UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

"ANÁLISIS Y DISEÑO SÍSMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES HISTERÉTICOS APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO"

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

JULIO BERNARDO ZEVALLOS

ID: 0009-0005-4771-7695

ASESOR

MSc. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

ID: 0009-0000-1941-4594

LIMA- PERÚ

2024

© 2024, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados
"**El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos**."
Bernardo Zevallos, Julio
julio.bernardo.z@uni.pe
Telf.: 920754680

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a mi alma máter, Universidad Nacional de Ingeniería, por haberme brindado el conocimiento necesario para desarrollarme profesionalmente y personalmente, a sus profesores por impartir sus enseñanzas que día a día desarrollan el futuro del país.

Agradezco también a mi Asesora, Msc Maribel Burgos Namuche, por el continuo apoyo en el desarrollo de la presente tesis, otorgándome la motivación tanto profesionalmente como personalmente con sus anécdotas, consejos y conocimientos durante el proceso de elaboración.

Además, agradezco el apoyo del Ing. Edinson Muñoz, ingeniero estructural de la empresa SLB Devices perteneciente al Dr. Luis Bozzo, me asesoro en el desarrollo de este trabajo de investigación compartiéndome sus conocimientos referentes a los dispositivos SLB. De igual manera al Dr. Luis Bozzo por su colaboración y buena disposición siempre que fue consultado por este trabajo de investigación.

Índice

Resumen **5**

Abstract **6**

Prólogo **7**

Lista de figuras **8**

Lista de tablas **11**

Lista de gráficos **17**

Lista de símbolos y de siglas **19**

Capítulo I: Introducción **21**

1.1 Antecedentes Referenciales 21

1.2 Planteamiento de la realidad problemática 24

1.3 Objetivos 25

1.4 Formulación de la hipótesis 25

Capítulo II: Marco teórico y conceptual **27**

2.1 Diseño sismorresistente 27

2.2 Sistemas de control de respuesta dinámica 28

2.3 Sistemas con aisladores de base 29

2.3.1 Principios fundamentales 29

2.3.2 Aisladores Elastoméricos con Núcleo de Plomo (LRB) 31

2.3.3 Aisladores Deslizantes 34

2.3.4 Modelos de un edificio aislado 35

2.3.5 Métodos de análisis sísmico 39

2.4 Sistemas con disipadores de energía 42

2.4.1 Principios fundamentales 42

2.4.2 Disipadores por Plastificación de Metales 43

2.4.3 Métodos de análisis sísmico 48

Capítulo III: Metodología de trabajo y descripción de la edificación **50**

3.1 Tipo y nivel de investigación 50

3.2 Procedimiento de la investigación 50
3.3 Descripción de la edificación 50
3.3.1 Ubicación 50
3.3.2 Detalles del Edificio Hospitalario 51
Capítulo IV: Análisis y diseño de la edificación con aisladores LRB 53
4.1 Consideraciones Generales 53
4.1.1 Estructuración 53
4.1.2 Predimensionamiento de los elementos estructurales 54
4.1.3 Materiales 56
4.1.4 Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y Cimentación 57
4.1.5 Cargas consideradas en el Análisis Estructural 58
4.1.6 Procedimiento de diseño de un edificio aislado 58
4.2 Análisis convencional del edificio con base fija 59
4.2.1 Estimación del Peso 59
4.2.2 Verificación de las irregularidades en la estructura 60
4.2.3 Parámetros Sísmicos 64
4.2.4 Análisis Estático 67
4.2.5 Análisis Dinámico Modal Espectral 68
4.2.6 Resultados del Análisis Sísmico 70
4.3 Análisis del edificio con sistema de aislamiento 73
4.3.1 Cálculo de las propiedades lineales 74
4.3.2 Balance torsional del sistema de aislamiento 77
4.3.3 Modelo tridimensional del edificio aislado 80
4.3.4 Efectos de segundo orden en el análisis 80
4.3.5 Análisis dinámico modal espectral 81
4.3.6 Evaluación de la irregularidad del edificio aislado: 81
4.3.7 Espectro de Respuesta 85
4.3.8 Resultados del análisis sísmico 87

4.4 Diseño del sistema de aislamiento 90
4.4.1 Cálculo de las propiedades no lineales iniciales 90
4.4.2 Análisis No Lineal Tiempo Historia (ANLTH) 95
4.4.3 Propiedades lineales efectivas 105
4.4.4 Criterios de diseño para los deslizadores y aisladores LRB 107
4.5 Diseño de los elementos estructurales 115
4.5.1 Consideraciones para el diseño de concreto armado 115
4.5.2 Diseño de la Superestructura 123
4.5.3 Diseño de la Subestructura 130
Capítulo V: Análisis y diseño de la edificación con disipadores histeréticos 140
5.1 Consideraciones Generales 140
5.2 Análisis convencional del edificio sin disipadores 140
5.3 Prediseño del sistema con disipadores histeréticos 140
5.3.1 Modelo tridimensional del edificio con disipadores 140
5.3.2 Análisis Dinámico modal espectral 143
5.3.3 Selección de los disipadores SLB 143
5.3.4 Verificación de las irregularidades del edificio con disipadores 146
5.3.5 Resultados del análisis sísmico 150
5.4 Diseño del sistema con disipadores histeréticos 153
5.4.1 Cálculo de las propiedades no lineales 153
5.4.2 Análisis No Lineal Tiempo Historia (ANLTH) 154
5.4.3 Selección final de los disipadores SLB 158
5.5 Diseño estructural con disipadores histeréticos 159
5.5.1 Consideraciones para el diseño de concreto armado 159
5.5.2 Diseño de los elementos estructurales 160
5.5.3 Diseño de los arriostramientos tipo Chevron 167
5.5.4 Diseño de los Muros Desacoplados 169

5.5.5 Diseño de la cimentación 170

Capítulo VI: Análisis comparativo de resultados 175

6.1 Análisis estructural 175

6.1.1 Influencia de las derivas 175

6.1.2 Influencia de los desplazamientos 177

6.1.3 Influencia de las aceleraciones 179

6.1.4 Influencia del balance de la energía 181

6.2 Factor económico 185

6.2.1 Presupuesto con aisladores LRB 185

6.2.2 Presupuesto con disipadores histeréticos tipo SLB 187

6.2.3 Comparación de costos 189

Conclusiones 191

Recomendaciones 194

Referencias Bibliográficas 196

Anexos ..... ¡Error! Marcador no definido.

Resumen

La normativa sismorresistente actual indica a todas las edificaciones hospitalarias ubicadas en la zona 4 y 3 del territorio peruano a utilizar necesariamente un sistema de aislamiento de base en su estructura sin dar opción al uso de otro tipo de dispositivos sísmicos dentro de su estructuración. Por tal motivo, este estudio consiste en realizar un análisis comparativo de un edificio hospitalario aplicando dos tipos de sistemas de protección sísmica de manera independiente los cuales están conformados por un aislamiento de base con aisladores Lead Rubber Bearing (LRB) y un sistema con disipadores histeréticos como son los Shear Link Bozzo (SLB) dentro de un suelo blando utilizando la normativa vigente. Por medio de un análisis dinámico modal espectral, un análisis Analisis No Lineal Tiempo Historia (ANLTH) y un comparativo de costos a nivel de estructuras en cada uno de los edificios se obtuvieron respuestas como modos de vibración, derivas inelásticas, desplazamientos, aceleraciones, energía disipada y el costo a nivel de estructuras. El estudio muestra un buen comportamiento en los elementos estructurales al momento del uso de disipadores de energía Shear Link Bozzo siendo económicamente más barato, aproximadamente un 50%, en comparación al costo de un edificio donde se ha utilizado aisladores LRB, sin embargo debido a sus altas aceleraciones el uso de los disipadores generaría daños en los elementos no estructurales los cuales deben ser considerados si desea aplicarse este tipo de dispositivos sísmicos. Finalmente se hacen recomendaciones para futuras investigaciones a partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Abstract

The current seismic code oblige all hospital buildings located in zone 4 and 3 of the Peruvian territory to necessarily use a basic isolation system in their structure without giving the option of using other types of seismic devices within their structure. That is why the present research work consists of carrying out a comparative analysis of a hospital building applying two types of seismic protection systems independently, which are made up of a base isolation with Lead Rubber Bearing isolators and a system with hysteretic dissipators such as the Shear Link Bozzo (SLB) within a soft ground using current regulations. Through a spectral modal dynamic analysis, a non-linear time-history analysis and a comparison of costs at the structure level in each of the buildings, answers such as vibration modes, inelastic drifts, displacements, accelerations, dissipated energy and the cost were obtained at the level of structures. The study shows a good behavior in the structural elements when using Shear Link Bozzo energy dissipators, being economically cheaper, approximately 50%, compared to the cost of a building where LRB insulators have been used, however due to their High accelerations, the use of heat sinks would cause damage to non-structural elements, which must be considered if you want to apply this type of seismic devices. Finally, recommendations for future research are made based on the results obtained in this work.

Prólogo

Actualmente la normativa sísmica peruana obliga a las edificaciones hospitalarias esenciales ubicadas en zona 3 y 4 utilizar un sistema de aislamiento de base, sin dar la alternativa a otros usos de dispositivos sísmicos dentro de su planteamiento estructural. Debido a ello, el tesista realiza la investigación del tema: “ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES HISTERTICOS APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO” con la finalidad de comparar ambos resultados de las respuestas sísmicas y costos a nivel de estructuras. La investigación describe paso a paso los análisis sísmicos desarrollados, los resultados y la comparación entre ambos sistemas.

Finalmente el presente trabajo podrá ser considerado como un sustento por el cual se prefiere la utilización de un sistema respecto al otro así como también las ventajas y desventajas entre ambos sistemas.

ASESOR

Lista de figuras

Figura 1. Clasificación de los sistemas modernos de protección sísmica. 28
Figura 2. Edificio con aislamiento en su base. 29
Figura 3. Aumento del periodo de la estructura debido al sistema de aislamiento. 29
Figura 4. Esquema del sistema de aislamiento sin sistemas de sótanos. 30
Figura 5. Esquema del sistema de aislamiento con sistemas de sótanos. 31
Figura 6. Aislador de capas de goma y acero y núcleo de plomo LRB. 31
Figura 7. Hospital de Tocache. 32
Figura 8. Idealización de los comportamientos real y bilineal de los aisladores LRB. 33
Figura 9. Apoyo deslizante. 34
Figura 10. Idealización de los comportamientos real y bilineal del deslizador plano. 35
Figura 11. Idealización del modelo de un grado de libertad. 36
Figura 12. Idealización del modelo de dos grados de libertad. 37
Figura 13. Modos de vibración del modelo de dos grados de libertad. 39
Figura 14. Distribución de las fuerzas laterales en el edificio aislado. 40
Figura 15. Colocación de disipadores de energía en un edificio en México. 43
Figura 16. Conexión de dispotivo Shear Link Bozzo en dos tubos diagonales tipo Chevron. 44
Figura 17. Casino Mubarak, primer edificio en el Perú reforzado con disipadores Shear Link Bozzo. 44
Figura 18. Distribución de los disipadores Shear Link Bozzo en diagonales (a) y muros desacoplados (b). 45
Figura 19. Vista en elevación y planta de un disipador Shear Link Bozzo. 46
Figura 20. Leyenda de la geometría de un disipador Shear Link Bozzo. 46
Figura 21. Curva histerética típica de un disipador SLB. 48
Figura 22. Delimitación del terreno donde se encuentra el edificio hospitalario. 51
Figura 23. Vista en planta del bloque 5 a ser analizado. 52
Figura 24. Vista en elevación del Hospital Materno Infantil. 52
Figura 25. Vista en planta típica de la estructuración del edificio aislado. 54
Figura 26. Diagrama de flujo del análisis y diseño de un edificio aislado. 59
Figura 27. Vista 3d del edificio hospitalario con base fija. (Etabs) 68
Figura 28. Primer modo de vibración, T=0.562s (Etabs) 71

Figura 29. Segundo modo de vibración, T=0.512s (Etabs) 72
Figura 30. Tercer modo de vibración, T=0.425s (Etabs) 72
Figura 31. Vista en planta de la distribución de los dispositivos. 78
Figura 32. Elementos links utilizados en el análisis del edificio aislado. 80
Figura 33. Primer modo de vibración, T=2.343s (Etabs) 88
Figura 34. Segundo modo de vibración, T=2.337s (Etabs) 88
Figura 35. Tercer modo de vibración, T=2.089 (Etabs) 89
Figura 36. Medidas geométricas del deslizador a utilizar, unidades en mm. 110
Figura 37. Medidas geométricas del aislador LRB a utilizar, unidades en mm. 113
Figura 38. Momentos debido al efecto P-delta. 120
Figura 39. Paño de losa maciza a diseñar. 123
Figura 40. Gráficos de Momentos Flectores en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha). 124
Figura 41. Gráfico de Fuerzas Cortantes en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha). 125
Figura 42. Tramo de viga a diseñar. 126
Figura 43. Columna central a diseñar 127
Figura 44. Tramo de viga a diseñar. 130
Figura 45. Presión actuante debajo de la cimentación para la combinación más crítica. 132
Figura 46. Ubicación del paño de losa a diseñar 133
Figura 47. Diagramas de Momentos Flectores en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha). 133
Figura 48. Gráficos de Fuerzas Cortantes en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha). 134
Figura 49. Vista en corte del muro típico a diseñar. 136
Figura 50. Empujes y cargas que actúan sobre el muro. 136
Figura 51. Vista en planta de la distribución y ubicación de los disipadores SLB en el edificio. 141
Figura 52. Elementos tipo link ingresados en uno de los pórticos del edificio. . 141
Figura 53. Modelado del disipador SLB sobre las diagonales tipo Chevron. 142
Figura 54. Modelado del disipador SLB sobre los muros desacoplados. 142
Figura 55. Propiedades de los disipadores SLB generada por el Plugin DISSIPA-SLB. 144
Figura 56. Primer modo de vibración, T=0.289s (Etabs) 151

Figura 57. Primer modo de vibración, T=0.269s (Etabs) 151
Figura 58. Primer modo de vibración, T=0.193s (Etabs) 152
Figura 59. Ubicación de los disipadores con mayor desplazamiento-dirección X. 156
Figura 60. Ubicación de los disipadores con mayor desplazamiento-dirección Y. 156
Figura 61. Paño de losa a diseñar. 160
Figura 62. Gráficos de Momentos Flectores en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha). 161
Figura 63. Gráficos de Fuerzas Cortantes en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha). 162
Figura 64. Tramo de viga a diseñar. 163
Figura 65. Columna central a diseñar. 164
Figura 66. Transmisión de fuerzas entre el disipador SLB y sus diagonales. 167
Figura 67. Presión actuante debajo de la cimentación para la combinación más crítica. 171
Figura 68. Ubicación del paño a diseñar. 171
Figura 69. Gráficos de Momentos Flectores en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha). 172
Figura 70. Gráficos de Fuerzas Cortantes en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha). 173

Lista de tablas

Tabla 1. Parámetros de diseño para los disipadores SLB. 47
Tabla 2. Predimensionamiento de vigas peraltadas con mayores luces libres (ln). 55
Tabla 3. Predimensionamiento de la columna con mayor carga axial. 56
Tabla 4. Predimensionamiento de losa maciza bidireccional. 56
Tabla 5. Distribución por niveles del peso de la edificación. 60
Tabla 6. Distribución por niveles de la masa de la edificación. 60
Tabla 7. Verificación de la irregularidad de rigidez en la dirección X-X. 61
Tabla 8. Verificación de la irregularidad de rigidez en la dirección Y-Y. 61
Tabla 9. Verificación de la irregularidad de masa o peso en el edificio. 61
Tabla 10. Verificación de la irregularidad geométrica vertical en el edificio. 62
Tabla 11. Verificación de la irregularidad torsional en el edificio en la dirección X-X. 62
Tabla 12. Verificación de la irregularidad torsional en el edificio en la dirección Y-Y. 63
Tabla 13. Verificación de la irregularidad de esquina entrante en ambas direcciones. 63
Tabla 14. Resumen de las verificaciones de todas las irregularidades en el edificio. 64
Tabla 15. Parámetros de diseño sismorresistente según la N.T.E.030-2018. 66
Tabla 16. Distribución de la fuerza sísmica según la N.T.E.030-2018. 67
Tabla 17. Generación del Espectro de Respuesta de seudo aceleraciones. 69
Tabla 18. Modos de vibración del edificio analizado. 70
Tabla 19. Distorsiones de la edificación en la dirección X. 73
Tabla 20. Distorsiones de la edificación en la dirección Y. 73
Tabla 21. Parámetros de entrada para el prediseño del sistema de aislamiento 74
Tabla 22. Parámetros sísmicos del edificio con aislamiento en la base. 74
Tabla 23. Respuestas espectrales en el prediseño del sistema de aislamiento. 75
Tabla 24. Cálculo del peso que soportan los deslizadores. 76
Tabla 25. Cálculo del prediseño de las propiedades lineales de los deslizadores planos. 76
Tabla 26. Cálculo del prediseño de las propiedades lineales de los aisladores. 77
Tabla 27. Cálculo del balance torsional del sistema de aislamiento. 79
Tabla 28. Cálculo de la excentricidad natural. 80

Tabla 29. Verificación de la desigualdad para despreciar los efectos de segundo orden en la dirección X. 81
Tabla 30. Verificación de la desigualdad para despreciar los efectos de segundo orden en la dirección Y. 81
Tabla 31. Verificación irregularidad de rigidez dirección X-X..... 82
Tabla 32. Verificación irregularidad de rigidez dirección Y-Y..... 82
Tabla 33. Verificación de la irregularidad torsional en la dirección X-X. 83
Tabla 34. Verificación de la irregularidad torsional en la dirección Y-Y. 84
Tabla 35. Resumen de las verificaciones de todas las irregularidades en el edificio con base aislada. 85
Tabla 36. Generación del Espectro para un SMC. 85
Tabla 37. Modos de vibración del edificio con aislamiento de base. 87
Tabla 38. Distorsiones del edificio con aislamiento de base en la dirección X ... 89
Tabla 39. Distorsiones del edificio con aislamiento de base en la dirección Y. .. 90
Tabla 40. Propiedades no lineales de los deslizadores planos. 91
Tabla 41. Propiedades no lineales de los aisladores elastomericos tipo LRB. ... 92
Tabla 42. Propiedades no lineales del sistema de aislamiento. 93
Tabla 43. Factores de modificación máximo y mínimos a utilizar. 94
Tabla 44. Propiedades no lineales modificadas de los deslizadores planos..... 94
Tabla 45. Propiedades no lineales modificadas de los aisladores elástoméricos tipo LRB. 95
Tabla 46. Propiedades no lineales modificadas del sistema de aislamiento..... 95
Tabla 47. Datos de registros sísmicos. 96
Tabla 48. Excentricidades más desfavorables en cada dirección de análisis. 97
Tabla 49. Respuestas máximas en la dirección X-X del ANLTH con siete sismos-Nominal. 98
Tabla 50. Respuestas máximas en la dirección Y-Y del ANLTH con siete sismos-Nominal 99
Tabla 51. Promedio de las respuestas máximas de los siete sismos para ambas direcciones. 99
Tabla 52. Esquema de la fuerza de restitución lateral. 100
Tabla 53. Porcentaje de la fuerza de restitución lateral respecto de peso sísmico. 100
Tabla 54. Dispositivos con la mayor y menor carga axial. 101

Tabla 55. Obtención de parámetros en función al diagrama de histéresis, dirección X-X. 102
Tabla 56. Obtención de parámetros en función al diagrama de histéresis, dirección Y-Y. 103
Tabla 57. Resultados promedios de los diagramas de histéresis del sistema de aislamiento. 105
Tabla 58. Propiedades lineales efectivas del sistema de aislamiento. 106
Tabla 59. Propiedades lineales efectivas de los deslizadores planos. 106
Tabla 60. Propiedades lineales efectivas de los aisladores. 107
Tabla 61. Datos iniciales para el dimensionamiento de un deslizador..... 107
Tabla 62. Cálculo de las dimensiones finales del deslizador..... 110
Tabla 63. Propiedades iniciales para el diseño de un aislador LRB 111
Tabla 64. Propiedades geométricas del aislador LRB..... 113
Tabla 65. Verificación por capacidad axial en el aislador LRB. 114
Tabla 66. Verificación por deformación por corte en el aislador LRB. 114
Tabla 67. Fuerza lateral mínima del sistema de aislamiento..... 116
Tabla 68. Fuerza lateral mínima de la superestructura 117
Tabla 69. Valor límite de la fuerza cortante de la superestructura..... 117
Tabla 70. Parámetros del cálculo del desplazamiento total DTM. 118
Tabla 71. Desplazamiento total del sistema de aislamiento según el tipo de análisis..... 118
Tabla 72. Fuerza lateral de diseño del sistema de aislamiento. 119
Tabla 73. Fuerza lateral de diseño de la superestructura..... 119
Tabla 74. Momentos P-delta de acuerdo a la distribución de los dispositivos. . 120
Tabla 75. Factores de reducción de resistencia..... 121
Tabla 76. Resumen del diseño por flexión en la dirección X-X del paño de losa maciza. 124
Tabla 77. Resumen del diseño por flexión en la dirección Y-Y del paño de losa maciza. 124
Tabla 78. Resumen de diseño por flexión en viga..... 126
Tabla 79. Resumen de diseño por cortante en viga. 127
Tabla 80. Combinaciones de diseño de columna típica. 128
Tabla 81. Resumen del diseño por cortante de la columna de concreto armado. 129
Tabla 82. Resumen de diseño por flexión en viga..... 131

Tabla 83. Resumen de diseño por cortante en viga. 131
Tabla 84. Resumen del diseño por flexión en la dirección X-X del paño de losa de cimentación..... 133
Tabla 85. Resumen del diseño por flexión en la dirección Y-Y del paño de losa de cimentación..... 134
Tabla 86. Resumen de la verificación por punzonamiento de la losa. 135
Tabla 87. Resumen de los parámetros de diseño del muro. 138
Tabla 88. Cálculo de la Fuerza Cortante y Momento Flector de diseño del muro 138
Tabla 89. Resumen de diseño por flexión del muro. 138
Tabla 90. Dispositivos SLB utilizados en el edificio. 145
Tabla 91. Verificación de la irregularidad de rigidez en la dirección X-X. 146
Tabla 92. Verificación de la irregularidad de rigidez en la dirección Y-Y. 146
Tabla 93. Verificación de la irregularidad de masa o peso en el edificio. 147
Tabla 94. Verificación de la irregularidad geométrica vertical en el edificio. 147
Tabla 95. Verificación de la irregularidad torsional en el edificio en la dirección X-X. 148
Tabla 96. Verificación de la irregularidad torsional en el edificio en la dirección Y-Y. 148
Tabla 97. Verificación de la irregularidad de esquina entrante en ambas direcciones. 149
Tabla 98. Resumen de las verificaciones de todas las irregularidades en el edificio con disipadores SLB. 149
Tabla 99. Modos de vibración del edificio analizado con disipadores SLB. 150
Tabla 100. Distorsiones de la edificación en la dirección X. 152
Tabla 101. Distorsiones de la edificación en la dirección Y 152
Tabla 102. Respuestas máximas en la dirección X-X del ANLTH con disipadores. 154
Tabla 103. Respuestas máximas en la dirección Y-Y del ANLTH con disipadores. 155
Tabla 104. Fuerza lateral de diseño del edificio con disipadores SLB 159
Tabla 105. Cálculo de la junta sísmica del edificio con disipadores SLB. 160
Tabla 106. Resumen del diseño por flexión en la dirección X-X del paño de losa maciza. 161

