilizan 3 sensores: 2 horizontales y 1 vertical, dispuestos ortogonalmente entre sí.
- b) **Amplificador.**- Dado que las amplitudes de las microtrepidaciones son muy pequeñas, es necesario utilizar un amplificador que normalmente incluye circuitos de integración y diferenciación.
- c) **Registro de información.**- Las vibraciones medidas se graban en una cinta magnética, para luego ser procesadas directamente en la computadora analógica.
- d) **Monitor de registros.**- Se utiliza un oscilógrafo para verificar la forma de la onda de microtrepidaciones durante la medición y evitar la grabación de perturbaciones e interferencias.

- e) **Analizador analógico-digital FFT.**- Es una computadora analógica para efectuar el análisis de Fourier de la onda grabada, graficar el registro medido, calcular y graficar el espectro de Fourier, proporcionando también la frecuencia predominante de la onda.



En las mediciones se registran los desplazamientos en dos direcciones horizontales perpendiculares y una vertical. La onda medida en el campo es visualizada en el gabinete, con el objeto de definir la parte representativa de la misma a ser procesada en el analizador analógico digital de ondas (FFT Analyzing Scope TEAC-3000), que calcula el espectro de Fourier y la frecuencia predominante. El período predominante en un punto es calculado promediando los valores de períodos predominantes de las dos componentes horizontales registradas en dicho punto. El período predominante de la componente vertical solamente es considerado como referencial.

b. MEDICIÓN DE MICROTREPIDACIONES EN EL DEPARTAMENTO DE LIMA:

En la ciudad de Lima se realizaron 227 puntos de medición de microtrepidaciones, distribuidos más o menos uniformemente en toda la ciudad. Los trabajos de campo se llevaron a cabo en dos campañas de 12 días cada una.

El mapa de curvas isoperíodos de la ciudad de Lima, que se muestra en la Fig. 4, presenta períodos predominantes entre 0.15 y 0.45 seg., existiendo una gran área con valores de períodos predominantes entre 0.25 y 0.40 seg.

En algunos lugares, estos valores han podido ser comprobados con análisis de amplificación sísmica, los cuales se han realizado en base a los ensayos SPT de estudios recomendados y a la información geológica de la zona. Los resultados de estos análisis dan valores muy similares a los obtenidos por el método de medición de microtrepidaciones, como en el caso de la Plaza de Armas, donde el período fundamental del suelo obtenido por amplificación sísmica, es de 0.37 seg. y el período predominante obtenido por medición de microtrepidaciones es de 0.38 seg.



C. SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO

Sismicidad Del Área En Estudio:

De acuerdo a esto se ha determinado que la intensidad máxima en la Escala Modificada de Mercalli (E.M.M.), los sismos que han ocurrido en la franja N°1 varían entre VII y X grados. Según el Mapa de Zonificación Sísmica de Costa del Perú – Reglamento Nacional de Edificaciones - 2014; hace referencia que la Región del Perú se considera Dividida en tres Zonas de las tres Clasificadas, de acuerdo a la sismicidad observada y a la potencialidad Sísmica de dichas Zonas, se ha determinado a la Zona 3 de Sismicidad Alta (Dptos. De Lima, Moquegua, Tacna, Ayacucho, Ica, Arequipa, Ancash, La Libertad, Cajamarca, Lambayeque, Piura y Tumbes).

D. INVESTIGACIONES DE CAMPO

Calicatas o Pozos de Exploración:

Se realizó dos (02) calicatas o pozos de exploración "a cielo abierto", designados como C-1 y C-2 los cuales fueron ubicados convenientemente y con profundidades suficientes de acuerdo a la intensidad de las cargas estimadas en el proyecto de construcción.

Este sistema de exploración nos permite evaluar directamente las diferentes características del subsuelo en su estado natural.

Hasta la profundidad explorada no se encontró el nivel freático.

POZO	PROFUNDIDAD (m) A CIELO ABIERTO
C-1	3.00 metros
C-2	3.00 metros

Muestreo y Registros de Exploración:

Se tomó muestra disturbada representativa del estrato atravesado en la calicata y en profundidades suficientes como para realizar los ensayos de identificación y clasificación, también se extrajo muestra representativa para el ensayo de Corte Directo.

Paralelamente al muestreo se realizó los registros de exploración, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, plasticidad, compacidad, etc.

ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio Estándar y Especiales, fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de GEOTECNIA AQP E.I.R.L.; bajo las Normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M.).