Tabla 107. Resumen del diseño por flexión en la dirección Y-Y del paño de losa maciza 161
Tabla 108. Resumen de diseño por flexión en viga. 163
Tabla 109. Resumen de diseño por cortante en viga. 164
Tabla 110. Combinaciones de diseño de columna típica. 164
Tabla 111. Resumen del diseño por cortante de la columna de concreto armado. 166
Tabla 112. Resumen del diseño de los refuerzos del muro desacoplado. 170
Tabla 113. Resumen del diseño por flexión en la dirección X-X del paño de losa de cimentación. 172
Tabla 114. Resumen del diseño por flexión en la dirección Y-Y del paño de losa de cimentación. 172
Tabla 115. Resumen de la verificación por punzonamiento de la losa. 174
Tabla 116. Respuesta de máximas derivas del edificio con aisladores LRB- Dirección X-X. 175
Tabla 117. Respuesta de máximas derivas del edificio con aisladores LRB- Dirección Y-Y. 175
Tabla 118. Respuesta de máximas derivas del edificio con disipadores SLB- Dirección X-X. 176
Tabla 119. Respuesta de máximas derivas del edificio con disipadores SLB- Dirección Y-Y. 176
Tabla 120. Respuesta de máximos desplazamientos (cm) del edificio con aisladores LRB- Dirección X-X. 177
Tabla 121. Respuesta de máximos desplazamientos (cm) del edificio con aisladores LRB- Dirección Y-Y. 177
Tabla 122. Respuesta de máximos desplazamientos (cm) del edificio con disipadores SLB- Dirección X-X. 178
Tabla 123. Respuesta de máximos desplazamientos (cm) del edificio con disipadores SLB- Dirección Y-Y. 178
Tabla 124. Respuesta de máximas aceleraciones (g) del edificio con aisladores LRB- Dirección X-X. 179
Tabla 125. Respuesta de máximas aceleraciones (g) del edificio con aisladores LRB- Dirección Y-Y. 179
Tabla 126. Respuesta de máximas aceleraciones (g) del edificio con disipadores SLB- Dirección X-X. 180

Tabla 127. Respuesta de máximas aceleraciones (g) del edificio con disipadores SLB- Dirección Y-Y. 180
Tabla 128. Respuesta de energía total y disipada en el edificio con aisladores LRB- 181
Tabla 129. Respuesta de energía total y disipada en el edificio con aisladores LRB- 181
Tabla 130. Respuesta de energía total y disipada en el edificio con disipadores SLB- 183
Tabla 131. Respuesta de energía total y disipada en el edificio con disipadores SLB- 183
Tabla 132. Presupuesto del volumen de concreto de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con aisladores LRB. 186
Tabla 133. Presupuesto del peso de acero de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con aisladores LRB 186
Tabla 134. Presupuesto del encofrado normal de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con aisladores LRB 186
Tabla 135. Presupuesto de los dispositivos sísmicos incorporados en el edificio con aisladores LRB 187
Tabla 136. Presupuesto del volumen de concreto de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con disipadores SLB. 187
Tabla 137. Presupuesto del peso de acero de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con disipadores SLB. 188
Tabla 138. Presupuesto del encofrado normal de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con disipadores SLB 188
Tabla 139. Presupuesto de los dispositivos sísmicos incorporados en el edificio con disipadores SLB. 188
Tabla 140. Análisis comparativo de costos en ambos sistemas. 189
Tabla 141. Análisis comparativo de costos en ambos sistemas. 190

Lista de gráficos

Gráfico 1. Curva histerética bilineal de un disipador SLB2 6_2. 48
Gráfico 2. Espectro de Seudo aceleraciones de la Norma E.030, R=8 en ambas direcciones. 70
Gráfico 3. Espectro de Seudo aceleraciones de la Norma E.031 en ambas direcciones. 87
Gráfico 4. Representación bilineal del sistema de aislamiento. 94
Gráfico 5. Representación bilineal del sistema de aislamiento con propiedades modificadas. 95
Gráfico 6. Espectro compatible de seudo aceleración con los espectros procesados de siete sismos. 97
Gráfico 7. Desplazamiento vs Tiempo para análisis en la dirección X-X. Sismo Piura 2021. 98
Gráfico 8. Desplazamiento vs Tiempo para análisis en la dirección Y-Y. Sismo Piura 2021. 98
Gráfico 9. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección X-X-Nominal. 101
Gráfico 10. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección Y-Y-Nominal 102
Gráfico 11. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección X-X-Mínimo. 103
Gráfico 12. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección Y-Y-Mínimo. 104
Gráfico 13. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección X-X-Máximo. 104
Gráfico 14. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección Y-Y-Máximo. 105
Gráfico 15. Espectro de Respuesta para el Sistema de Aislamiento y de la superestructura. 115
Gráfico 16. Diagrama de Interacción M33 vs P. 128
Gráfico 17. Diagrama de Interacción M22 vs P. 129
Gráfico 18. Curva Histerética del disipador K9 (SLB3 10_3). 157
Gráfico 19. Curva Histerética del disipador K55 (SLB3 10_3). 157
Gráfico 20. Curva Histerética del disipador K11 (SLB3 10_4) 158

Gráfico 21. Curva Histerética del disipador K54 (SLB3 10_4) 158
Gráfico 22. Diagrama de Interacción M33 vs P. 165
Gráfico 23. Diagrama de Interacción M22 vs P 166
Gráfico 24. Resultado comparativo de las derivas máximas promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección X-X. 176
Gráfico 25. Resultado comparativo de las derivas máximas promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección Y-Y. 177
Gráfico 26. Resultado comparativo de las desplazamientos máximos promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección X-X. 178
Gráfico 27. Resultado comparativo de las desplazamientos máximos promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección Y-Y. 179
Gráfico 28. Resultado comparativo de las aceleraciones máximas promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección X-X. 180
Gráfico 29. Resultado comparativo de las aceleraciones máximas promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección Y-Y. 181
Gráfico 30. Balance energético del edificio con aisladores LRB ante distintas señales sísmicas- Dirección X-X. 182
Gráfico 31. Balance energético del edificio con aisladores LRB ante distintas señales sísmicas- Dirección Y-Y. 182
Gráfico 32. Balance energético del edificio con disipadores SLB ante distintas señales sísmicas- Dirección X-X. 183
Gráfico 33. Balance energético del edificio con disipadores SLB ante distintas señales sísmicas- Dirección Y-Y 184
Gráfico 34. Resultado comparativo de las energías disipadas por cada señal sísmica del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección X-X. 184
Gráfico 35. Resultado comparativo de las energías disipadas por cada señal sísmica del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección Y-Y. 185
Gráfico 36. Análisis comparativo de costos en ambos sistemas 189

Lista de símbolos y de siglas

E_T: Energía de un agente externo, como un sismo o viento, que se introduce al sistema.

E_K: Energía cinética, es la parte de la energía total que se transforma en movimiento

E_S: Energía elástica de deformación, es la energía producida por la deformación elástica de los elementos del sistema.

E_I: Energía inelástica, es la energía producida por la deformación inelástica de los elementos del sistema.

E_ξ: Energía de amortiguamiento, es la energía disipada por los dispositivos de amortiguamiento del sistema.

τ_y: Esfuerzo de fluencia del plomo

K_b: Rigidez del sistema del aislamiento

ξ_M: porcentaje de Amortiguamiento del sistema de aislamiento

C_b: Amortiguamiento del sistema de aislamiento

M_b: masa del sistema de aislamiento

T_b: periodo del edificio con sistema de aislamiento

ms: masa de la superestructura

K_e: Rigidez elástica inicial de un aislador y un deslizador

K_d: Rigidez inelástica de un aislador

F_y: Fuerza de fluencia de un aislador y un deslizador

Q: Fuerza histerética de un aislador y un deslizador

F_M: Fuerza máxima de un aislador y un deslizador

E_{ciclo}: Energía disipada por ciclo de un aislador y un deslizador

$\beta effa$: Amortiguamiento efectivo de un aislador.

D_y: Deformación por fluencia de un aislador y un deslizador

σ_{yp}: Esfuerzo de fluencia del plomo

V_b: Desplazamiento del sistema de aislamiento

V_s: Desplazamiento de la azotea

$\ddot{u_g}$: aceleración del suelo

K_1: Rigidez inicial de un disipador Shear Link Bozzo

K_2: Rigidez postplastificación de un disipador Shear Link Bozzo

F_y: Fuerza de fluencia del acero de un disipador Shear Link Bozzo

F_{max}: Fuerza máxima que alcanza un disipador Shear Link Bozzo

Z: Factor de zona donde se ubica la edificación

U: Uso de la edificación

C: Coeficiente de amplificación sísmica de la edificación

C_t: Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio

S: Factor de suelo donde se ubica la edificación

R_0: Coeficiente de reducción sísmica básica según el sistema estructural de la edificación

R: Coeficiente de reducción de la fuerza sísmica

T_p: Periodo que define la plataforma del espectro.

T_l: Periodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante

I_a: Factores de irregularidad en altura

I_p: Factores de irregularidad en planta

S_a: Aceleración espectral

g: Aceleración de la gravedad

D_m: Desplazamiento máximo del sistema de aislamiento

D_{TM}: Desplazamiento total máximo del sistema de aislamiento

D_p: Diametro del cilindro metálico del aislador de núcleo de plomo

PTFE: Politetrafluoroetileno o teflón

H_r: Altura de caucho del aislador,

h_r: Espesor de la lámina de caucho en un aislador LRB

h_s: Espesor de la lámina de acero en un aislador LRB

Capítulo I: Introducción

1.1 Antecedentes Referenciales

En los últimos años los sistemas de disipación de energía como los aisladores de base se han convertido en dispositivos que buscan mejorar el desempeño sísmico de las estructuras reduciendo las derivas y aceleraciones de entrepiso de manera significativa mediante el desacople de la superestructura, lo cual es fundamental después de un movimiento sísmico sobre todo en Edificios Hospitalarios, porque los mantiene operativos durante y después del sismo. Al respecto, la norma peruana sismorresistente E.030, declara que las instituciones de salud pertenecientes al segundo y tercer nivel tienen que presentar un sistema de aislamiento sísmico en la zona 3 y zona 4. De lo descrito anteriormente por la norma, no se indica si es posible usar otro tipo de dispositivos como son los disipadores o amortiguadores de energía.

Taboada (2019), realizó un análisis sísmico de una estructura de cinco niveles ubicada en el Perú en la zona 4 y en un suelo tipo S3 destinada a un centro de salud utilizando un sistema combinado de aislamiento de base y amortiguadores viscosos con diferentes amortiguamientos críticos (desde 15 % hasta el 75 %), siguiendo como ejemplo el diseño realizado en el Hospital de San Bernardino ubicado en California, Estados Unidos. Para ello se obtuvo el espectro de Desplazamiento (D) vs Periodo (T) obteniendo un desplazamiento máximo de 60 cm para periodos superiores a 2 segundos de acuerdo a la sismicidad de nuestro país. Debido a estos grandes desplazamientos, se evaluó la opción de incorporar amortiguadores viscosos en la base con el fin de reducirlos. Al final de la investigación se concluyó que conforme aumenta el amortiguamiento de los dispositivos viscosos, el desplazamiento del edificio disminuye, pero los niveles de aceleración de entrepiso aumentan superando el valor del 40% de la gravedad. Para amortiguamientos pequeños, el desplazamiento se reduce en un 30 % comparándolo con un sistema que solo posee aislamiento de base y además mantiene las aceleraciones de entrepiso por debajo del 40 % de la gravedad. El autor finalmente concluye que se puede reducir los desplazamientos de una estructura solamente usando sistemas de aislamiento de base sin la incorporación adicional de amortiguadores de fluido viscoso.

Chilón (2019), planteó un análisis y diseño comparativo usando dispositivos de aislamiento de base y amortiguadores de fluido viscoso de manera independiente

en un edificio destinado a un centro de salud de 4 niveles ubicado en la ciudad de Chiclayo ubicado en zona 4 y en un tipo de suelo intermedio tipo S2. El estudio también incluía, a largo plazo, un análisis económico comparativo que presentaría el financiamiento del proyecto y el gasto por alguna reparación. El estudio arrojo que utilizando los dispositivos de amortiguadores viscosos en la estructuración del edificio se logró una reducción del 40 % de las derivas de entrepiso, a diferencia del uso de un sistema de aislamiento de base pues con estos dispositivos se obtuvieron reducciones del 90 % de las derivas en cada nivel. En cuanto al aspecto económico, los sistemas de protección sísmica reducen la probabilidad de que las edificaciones se desplomen y continúen estando operativos después de algún movimiento sísmico. De este modo, se podrían evitar la inversión en gastos por reparaciones y pérdidas financieras innecesarias.

Hasta ahora sólo se han mencionado estudios en los cuales el aislamiento de base sería la mejor opción a usar en el diseño y construcción de un centro de salud en nuestro país. Sin embargo, existen construcciones nuevas y rehabilitadas en otros países que no tienen incorporados estos dispositivos y según su análisis sísmico poseen un desempeño muy similar al de un sistema aislado.

Akl, Coria y Eriksen (2019), mencionan que, en países como Japón, Estados Unidos y México se viene usando unos disipadores de muro viscoso o llamado en sus siglas en inglés como "**Viscous Wall Dampers (VWDs)**". Estos dispositivos fueron creados por primera vez a finales de los años 80 en Japón por la empresa Sumimoto Construction Company. Están compuestos por una placa de acero en forma de vano con fluido viscoso en el interior la cual esta arriostrada en la parte inferior y superior de un entrepiso. Ante un movimiento sísmico, la disipación de energía esta proporcionada por el material (acero) y por el fluido viscoso, lo cual permite reducir las derivas y aceleraciones en cada nivel de la estructura.
Existen varias construcciones en Japón en los cuales se aplicaron estos disipadores, entre las cuales destacan el edificio Postal de Kanto y el edificio de la Universidad Waseda, ambos ubicados en la ciudad de Tokio.

En Estados Unidos se construyó el Centro Médico Pacifico, ubicado a 11 km de la falla de San Andrés, California. En esta estructura de 13 niveles y 2 sótanos conformada con pórticos de acero estructural, se utilizaron 119 dispositivos VWDs

por primera vez en dicho país. Antes de optar por el uso de estos dispositivos, se analizaron tres sistemas que son los de pórticos resistentes a momentos, pórticos resistentes a momentos con arriostramiento y aislamiento de base y pórticos resistente a momentos con los dispositivos VWDs. De lo descrito anteriormente, se seleccionó el sistema estructural con los dispositivos VWDs, ya que proporcionaba ahorros significativos en comparación a los otros dos sistemas. Además, era un sistema muy simple que se pudo usar en la fachada exterior acorde con la arquitectura brindando una buena iluminación. Finalmente, los autores prevén el uso de los dispositivos VWDs en más hospitales y ven un gran interés en la modernización de edificios que se beneficiaran de la reducción de la demanda sísmica, especialmente para pórticos metálicos.

Valdez, Puypo, Fernández y Martínez (2017), expresaron un estudio de rehabilitación estructural de un Hospital ubicado en la ciudad de Moa, Cuba, incorporando disipadores histeréticos metálicos SLB (Shear Link Bozzo). La estructura a reforzar estaba conformada por elementos prefabricados de concreto armado que tenía problemas de columnas cortas en el primer nivel, asimetría estructural en los muros de corte, uniones de columna viga con ausencia de estribos lo que conlleva a no tener uniones monolíticas y rígidas y poca redundancia estructural en toda la edificación. Inicialmente se consultaron métodos convencionales de reforzamiento los cuales implicaban ensanchamiento de columnas para aumentar la deficiencia de rigidez, sistemas de arriostramientos en los pórticos y reforzamiento en algunas zonas de la cimentación lo cual conllevaba a tener sistema invasivo de alto costo con una larga interrupción del servicio del centro de salud.

En tal sentido, se optó por un sistema innovador usando los disipadores histeréticos metálicos SLB con arriostramiento tipo Chevron, los cuales ya han sido aplicados en países como Perú, Ecuador y México obteniendo grandes resultados. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que hubo una reducción de más del 50 % de las derivas en ambas direcciones cumpliendo los requerimientos estipulados en la norma cubana. Además, se deduce que la aplicación del reforzamiento en un centro de salud utilizando un sistema no convencional con disipadores de energía fue mucho más factible que los métodos tradicionales desde el aspecto costo-beneficio

Hasta la fecha en nuestro país no se ha incorporado ningún dispositivo de disipación de energía SLB en un hospital, pero si en otros edificios destinados a ser viviendas multifamiliares, oficinas, universidades entro otros.

El análisis y diseño de uno de ellos lo desarrollaron López y Plasencia (2017), donde aplicaron la incorporación de los dispositivos SLB en el edificio multifamiliar Las Flores del Golf de 9 pisos ubicado en Trujillo, Perú. Esta edificación estuvo conformada por concreto armado y por disipadores SLB fue a través de muros desacoplados de concreto armado con el fin de concentrar la energía en puntos específicos como son los dispositivos dotando a la estructura de la necesaria rigidez y ductilidad. Los resultados obtenidos arrojaron una reducción del 30 % de las derivas de entre piso en las zonas más críticas luego de analizar sísmicamente el edificio. Además, hubo una reducción del periodo de la estructura lo cual indica el aumento de rigidez gracias a la incorporación de los dispositivos SLB. Finalmente, los autores indicaron que estos sistemas de protección sísmica son económicos y eficientes, permitiendo desarrollar una mejor cultura en el diseño de las estructuras, recomendando continuar con el estudio de estos sistemas de protección en otras edificaciones.

1.2 Planteamiento de la realidad problemática

En los últimos 5 años en nuestro país todas las nuevas construcciones de centros de salud se han diseñado y construido con un sistema de aislamiento de base que busca desacoplar la superestructura mejorando el desempeño post evento sísmico. Sin embargo, como se describió en los antecedentes, en otros países existen hospitales que no necesariamente han sido construidos con un sistema de aislamiento de base, sino con disipadores de energía generando resultados similares en cuanto al desempeño de las estructuras.

Problema General

- ¿Por qué la normativa peruana sismorresistente indica que los centros de salud públicos y privados de nivel II y III clasificados como edificios esenciales ubicados en las zonas 3 de nuestro país y en un suelo blando, deben tener necesariamente un sistema de aislamiento de base sin dar la

opción de poder utilizar otros tipos de dispositivos como son los disipadores histeréticos?

Problemas Específicos

- ¿Cuál será el comportamiento sísmico de un edificio hospitalario ubicado en zona 3 y en un suelo blando al usar dos sistemas independientes como son el aislamiento de base y disipadores histeréticos?
- ¿Cuál de los dos sistemas usados en el análisis y diseño de un edificio hospitalario es más económico?

1.3 Objetivos

Objetivo General

- Realizar un análisis y diseño comparativo de un edificio hospitalario existente aplicando de manera independiente un sistema de aislamiento de base LRB (Lead Rubber Bearing) y otro sistema con un tipo de dispositivos histeréticos dentro de un suelo blando utilizando las normas vigentes.

Objetivos Específicos

- Comparar los resultados obtenidos luego del análisis sísmico aplicando los dos tipos de sistemas como son el de aislamiento de base LRB y disipadores histeréticos.
- Elaborar y comparar los costos de los sistemas con aislamiento de base LRB y disipadores histeréticos.

1.4 Formulación de la hipótesis

Hipótesis General

- Demostrar que es posible el uso de dispositivos sísmicos como son los disipadores histeréticos en el análisis y diseño de un edificio hospitalario ubicado en zona 3 y cimentado en un suelo blando en el Perú.

Hipótesis Específicas

- Podría ser el uso de disipadores histeréticos de disipación de energía una solución óptima para el diseño y análisis en un edificio hospitalario ubicado en zona 3 y cimentado en un suelo blando.
- El uso de disipadores histeréticos de disipación de energía en el diseño y análisis de un edificio hospitalario ubicado en zona 3 y dentro de un suelo blando puede ser más económico que usar un sistema de aislamiento de base LRB.

Capítulo II: Marco teórico y conceptual

2.1 Diseño sismorresistente

La finalidad del diseño sismorresistente es que una estructura pueda soportar cargas sísmicas para que por lo menos este no colapse después del evento.
De acuerdo a lo indicado por la Norma Peruana Sismorresistente E.030(2018), los criterios de diseño sísmico en una estructura deben tener la capacidad de:

- Evitar el colapso de la estructura, aunque la edificación podría presentar daños importantes después de un evento sísmico severo
- Todo tipo de estructura debe tener la capacidad de de soportar un evento sísmico catalogado como moderado en la zona donde se ubique, pudiendo presentar daños que serán reparables.
- En el caso de edificaciones esenciales, después de un sismo severo la estructura debe tener la capacidad de permanecer operativa.

En la actualidad muchas edificaciones constan de dispositivos antisísmicos que buscan principalmente cumplir con lo estipulado en la norma E.030. A diferencia de los sistemas convencionales como son los pórticos, sistemas duales o muros de concreto armado en ambas direcciones, existen estructuras con dispositivos sísmicos conformando un sistema no convencional. Estos dispositivos, que pueden ser aisladores sísmicos o disipadores de energía, trabajan reduciendo la energía cinética y la energía inelástica, transformándola en calor.
La energía que se introduce a un sistema, está representada según la siguiente ecuación:

$$\mathrm{E_T} = \mathrm{E_K} + \mathrm{E_s} + \mathrm{E_I} + \mathrm{E_\xi} \qquad (0\text{-}1)$$

Dónde:
$\mathrm{E_T}$: Energía de un agente externo, como un sismo o viento, que se introduce al sistema.
$\mathrm{E_K}$: Energía cinética, es la parte de la energía total que se transforma en movimiento
$\mathrm{E_S}$: Energía elástica de deformación, es la energía producida por la deformación elástica de los elementos del sistema.
$\mathrm{E_I}$: Energía inelástica, es la energía producida por la deformación inelástica de los elementos del sistema.

E_ξ: Energía de amortiguamiento, es la energía disipada por las fuentes de amortiguamiento del sistema.

La energía de entrada E, representa el trabajo hecho por la cortante basal en la base de la edificación debido al desplazamiento del terreno y contiene el efecto de las fuerzas de inercia de la estructura.

De acuerdo con Chilon (2019), los dispositivos sísmicos permiten proteger a la estructura regulando el ingreso de la energía en el caso de los sistemas de aislamiento o; en caso de los disipadores, añadiendo amortiguamiento y rigidez a la estructura. De esta manera, la energía del sismo se ve reducida evitando que la estructura incursione en un régimen no lineal. En general, estos sistemas de protección sísmica tienen como fin disminuir los desplazamientos de la estructura evitando de esta manera daños considerables.

2.2 Sistemas de control de respuesta dinámica

Actualmente, diferentes sistemas de protección sísmica existen para las construcciones, pues poseen varias ventajas sobre construcciones diseñadas convencionalmente. Entre ellos se tiene los sistemas pasivos, los cuales son sistemas más simples, y los sistemas activos, que son sistemas más complejos. Estos sistemas incluyen dispositivos de aislamiento y disipación para la disipación de energía (ver Figura N°1)

Figura 1. Clasificación de los sistemas modernos de protección sísmica.

2.3 Sistemas con aisladores de base

2.3.1 Principios fundamentales

Una estructura que posee un sistema con aisladores de base como se muestra en la Figura N°2, tiene la capacidad de poder reducir las aceleraciones de entrepiso que se experimenta durante un sismo, mediante el aumento del periodo de la estructura llevándolo lejos del periodo predominante del suelo (ver Figura N°3), consiguiendo una reducción importante de la aceleración de entrepiso y de los esfuerzos en los elementos estructurales.

Los aisladores de base desacoplan paulatinamente la estructura y pueden llegar a absorber o reducir la energía emitida por los terremotos. De este modo, se produce el desplazamiento relativo entre los elementos estructurales. (Trujillo, 2017, p22).

Figura 2. Edificio con aislamiento en su base.

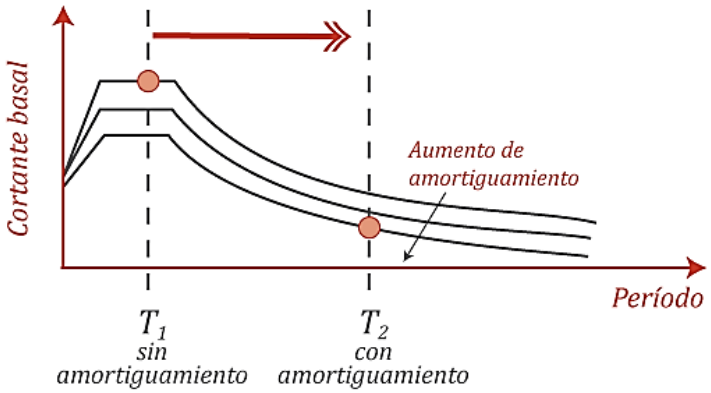


Figura 3. Aumento del periodo de la estructura debido al sistema de aislamiento.

Chumpitaz (2017), describe que las partes de un edificio con sistema de aislamiento sísmico son las siguientes:

- Subestructura: Parte del edificio que ubica por debajo de los dispositivos de aislamiento y que presenta el mismo movimiento del suelo en un terremoto. Por otro lado, también puede relacionarse con la cimentación o con los niveles que se encuentran debajo de la interfaz (sótanos). De allí que, es necesario establecer una conexión entre las columnas con una parrilla debajo de los dispositivos.
- Superestructura: Es una parte del edificio que está ubicado encima de los dispositivos de aislamiento. Es importante, que se destaque que de forma inmediata se tiene que colocar por encima de estos dispositivos, un diafragma que esté conformado por losas y vigas.
- Interfaz de aislamiento: Son aquellos dispositivos que se caracterizan por ser flexibles en una orientación horizontal y rígidos de forma vertical. Su ubicación mayormente está debajo o encima del terreno natural, pero esto ya depende del proyecto.
- Junta sísmica: Se define como el espacio en donde un edificio aislado no puede ser impactado por otros o por suelo circundante.
- Sistema de aislamiento: Este sistema se encuentra formado por el diafragma superior, interfaz de aislamiento y la cimentación en las edificaciones con sótanos. A continuación, se observará lo mencionado:

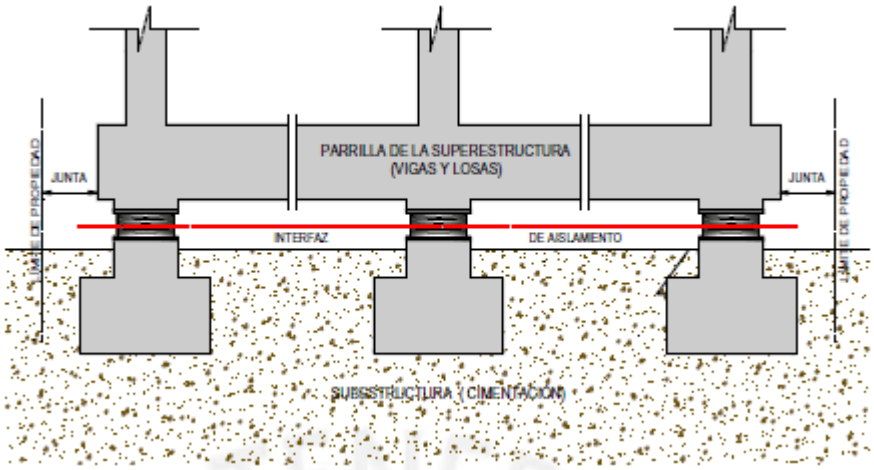


Figura 4. Esquema del sistema de aislamiento sin sistemas de sótanos.

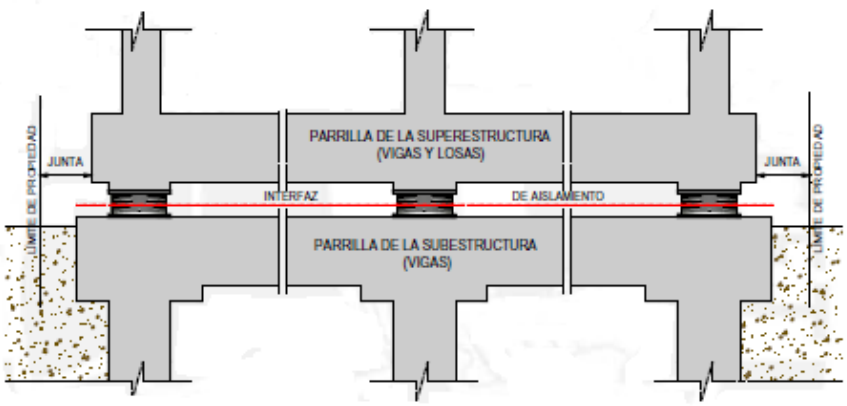


Figura 5. Esquema del sistema de aislamiento con sistemas de sótanos.

2.3.2 Aisladores Elastoméricos con Núcleo de Plomo (LRB)

Según Genatios (2016), son aisladores que están conformados por planchas de goma o caucho intercaladas y pegadas con láminas de acero, pero con la característica de tener un núcleo de plomo en la parte central, lo cual permite aumentar el nivel de amortiguamiento de la estructura hasta niveles del 25% al 30% (ver Figura N°6). Por sus siglas en ingles LRB significa “Lead Rubber Bearing”.

Según la Norma Chilena Nch2745:2013 (2013), cuando los LRB son sometidos a movimientos sísmicos importantes, el núcleo de plomo empieza a fluir y a disipar energía en forma de calor. Bajo deformaciones laterales, el esfuerzo de fluencia del plomo, τ_y, se encuentra alrededor de los 100 kg/cm2.

Figura 6. Aislador de capas de goma y acero y núcleo de plomo LRB.

En nuestro país se han construido muchos hospitales utilizando aisladores LRB. Por ejemplo, tenemos el Hospital de Tocache, departamento de San Martín (Figura N°7). En este hospital se usaron alrededor de 100 dispositivos en la construcción de un solo bloque de 4 niveles.

Figura 7. Hospital de Tocache.

La presente investigación tiene como fin usar un sistema de aislamiento en un edificio hospitalario usando aisladores LRB, por ello es importante conocer el comportamiento de este y sus propiedades. El modelo más simplificado para poder determinar el comportamiento de los aisladores es utilizando un sistema lineal el cual implica conocer la rigidez efectiva del sistema de aislamiento (K_M) y el amortiguamiento efectivo (ξ_M), pero este modelo solo es válido cuando se considera al edificio analizado como un modelo de uno y dos grados de libertad lo cual implica analizar la estructura dentro del rango lineal. De acuerdo con la norma E.031, en el artículo 17 se indica que se puede analizar una estructura con aislamiento en la base en el rango lineal siempre y cuando cumpla algunos requerimientos indicados en ese artículo, en caso no se cumpla se deberá realizar un análisis más avanzado como lo es el Análisis No Lineal Tiempo Historia (ANLTH). Para ello se necesita conocer la rigidez elástica (K_{1a}), la rigidez post fluencia (K_{2a}), la fuerza de fluencia (F_{ya}), la fuerza histeretica (Q_a) del aislador y la fuerza máxima (F_{maxa}) del aislador. En la Figura N°8 se muestra el comportamiento de los aisladores elastoméricos tipo LRB, donde se puede apreciar dos curvas. La curva de color rojo, representa el comportamiento real de estos dispositivos, mientas que la curva de color verde representa el modelo bilineal de los aisladores LRB, en el cual se tiene una aproximación muy parecida al comportamiento real.

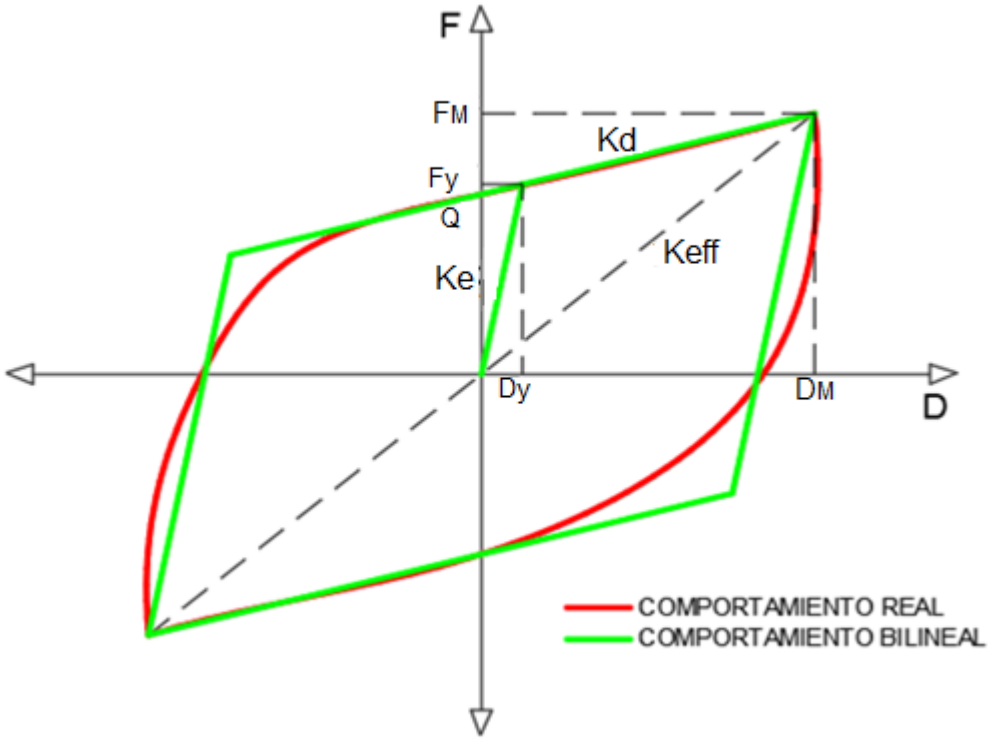


Figura 8. Idealización de los comportamientos real y bilineal de los aisladores LRB.

Del modelo bilineal se plantean las ecuaciones desde (0-2) al (0-9) . Para generar la curva bilineal se debe conocer primero la rigidez post fluencia K_d y la fuerza histerética Q, para luego poder determinar los demás parámetros.

$$K_e = 10K_d \quad (0\text{-}2)$$

$$Q = \sigma_{yp}\, A_p \quad (0\text{-}3)$$

$$F_y = \frac{QK_e}{K_e - K_d} \quad (0\text{-}4)$$

$$D_y = \frac{F_y}{K_e} \quad (0\text{-}5)$$

$$F_M = Q + K_d D_M \quad (0\text{-}6)$$

$$K_{eff} = \frac{F_M}{D_M} \quad (0\text{-}7)$$

$$E_{ciclo} = 4Q(D_M - D_y) \quad (0\text{-}8)$$

$$\beta eff = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{E_{ciclo}}{K_{eff} {D_M}^2}\right) \quad (0\text{-}9)$$

2.3.3 Aisladores Deslizantes

También son conocidos como deslizadores. Consisten en un disco hecho de Polietra fluoroetileno (teflón) que se desliza sobre otra superficie de acero, deslizándose entre sí con bajo coeficiente de fricción, permitiendo movimientos horizontales y una gran capacidad de resistencia ante cargas verticales. La fabricación de estos deslizadores puede ser fabricado con o sin refuerzo (ver Figura N°9).

Según la Cámara Chilena de la Construcción (2011), el uso de aisladores deslizantes está acompañado de disipadores de energía adicionales o aisladores elastoméricos de alto o bajo amortiguamiento con el fin de prevenir deformaciones residuales luego de un evento sísmico. La combinación de estos sistemas facilita el ahorro financiero del sistema de asilamiento para no aumentar su rigidez y amortiguamiento.

Figura 9. Apoyo deslizante.

2.3.3.1 Comportamiento y Propiedades de los Aisladores Deslizantes

Este tipo de Deslizadores tienen sus superficies en contacto, permitiendo así la disipación de energía. Su comportamiento depende básicamente de su coeficiente de fricción que presentan en el material producto del Polietra fluoroetileno. Además, solo presentan rigidez efectiva inicial elástica.

De la Figura N°10, la curva de color rojo, representa el comportamiento real de estos dispositivos, mientas que la curva de color verde representa el modelo bilineal de los deslizadores el cual tiene una aproximación muy parecida al comportamiento real.

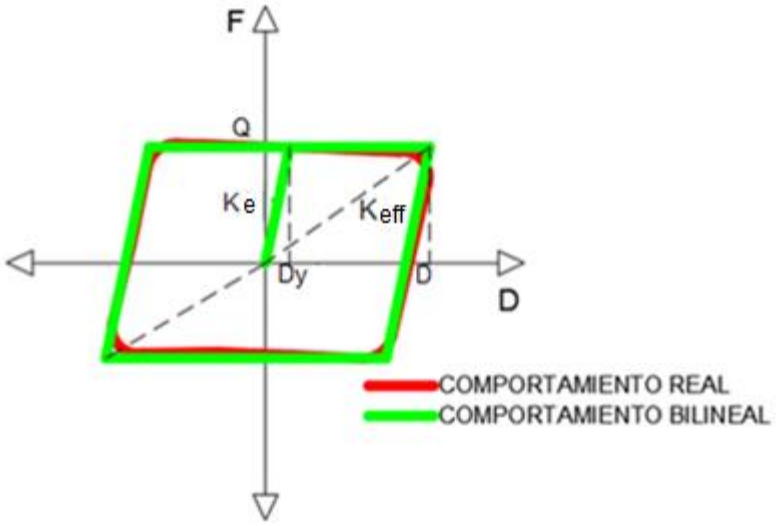


Figura 10. Idealización de los comportamientos real y bilineal del deslizador plano.

Del modelo bilineal se plantea la ecuación (0-10) . La fuerza de histéresis (Q) está en función de la rigidez inicial del deslizador (K_e) y de la deformación por fluencia (D_y). Además dicha fuerza también se puede calcular como el producto de la rigidez efectiva del deslizador K_{eff} y el desplazamiento máximo en el deslizador Dm el cual se muestra en la ecuación (0-11) . En tal sentido la deformación por fluencia D_y se puede calcular en función de la rigidez efectiva del deslizador K_e, la rigidez inicial K_e y el desplazamiento máximo en el deslizador D_M, obteniendo la ecuación (0-12).

$$Q = K_e D_y \quad (0\text{-}10)$$

$$Q = K_{eff} D_M \quad (0\text{-}11)$$

$$D_y = \frac{K_{eff} D_M}{K_e} \quad (0\text{-}12)$$

2.3.4 Modelos de un edificio aislado

2.3.4.1 Modelo de un grado de libertad

Ante un evento sísmico en un edificio aislado, los desplazamientos de entrepisos en la superestructura son muy pequeños en comparación con los desplazamientos del sistema de aislamiento, de tal forma que se puede considerar para un prediseño un análisis de un grado de libertad.

De acuerdo con Zanelli (2019), este modelo consiste en la consideración de que la rigidez de la superestructura ks es infinita en comparación con la rigidez del sistema de aislamiento k_M. Es tal sentido, la superestructura se comporta como un cuerpo rígido y el desplazamiento de la plataforma de aislamiento es el mismo que el desplazamiento de la azotea.

La Figura N°11 muestra el modelo de un grado de libertad de un edificio aislado en la base, el cual solo tiene un modo de vibración. Donde ms es la masa de la superestructura, m_M es la masa del sistema de aislamiento, C_M es el amortiguamiento del sistema de aislamiento y ξ_M es el porcentaje de amortiguamiento crítico.

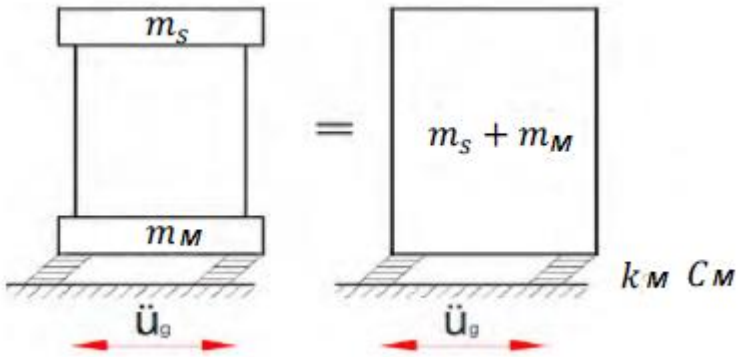


Figura 11. Idealización del modelo de un grado de libertad.

De este modelo, se puede estimar el periodo fundamental del edificio aislado T_M y el coeficiente de amortiguamiento C_M, de la siguiente manera:

$$T_M = 2\pi\sqrt{\frac{m_s + m_M}{K_M}} \quad (0\text{-}13)$$

$$C_M = 2\xi_M\sqrt{(m_s + m_M)K_M} \quad (0\text{-}14)$$

Lo recomendable para iniciar un análisis con sistema de aislamiento en la base es asumir un periodo T_M menor a cinco segundos, para evitar tener dispositivos muy flexibles debido a que todavía no se cuentan con estudios suficientes con dispositivos de periodos muy largos.

2.3.4.2 Modelo de dos grados de libertad

El modelo de 2 grados de libertad fue desarrollado por Naeim y Kelly, y publicado en el libro “Design of Seismic Isolated Structures from Theory to Practice” el año 1999.

Según Zanelli (2019), se relaciona con presentar el grado de libertad de la plataforma de aislamiento y azotea. La Figura N°12 muestra el modelo de dos grados de libertad de un edificio aislado en la base, el desplazamiento del sistema de aislamiento Vb y de la azotea Vs, y la deformada ante la aceleración del suelo $\ddot{ug}$. Donde ms es la masa de la superestructura, mb es la masa del sistema de aislamiento, ks es la rigidez de la superestructura, Cs es el amortiguamiento de la superestructura, kb es la rigidez del sistema de aislamiento y Cb es el amortiguamiento del sistema de aislamiento.

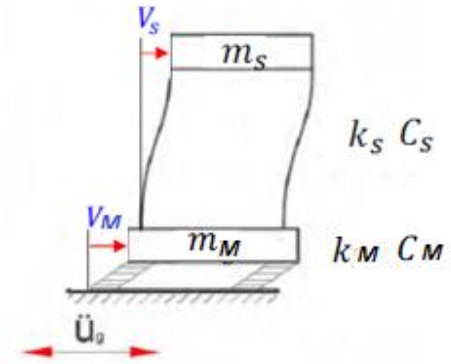


Figura 12. Idealización del modelo de dos grados de libertad.

En el grafico anterior, la estructura se somete a una aceleración en la base $\ddot{ug}$, teniendo como ecuación de equilibrio la ecuación (0-15) en función de las matrices de masa $\underline{M}$, de amortiguamiento $\underline{C}$, de rigidez $\underline{K}$ y desplazamiento $\underline{V}$. Además, el vector $\underline{r}$ indica la dirección de la aceleración en la base $\ddot{ug}$.

$$\underline{M}\ddot{V} + \underline{C}\,\dot{V} + \underline{KV} = -\underline{M}\,\underline{r}\,\ddot{u}g \quad (0\text{-}15)$$

$$\underline{M} = \begin{pmatrix} m_s & m_s \\ m_s & m_s + m_M \end{pmatrix} \quad (0\text{-}16)$$

$$\underline{C} = \begin{pmatrix} C_s & O \\ O & C_M \end{pmatrix} \quad (0\text{-}17)$$

$$\underline{K} = \begin{pmatrix} K_s & O \\ O & K_M \end{pmatrix} \quad (0\text{-}18)$$

$$r = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (0\text{-}19)$$

En el caso de vibración sin amortiguamiento la ecuación de equilibrio dinámico queda simplificada a la ecuación (0-20). Resolviendo mediante las ecuaciones (0-21) y (0-22) y reemplazando en la ecuación (0-20), se obtiene la ecuación (0-23).

$$\underline{M\ddot{V}} + \underline{K}\,\underline{V} = 0 \quad (0\text{-}20)$$

$$\underline{V} = A\sin(\omega t)\emptyset \quad (0\text{-}21)$$

$$\underline{\ddot{V}} = -w^2 A\sin(\omega t)\emptyset \quad (0\text{-}22)$$

$$\left(\underline{K} - \omega^2\underline{M}\right)\emptyset = 0 \quad (0\text{-}23)$$

La ecuación (0-23) solo podrá tener una solución, si es que el determinante de la matriz se considera nulo; es decir, cero, tal cual se evidencia en las ecuaciones (0-24) y (0-25).

$$\left\|\underline{K} - \omega^2\underline{M}\right\| = 0 \quad (0\text{-}24)$$

$$\begin{Vmatrix} ks - \omega^2 m_s & -\omega^2 m_s \\ -\omega^2 m_s & k_M - \omega^2(m_s + m_M) \end{Vmatrix} = 0 \quad (0\text{-}25)$$

Se reemplazan los términos de la ecuación (0-25) por los nuevos factores λ, γ y ϵ según las ecuaciones (0-26) , (0-27) y (0-28).

$$\lambda = \omega^2 \quad (0\text{-}26)$$

$$\gamma = \frac{m_s}{m_s + m_M} \quad (0\text{-}27)$$

$$\epsilon = \left(\frac{T_s}{T_M}\right)^2 \quad (0\text{-}28)$$

Se obtiene la ecuación cuadrática (0-29) luego de desarrollar el determinante con los nuevos factores cuyas raíces se muestran en la ecuación (0-30). Considerando valores pequeños del término ϵ debido a la división de periodos. Las raíces pueden simplificarse a las ecuaciones (0-31) y (0-32). Donde la primera λ_1 y la segunda raíz λ_2 corresponden al primer y al segundo modo de vibración, respectivamente. Se aprecia que el primer modo de vibración está gobernado por la frecuencia natural de vibración del edificio aislado ω_M, mientras que el segundo modo de vibración está gobernado por la frecuencia natural de vibración del edificio de base fija ωs.

$$\frac{1-\gamma}{{\omega_s}^2}\lambda^2 - (1+\epsilon)\lambda + {\omega_M}^2 = 0 \quad (0\text{-}29)$$

$$\lambda_{1,2} = \frac{(1+\epsilon) \pm \sqrt{(1+\epsilon)^2 - 4(1-\gamma)\epsilon}}{2(1-\gamma)}{\omega_s}^2 \quad (0\text{-}30)$$

$$\lambda_1 = {\omega_1}^2 = (1-\epsilon\gamma){\omega_M}^2 \quad (0\text{-}31)$$

$$\lambda_2 = {\omega_2}^2 = (\frac{1+\epsilon\gamma}{1-\gamma}){\omega_s}^2 \quad (0\text{-}32)$$

Sabiendo que la frecuencia angular de cada modo ω_i multiplicado por su respectivo periodo T_i da como resultado 2π, se tiene como resultado los siguientes periodos con sus respectivas formas de modo:

$$T_1 = T_M \frac{1}{\sqrt{1-\epsilon\gamma}} \quad (0\text{-}33)$$

$$T_2 = T_s \sqrt{\frac{1-\gamma}{1+\epsilon\gamma}} \quad (0\text{-}34)$$

$$\emptyset_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ \epsilon \end{pmatrix} \quad (0\text{-}35)$$

$$\emptyset_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ -\frac{1}{\gamma}[1-(1-\gamma)\epsilon] \end{pmatrix} \quad (0\text{-}36)$$

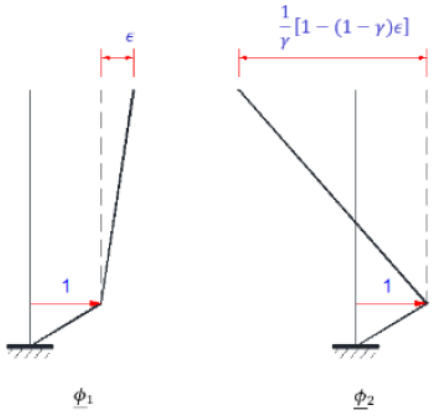


Figura 13. Modos de vibración del modelo de dos grados de libertad.

2.3.5 Métodos de análisis sísmico

De acuerdo con lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.031, los métodos de análisis para diseñar sísmicamente un edificio aislado son los siguientes:

2.3.5.1 Análisis estático o de las fuerzas equivalentes

Este procedimiento consiste en calcular desplazamientos traslacionales laterales del edificio aislado en función de la aceleración y amortiguamiento del sistema. Luego se calcula el periodo de la estructura en función al peso del edificio y su rigidez efectiva. Además se calcula el desplazamiento total el cual considera los efectos de torsiones reales y accidentales. Finalmente se calculan las fuerzas laterales las cuales van a ser aplicadas a cada entrepiso del edificio aislado y en el sistema de aislamiento tal como se muestra en la Figura N°14.

Para realizar este método, se debe cumplir que el edificio a diseñar cumpla con los requerimientos estipulados en el artículo 17 de la norma E.031, en caso no cumpla se procederá a realizar otro método de análisis.

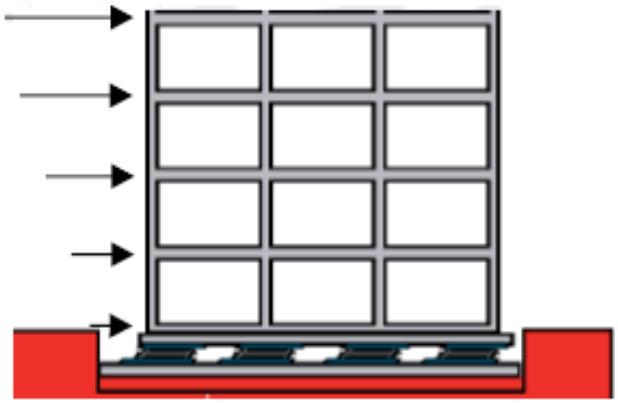


Figura 14. Distribución de las fuerzas laterales en el edificio aislado.