Ensayos Estándar:

Se realizaron los siguientes ensayos:

- ✓ Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422
- ✓ Límite Líquido y Límite Plástico ASTM D-4318
- ✓ Contenido de Humedad ASTM D-2216

Ensayos Especiales:

Fueron realizados los siguientes:

- En una muestra representativa del pozo de 0.00 - 3.00 m de profundidad, se realizó el ensayo de Corte Directo Saturado-Inalterado.

Clasificación de Suelos:

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

F. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio y a la inspección realizada, se efectuó dos (02) perfiles estratigráficos del terreno de la construcción.

Descripción de la conformación del subsuelo del Área en estudio:

De acuerdo al perfil estratigráfico inferido, y a la inspección realizada se concluye que el subsuelo está conformado con Material de Clasificación SUCS. "GP" de acuerdo al perfil anexo.

En general el área de estudio está conformado desde la superficie y con una profundidad de 3.00 m., presenta material tipo conglomerado heterogéneo con bolonería.

Para más detalles de la conformación del subsuelo ver el Perfil estratigráfico anexo.

G. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Profundidad y Profundidad de Cimentación:

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, descripción del perfil estratigráfico, características del proyecto y al análisis efectuado, se concluye que la cimentación será a la profundidad de 1.60 m. en material de tipo conglomerado heterogéneo con bolonería.

Cálculo de la Capacidad Portante Admisible:

Con los datos obtenidos en el Ensayo de Corte Directo Remoldeado - Saturado ($\phi = 30.20^\circ$ y $c = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$) en la condición más desfavorable y aplicando la Teoría de Karl Terzaghi y corroborado por Meryerhoft para cimentaciones superficiales, se tiene:

Dónde:

- Qad : Capacidad portante admisible = Kg/cm²
- ϕ : Ángulo de Fricción Interna = 30.20°
- C : Cohesión (gr/cm³) = 0.00
- γ : Densidad Natural (gr/cm³) = 1.94
- Df : Prof. De Cimentación (m) = 1.60
- B : Ancho de cimiento (m) = 1.00
- Nq y N y : Factores de capacidad de carga respectivamente para una falla local.
- FS : Factor de Seguridad = 3

Reemplazando se obtiene:

$$\text{qad} = 1.98 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo de Asentamientos:

Aplicando el Método Elástico:

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} \times I_f$$

Dónde:

En el análisis de Asentamiento se ha considerado los valores en base a la caracterización geotécnica y estado de compacidad del suelo más desfavorable recomendados por J. Bowles; y éstos son:

μ : Relación de Poisson 0.28

E_s : Módulo de elasticidad 182 (Kg/cm²)

Con respecto al esfuerzo y a las dimensiones para el cálculo de asentamiento, éstos corresponden a la capacidad de carga, para estas condiciones, el asentamiento elástico, considerándose zapata rígida con asentamiento inmediato.

Reemplazando valores se obtiene:

$S_i = 0.34 \text{ cm.}$
--

H. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de Laboratorio, a las características de proyecto y al análisis efectuado, se concluye lo siguiente:

a) El terreno de estudio se encuentra ubicado en el CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BARRIO DE LA VILLA, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA.

b) El terreno presenta una buena accesibilidad.

c) Se recomienda tener en cuenta los Sistemas de Drenaje necesarios para la evacuación del agua en época de lluvia.

d) Capacidad Portante: La capacidad Portante del terreno es de 1.98 kg/cm².

e) Profundidad Mínima de Cimentación: La profundidad Mínima de cimentación será a la profundidad de 1.60 m.

f) Material Predominante: El material predominante es un suelo GP (Material tipo conglomerado heterogéneo con bolonería).

g) Agresividad del Suelo a la Cimentación: Se ha considerado que el suelo no es agresivo, para cuyo efecto se usará Cemento Tipo IP en todas las cimentaciones.

h) Asentamiento: El Asentamiento Inmediato es de 0.34 cm.

i) Los parámetros para el análisis sísmo resistente se recomienda considerar un factor $s = 1.20$ y $T_s = 0.60$.

j) Napa Freática: No se encontró la napa freática hasta la profundidad de 3.00m.

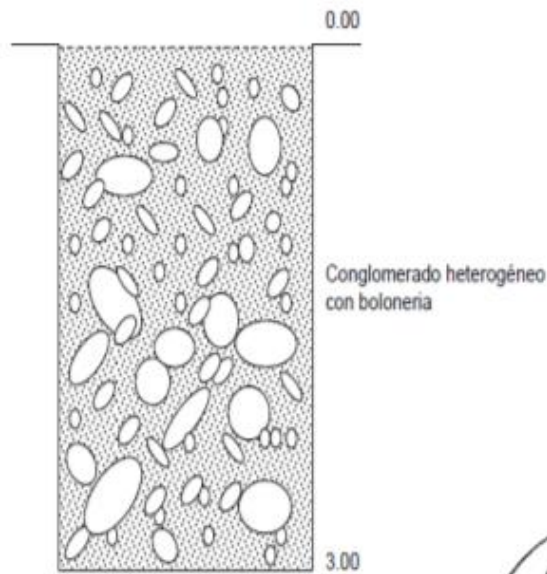
k) Las Conclusiones y Recomendaciones son válidas para la zona en estudio y para los niveles de cargas consideradas en el Proyecto.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

OBRA : "CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE LIMA - LIMA"; CODIGO SNIP: 363172
UBICACIÓN : CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE LIMA - LIMA
SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE INDEPENDENCIA
SISTEMA : CALICATA 1
FECHA : 12/04/2016



C - 1



GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

M. Gonzalo Miranda Tica
M. Gonzalo Miranda Tica
DPTO. CONTROL DE CALIDAD

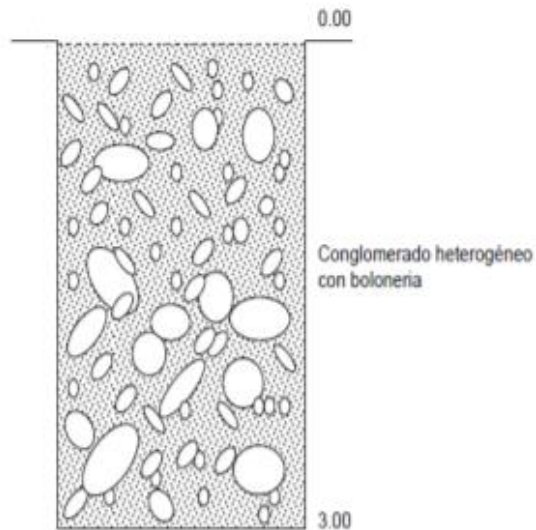
GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

Alex Mauricio Valde Barreto
Alex Mauricio Valde Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

OBRA : "CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE LIMA - LIMA"; CODIGO SNIP: 363172
UBICACIÓN : CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE LIMA - LIMA
SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE INDEPENDENCIA
MUESTRA : CALICATA 2
FECHA : 12/04/2016



C - 2



GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.B.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

M. Gonzalo Miranda Tica
M. Gonzalo Miranda Tica
DPTO. CONTROL DE CALIDAD

GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.B.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

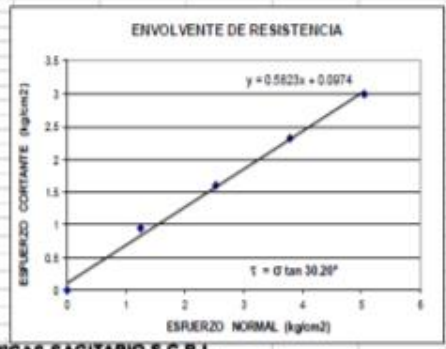
Alex Mauricio Vela Barreto
Alex Mauricio Vela Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

OBRA : "CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE LIMA - LIMA", CODIGO SNIP 363172
UBICACIÓN : CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE LIMA - LIMA
SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE INDEPENDENCIA
MUESTRA : CALICATA 2
FECHA : 12/04/2016
PESO DE LA MUESTRA + RECIPIENTE : 110.9
VOLUMEN : 10.9



DESPLAZACION TANGENCIAL d_h (mm)	ESPECIMEN #1 S (kg/cm ²) ϵ (kg/cm ²)	ESPECIMEN #2 S (kg/cm ²) ϵ (kg/cm ²)	ESPECIMEN #3 S (kg/cm ²) ϵ (kg/cm ²)	ESPECIMEN #4 S (kg/cm ²) ϵ (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.20	0.203	0.355	0.507	1.320
0.40	0.223	0.375	0.609	1.462
0.60	0.243	0.406	0.690	1.523
0.80	0.274	0.447	0.772	1.666
1.00	0.294	0.487	0.853	1.747
1.20	0.335	0.528	0.934	1.859
1.40	0.386	0.589	1.026	1.919
1.60	0.466	0.640	1.117	1.950
1.80	0.447	0.711	1.260	2.092
2.00	0.487	0.762	1.401	2.179
2.20	0.518	0.823	1.483	2.255
2.40	0.558	0.904	1.574	2.356
2.60	0.579	0.965	1.696	2.448
2.80	0.619	1.036	1.800	2.590
3.00	0.670	1.117	1.899	2.651
3.20	0.711	1.198	1.950	2.732
3.40	0.772	1.259	2.082	2.773
3.60	0.833	1.381	2.163	2.844
3.80	0.883	1.503	2.234	2.925
4.00	0.934	1.605	2.316	2.986