2.3.5.2 Análisis dinámico modal espectral

Pretende comprender las respuestas del edificio por medio de un espectro de pseudo-aceleración. De igual forma, en el análisis estático, la Norma E.031, establece condiciones que el edificio debe cumplir para que se pueda aplicar el análisis previamente mencionado. Para ello, el amortiguador modal no puede ser mayor que el efectivo o no puede ser superior al 30% del crítico; ya que debe resaltar el menor. Los valores designados en el amortiguador modal tienen que ser consistentes para que puedan corresponder a la base fija. Este análisis tiene que emplear la totalidad del espectro en el aspecto de análisis, así mismo, solo debe emplear el 30% con relación a la dirección perpendicular, ya que en cada una de las direcciones de análisis, el movimiento del sistema de aislamiento se tiende a hallar como la suma vectorial de ambos movimientos ortogonales.

2.3.5.3 Análisis dinámico tiempo historia no lineal

Este puede ser usado en el proyecto estructural de todo edificio, pero solo puede ser aplicado si es que el edificio no cumple con los criterios validados en el análisis dinámico modal espectral y en la Norma E.031. De igual manera, los resultados empleados en el diseño no deberán ser inferiores a los obtenidos en este análisis. La solicitación sísmica se define como el conjunto de siete registros sísmicos que tienen que ser seleccionados según la Norma E.030. Todos los elementos del registro tienen que ser aplicados de forma simultánea al modelo, llegando a considerar a la excentricidad de masa más desfavorable. La suma entre vectores

de los desplazamientos ortogonales permite calcular el desplazamiento máximo del sistema de aislamiento. Así mismo, los parámetros tienen que ser calculados en los indicadores sísmicos y debe ser aplicado el promedio para el diseño. En zonas que se encuentren cerca de fallas geológicas, es importante que se considere la rotación y orientación de cada componente horizontal.

2.3.5.4 Fast Nonlinear Analysis (FNA)

Según Chopra (2014), la respuesta dinámica tiempo historia de una estructura de un grado de libertad con masa (m), amortiguamiento (c) y rigidez (k) sometida a la aceleración del suelo ($\ddot{u}_g$) se representa según la ecuación (0-37).

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = -m\ddot{u}_{g(t)} \quad (0\text{-}37)$$

Al resolverla se puede obtener las aceleraciones ($\ddot{u}$), velocidades ($\dot{u}$) y desplazamientos (u) de la estructura. Sin embargo esta ecuación no es fácil de resolver, por ello existen formas de resolución a través de métodos numéricos, como lo son el método de la diferencia central y el método de Newmark, que permiten obtener los resultados para diferentes instantes de tiempo.

Es por ello que programas de análisis computacional como ETABS de la empresa Computer & Structure, Inc (CSI) dentro de su Manual de Análisis de Referencia (2017) utiliza la ecuación (0-38) para resolver una estructura de varios grados de libertad, donde M es la matriz de masa diagonal, C es la matriz de amortiguamiento, K es la matriz de rigidez y $R_{(t)}$ es el vector de carga aplicada en la estructura.

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = R_{(t)} \quad (0\text{-}38)$$

Al analizar un edificio con un sistema de aislamiento en la base, la ecuación (0-38) se puede simplificar utilizando el método denominado Fast Nonlinear Analysis (FNA) propuesto por Wilson (1993). Este método es eficiente para sistemas estructurales que son principalmente elásticos lineales y la mayor parte de la no linealidad está restringida a los elementos no lineales como por ejemplo los aisladores. Es por ello que con el método FNA se obtiene la ecuación (), en donde

$R_{N(t)}$ representa el vector de fuerzas de los grados de libertad no lineales en los nudos u apoyos donde son aplicados.

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku + R_{N(t)} = R_{(t)} \quad (0\text{-}39)$$

La eficiencia de este método se debe en gran medida a la separación del vector fuerza de los grados no lineales de la matriz de rigidez elástica y de la matriz de movimiento amortiguada. Con esta separación se resuelve de una manera más rápida la ecuación dinámica no lineal, satisfaciendo las relaciones de equilibrio, fuerza- deformación y compatibilidad.

2.4 Sistemas con disipadores de energía

2.4.1 Principios fundamentales

Al igual que los aisladores de base, los disipadores de energía son dispositivos pasivos que tienen como función brindar una reducción de la energía y mejor desempeño a las estructuras que cuenten con este tipo de sistema. A diferencia de los aisladores de base que son instalados por debajo de la estructura, los disipadores de energía se conectan en el interior de la estructura y tienen como función disminuir las amplitudes de desplazamiento y disipar energía sísmica ante la presencia de un movimiento horizontal como es el sismo. Otra de las diferencias que se puede encontrar con los aisladores es que estos dispositivos no soportan el peso de la edificación y por lo tanto pueden ser más sencillos, económicos y de menor tamaño. En la Figura N°15, se muestra el uso de disipadores de energía dentro de una estructura, donde se aprecia que está conectada de manera directa con el sistema estructural tipo pórtico y que no soporta el peso propio de la misma.

Figura 15. Colocación de disipadores de energía en un edificio en México.

2.4.2 Disipadores por Plastificación de Metales

Este tipo de disipadores brindan una importante disipación de energía bajo la acción de una carga lateral, como la generada por el sismo, gracias a la deformación inelástica del material. “En general su comportamiento es modelado a partir de curvas fuerza-desplazamiento y la energía que disipan se cuantifica a partir de los ciclos de histéresis característicos del dispositivo” (Genatios, 2016, p118).

Dentro de los disipadores metálicos más comunes se tienen a los dispositivos TADAS (Triangular Added Damping and Stiffnes), los dispositivos ADAS (Added Damping and Stiffness), las barras BRB (Buckling Restrained Brace) y los dispositivos SLB (Shear Link Bozzo).

2.4.2.1 Comportamiento y Propiedades de los disipadores SLB

Los disipadores SLB están conformados por una plancha metálica con ventanas que son áreas fresadas transversales en la parte central y una placa endentada

en uno de los extremos del disipador. Este tipo de disipador se une a la estructura de tal manera que no permite carga axial debido a la conexión endentada. En la Figura N°16 se puede ver un tipo de disipador SLB conectada a dos tubos metálicos en forma de Chevron; esta imagen pertenece al proyecto de la Universidad Católica Santa María ubicada en el departamento de Arequipa.

Los disipadores SLB le proporcionan rigidez a la estructura, por lo que en caso de un sismo severo, los disipadores incursionan en el rango no lineal, bajo el riesgo de deformarse pero no de ser dañados gravemente. Además, para determinar su eficiencia, deben de cumplir con los siguientes criterios: Capacidad para disipar energía, facilidad para ser reemplazados si es que se ha sufrido de daño después de movimientos sísmicos, durabilidad, economía, fiabilidad y mantenimiento (Aguiar, et al., 2016, p. 128). Conforme lo expuesto por Talavera (2017) el primer edificio construido en el Perú con sistema de disipadores de energía SLB fue el casino Mubarak mostrado en la Figura N°17, el cual fue expuesto en el Congreso Nacional de Iquitos el mismo año.

Figura 16. Conexión de dispotivo Shear Link Bozzo en dos tubos diagonales tipo Chevron.

Figura 17. Casino Mubarak, primer edificio en el Perú reforzado con disipadores Shear Link Bozzo.

De acuerdo con Bozzo (2019), los disipadores SLB concentran la demanda de ductilidad a través de las conexiones fabricadas industrialmente y con propiedades mecánicas definidas. Estas trabajan en función de los desplazamientos y no con la velocidad como lo hacen los disipadores del tipo fluido viscoso.

La forma de aplicación de estos dispositivos dentro de una estructura puede darse a través de muros desacoplados, que tienen como característica brindar la necesaria rigidez lateral a la estructura sin transmitir carga axial, lo cual implica que los muros no empiecen necesariamente desde la cimentación. La otra forma también común usada es la distribución con diagonales tipo Chevron. Ambos casos se ven en la Figura N°18, y muestran cómo se pueden aplicar en los diferentes edificios que requieran mejorar su desempeño estructural con la ayuda de estos dispositivos.

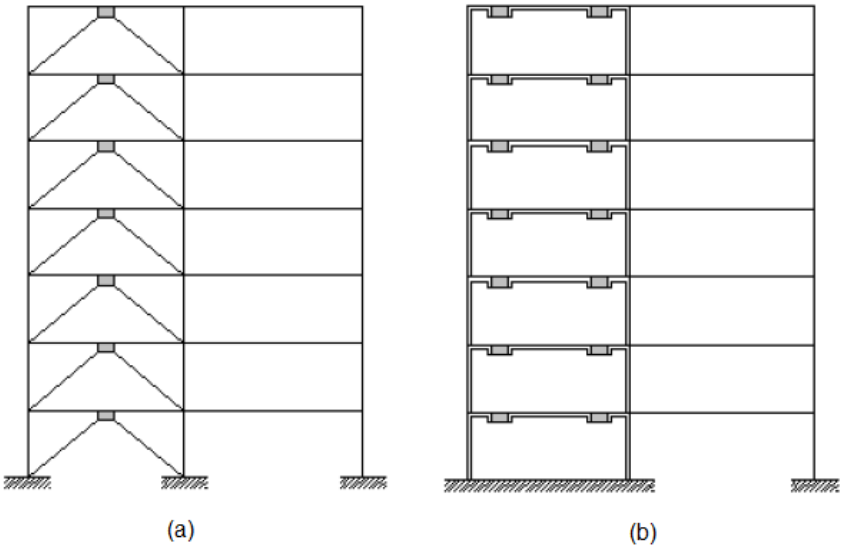


Figura 18. Distribución de los disipadores Shear Link Bozzo en diagonales (a) y muros desacoplados (b).

El acero con el cual son realizados los disipadores SLB es del tipo ASTM A36, el cual posee un esfuerzo a la fluencia Fy=2530 kg/cm^2. Las longitudes de estos dispositivos varían desde los 60mm hasta los 500mm y posee una altura estándar de 235mm, el cual comprende 80mm de altura de conexión con placa dentada o “almenada” siendo la encargada de que no se transmita carga axial a los elementos estructurales, y una altura de 155mm proveniente del disipador SLB propiamente dicho (Figura N°19).

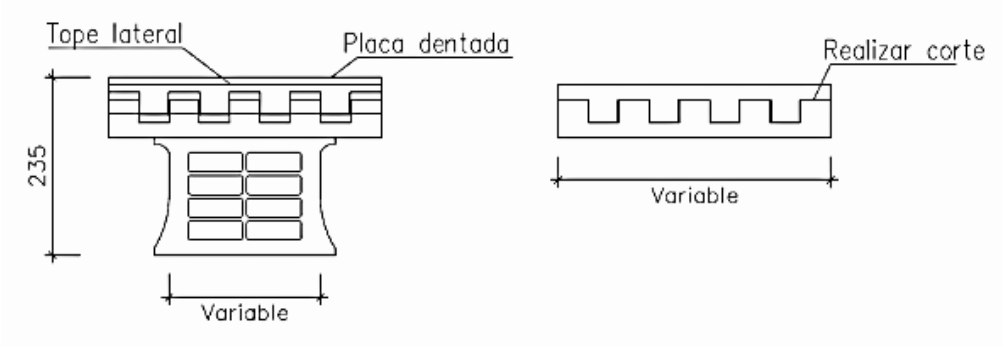


Figura 19. Vista en elevación y planta de un disipador Shear Link Bozzo.

Estos dispositivos poseen una tabla de diseño, la cual se muestra en la Tabla N°1. Estos resultados se obtuvieron después de varios ensayos realizados a lo largo del tiempo en estos disipadores sísmicos. Los valores que se encuentran son la rigidez inicial (K_1), la rigidez postplastificación (K_2), la fuerza de fluencia (Fy), y la fuerza máxima que alcanza este dispositivo ($F_{máx}$). La leyenda de las propiedades geométricas del disipador se puede apreciar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde ev es el espesor de la ventana en mm, ed es el espesor de la plancha del disipador en mm y x es el ancho del disipador en cm. Así por ejemplo si uno va a la Tabla N°2 y escoge el disipador SLB2 6_2, significa que el ancho del dispositivo es de 6cm, el espesor de su ventana es de 2.00mm y es espesor de la plancha es de 19.00mm. Además de acuerdo con Bozzo (2019), los desplazamientos máximos recomendables para los disipadores SLB deberán ser menores que 30mm, para así evitar algún tipo de daño en el dispositivo sísmico, recomendando un Análisis No Lineal Tiempo Historia para poder revisar que los desplazamientos promedios en cada uno de los dispositivos con los registros sísmicos asignados no superen los valores anteriores.

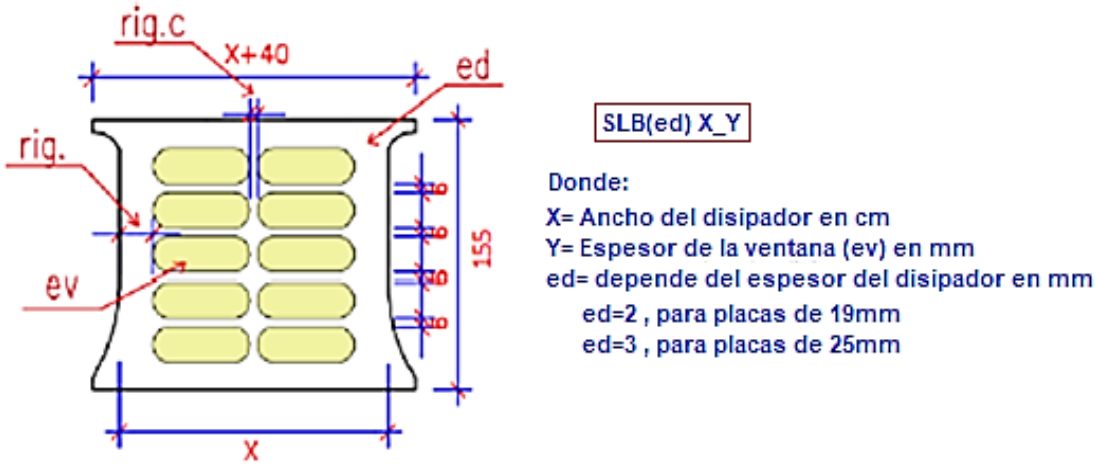


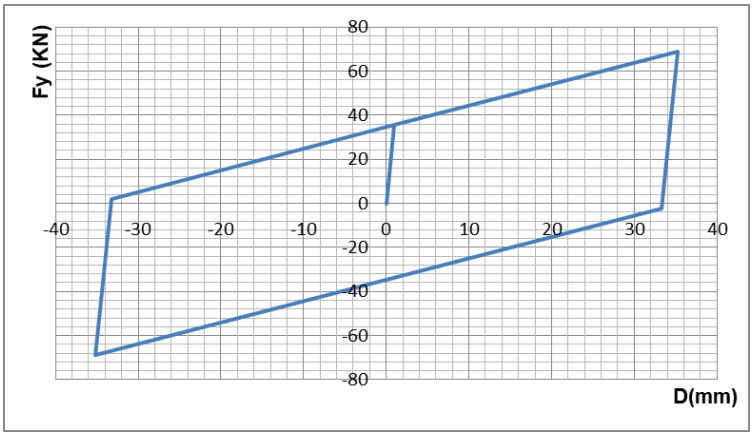
Figura 20. Leyenda de la geometría de un disipador Shear Link Bozzo.

Tabla 1. Parámetros de diseño para los disipadores SLB.

PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LOS DISIPADORES SHEAR LINK BOZZO										
DISPOSITIVO	PROPIEDADES GEOMÉTRICAS				PROPIEDADES MECÁNICAS					
	ed (mm)	er1 (mm)	er2 (mm)	ev (mm)	Rigidez inicial K_1 (KN/cm)	Rigidez post-plastificación K_2 (KN/cm)	Desplaz. de plastificación D_y (mm)	Fuerza de plastificación F_y (KN)	Fuerza máxima $F_{MÁX}$ (KN)	Energía disipada E_D (KN.cm)
SLB2 6_2	19.00	13.00	-	2.00	363.33	9.75	0.98	35.60	69.01	87.08
SLB2 6_3 *	19.00	13.00	-	3.00	397.80	10.75	1.03	41.00	79.21	99.25
SLB2 6_4 *	19.00	13.00	-	4.00	421.73	11.65	1.06	44.90	88.58	108.31
SLB2 6_5 *	19.00	13.00	-	5.00	439.60	12.78	1.08	47.40	96.67	115.18
SLB2 8_2	19.00	15.00	-	2.00	592.87	13.86	0.81	48.10	92.76	119.78
SLB2 8_3 *	19.00	15.00	-	3.00	676.27	15.38	0.86	58.00	107.57	141.77
SLB2 8_4 *	19.00	15.00	-	4.00	737.00	16.28	0.90	66.30	120.87	159.39
SLB2 8_5 *	19.00	15.00	-	5.00	784.27	17.43	0.93	72.70	133.29	173.71
SLB2 10_2	19.00	20.00	-	2.00	893.40	19.15	0.76	68.00	128.71	168.89
SLB2 10_3	19.00	20.00	-	3.00	1039.13	21.57	0.78	81.10	148.63	198.84
SLB2 10_4 *	19.00	20.00	-	4.00	1149.53	22.96	0.81	93.00	166.26	224.54
SLB2 10_5 *	19.00	20.00	-	5.00	1237.80	14.93	0.91	112.20	182.26	246.55
SLB2 15_2	19.00	20.00	-	2.00	1571.47	31.17	0.65	101.80	199.61	258.66
SLB2 15_3	19.00	20.00	-	3.00	1961.47	37.36	0.64	126.10	240.45	318.16
SLB2 15_4	19.00	20.00	-	4.00	2290.27	42.03	0.65	149.70	276.57	373.16
SLB2 15_5	19.00	20.00	-	5.00	2575.60	45.69	0.67	172.50	310.13	424.52
SLB2 20_2	19.00	25.00	5.00	2.00	2073.33	37.83	0.60	124.60	243.14	316.64
SLB2 20_3	19.00	25.00	5.00	3.00	2630.13	46.27	0.60	156.90	298.30	396.26
SLB2 20_4	19.00	25.00	5.00	4.00	3105.53	53.03	0.61	188.30	348.53	470.63
SLB2 20_5	19.00	25.00	5.00	5.00	3520.20	58.63	0.62	218.40	395.71	540.18
SLB3 25_2	25.00	30.00	5.00	2.00	3214.07	58.98	0.61	194.80	383.50	494.69
SLB3 25_3	25.00	30.00	5.00	3.00	4046.67	70.69	0.59	238.20	457.15	602.54
SLB3 25_4	25.00	30.00	5.00	4.00	4783.20	81.04	0.58	279.60	526.49	703.70
SLB3 25_5	25.00	30.00	5.00	5.00	5447.47	90.85	0.59	319.00	592.39	799.88
SLB3 25_6	25.00	30.00	5.00	6.00	6064.13	99.65	0.59	357.10	655.63	891.48
SLB3 25_7	25.00	30.00	5.00	7.00	6644.13	107.41	0.59	394.50	716.83	979.51
SLB3 25_8	25.00	30.00	5.00	8.00	7191.47	114.57	0.60	430.70	776.40	1064.12
SLB3 25_9	25.00	30.00	5.00	9.00	7711.07	120.73	0.60	466.40	834.90	1145.71
SLB3 30_2	25.00	30.00	5.00	2.00	3666.73	64.22	0.58	212.10	415.33	539.19
SLB3 30_3	25.00	30.00	5.00	3.00	4717.00	78.76	0.56	265.70	507.23	672.79
SLB3 30_4	25.00	30.00	5.00	4.00	5661.33	92.21	0.56	316.90	594.62	799.16
SLB3 30_5	25.00	30.00	5.00	5.00	6525.67	104.99	0.56	366.10	678.62	920.34
SLB3 30_6	25.00	30.00	5.00	6.00	7336.60	116.45	0.56	414.20	759.77	1036.63
SLB3 30_7	25.00	30.00	5.00	7.00	8106.07	126.92	0.57	461.30	838.79	1149.06
SLB3 30_8	25.00	30.00	5.00	8.00	8840.00	135.98	0.57	508.00	915.50	1257.99
SLB3 30_9	25.00	30.00	5.00	9.00	9542.20	145.74	0.58	552.50	992.12	1363.85
SLB3 40_2	25.00	30.00	5.00	2.00	4571.07	76.44	0.54	248.30	482.60	634.54
SLB3 40_3	25.00	30.00	5.00	3.00	6043.67	97.23	0.53	321.00	609.64	817.79
SLB3 40_4	25.00	30.00	5.00	4.00	7393.67	116.17	0.53	391.60	732.20	993.03
SLB3 40_5	25.00	30.00	5.00	5.00	8650.00	133.79	0.53	460.80	851.48	1162.82
SLB3 40_6	25.00	30.00	5.00	6.00	9843.00	149.92	0.54	528.70	967.95	1327.13
SLB3 40_7	25.00	30.00	5.00	7.00	10988.00	165.19	0.54	595.40	1082.30	1487.36
SLB3 40_8	25.00	30.00	5.00	8.00	12091.27	179.81	0.55	660.90	1195.00	1643.93
SLB3 40_9	25.00	30.00	5.00	9.00	13156.07	194.00	0.55	725.10	1306.30	1797.11
SLB3 50_2	25.00	30.00	5.00	2.00	5479.60	88.67	0.52	284.90	551.27	730.67
SLB3 50_3	25.00	30.00	5.00	3.00	7367.13	114.64	0.51	377.50	713.65	963.00
SLB3 50_4	25.00	30.00	5.00	4.00	9116.00	138.30	0.51	468.10	871.40	1186.77
SLB3 50_5	25.00	30.00	5.00	5.00	10759.13	160.81	0.52	557.00	1025.70	1404.77
SLB3 50_6	25.00	30.00	5.00	6.00	12328.87	181.80	0.52	644.40	1177.30	1616.83
SLB3 50_7	25.00	30.00	5.00	7.00	13844.20	202.03	0.53	730.30	1326.80	1824.36
SLB3 50_8	25.00	30.00	5.00	8.00	15312.67	221.80	0.53	814.70	1474.50	2028.05
SLB3 50_9	25.00	30.00	5.00	9.00	16737.00	241.37	0.54	897.70	1621.20	2228.51

De la tabla anterior, uno puede obtener una curva histeretica bilineal de un disipador SLB a partir de los parámetros mostrados. En el Gráfico N°1 se aprecia la curva de un disipador SLB2 6_2. De acuerdo con Bozzo (2016), la energía disipada por estos dispositivos es principalmente por corte pero según el ensayo de Instituto Sperimentale Modelli e Strutture (ISMES) donde se estudió el comportamiento del disipador ante cargas cíclicas, se apreció que también existe una energía disipada debido a la flexión. Esta última energía no se considera en la Tabla N°3 ya que se toma como un factor de seguridad de diseño. La Figura N°21 muestra la energía disipada por corte y por flexión típica de un dispositivo SLB.

Gráfico 1. Curva histerética bilineal de un disipador SLB2 6_2.



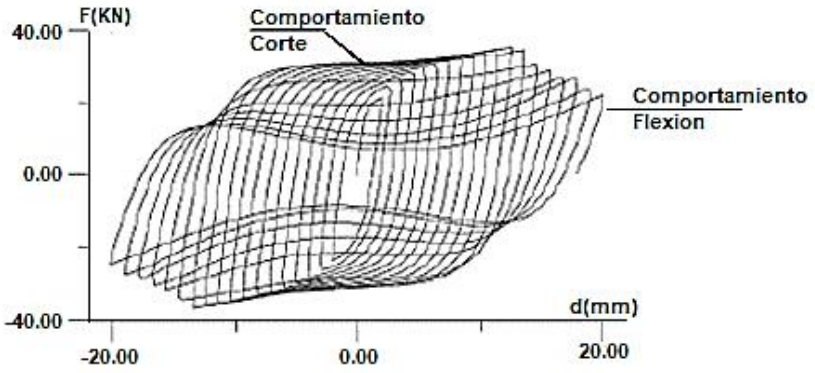


Figura 21. Curva histerética típica de un disipador SLB.

2.4.3 Métodos de análisis sísmico

Para analizar y diseñar edificaciones que contengan disipadores SLB se usa el método de análisis lineal a través de un análisis dinámico modal espectral y una verificación de los desplazamientos a través de un Análisis No Lineal Tiempo Historia.

2.4.3.1 Análisis dinámico modal espectral

A través de un espectro de respuesta, se determina la respuesta de las estructuras que tengan los disipadores Shear Link Bozzo (SLB). Estos se ingresan en el modelo estructural mediante elementos NLinks. Para seleccionar los dispositivos SLB, se deben utilizar dos métodos de prediseño, enfocados en el análisis modal espectral, los mismos que pueden sustituir procesos que son parte del análisis tiempo historia no lineal, generando un ahorro en el tiempo cómputo. No obstante, este prediseño tendrá que ser verificado por medio de un análisis no lineal. Los métodos son: iteración directa y de iteración inversa.