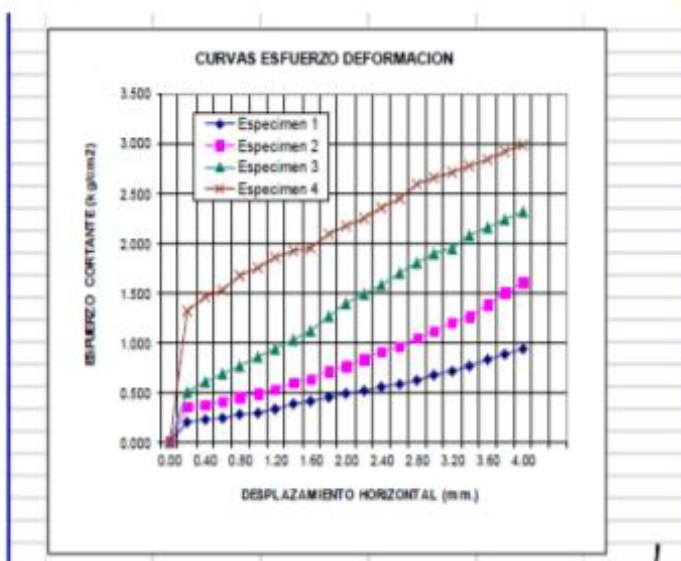


GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.B.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
M. Gonzalo Miranda Tica
 DPTO. CONTROL DE CALIDAD

GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.B.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex Mauricio Vela Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

OBRA : "CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE LIMA - LIMA", CODIGO SNIP 363172
UBICACIÓN : CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE LIMA - LIMA
SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE INDEPENDENCIA
MUESTRA : CALICATA 2
FECHA : 12/04/2016
PESO DE LA MUESTRA + RECIPIENTE : 110.9
PESO DE LA MUESTRA : 10.9



GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

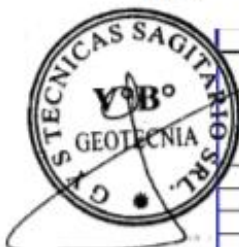
M. Gonzalo Miranda Tica
M. Gonzalo Miranda Tica
DPTO. CONTROL DE CALIDAD

GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

Alex. Mauricio Veliz Barreto
Alex. Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

ANALISIS DE SUELOS

OBRA : "CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE LIMA - LIMA", CODIGO SNIP, 363172
UBICACIÓN : CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE LIMA - LIMA
SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE INDEPENDENCIA
FECHA : 12/04/2016



MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCION CAL / MUESTRA PROF. (m)	1		2	
		C-1		C-2	
		0.00 - 3.00		0.00 - 3.00	
ABERTURA (mm)	RET.	PASA	RET.	PASA	
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100		100		100
1"	25.400	17.6	82	14.6	85
3/4"	19.050	-	82	-	85
1/2"	12.700		82		85
3/8"	9.525	20.3	62.1	23.6	61.8
1/4"	6.350		62.1		61.8
Nº 4	4.750	16.8	45.3	15.4	46.4
Nº 6	3.350	-	45.3	-	46.4
Nº 8	2.380	-	45.3	-	46.4
Nº 10	2.000	12.6	32.7	9.8	36.6
Nº 18	1.190	-	32.7	-	36.6
Nº 20	0.840	-	32.7	-	36.6
Nº 30	0.590	-	32.7	-	36.6
Nº 40	0.425	19.8	12.9	18.4	18.2
Nº 50	0.297	-	12.9	-	18.2
Nº 80	0.177	-	12.9	-	18.2
Nº 100	0.149	10.3	2.6	8.6	9.6
Nº 200	0.074	10.6	8.0	12.6	3.0
- Nº 200	-	- 8.0	-0	- 3.0	0
PLACIDAD NATURAL (%)		6.2		7.0	
LIMITE LIQUIDO (%)		21.6		22.5	
INDICE PLASTICO (%)		NP		NP	
CLASIFICACION SUCS		GP		GP	
CLASIFICACION AASHTO					

NOTA : LA INTERPRETACION AJENA DE LOS RESULTADOS ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO, SALVO LAS RECOMENDACIONES ADJUNTAS.

GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.B.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

M. Gonzalo Miranda Tica
 DPTO. CONTROL DE CALIDAD

GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.B.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

Alex Mauricio Valiz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA

OBRA : "CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE LIMA - LIMA"; CODIGO SNIP 363172
 UBICACIÓN : CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE LIMA - LIMA
 SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE INDEPENDENCIA
 FECHA : 12/04/2016



CALICATA 1						
ENSAYO	DENSIDAD MÍNIMA			DENSIDAD MÁXIMA		
	1	2	3	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm ³)	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98
PESO DEL MOLDE (g)	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)	7,845.00	7,840.00	7,839.00	7,980.00	7,982.00	7,981.00
PESO DEL SUELO (g)	2,535.00	2,530.00	2,529.00	2,670.00	2,672.00	2,671.00
DENSIDAD MINIMA/MAXIMA (g/cm ³)	1.889	1.885	1.885	1.990	1.991	1.990
RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA: 1.886			DENSIDAD MÁXIMA: 1.990		
CALICATA 2						
ENSAYO	DENSIDAD MÍNIMA			DENSIDAD MÁXIMA		
	1	2	3	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm ³)	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98	1,341.98
PESO DEL MOLDE (g)	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)	7,852.00	7,856.00	7,859.00	7,975.00	7,978.00	7,973.00
PESO DEL SUELO (g)	2,542.00	2,546.00	2,549.00	2,665.00	2,668.00	2,663.00
DENSIDAD MINIMA/MAXIMA (g/cm ³)	1.894	1.897	1.899	1.986	1.988	1.984
RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA: 1.897			DENSIDAD MÁXIMA: 1.986		

GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

 M. Gonzalo Miranda Tica
 DPTO. CONTROL DE CALIDAD

GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

 Alex Mauricio Valis Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

DENSIDAD NATURAL

OBRA : "CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO EN EL DISTRITO DE INDEPENDENCIA - PROVINCIA DE LIMA - LIMA", CODIGO SNIP 363172
UBICACIÓN : CENTRO DE SALUD TAHUANTINSUYO BAJO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE LIMA - LIMA
SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE INDEPENDENCIA
FECHA : 12/04/2016



DESCRIPCION	CALICATA 1	CALICATA 2
1 Peso suelo + bandejas grs.	3,912	3,938
2 Peso bandeja	282	282
3 Peso neto suelo + grava (1)-(2)	3,630	3,656
4 Peso grava secada al aire		
5 Peso de arena + el frasco	7,710	7,732
6 Peso de arena que queda + frasco	3,269	3,257
7 Peso neto de arena empleada (5) (6)	2,707	2,741
8 Densidad de la arena	1.51	1.51
9 Volumen del hueco (7) : (8) cc	1,793	1,815
10 Volumen de grava por desplazamiento		
11 Peso del suelo (3) - (4) grs.	3,630	3,656
12 Volumen suelo (9) (10) cc.	1,793	1,815
13 Densidad húmeda (11) grs.	2.02	2.01
14 % de humedad contenida	4.30	3.80
15 Densidad seco (13) : 1 + 14) 100 grs.	1.941	1.940

GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

M. Gonzalo Miranda Tica
 DPTO. CONTROL DE CALIDAD

GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

Alex Mauricio Véliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

PANEL FOTOGRÁFICO – CALICATA 1



GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

M. Gonzalo Miranda Tica

M. Gonzalo Miranda Tica
DPTO. CONTROL DE CALIDAD

GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

Alex Mauricio Velez Barreto

Alex Mauricio Velez Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222758
PROYECTOS E INGENIERIA

PANEL FOTOGRÁFICO – CALICATA 2



GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

Gonzalo
M. Gonzalo Miranda Tica
DPTO. CONTROL DE CALIDAD

GYS TECNICAS SAGITARIO S.C.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex
Alex Mauricio Velez Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

PLANO DE UBICACIÓN Centro de Salud Tahuantinsuyo Bajo Independencia



PLANO DE UBICACIÓN CATASTRAL