Método de Iteración Directa

Se relaciona con repetir de forma constante la elección de dispositivos a través de un análisis de tipo lineal. De este modo, los dispositivos asignados podrán actualizarse, de acuerdo con la fuerza cortante que se ha obtenido en cada una de las interacciones hasta que se establezca una relación D/C de 1.5 con la fuerza de fluencia del dispositivo (Bozzo L et all 2019).

Método de Iteración Inversa

La iteración inversa o método de la “fuerza fija”, es un procedimiento que a diferencia del método directo busca limitar la fuerza cortante en la selección de los disipadores (Bozzo et al 2019). Es decir, este método no requiere del análisis sísmico para seleccionar los dispositivos, pues, lo efectúa a partir de un cortante objetivo fijado por el diseñador El cortante objetivo deberá ser menor a la máxima capacidad resistente de los elementos que soportarán el disipador, y así evitar su falla antes que el dispositivo alcance su fuerza de corte máxima.

2.4.3.2 Análisis dinámico No Lineal Tiempo Historia

Este método sirve para verificar y controlar que los desplazamientos reales de los disipadores SLB cumplan con lo estipulado en las normas sísmicas peruanas. Se usa la misma metodología que en el análisis No Lineal Tiempo Historia de un edificio aislado, con la ayuda de espectros escalados cercanas en la zona o complementándolo con espectros artificiales por ejemplo con la ayuda del programa Sismo Match.

Así como en el caso de los aisladores, para realizar el ANLTH en el programa ETABS se utilizó el método FNA descrito en el capítulo 2.3.5.4.

Capítulo III: Metodología de trabajo y descripción de la edificación

3.1 Tipo y nivel de investigación

La investigación es descriptiva porque se relaciona con caracterizar un hecho específico, a causa de que se necesita de una descripción precisa sobre las condiciones del objeto que se está estudiando.

Según la finalidad que se ha proyectado, esta investigación es aplicada, ya que busca el uso o aplicación de todos los conocimientos que se han ido adquiriendo, para lograr alcanzar los objetivos que se han propuesto, así mismo, está sustentada en los resultados recolectados a lo largo de esta investigación.

3.2 Procedimiento de la investigación

Para que se pueda desarrollar este estudio se ha tenido que seleccionar una edificación de tres niveles correspondiente al bloque 5 del Hospital Materno Infantil en Juliaca (Puno), la misma que tendrá que ser analizada por un sistema estructural con aisladores de base LRB como es su sistema inicial, y otro con un sistema estructural con disipadores SLB para luego comparar los resultados de estos sistemas. En base a ello, analizaran los beneficios que brindan los sistemas antisísmicos. Posteriormente, se procederá a modelar la estructura por medio de un software, donde se analizará cada sistema, empleando las normas de los diseños de los sistemas estructurales. En primer lugar, se realizará el análisis de la estructura convencional, luego, se realizará el análisis del sistema con aisladores de base para obtener las propiedades lineales y no lineales de cada aislador, así como también de la misma forma se realizará el análisis del sistema con disipadores de energía.

Una vez analizados sísmicamente las edificaciones, se continuará con el diseño de los elementos estructurales de los sistemas estructurales.

Luego de que se hayan analizado las edificaciones, se continuara con el diseño de los elementos. Posteriormente, se preparará el presupuesto y los costos de ambos sistemas estructurales

3.3 Descripción de la edificación

3.3.1 Ubicación

La topografía, las vías y los accesos de este terrero se encuentran en la Urb. Municipal Taparachi (Juliaca - Puno).

Su acceso es por la Av. Héroes 4 de noviembre, dirigiéndose al óvalo cercano a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, y desviándose por la Circunvalación Sur hasta la Av. Egipto. Aproximadamente a 50 m., se ubica el terreno, donde se construirá el establecimiento de salud.

El edificio hospitalario que se usara en el análisis comparativo se encuentra dentro del Hospital Materno Infantil, que presenta los siguientes linderos:

- Por el frente: Con la Av. Egipto
- Por el lado derecho: Con el Jr. Las Piedras
- Por el lado izquierdo: Con el Jr. Pampamarca
- Por el fondo: Con el Jr. Mantaro

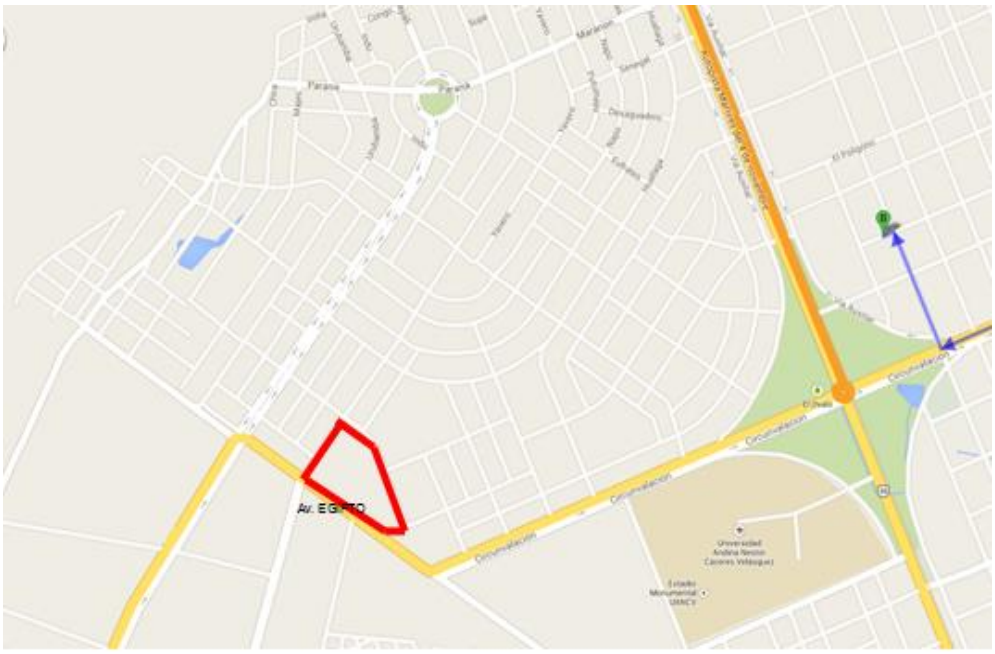


Figura 22. Delimitación del terreno donde se encuentra el edificio hospitalario.

3.3.2 Detalles del Edificio Hospitalario

El edificio hospitalario corresponde al bloque 5. Este edificio está conformado por tres niveles. En el primer nivel se encuentra el área de Anatomía Patológica, Nutrición y Lavandería. Los niveles siguientes están destinados íntegramente a zonas de hospitalización.

Figura 23. Vista en planta del bloque 5 a ser analizado.

Figura 24. Vista en elevación del Hospital Materno Infantil.

Capítulo IV: Análisis y diseño de la edificación con aisladores LRB

4.1 Consideraciones Generales

4.1.1 Estructuración

El edificio hospitalario correspondiente al Bloque 5, tiene como sistema estructural predominante el uso de pórticos de concreto armado en ambas direcciones debido a la incorporación de aisladores en la base. Usar un sistema de muros estructurales en edificios aislados podría ocasionar grandes tracciones en los dispositivos, motivo por el cual se optó por el uso de pórticos.

Las columnas tienen dimensiones de 50x120 cm, 50x50 cm, 40x120 cm y 30x145 cm. Existen dos tipos de peraltes en las vigas, se tienen de 30x80 cm las que están conformadas en todo el borde del edificio y las de 30x65 cm que están en el interior del edificio en ambas direcciones. El sistema de techado del edificio está compuesto por losas macizas armadas en dos sentidos de 17cm de espesor en todos los niveles.

Debido a una baja capacidad portante del terreno, se planteó el uso de una platea de cimentación uniforme de 80cm de espesor, la cual recibe todos los elementos estructurales verticales del edificio.

En todos los bloques los muros tabiques interiores no son solidarios estructuralmente con el sistema principal por lo que están separados de la estructura principal mediante juntas de 3.00cm y debidamente confinados con columnetas y viguetas de amarre.

Este bloque ya ha sido diseñado y construido en el año 2017, sin embargo la norma Técnica de Aislamiento E.031 salió en vigencia en el año 2019, motivo por el cual la finalidad de este capítulo consiste en volver a realizar el análisis y diseño utilizando un sistema de aislamiento de base para luego compararlo con un sistema de disipadores histeréticos tipo Shear Link Bozzo (SLB).

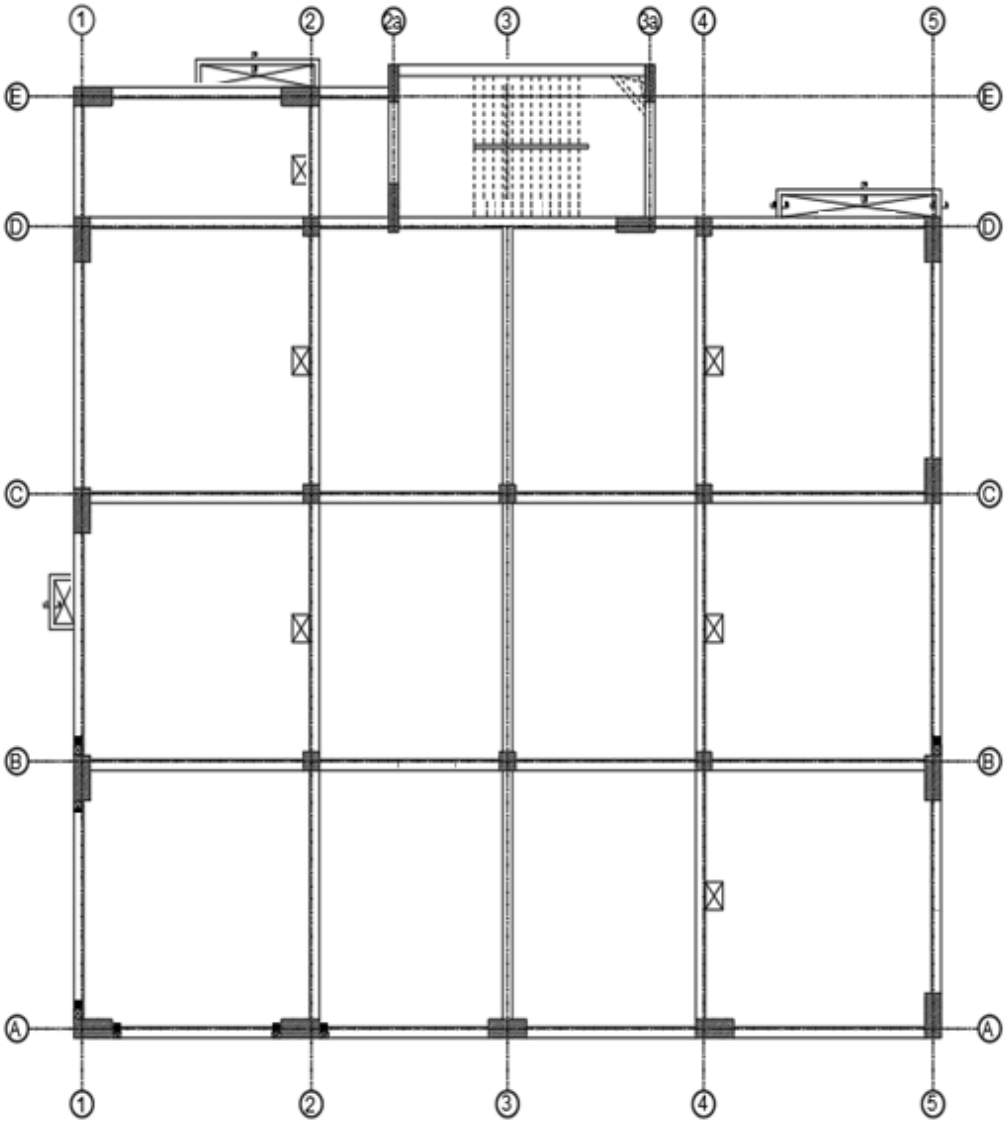


Figura 25. Vista en planta típica de la estructuración del edificio aislado.

4.1.2 Predimensionamiento de los elementos estructurales

4.1.2.1 Vigas

Para el predimensionamiento de vigas peraltadas, por lo general, se considera como regla práctica usar un peralte del orden del décimo hasta un doceavo de la mayor luz libre entre apoyos. Para el ancho o base de la viga se debe considerar una longitud no menor de 25 cm.

Resumiendo:

$$h \geq \frac{ln}{10-12} \qquad \text{(0-1)}$$

Dónde:

h: peralte de la viga

ln: luz libre de la viga

Para el edificio, se tienen los siguientes peraltes:

Tabla 2. Predimensionamiento de vigas peraltadas con mayores luces libres (ln).

Ejes	Luz libre ln(m)	H(m)=L/10	H(m)=L/12	H (m)	B(m)
E-2a y 3a	7.80	0.78	0.65	0.80	0.30
2- D y C	6.70	0.67	0.55	0.65	0.30

4.1.2.2 Columnas

Las columnas llegan a ser dimensionadas a través de la carga axial que pueden soportar. Por ejemplo, para las columnas que son rectangulares, los efectos de esbeltez suelen ser más graves, por tal motivo se sugiere emplear columnas que tengan espesores de 25 cm como mínimo.

De acuerdo con Blanco (1993), el predimensionamiento de las columnas se podrá realizar de las siguientes maneras:

- Para edificios que tengan muros de corte en las dos direcciones, tales que su resistencia y rigidez sean controlados por estos, las columnas se pueden dimensionar de la siguiente forma:

$$Area\ Columna = \frac{P(Servicio)}{0.45f'c} \qquad (0\text{-}2)$$

- Para el mismo tipo de edificio, el dimensionamiento de las columnas con menos carga axial, como es el caso de exteriores o esquineras, se podrá hacer con un área igual a :

$$Area\ Columna = \frac{P(Servicio)}{0.35f'c} \qquad (0\text{-}3)$$

De lo descrito anteriormente, se usará el dimensionamiento utilizando la ecuación (0-3), debido a que nuestro sistema estructural está conformado íntegramente por un sistema de pórticos de concreto armado con aislamiento en la base. Se presenta el predimensionamiento de la columna ubicada en la intersección de los ejes 2 y C.

Tabla 3. Predimensionamiento de la columna con mayor carga axial.

Número de pisos	Área Tributaria (m^2)	Peso Promedio (kg/m^2)	Carga Axial (kg)	Área calculada (m^2)	Área colocada (m^2)	Dimensiones (m)
3	48.42	1100	159786	0.217	0.250	0.50x0.50

4.1.2.3 Losas

Se considera para las losas macizas un espesor de 17cm, a modo de verificación se considera la recomendación que expresa lo siguiente: “El peralte de la losa podrá considerarse como 1/40 de la luz o al perímetro del paño divido entre 180”. Una manera más precisa de determinar el espesor de la losa es mediante la siguiente expresión (Cap. 9.6.3.3 Norma E-60)

$$h = \frac{\ln\left(0.8 + \frac{fy}{1400}\right)}{36 + 9\beta} \qquad (0\text{-}4)$$

$$h = \frac{\ln\left(0.8 + \frac{4200}{1400}\right)}{36 + 9\beta} = 0.166m$$

Tabla 4. Predimensionamiento de losa maciza bidireccional.

Tipo de losa	Lado 1	Lado 2	Perímetro	H(m)	Hf(m)
Sólida	7.15	7.10	28.50	0.158	0.170

4.1.3 Materiales

Se describirán las características de los materiales utilizados en el análisis y diseño del edificio con sistema de aislamiento usando aisladores LRB.

4.1.3.1 Concreto Armado

Se usaron distintos tipos de resistencia a la compresión (f’c) en cada uno de los elementos estructurales del edificio. A continuación, se describe cada uno de ellos:

- Muros de contención y losas de cimentación: f’c=280 kg/cm^2 con aditivo incorporador de aire.
- Columnas, Vigas y Losas: f’c=210 kg/cm^2 con aditivo incorporador de aire.
- Escaleras: f’c=210 kg/cm^2 con aditivo incorporador de aire.

- Sobrecimiento Corrido: f'c=140 kg/cm^2 + 25%PM
- Cimiento Corrido: f'c=100 kg/cm^2 + 30%PG
- Falsos cimientos y zapatas: f'c=100 kg/cm^2 + 30%PG
- Solado: f'c=100 kg/cm^2

El uso de aditivo incorporador de aire en los elementos estructurales con resistencia a la compresión mayores o iguales a 210 kg/cm^2, se debe a que en la zona de construcción la temperatura era muy baja y con ayuda de este aditivo se llenaba los poros del concreto para así evitar posibles fisuras o grietas producto del hielo y deshielo en el concreto.

4.1.3.2 Acero Corrugado

Las varillas de acero utilizadas en la construcción de estructuras de concreto armado, cumplirán los requisitos establecidos en los capítulos 7 y 8 de la norma E-060 para estructuras con concreto armado.
El acero será de calidad grado 60, con un esfuerzo límite de la fluencia (fy) igual a fy=4200 kg/cm^2.

4.1.3.3 Albañilería

Los muros tabiques del edificio están conformados por unidades de albañilería de arcilla las cuales tienes las siguientes propiedades físicas:

- Mortero: 1:4(Cemento-Arena)
- Resistencia compresión de la pila (f'm): 65 kg/cm^2
- Juntas: 1.5cm como máximo

4.1.4 Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y Cimentación

El suelo encontrado a nivel de cimentación predominantemente es arena limosa. Además se encontró un nivel freático a una profundidad de -2.00 m de acuerdo con el EMS adjunto en los anexos. Para el presente proyecto se recomienda cimentar a 2.20 m, de profundidad por debajo del nivel natural de terreno y en el nivel freático mínimo, a través de una losa de cimentación. En el presente caso, el perfil de suelo de cimentación es S_3 con un periodo de T_p=1.00s, T_l=1.60s y un factor de suelo de S_3=1.20 de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones. Se considerará una capacidad admisible de 1.00 kg/cm^2.

El cemento que se puede utilizar en el concreto de cimentación es el tipo I, esto según los análisis químicos. Por otro lado, para el diseño de calzaduras y muros de contención, se tendrá que emplear un valor equivalente de Ka=0.33 para el coeficiente de empuje.

4.1.5 Cargas consideradas en el Análisis Estructural

Las cargas empleadas para el análisis se ajustaron a la información proporcionada en los planos de arquitectura.

4.1.5.1 Carga Muerta

Para el análisis por carga muerta se consideró los siguientes pesos:

Peso Específico del Concreto:		2400	kg/m^3
Acabados	:	120	kg/m^2
Tabiquería	:	150	kg/m^2

4.1.5.2 Carga Viva

Para el análisis por carga viva se consideró las siguientes sobrecargas:

Zona de servicios:		300	kg/m^2
Corredores y escaleras	:	400	kg/m^2
Azotea:		150	kg/m^2

4.1.5.3 Carga Sísmica

Las cargas de sismo fueron determinadas de acuerdo a la norma de diseño sismorresistente E.030 y E.031 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.1.6 Procedimiento de diseño de un edificio aislado

El procedimiento de análisis y diseño de edificios con aislamiento sísmico es un proceso iterativo en el cual se deben verificar las derivas y aceleraciones objetivo, además, las condiciones que indica la Norma E.031; tales como la mínima fuerza de restitución, la fuerza mínima axial (tracción) y la fuerza máxima axial (compresión) que llega a cada dispositivo. Zanelli (2019), realizo un diagrama de flujo para el análisis y diseño de edificios con aislamiento de base.

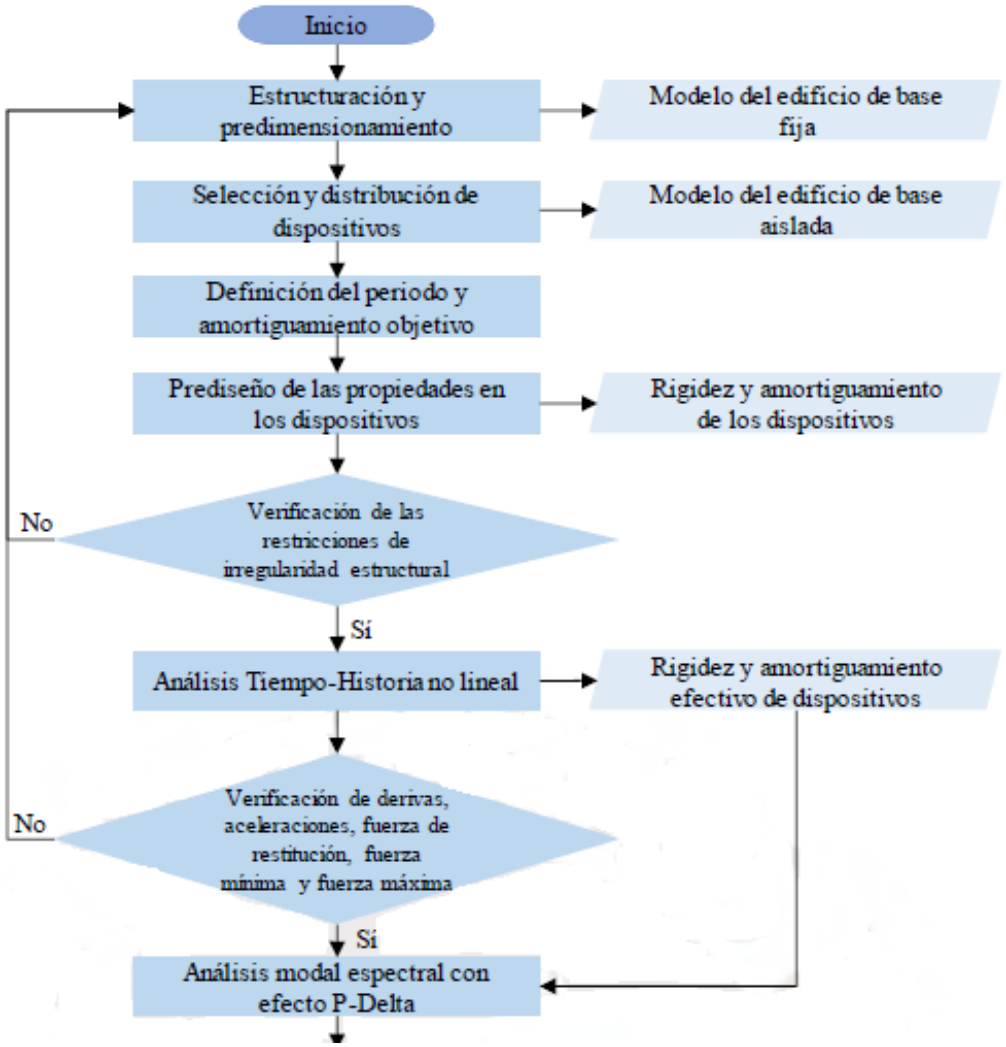


Figura 26. Diagrama de flujo del análisis y diseño de un edificio aislado.

4.2 Análisis convencional del edificio con base fija

De acuerdo con el procedimiento de diseño de un edificio con un sistema de aislamiento, es importante analizar el edificio con base fija. Para ello se realizará un análisis estático y dinámico en función del peso sísmico (P), la regularidad de la estructura y los parámetros sísmicos tal como lo establece la norma sismorresistente E.030.

4.2.1 Estimación del Peso

Se calcula el peso de la edificación a través de un metrado de cargas. Por tratarse de un edificio hospitalario, el peso será calculado con el total de la carga muerta más el 50% de la carga viva.

Tabla 5. Distribución por niveles del peso de la edificación.

PESO DEL EDIFICIO (t)			
Nivel	**CM**	**CV**	**CM+0.5CV**
3	540.76	112.41	596.97
2	648.60	199.30	748.25
1	648.60	199.30	748.25
		Peso Total (t)	**2093.46**

En función a los pesos de cada nivel, se obtienen también los pesos y masas de la superestructura (m_s) y del sistema de aislamiento (m_M), tal como se mostró en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**11.

Tabla 6. Distribución por niveles de la masa de la edificación.

Nivel	Peso (t)	Masa (t.s^2/m)	
3	596.97	60.85	**m_s= 213.40 t-s^2/m**
2	748.25	76.27	
1	748.25	76.27	
S. A	760.84	77.56	**m_M= 77.56 t-s^2/m**

4.2.2 Verificación de las irregularidades en la estructura

Las Tablas Nº 8 y Nº 9 de la Norma E.030-2018 definen las irregularidades en altura (I_a) e irregularidad en planta (I_p) respectivamente. La norma asigna el menor valor de discontinuidad a cada irregularidad, de tal forma que al final se tenga un producto "I" de la multiplicación de I_p e I_a. Si la estructura es regular ambos valores serán iguales a la unidad, caso contrario cualquiera de estos valores serán menores a la unidad.

4.2.2.1 Irregularidades en altura (I_a)

- Irregularidad de rigidez

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°8 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, se obtiene la Tabla N°9 que muestra la comparación de las rigideces laterales de entrepisos en la dirección X.

Tabla 7. Verificación de la irregularidad de rigidez en la dirección X-X.

NIVEL	V (t)	CM(cm)	ΔCM(cm)	K_i(t/cm)	$0.7K_{(i+1)}$
N3	174.40	2.20	0.57	307.20	
N2	324.35	1.64	0.81	398.52	215.04
N1	405.04	0.82	0.82	492.93	278.96

La Tabla N° 7 muestra la comparación de las rigideces laterales de entrepisos en la dirección Y.

Tabla 8. Verificación de la irregularidad de rigidez en la dirección Y-Y.

NIVEL	V (t)	CM(cm)	ΔCM(cm)	K_i(t/cm)	$0.7K_{(i+1)}$
N3	173.60	1.82	0.47	369.12	
N2	323.15	1.35	0.67	479.45	258.38
N1	403.31	0.68	0.68	595.30	335.62

De las tablas mostradas anteriormente, la estructura no presenta irregularidad por rigidez o piso blando.

- Irregularidad extrema de rigidez

De la Tabla N° 9 y la Tabla N° 10, se aprecia que al no existir irregularidad de rigidez tampoco existiría algún tipo de irregularidad extrema de rigidez.

- Irregularidad de masa o peso

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°8 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, la Tabla N° 9 muestra la comparación de todos los pesos en cada uno de los entrepisos del edificio.

Tabla 9. Verificación de la irregularidad de masa o peso en el edificio.

NIVEL	M ($t.s^2/m$)	P_i(t)	$1.5P_{(i+1)}$	$1.5P_{(i-1)}$
N3	60.85	596.97		1122.37
N2	76.27	748.25	895.45	1122.37
N1	76.27	748.25	1122.37	

De la tabla mostrada anteriormente, la estructura no presenta irregularidad de masa o peso.

- Irregularidad geométrica vertical

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°8 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, la Tabla N° 9 muestra todas las longitudes en cada nivel en ambas direcciones. Se aprecia que la edificación no presenta irregularidad geométrica vertical

Tabla 10. Verificación de la irregularidad geométrica vertical en el edificio.

NIVEL	Lx (m)	$L_{(i)}x/L_{(i+1)}x$	Ly (m)	$L_{(i)}y/L_{(i+1)}y$
N3	27.40		25.60	
N2	27.40	1.00	25.60	1.00
N1	27.40	1.00	25.60	1.00

- Irregularidad de la discontinuidad de los sistemas resistentes

La edificación posee elementos resistentes verticales (columnas) con las mismas dimensiones desde el primer hasta el último nivel, por lo tanto el edificio no posee esta irregularidad.

- Irregularidad extrema de los sistemas resistentes

Si no existe discontinuidad de los sistemas resistentes, tampoco existirá discontinuidad extrema.
De todas las verificaciones realizadas anteriormente, se concluye que la edificación no posee irregularidad en altura, en tal sentido el valor de I_a=1.00.

4.2.2.2 Irregularidades en planta (I_p)

- Irregularidad torsional

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°9 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, la Tabla N° 10 muestra los desplazamientos máximos y promedios en la dirección X del edificio analizado.

Tabla 11. Verificación de la irregularidad torsional en el edificio en la dirección X-X.

NIVEL	Max Desp (cm)	Min Desp (cm)	Desp Prom (cm)	ΔMax (cm)	Δ Prom (cm)	Max/Prom
N3	2.26	2.13	2.20	0.58	0.57	1.02
N2	1.68	1.57	1.63	0.83	0.81	1.02
N1	0.85	0.78	0.82	0.85	0.82	1.04

La Tabla N° 11 muestra los desplazamientos máximos y promedios en la dirección Y del edificio analizado.

Tabla 12. Verificación de la irregularidad torsional en el edificio en la dirección Y-Y.

NIVEL	Max Desp (cm)	Min Desp (cm)	Desp Prom (cm)	ΔMax (cm)	Δ Prom (cm)	Max/Prom
N3	1.93	1.67	1.80	0.49	0.46	1.07
N2	1.44	1.24	1.34	0.72	0.67	1.07
N1	0.72	0.62	0.67	0.72	0.67	1.07

De las tablas mostradas anteriormente, la estructura no presenta irregularidad torsional.

- Irregularidad torsional extrema

De la Tabla N° 12 y la Tabla N° 13, se aprecia que al no existir irregularidad torsional tampoco existiría algún tipo de irregularidad torsional extrema.

- Irregularidad de esquinas entrantes

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°9 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, la Tabla N° 13 muestra las longitudes totales y parciales en ambas direcciones del edificio analizado. Además, se calcula el porcentaje como la división entre la longitud parcial o con abertura entre la longitud total.

Tabla 13. Verificación de la irregularidad de esquina entrante en ambas direcciones.

NIVEL	Longitud Total X (m)	Longitud Parcial X (m)	Longitud Total Y (m)	Longitud Parcial Y (m)	% X	% Y
N3	27.40	9.05	25.60	4.10	**33.03%**	16.02%
N2	27.40	9.05	25.60	4.10	**33.03%**	16.02%
N1	27.40	9.05	25.60	4.10	**33.03%**	16.02%

De la tabla mostrada anteriormente, se muestra que en la dirección X del edificio se presenta irregularidad de esquina entrante pero en la dirección Y no. En tal sentido todo el edificio en ambas direcciones no posee esta irregularidad.

- Irregularidad de la discontinuidad del diafragma

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°9 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, en el edificio no hay presencia de aberturas mayores al 50% y el área neta es mayor al 25% del área de la sección transversal total. En tal sentido no existe esta irregularidad.

- Irregularidad del sistema no paralelo

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°9 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, los pórticos del edificio son paralelos entre sí, por lo tanto no existe esta irregularidad.

De todas las verificaciones realizadas anteriormente, se concluye que la edificación no posee irregularidad en planta, en tal sentido el valor de I_p=1.00.

La Tabla N° 14 resume brevemente todas las verificaciones en altura y planta de la edificación, obteniendo una irregularidad en planta debido a las esquinas entrantes.

Tabla 14. Resumen de las verificaciones de todas las irregularidades en el edificio.

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	**I_a=1.00**
Irregularidad de rigidez	1.00
Irregularidad extrema de rigidez	1.00
Irregularidad de masa o peso	1.00
Irregularidad geométrica vertical	1.00
Discontinuidad en los sistemas resistentes	1.00
Discontinuidad extrema en los sistemas resistentes	1.00
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	**I_p=1.00**
Irregularidad torsional	1.00
Irregularidad torsional extrema	1.00
Esquinas entrantes	1.00
Discontinuidad del diafragma	1.00
Sistemas no paralelos	1.00

4.2.3 Parámetros Sísmicos

4.2.3.1 Factor de zona (Z)

La N.T.E. – E 030 (2018), considera que el territorio nacional está dividido en cuatro zonas que son sísmicas, las cuales tienen asignadas una aceleración en su base rocosa, esta aceleración se expresa en la aceleración de la gravedad, y

es denominado como factor Z, que es interpretado como el tipo de aceleración del terreno, que presenta una probabilidad del 10% de llegar a ser superada en 50 años. En base a lo mencionado, se determina que la zona 3 le corresponde a la estructura ubicada Juliaca. De tal modo, el factor Z es 0.35 (que sería 0.35 g).

4.2.3.2 Factor de uso (U)

La N.T.E. – E 030 clasifican a las edificaciones en categorías de acuerdo a su uso e importancia. Para el caso de la estructura esta categorizado del tipo A es decir Edificio Hospitalario, donde le correspondería un factor de U=1.50.

4.2.3.3 Factor de sitio (S)

De acuerdo a la N.T.E. – E 030 (2018), S representa el factor de amplificación de aceleraciones sísmicas por efecto del perfil del suelo de la cimentación respecto de la base rocosa, para el presente análisis se considera un suelo con un Factor S igual a 1.20, perfil de suelo S_3 y Los Periodos T_p(s)= 1.00 y T_l(s)= 1.60.

4.2.3.4 Factor de amplificación sísmica (C)

Cada estructura, dentro de su período de vibración, amplifica la aceleración máxima que puede llegar a recibir una estructura durante su proceso de cimentación. La N.T.E. – E.030, estima estas amplificaron mediante el factor de amplificación sísmica (C) y se expresa como:

$$T < Tp \qquad C = 2.5 \tag{0-5}$$

$$Tp < T < Tl \qquad C = 2.5\left(\frac{T_p}{T_l}\right) \tag{0-6}$$

$$Tl < T \qquad C = 2.5\left(\frac{T_p}{T_l}\right) \tag{0-7}$$

Como en ambas direcciones de análisis se tiene un sistema de pórticos de concreto armado, el periodo en ambas direcciones será el mismo si se realiza un análisis estático. En un análisis dinámico no necesariamente se da ese caso. Basándonos en el artículo 28.4.1 de la norma N.T.E.-E.030, el periodo de la estructura se calcula de la según la ecuación (0-8) y reemplazando se tiene un periodo T=0.37s.

$$T = \frac{hn}{Ct} \tag{0-8}$$

$$T = \frac{13}{35} = 0.37s$$

Se observa que el periodo del edificio T es menor al periodo T_p, en tal sentido el valor de C=2.50 para ambas direcciones de análisis.

4.2.3.5 Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_o)

Dada la baja probabilidad de ocurrencia de las máximas fuerzas sísmicas (10% de probabilidad de excedencia de ser excedida en 50 años de exposición) proveer una resistencia elevada es injustificable, por esta razón todo el código y la N.T.E. - E.030 permiten reducir la resistencia lateral de las estructuras respecto de la máxima solicitación mediante el factor R. El factor de reducción básico para este edificio hospitalario será:

-Dirección X: Se ha considerado un sistema de pórticos de concreto armado, cuyo coeficiente de reducción de fuerza sísmica será R_0=8.

- Dirección Y: Se ha considerado un sistema de pórticos de concreto armado, cuyo coeficiente de reducción de fuerza sísmica será R_0=8.

La Tabla N° 15 muestra el resumen de todos los parámetros sísmicos del edificio con base fija a ser analizado.

Tabla 15. Parámetros de diseño sismorresistente según la N.T.E.030-2018.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DIRECCIÓN		OBSERVACIÓN
		X	Y	
Factor de zona	**Z**	0.35	0.35	Juliaca-Puno
Factor de uso e importancia.	**U**	1.50	1.50	Hospital
Coeficiente de Amplificación Sísmica	**C**	2.50	2.50	
Factor de sitio.	**S**	1.20	1.20	Suelo flexible/blando S_3
Coeficiente de reducción sísmica inicial	**R_0**	8.00	8.00	Sistema de pórticos de concreto armado
Factor de Irregularidad en Altura	**I_a**	1.00	1.00	No presenta irregularidad
Factor de Irregularidad en Planta	**I_p**	1.00	1.00	No presenta irregularidad
Coeficiente de reducción sísmica final	**R**	8.00	8.00	$R=R_0 * I_a * I_p$

Periodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante	**T_l**	1.60	1.60	
Periodo que define la plataforma del espectro.	**T_p**	1.00	1.00	
Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio	**Ct**	35.00	35.00	Sistema de pórticos de concreto armado
Altura total Visible de la edificación	**Hn**	13.00	13.00	Desde el nivel 0+00

4.2.4 Análisis Estático

Este análisis de acuerdo con la N.T.E.-E.030, consiste en representar el movimiento sísmico a través de fuerzas laterales en cada nivel de entrepiso. Para ello se debe calcular la fuerza cortante (V) del primer nivel en función al peso sísmico (P) y los parámetros sísmicos, estipulados en la Tabla N° 15 y la Tabla N° 16, de la siguiente manera:

$$V = \frac{ZUCS}{R}P \qquad (0\text{-}9)$$

$$C/R \geq 0.11 \qquad (0\text{-}10)$$

$$V = \frac{0.35x1.50x2.50x1.20}{8.00}x2093.46 = 412.15\ t$$

El valor de la fuerza sísmica en cada entrepiso de acuerdo con lo estipulado en la N.T.E.-E.030 se calcula según la ecuación (0-11). La tabla muestra la distribución de las fuerzas en cada nivel del edificio.

$$F = \alpha_i * V \qquad (0\text{-}11)$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^{n} P_i(h_i)^k} \qquad (0\text{-}12)$$

$$k = 1, T = 0.37 < 0.50$$

Tabla 16. Distribución de la fuerza sísmica según la N.T.E.030-2018.

Piso	P_i (t)	h_i(m)	P_ih_i(t)	α_i	F_i(t)	V_i(t)
3	596.97	12.75	7611.31	0.44	182.90	182.90
2	748.25	8.50	6360.09	0.37	152.83	335.73

1	748.25	4.25	3180.04	0.19	76.42	412.15

$\sum P_i h_i =$ 17151.46

4.2.5 Análisis Dinámico Modal Espectral

Este método representa las solicitaciones sísmicas resultantes de aplicar una aceleración actuando en la estructura. El modelo tridimensional mostrado en la figura considera algunas características de la estructura que influyen significativamente en la respuesta y debe permitir determinar con relativa facilidad los efectos de interés. En ese modelo también se consideró la plataforma de aislamiento con la finalidad de poder determinar el peso o masa de dicho sistema (m_M).

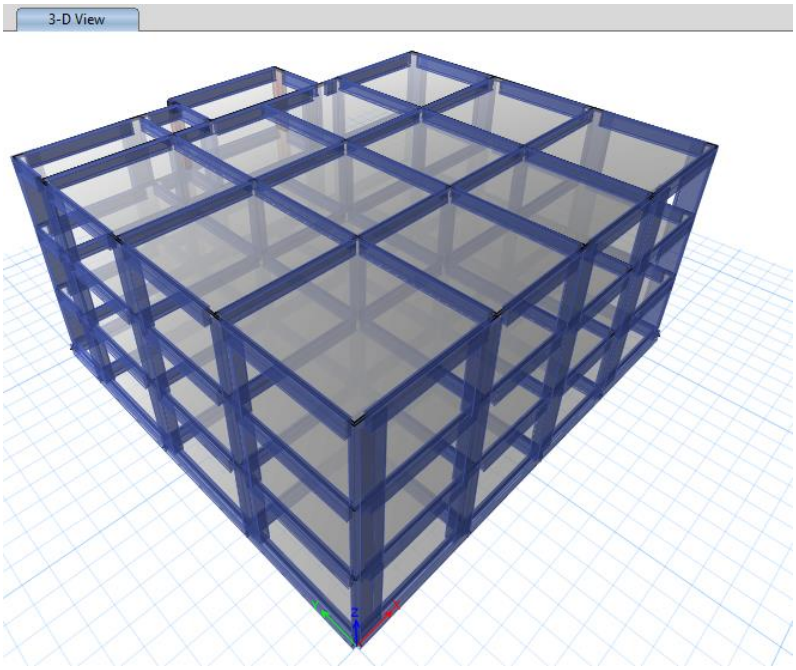


Figura 27. Vista 3d del edificio hospitalario con base fija. (Etabs)

4.2.5.1 Espectro de Respuesta

El espectro de respuesta representa el valor máximo de una cantidad como función del periodo natural de vibración (T). En este caso se hallará la gráfica de las aceleraciones máximas (S_a) vs periodos (T) del edificio analizado en función a los parámetros sísmicos establecidos en la Tabla N° 17 y siguiendo la ecuación (0-13) la cuál esta mostrada en la N.T.E-E.030.

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g \qquad (0\text{-}13)$$

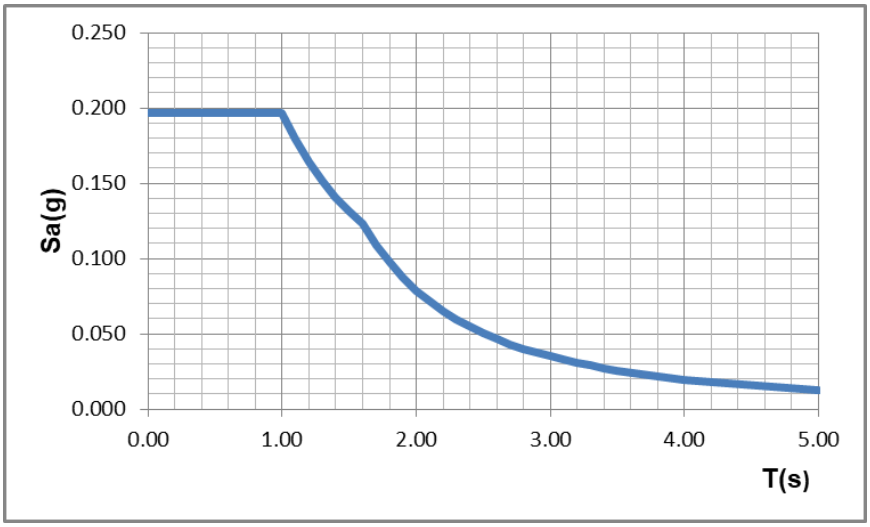
La Tabla N° 17 muestra los valores de periodos (T) y aceleraciones máximas (S_a) del edificio analizado. El Gráfico N° muestra el espectro de seudo aceleraciones en ambas direcciones. Este espectro es ingresado al modelo y a través de combinaciones como la suma de las raíces cuadradas se obtienen las respuestas elásticas máximas como fuerzas cortantes y desplazamientos.

Tabla 17. Generación del Espectro de Respuesta de seudo aceleraciones.

T(seg)	DIRECCIÓN X-X			DIRECCIÓN Y-Y		
	C	Sa (g)	$S_a(m/s^2)$	C	Sa (g)	$S_a(m/s^2)$
0.00	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
0.05	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
0.10	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
0.15	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
0.20	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
0.30	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
0.40	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
0.50	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
0.60	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
0.70	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
0.80	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
0.90	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
1.00	2.50	0.197	2.15	2.50	0.197	2.15
1.10	2.27	0.179	1.95	2.27	0.179	1.95
1.20	2.08	0.164	1.79	2.08	0.164	1.79
1.30	1.92	0.151	1.65	1.92	0.151	1.65
1.40	1.79	0.141	1.53	1.79	0.141	1.53
1.50	1.67	0.131	1.43	1.67	0.131	1.43
1.60	1.56	0.123	1.34	1.56	0.123	1.34
1.70	1.38	0.109	1.19	1.38	0.109	1.19
1.80	1.23	0.097	1.06	1.23	0.097	1.06
1.90	1.11	0.087	0.95	1.11	0.087	0.95
2.00	1.00	0.079	0.86	1.00	0.079	0.86
2.10	0.91	0.071	0.78	0.91	0.071	0.78
2.20	0.83	0.065	0.71	0.83	0.065	0.71
2.30	0.76	0.060	0.65	0.76	0.060	0.65
2.40	0.69	0.055	0.60	0.69	0.055	0.60
2.50	0.64	0.050	0.55	0.64	0.050	0.55
2.60	0.59	0.047	0.51	0.59	0.047	0.51
2.70	0.55	0.043	0.47	0.55	0.043	0.47
2.80	0.51	0.040	0.44	0.51	0.040	0.44
2.90	0.48	0.037	0.41	0.48	0.037	0.41
3.00	0.44	0.035	0.38	0.44	0.035	0.38
3.10	0.42	0.033	0.36	0.42	0.033	0.36

3.20	0.39	0.031	0.34	0.39	0.031	0.34
3.30	0.37	0.029	0.32	0.37	0.029	0.32
3.40	0.35	0.027	0.30	0.35	0.027	0.30
3.50	0.33	0.026	0.28	0.33	0.026	0.28
4.00	0.25	0.020	0.21	0.25	0.020	0.21
5.00	0.16	0.013	0.14	0.16	0.013	0.14

Gráfico 2. Espectro de Seudo aceleraciones de la Norma E.030, R=8 en ambas direcciones.



4.2.6 Resultados del Análisis Sísmico

4.2.6.1 Modos de Vibración

De acuerdo a la N.T.E.-E.030, en cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. La Tabla N° 18 muestra los valores de los 12 primeros modos de vibración del edificio analizado donde se observan cifras que superan el 90% de la masa total.

Tabla 18. Modos de vibración del edificio analizado.

Modo	Periodo	SumUx	SumUY	SumRZ
1	**0.562**	**87.79%**	0.00%	0.02%
2	**0.512**	87.79%	**87.33%**	0.50%
3	**0.425**	87.82%	87.81%	**87.97%**
4	0.158	98.12%	87.81%	87.99%
5	0.144	98.12%	97.87%	88.23%
6	0.115	98.12%	98.11%	98.17%
7	0.077	100.00%	98.11%	98.17%

8	0.068	100.00%	99.87%	98.29%
9	0.053	100.00%	100.00%	100.00%
10	0.001	100.00%	100.00%	100.00%
11	0.001	100.00%	100.00%	100.00%
12	0.001	100.00%	100.00%	100.00%

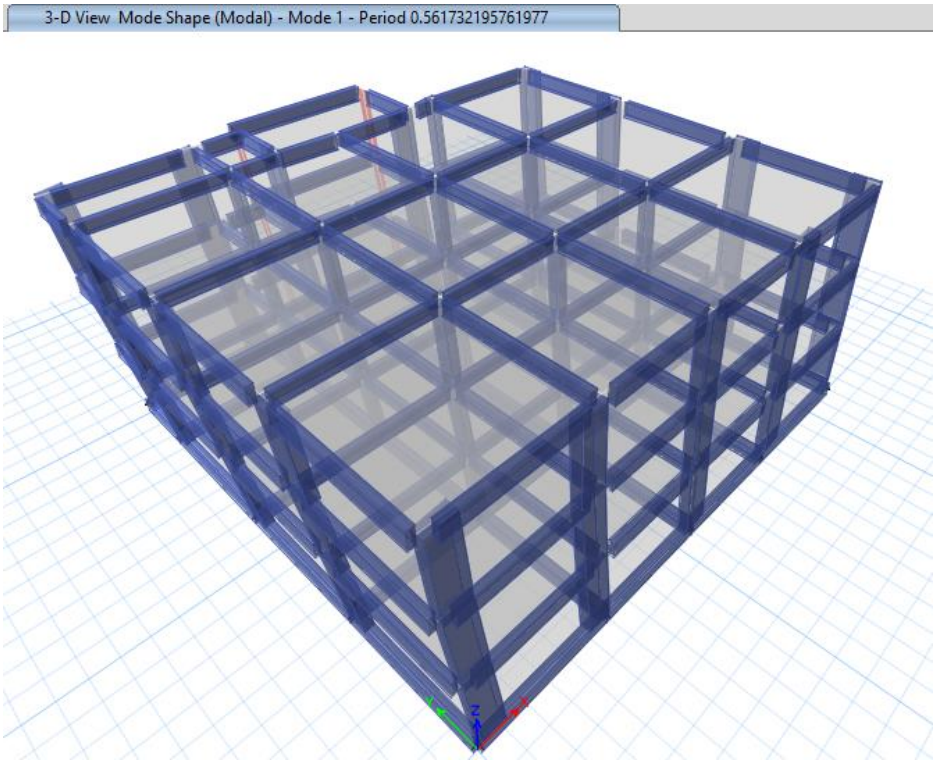


Figura 28. Primer modo de vibración, T=0.562s (Etabs)

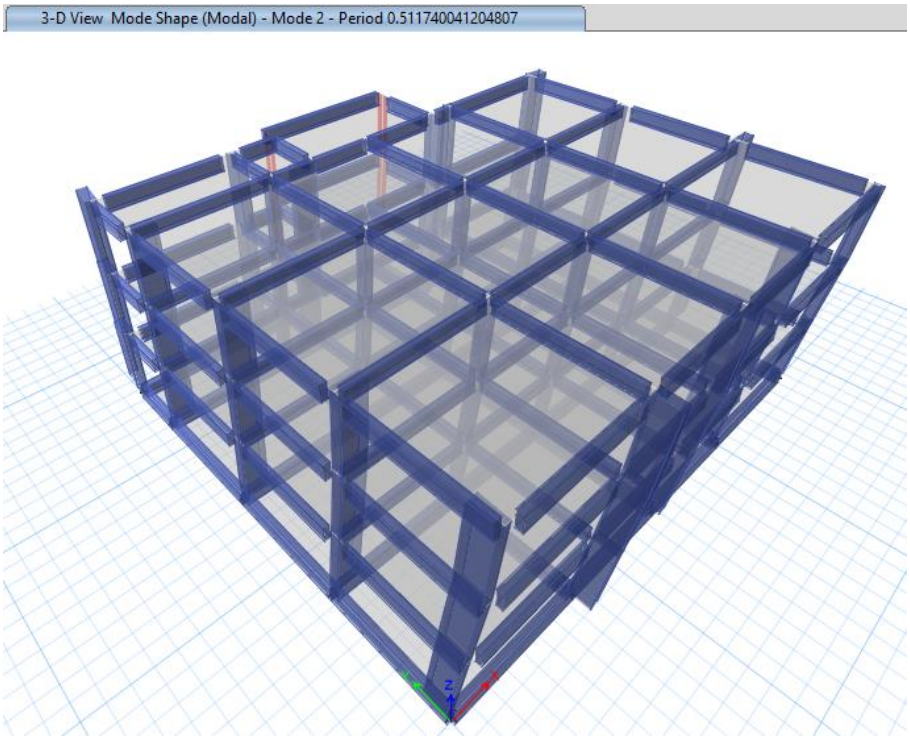


Figura 29. Segundo modo de vibración, T=0.512s (Etabs)

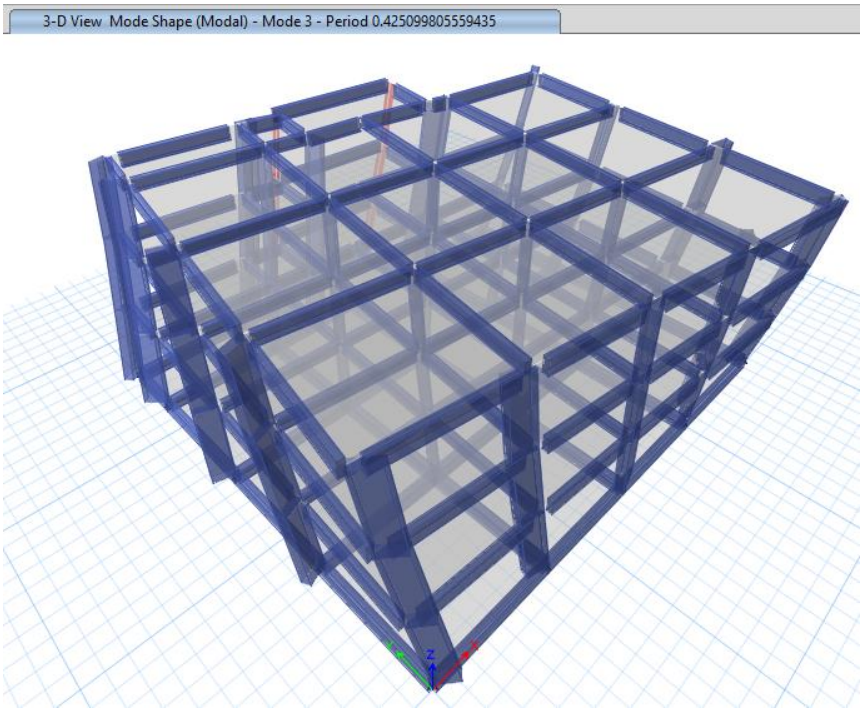


Figura 30. Tercer modo de vibración, T=0.425s (Etabs)

De la tabla anterior se aprecia que los dos primeros modos de vibración son traslacionales y el tercer modo es rotacional. Esto indica un buen comportamiento de la estructura y evitaría posibles efectos de torsión.

4.2.6.2 Desplazamientos y derivas de entrepiso

Los desplazamientos absolutos y derivas de entrepiso laterales se calcularán multiplicando por 0.75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico (Estructuras Regulares). De acuerdo con la NTE-E.031 la máxima deriva permitida para un edificio con aislamiento de base deberá ser de 0.00350 cuando se realice un análisis dinámico modal espectral.

Tabla 19. Distorsiones de la edificación en la dirección X.

Piso	Deriva Elástica	Desplazamiento Elástico (cm)	Rx	0.75Rx	Deriva Inelástica	Desplazamiento Inelástico (cm)
3	0.0014	2.26	8.00	6.00	0.0084	13.56
2	0.0020	1.68	8.00	6.00	0.0120	10.08
1	0.0020	0.85	8.00	6.00	0.0123	5.10

Tabla 20. Distorsiones de la edificación en la dirección Y.

Piso	Deriva Elástica	Desplazamiento Elástico (cm)	Ry	0.75Ry	Deriva Inelástica	Desplazamiento Inelástico (cm)
3	0.0012	1.94	8.00	6.00	0.0072	11.64
2	0.0017	1.44	8.00	6.00	0.0104	8.64
1	0.0017	0.72	8.00	6.00	0.0104	4.32

De la Tabla N° 19 y Tabla N° 20 se observa que las derivas en ambas direcciones del edificio son mayores a los permitidos en la N.T.E-E.031. En tal sentido este edificio necesita mejorar su desempeño y para ello se usará un sistema de aislamiento en la base.

4.3 Análisis del edificio con sistema de aislamiento

En este apartado se calcularán las propiedades lineales del sistema de aislamiento y dispositivos a partir de la información obtenida del modelo de base fija. El cálculo de las propiedades lineales es de vital importancia ya que servirán para el diseño final del sistema de aislamiento.

4.3.1 Cálculo de las propiedades lineales

Para obtener las propiedades lineales se utilizaron los modelos elásticos equivalentes descritos en el capítulo 2 ya que este apartado es un prediseño y ambos modelos son simples y permiten de manera rápida el cálculo de las propiedades lineales.

4.3.1.1 Propiedades lineales del sistema de aislamiento

Se tomó en cuenta el modelo de 1 GDL para el caculo de estas propiedades. Se partió suponiendo un periodo de base aislada T_M (2.30 s) y un amortiguamiento efectivo ξ_M (23 %). Luego se emplearon las ecuaciones (2-13) y (2-14) de la sección 2.3.3.1 (modelo de 1 GDL). La Tabla N° 21 muestra los datos de entrada y los resultados del cálculo para el prediseño del sistema de aislamiento.

Tabla 21. Parámetros de entrada para el prediseño del sistema de aislamiento

Parámetro	Und.	Valor
Periodo de base fija T_f	s	0.562
Periodo de base aislada T_M	s	2.30
Amortiguamiento efectivo ξm	-	0.23
Masa sísmica de la superestructura m_s	$t.s^2/m$	213.40
Masa sísmica de la plataforma de aislamiento m_M	$t.s^2/m$	77.56
Rigidez del sistema de aislamiento K_M	t/m	2171.38
Amortiguamiento del sistema de aislamiento C_M	t.s/m	365.63

Tabla 22. Parámetros sísmicos del edificio con aislamiento en la base.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DIRECCIÓN		OBSERVACIÓN
		X	Y	
Factor de zona	**Z**	0.35	0.35	Juliaca-Puno
Factor de sitio	**S**	1.20	1.20	Suelo flexible/blando S_3
Coeficiente de Amplificación Sísmica	**C**	0.76	0.76	Para un periodo T_M=2.30s
Periodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante	$\mathbf{T_l}$	1.60	1.60	
Periodo que define la plataforma del espectro	$\mathbf{T_p}$	1.00	1.00	

A partir de los parámetros sísmicos definidos en la Tabla N° 22, se calculan las respuestas espectrales mediante las ecuaciones (0-14),(0-15) y (0-16). Estos cálculos representan el método de análisis por fuerzas equivalentes estipulados en la NTE-E.031. Los resultados de las respuestas se presentan en la Tabla N° 23.

$$S_{aM} = 1.5ZCSg \tag{0-14}$$

$$B_M = \frac{2.31 - 0.41\ln(5)}{2.31 - 0.41\ln(\xi b100)} \tag{0-15}$$

$$D_M = \frac{S_{aM}\,{T_M}^2}{4\pi^2 B_M} \tag{0-16}$$

Tabla 23. Respuestas espectrales en el prediseño del sistema de aislamiento.

Parámetro	Und.	Valor
Pseudo-aceleración S_{aM}	m/s²	4.70
Factor de amortiguamiento B_M	-	1.56
Desplazamiento D_M	m	0.40

4.3.1.2 Propiedades lineales de los deslizadores planos

Para calcular la rigidez lateral de los deslizadores planos se utiliza la ecuación (0-17) la cual está en función del peso sísmico total que llega a los dispositivos W, el coeficiente de fricción dinámico μ y el desplazamiento máximo D_M. La rigidez lateral de cada deslizador $k_{\text{eff-SLD}}$ se calcula dividiendo la rigidez total $K_{\text{eff -SLD}}$ por el número de deslizadores N_{SLD}.

$$K_{eff\,-SLD} = \frac{\mu W}{D_M} \tag{0-17}$$

$$k_{eff-SLD} = \frac{K_{eff-SLD}}{N_{SLD}} \tag{0-18}$$

La razón de amortiguamiento ξ_{SLD} se calcula con la ecuación (0-19), el amortiguamiento total de los deslizadores C_{SLD} es calculado mediante la ecuación (0-20) y el amortiguamiento de cada deslizador c_{SLD} es igual al amortiguamiento total dividido por el número de deslizadores N_{SLD}.

$$\xi_{\text{SLD}} = \frac{2}{\pi} \tag{0-19}$$

$$C_{SLD} = 2\xi_{\text{SLD}}\sqrt{\frac{W}{g}K_{eff-SLD}} \quad (0\text{-}20)$$

$$c_{SLD} = \frac{C_{SLD}}{N_{SLD}} \quad (0\text{-}21)$$

El peso sísmico que llega a los dispositivos se realiza mediante un metrado de cargas en las columnas donde descansan los deslizadores. Son un total de 9 deslizadores y la Tabla N° 24 muestra el cálculo del peso W.

Tabla 24. Cálculo del peso que soportan los deslizadores.

Columna	D(t)	L(t)	W=D+0.5L(t)
Ejes A-3	91.30	23.20	102.90
Ejes B-2	159.14	51.04	184.66
Ejes C-2	160.32	51.44	186.04
Ejes C-3	157.34	50.20	182.44
Ejes D-4	56.06	14.99	63.55
Ejes E-2	59.48	11.95	65.45
Ejes E-2a	58.52	17.79	67.42
Ejes E-3a	58.15	17.99	67.15
		W(t) =	**919.61**

El coeficiente de fricción asumido para los deslizadores fue del 10% en función a un valor comercial. La Tabla N° 25 muestra los datos de entrada y los resultados para el prediseño de propiedades lineales de los deslizadores planos.

Tabla 25. Cálculo del prediseño de las propiedades lineales de los deslizadores planos.

Parámetro	Und.	Valor
Coeficiente de fricción μ	-	10%
Peso sísmico total *W*	t	919.61
Desplazamiento máximo D_M	m	0.40
Rigidez lateral total $K_{\text{eff -SLD}}$	t/m	227.93
Numero de deslizadores N_{SLD}	-	8.00
Rigidez lateral de un deslizador $k_{\text{eff-SLD}}$	t/m	28.49
Razón de amortiguamiento efectivo ξ_{SLD}	-	64%
Amortiguamiento total efectivo C_{SLD}	t.s/m	186.12
Amortiguamiento efectivo de un deslizador c_{SLD}	t.s/m	23.26

4.3.1.3 Propiedades lineales de los aisladores

Luego de realizar el cálculo de las propiedades lineales de los deslizadores, ahora se procede con el cálculo de los aisladores. Estos se obtienen como la diferencia entre la rigidez total del sistema de aislamiento K_M y la rigidez total de los deslizadores Keff-$_{SLD}$ tal como se muestra en la ecuación (0-22). De modo similar se procede con el amortiguamiento con las ecuaciones (0-24) y (0-25).

$$K_{eff-LRB} = K_M - K_{eff-SLD} \quad (0\text{-}22)$$

$$k_{eff-LRB} = \frac{K_{eff-LRB}}{N_{LRB}} \quad (0\text{-}23)$$

$$C_{LRB} = C_M - C_{SLD} \quad (0\text{-}24)$$

$$c_{SLD} = \frac{C_{LRB}}{N_{LRB}} \quad (0\text{-}25)$$

La Tabla N° 26 muestra los datos de entrada adicionales y los resultados del prediseño de propiedades lineales de los aisladores.

Tabla 26. Cálculo del prediseño de las propiedades lineales de los aisladores.

Parámetro	Und.	Valor
Rigidez lateral total $K_{eff-LRB}$	t/m	1943.44
Número de aisladores elastoméricos N_{LRB}	-	17.00
Rigidez lateral de un aislador $K_{eff-LRB}$	t/m	114.32
Amortiguamiento total efectivo C_{LRB}	t.s/m	179.51
Amortiguamiento efectivo de un aislador c_{LRB}	t.s/m	10.56

Al conocer las propiedades de los aisladores y deslizadores, se tuvieron que ingresar al modelo tridimensional del edificio aislado.

4.3.2 Balance torsional del sistema de aislamiento

La Figura N°31 muestra la distribución en planta de los aisladores y deslizadores colocados en el edificio hospitalario. En total se cuenta con 8 deslizadores planos tipo SLD y 17 aisladores elastoméricos tipo LRB. La ubicación de los aisladores se hizo en las esquinas para generar mayor rigidez y los deslizadores en la parte central ya que su rigidez está en función al peso que soportan.

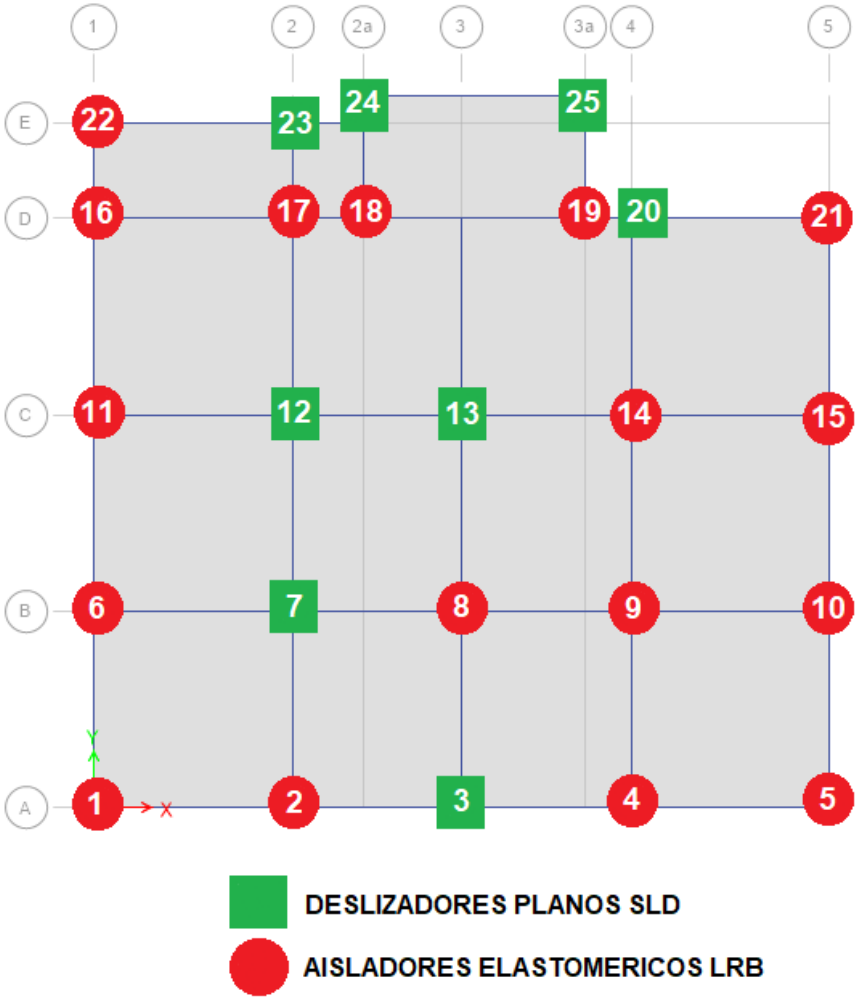


Figura 31. Vista en planta de la distribución de los dispositivos.

El edificio hospitalario analizado posee como sistema de aislamiento un sistema de deslizadores y aisladores elastoméricos tipo LRB. Este sistema compuesto permite flexibilizar y reducir el costo total del sistema de aislamiento pues los deslizadores son más económicos que los aisladores. La ubicación correcta de cada uno de estos dispositivos está en función a un balance torsional, que consiste en determinar la excentricidad natural del sistema de aislamiento. En tal sentido, de acuerdo a la Tabla N° 27 , se calcula la ubicación del centro de masas y centro de rigideces del sistema, verificando que sea la menor distancia posible a fin de evitar efectos de torsión en planta.

Tabla 27. Cálculo del balance torsional del sistema de aislamiento.

N° Dispositivo	X	Y	P (CM+0.5CV)	X*P	Y*P	Tipo Dispositivo	Keff	X*keff	Y*keff
	m	m	t	t.m	t.m		t/m	t.m	t.m
1	0.00	0.00	68.20	0.00	0.00	Aislador	114.32	0.00	0.00
2	7.25	0.00	110.44	800.68	0.00	Aislador	114.32	828.79	0.00
3	13.45	0.00	102.94	1384.53	0.00	Deslizador	28.50	383.35	0.00
4	19.65	0.00	113.57	2231.64	0.00	Aislador	114.32	2246.30	0.00
5	26.90	0.00	67.98	1828.64	0.00	Aislador	114.32	3075.09	0.00
6	0.00	7.20	121.56	0.00	875.23	Aislador	114.32	0.00	823.07
7	7.25	7.20	184.70	1339.07	1329.84	Deslizador	28.50	206.64	205.21
8	13.45	7.20	167.16	2248.29	1203.55	Aislador	114.32	1537.54	823.07
9	19.65	7.20	184.60	3627.38	1329.12	Aislador	114.32	2246.30	823.07
10	26.90	7.20	118.92	3198.93	856.22	Aislador	114.32	3075.09	823.07
11	0.00	14.40	118.94	0.00	1712.73	Aislador	114.32	0.00	1646.14
12	7.25	14.40	186.08	1349.07	2679.54	Deslizador	28.50	206.64	410.42
13	13.45	14.40	182.48	2454.35	2627.70	Deslizador	28.50	383.35	410.42
14	19.65	14.40	186.75	3669.62	2689.19	Aislador	114.32	2246.30	1646.14
15	26.90	14.40	118.58	3189.78	1707.54	Aislador	114.32	3075.09	1646.14
16	0.00	21.60	92.36	0.00	1994.96	Aislador	114.32	0.00	2469.22
17	7.25	21.60	101.15	733.33	2184.83	Aislador	114.32	828.79	2469.22
18	9.85	21.60	114.28	1125.65	2468.43	Aislador	114.32	1126.01	2469.22
19	17.95	21.60	125.79	2257.92	2717.05	Aislador	114.32	2051.96	2469.22
20	19.65	21.60	63.59	1249.53	1373.53	Deslizador	28.50	560.05	615.63
21	26.90	21.60	74.61	2006.99	1611.56	Aislador	114.32	3075.09	2469.22
22	0.00	25.10	49.50	0.00	1242.43	Aislador	114.32	0.00	2869.32
23	7.25	25.10	65.49	474.80	1643.78	Deslizador	28.50	206.64	715.39
24	9.85	25.60	67.46	664.47	1726.96	Deslizador	28.50	280.74	729.64
25	17.95	25.60	67.19	1206.05	1720.05	Deslizador	28.50	511.60	729.64

De la tabla anterior, se calculan el centro de masa (CM) y el centro de rigidez (CR) del sistema de aislamiento, con las siguientes ecuaciones:

$$CMx = \frac{\sum XP}{\sum P} \quad (0\text{-}26)$$

$$CMy = \frac{\sum YP}{\sum P} \quad (0\text{-}27)$$

$$CRx = \frac{\sum XK_{eff}}{\sum K_{eff}} \quad (0\text{-}28)$$

$$CRy = \frac{\sum YK_{eff}}{\sum K_{eff}} \quad (0\text{-}29)$$

Reemplazando las ecuaciones anteriores, se obtiene la Tabla N° 28 donde se muestra la variación del centro de rigidez respecto del centro de masas, obteniendo así una excentricidad natural (en).

Tabla 28. Cálculo de la excentricidad natural.

CMX (m)	CRX (m)	CMY (m)	CRY (m)	ex (cm)	ey (cm)	en (cm)
12.98	12.96	12.51	12.56	-1.24	5.00	5.15

4.3.3 Modelo tridimensional del edificio aislado

El modelamiento de los deslizadores y aisladores elastoméricos LRB se hicieron mediante los elementos links que se ubicaron debajo de cada columna de la plataforma de aislamiento. Utilizando el programa ETABS, los aisladores fueron considerados como elementos links tipo Rubber *Isolator* y los deslizadores como elementos links tipo *Friction Isolator*. Para un primer análisis se trabajaron solo con las propiedades lineales en la rigidez lateral y axial tanto en los elementos links tipo *Rubber Isolator* como los links tipo *Fricton Isolator tal* como se muestra en la Figura N° 32.

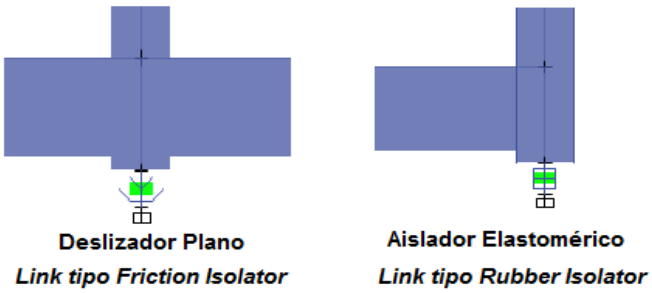


Figura 32. Elementos links utilizados en el análisis del edificio aislado.

4.3.4 Efectos de segundo orden en el análisis

Se verificó si era posible no considerar los efectos P-delta en el análisis estructural de un edificio aislado. Para ello la Norma Técnica Complementaria para Diseño por Sismo (NTCDS-2020), hecha en México, indica que se debe cumplir la siguiente expresión:

$$\gamma_i \leq 0.08 \frac{V_i}{W_{pi}} \qquad (0\text{-}30)$$

Donde γ_i es la deriva inelástica del entrepiso i, V_i y W_{pi} son la cortante del entrepiso i y el peso de la estructura situada encima del entrepiso i respectivamente. A continuación se muestran las tablas Tabla N°29 y , Tabla N° 30 donde se permite despreciar los efectos de segundo orden en el análisis estructural.

Tabla 29. Verificación de la desigualdad para despreciar los efectos de segundo orden en la dirección X.

Nivel	Vx (t)	W_p (t)	W_{pa} (t)	γ_i-x	0.08 V/W_{pa}	Condición
3	174.40	596.97	596.97	0.0084	0.0234	CUMPLE
2	324.35	748.25	1345.21	0.0120	0.0193	CUMPLE
1	405.04	748.25	2093.46	0.0123	0.0155	CUMPLE

Tabla 30. Verificación de la desigualdad para despreciar los efectos de segundo orden en la dirección Y.

Nivel	Vy (t)	W_p (t)	W_{pa} (t)	γ_i-y	0.08 V/W_{pa}	Condición
3	173.60	596.97	596.97	0.0072	0.0233	CUMPLE
2	323.15	748.25	1345.21	0.0104	0.0192	CUMPLE
1	403.31	748.25	2093.46	0.0104	0.0154	CUMPLE

4.3.5 Análisis dinámico modal espectral

Este método de análisis está contemplado en la NTE-E.031. El edificio analizado cumple con los siguientes ítems de los artículos 17.2, 17.3 y 17.4 de dicha norma las cuales son:

- El periodo del edificio aislado es menor a 5 segundos (Art. 17.2).
- La estructura posee 3 niveles y tiene una altura menor a 20 m (Art. 17.3).
- El amortiguamiento crítico inicial considerado es 30% (Art. 17.4).

Sin embargo, para aplicar este método, también debe cumplir con los artículos 17.1 y 17.6 los cuales son:

- El edificio se encuentra en Zonas 1, 2 y 3 pero en un suelo tipo S_1 y S_2 (Art.17.1).
- El edificio debe ser regular (Art. 17.6).

En tal sentido no se podría usar el análisis dinámico modal espectral ya que el edificio analizado se encuentra sobre un tipo de suelo S_3. Sin embargo, a manera de prediseño y para verificar las derivas de entrepiso iniciales en la edificación, haremos uso de este método para luego pasar a un Análisis No Lineal Tiempo Historia (ANLTH) ingresando también las propiedades no lineales de los aisladores y deslizadores planos en el modelo tridimensional desarrollado.

4.3.6 Evaluación de la irregularidad del edificio aislado:

Luego de tener el modelo y haber ingresado las propiedades lineales al programa de los aisladores y deslizadores, se ha realizado el análisis sísmico por lo que es importante verificar la regularidad de la estructura con la incorporación de estos

dispositivos, para ello tal como se verificó en el edificio con base fija (ítem 4.2.2), en esta oportunidad se realizará en el modelo de base aislada.

4.3.6.1 Irregularidades en altura (Ia)

- Irregularidad de rigidez

La Tabla N° 31 muestra la comparación de las rigideces laterales de entrepisos en la dirección X.

Tabla 31. Verificación irregularidad de rigidez dirección X-X.

NIVEL	V (t)	CM (cm)	ΔCM (cm)	K_i(t/cm)	$0.7K_{(i+1)}$
N3	167.51	37.90	0.52	321.09	
N2	372.37	37.38	0.80	463.83	224.76
N1	571.86	36.57	0.92	619.70	324.68
		35.65			

La Tabla N° 32 muestra la comparación de las rigideces laterales de entrepisos en la dirección Y.

Tabla 32. Verificación irregularidad de rigidez dirección Y-Y.

NIVEL	V (t)	CM (cm)	ΔCM (cm)	K_i(t/cm)	$0.7K_{(i+1)}$
N3	166.81	37.65	0.44	378.68	
N2	371.79	37.21	0.69	536.89	265.08
N1	572.20	36.52	0.81	705.72	375.82
		35.71			

De las tablas mostradas anteriormente, la estructura aislada no presenta irregularidad por rigidez o piso blando.

- Irregularidad extrema de rigidez

De la Tabla N° 31 y la Tabla N° 32, se aprecia que al no existir irregularidad de rigidez tampoco existiría algún tipo de irregularidad extrema de rigidez.

- Irregularidad de masa o peso

En la estructura de base aislada solo se agregaron los dispositivos como son los aisladores y disipadores mas no se hizo ningún cambio en los demás elementos estructurales. En tal sentido de acuerdo con la Tabla N° 33, no existe irregularidad de masa o peso en la edificación.

- Irregularidad geométrica vertical

No existe irregularidad geométrica vertical de acuerdo con lo indicado en la Tabla N° 33.

- Discontinuidad de los sistemas resistentes

La edificación posee elementos resistentes verticales (columnas) con las mismas dimensiones desde el primer hasta el último nivel, por lo tanto, el edificio no presenta esta irregularidad.

- Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

Si no existe discontinuidad de los sistemas resistentes, tampoco existirá discontinuidad extrema.
De todas las verificaciones realizadas anteriormente, se concluye que la edificación no presenta irregularidad en altura, en tal sentido el valor de I_a=1.00.

4.3.6.2 Irregularidades en planta (I_p)

- Irregularidad torsional

La Tabla N° 33 muestra los desplazamientos máximos y promedios en la dirección X del edificio con aislamiento en la base.

Tabla 33. Verificación de la irregularidad torsional en la dirección X-X.

NIVEL	Max Desp (cm)	Min Desp (cm)	Desp Prom (cm)	ΔMax (cm)	∆ Prom (cm)	Max/Prom
N3	37.98	37.85	37.92	0.48	0.48	1.01
N2	37.50	37.38	37.44	0.88	0.88	1.01
N1	36.62	36.51	36.57	36.62	36.57	1.00

La Tabla N° 34 muestra los desplazamientos máximos y promedios en la dirección Y del edificio con aislamiento en la base.

Tabla 34. Verificación de la irregularidad torsional en la dirección Y-Y.

NIVEL	Max Desp (cm)	Min Desp (cm)	Desp Prom (cm)	ΔMax (cm)	∆ Prom (cm)	Max/Prom
N3	37.76	37.54	37.65	0.47	0.43	1.08
N2	37.29	37.14	37.22	0.75	0.70	1.07
N1	36.54	36.49	36.52	36.54	36.52	1.00

De las tablas mostradas anteriormente, la estructura no posee irregularidad torsional.

- Irregularidad torsional extrema

Al no existir irregularidad torsional, tampoco existe irregularidad torsional extrema.

- Esquinas entrantes

No existe irregularidad de esquinas entrantes de acuerdo a lo indicado en la Tabla N° 35.

- Discontinuidad del diafragma

En el edificio no hay presencia de aberturas mayores al 50% y el área neta es mayor al 25% del área de la sección transversal total. En tal sentido no existe esta irregularidad.

- Sistemas no paralelos

En el edificio en ambas direcciones de análisis los pórticos son paralelos entre sí, por lo tanto no existe esta irregularidad.
De todas las verificaciones realizadas anteriormente, se concluye que la edificación no posee irregularidad en planta, en tal sentido el valor de I_p=1.00.

La Tabla N° 36 resume brevemente todas las verificaciones en altura y planta de la edificación con base aislada, obteniendo solamente una irregularidad en planta debido a las esquinas entrantes.

Tabla 35. Resumen de las verificaciones de todas las irregularidades en el edificio con base aislada.

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	**I_a=1.00**
Irregularidad de rigidez	1.00
Irregularidad extrema de rigidez	1.00
Irregularidad de masa o peso	1.00
Irregularidad geométrica vertical	1.00
Discontinuidad en los sistemas resistentes	1.00
Discontinuidad extrema en los sistemas resistentes	1.00
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	**I_p=1.00**
Irregularidad torsional	1.00
Irregularidad torsional extrema	1.00
Esquinas entrantes	1.00
Discontinuidad del diafragma	1.00
Sistemas no paralelos	1.00

4.3.7 Espectro de Respuesta

En este caso se hallará la gráfica de las aceleraciones máximas (S_{aM}) vs periodos (T) del edificio analizado en función a los parámetros sísmicos establecidos en la Tabla N° 37 y siguiendo la ecuación (0-31) la cuál esta mostrada en la N.T.E-E.031.

$$S_{aM} = 1.5ZUCSg \qquad (0\text{-}31)$$

La ecuación anterior provee los valores de seudo aceleraciones de un edificio para un periodo de retorno igual a 2475años y corresponde a un “Sismo Máximo Considerado” (SMC). En este caso el valor de U será igual a la unidad. La Tabla muestra los valores de periodos (T) y aceleraciones máximas (S_{aM}) para edificio analizado.

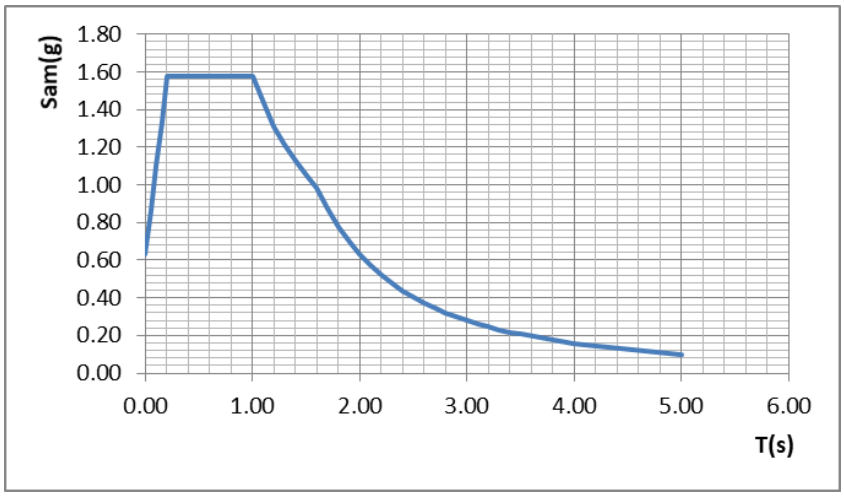
Tabla 36. Generación del Espectro para un SMC.

T(seg)	**DIRECCIÓN X-X**			**DIRECCIÓN Y-Y**		
	C	**Sa (g)**	**S_{aM} (m/s2)**	**C**	**Sa (g)**	**S_{aM} (m/s2)**
0.00	1.00	0.63	6.18	1.00	0.63	6.18
0.05	1.38	0.87	8.50	1.38	0.87	8.50
0.10	1.75	1.10	10.82	1.75	1.10	10.82
0.15	2.13	1.34	13.13	2.13	1.34	13.13
0.20	2.50	1.58	15.45	2.50	1.58	15.45
0.30	2.50	1.58	15.45	2.50	1.58	15.45
0.40	2.50	1.58	15.45	2.50	1.58	15.45
0.50	2.50	1.58	15.45	2.50	1.58	15.45

0.60	2.50	1.58	15.45	2.50	1.58	15.45
0.70	2.50	1.58	15.45	2.50	1.58	15.45
0.80	2.50	1.58	15.45	2.50	1.58	15.45
0.90	2.50	1.58	15.45	2.50	1.58	15.45
1.00	2.50	1.58	15.45	2.50	1.58	15.45
1.10	2.27	1.43	14.05	2.27	1.43	14.05
1.20	2.08	1.31	12.88	2.08	1.31	12.88
1.30	1.92	1.21	11.89	1.92	1.21	11.89
1.40	1.79	1.13	11.04	1.79	1.13	11.04
1.50	1.67	1.05	10.30	1.67	1.05	10.30
1.60	1.56	0.98	9.66	1.56	0.98	9.66
1.70	1.38	0.87	8.55	1.38	0.87	8.55
1.80	1.23	0.78	7.63	1.23	0.78	7.63
1.90	1.11	0.70	6.85	1.11	0.70	6.85
2.00	1.00	0.63	6.18	1.00	0.63	6.18
2.10	0.91	0.57	5.61	0.91	0.57	5.61
2.20	0.83	0.52	5.11	0.83	0.52	5.11
2.30	0.76	0.48	4.67	0.76	0.48	4.67
2.40	0.69	0.44	4.29	0.69	0.44	4.29
2.50	0.64	0.40	3.96	0.64	0.40	3.96
2.60	0.59	0.37	3.66	0.59	0.37	3.66
2.70	0.55	0.35	3.39	0.55	0.35	3.39
2.80	0.51	0.32	3.15	0.51	0.32	3.15
2.90	0.48	0.30	2.94	0.48	0.30	2.94
3.00	0.44	0.28	2.75	0.44	0.28	2.75
3.10	0.42	0.26	2.57	0.42	0.26	2.57
3.20	0.39	0.25	2.41	0.39	0.25	2.41
3.30	0.37	0.23	2.27	0.37	0.23	2.27
3.40	0.35	0.22	2.14	0.35	0.22	2.14
3.50	0.33	0.21	2.02	0.33	0.21	2.02
4.00	0.25	0.16	1.55	0.25	0.16	1.55
5.00	0.16	0.10	0.99	0.16	0.05	0.49

El Gráfico N° 3 muestra el espectro de seudo aceleraciones en ambas direcciones.

Gráfico 3. Espectro de Seudo aceleraciones de la Norma E.031 en ambas direcciones.



4.3.8 Resultados del análisis sísmico

4.3.8.1 Modos de Vibración

La Tabla N° 37 muestra los valores de los 12 primeros modos de vibración del edificio analizado donde se observan que la suma de masas efectivas supera el 90% de la masa total.

Tabla 37. Modos de vibración del edificio con aislamiento de base.

Modo	Periodo	SumUx	SumUY	SumRZ
1	**2.343**	**99.94%**	0.01%	0.00%
2	**2.337**	99.95%	**99.94%**	0.02%
3	**2.033**	99.95%	99.96%	**99.97%**
4	0.300	100.00%	99.96%	99.97%
5	0.278	100.00%	100.00%	99.97%
6	0.220	100.00%	100.00%	100.00%
7	0.122	100.00%	100.00%	100.00%
8	0.112	100.00%	100.00%	100.00%
9	0.089	100.00%	100.00%	100.00%
10	0.067	100.00%	100.00%	100.00%
11	0.059	100.00%	100.00%	100.00%
12	0.047	100.00%	100.00%	100.00%

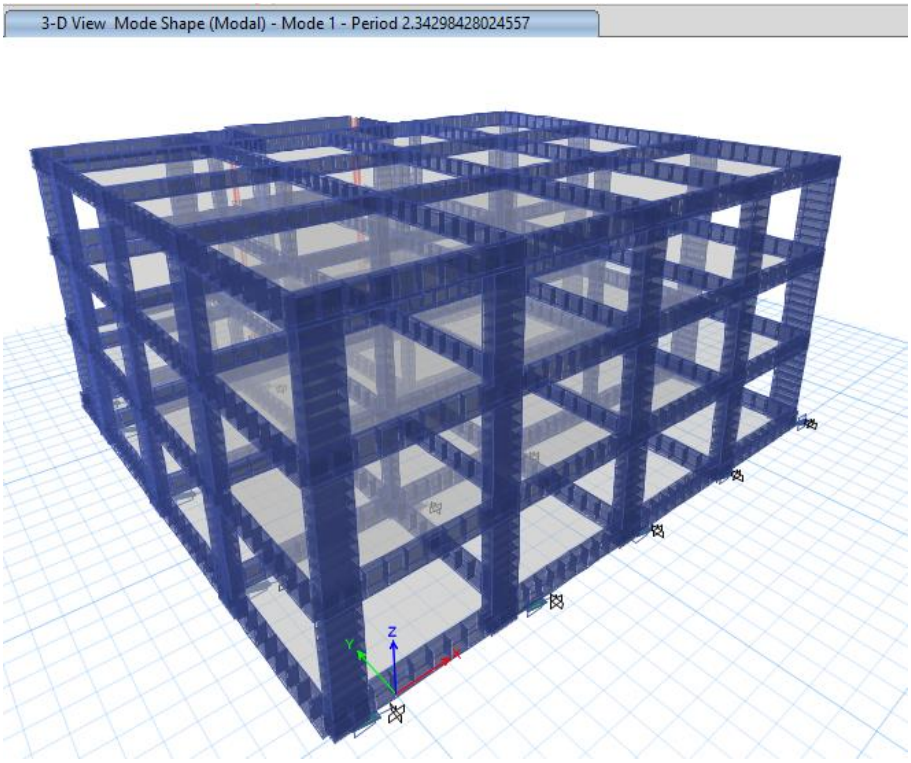


Figura 33. Primer modo de vibración, T=2.343s (Etabs)

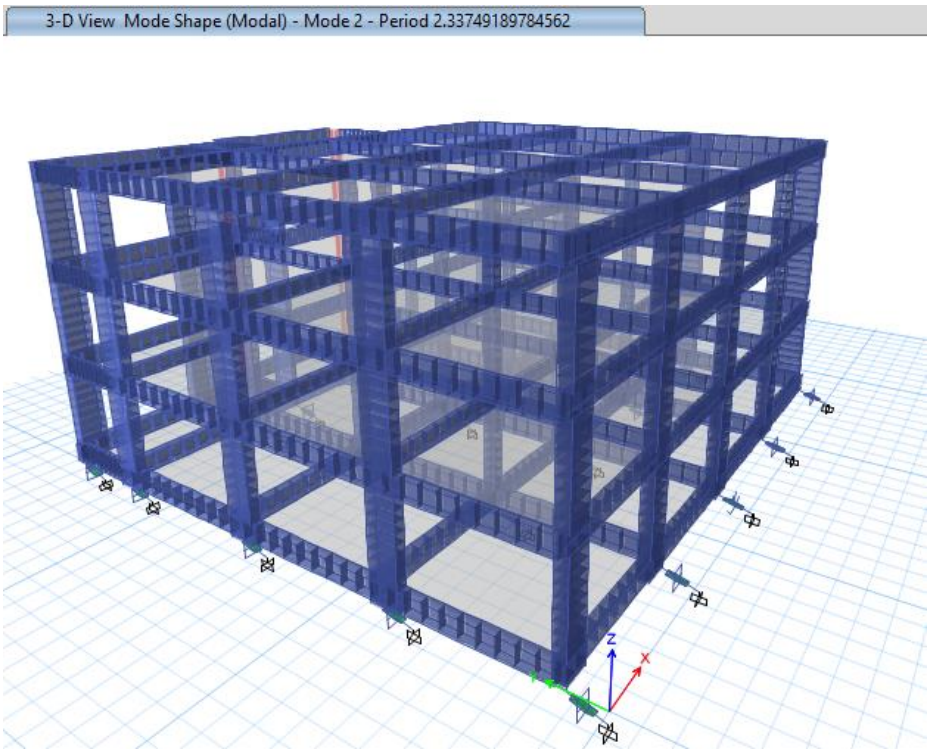


Figura 34. Segundo modo de vibración, T=2.337s (Etabs)

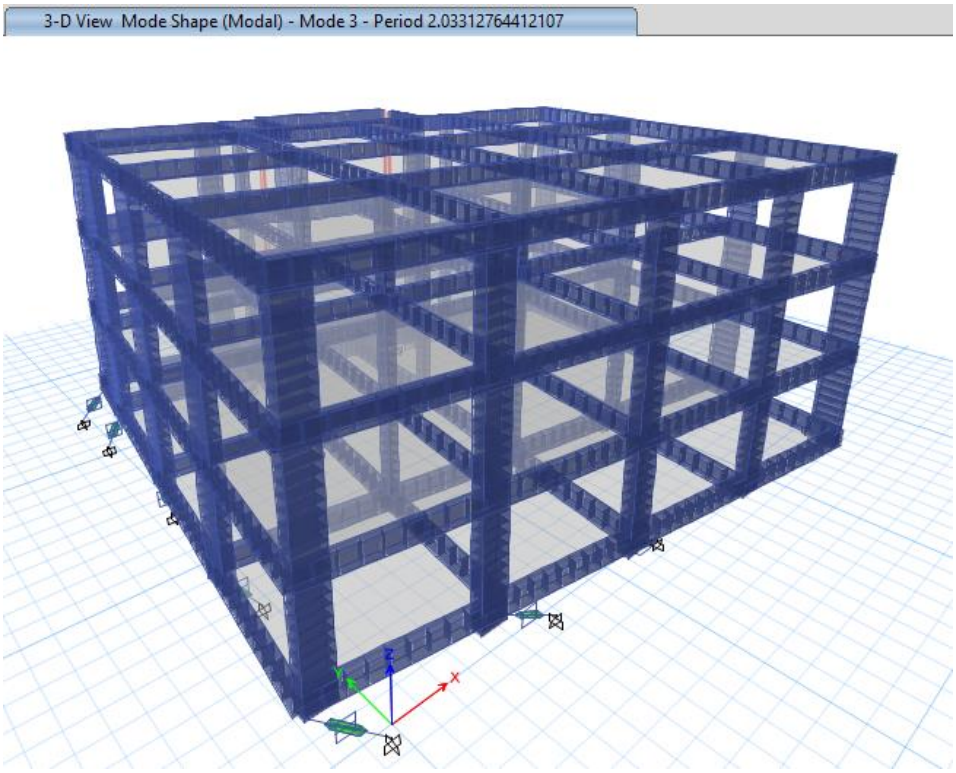


Figura 35. Tercer modo de vibración, T=2.089 (Etabs)

De la tabla y figuras anteriores se puede observar que los dos primeros modos de vibración son traslacionales y el tercero es rotacional, indicando un buen comportamiento del edificio con aislamiento de base.

4.3.8.2 Desplazamientos y derivas de entrepiso

Los desplazamientos absolutos y derivas de entrepiso calculados serán la inelásticas debido a que el espectro de respuesta mostrado no muestra ninguna reducción (R=1). De acuerdo con la NTE-E.031 la máxima deriva permitida para un edificio con aislamiento de base deberá ser de 0.00350 cuando se realice un análisis dinámico modal espectral.

Tabla 38. Distorsiones del edificio con aislamiento de base en la dirección X

Piso	Deriva Elástica	Desplazamiento Elástico (cm)	Rx	Deriva Inelástica	Desplazamiento Inelástico (cm)
3	0.0013	37.93	1.00	0.0013	37.93
2	0.0020	37.38	1.00	0.0020	37.38
1	0.0023	36.62	1.00	0.0023	36.62

Tabla 39. Distorsiones del edificio con aislamiento de base en la dirección Y.

Piso	Deriva Elástica	Desplazamiento Elástico (cm)	Ry	Deriva Inelástica	Desplazamiento Inelástico (cm)
3	0.0011	37.76	1.00	0.0011	37.76
2	0.0018	37.29	1.00	0.0018	37.29
1	0.0021	36.54	1.00	0.0021	36.54

De las tablas mostradas anteriormente se aprecia que las distorsiones en ambas direcciones son menores a lo máximo permisible en la NTE E.031, por lo cual el prediseño estaría cumpliendo. Ahora se tiene que ingresar las propiedades no lineales de los deslizadores y aisladores elastoméricos tipo LRB para poder realizar un ANLTH y así poder tener el diseño final del sistema de aislamiento. Además este tipo de análisis permitirá obtener una comparación de resultados entres los métodos de análisis dinámico y los realizados con el ANLTH.

4.4 Diseño del sistema de aislamiento

En esta sección se describe el procedimiento utilizado para determinar las propiedades no lineales del sistema de aislamiento a partir de las propiedades lineales calculadas en el apartado anterior. Para ello se necesita conocer las propiedades no lineales de los deslizadores y aisladores, para luego determinar las propiedades no lineales del sistema de aislamiento. Teniendo dichas propiedades y considerando los criterios de modificación de las propiedades no lineales, se procede con el Análisis No Lineal Tiempo Historia (ANLTH) con la finalidad de verificar las derivas y aceleraciones de entrepiso. Finalmente se describe las consideraciones que se tomaron en cuenta para el diseño de concreto armado del sistema con aislamiento de base.

El diseño del sistema de aislamiento es un proceso iterativo, el cual se inicia con unas propiedades iniciales pero finalmente se debe verificar a través de un ANLTH si dichas propiedades son las adecuadas y cumplen los requerimientos de derivas, aceleraciones, fuerza de restitución lateral y las cargas máximas y mínimas dentro de los dispositivos.

4.4.1 Cálculo de las propiedades no lineales iniciales

Tanto el amortiguador como la rigidez efectiva permitieron el cálculo de las propiedades no lineales. Después de calcular estos parámetros se tendrá que obtener las propiedades geométricas (dimensiones) y no lineales de los

deslizadores y aisladores (rigideces y amortiguamiento), para luego continuar con el cálculo de las propiedades no lineales pertenecientes al sistema de aislamiento.

4.4.1.1 Propiedades no lineales de los deslizadores planos

Como se mencionó anteriormente, el cálculo de las propiedades no lineales está ligado a conocer primero las propiedades geométricas. En tal sentido al ser este un proceso iterativo se describe en este apartado el cálculo de las propiedades no lineales y en el ítem 4.4.4 se muestra la verificación de la estabilidad final de los deslizadores y aisladores LRB considerando sus propiedades geométricas y no lineales.

La rigidez elástica del deslizador K_e fue supuesta como un valor dentro del rango comercial, es decir entre 200 y 1000 t/m de acuerdo a lo establecido en el Catalogo de Bridgstone. Para este caso se tomo un valor de 1000 t/m como rigidez elástica. A partir de dicho valor, siguiendo las ecuaciones del capítulo 2.3.3.1, considerando el coeficiente de fricción u y la razón de amortiguamiento efectivo ξd del prediseño según la Tabla N° 40, se obtuvieron las propiedades no lineales de los deslizadores planos los cuales se muestran en la tabla

Tabla 40. Propiedades no lineales de los deslizadores planos.

DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD
Modelamiento bilineal del deslizador plano			
Rigidez Inicial	K_e	1000.00	t/m
Desplazamiento de Fluencia	$Dy = \frac{k_{eff-SLD}\ D_M}{K_e}$	0.01	m
Fuerza de Fluencia	$Fy = K_e\ Dy$	11.50	t
Fuerza máxima	$F_M = Fy$	11.50	t
Fuerza Histerética	$Q = F_M$	11.50	t
Coeficiente de fricción	μ	10.00%	%
Razon de amortiguamiento	εd	64.00%	%

4.4.1.2 Propiedades no lineales de los aisladores

De la misma forma que con los deslizadores, el cálculo de las propiedades no lineales está ligado a conocer primero las propiedades geométricas. Como este es un proceso iterativo se describe en este apartado el cálculo de las propiedades no lineales y en el anexo se muestra el diseño final de los aisladores elastoméricos tipo LRB considerando sus propiedades geométricas y no lineales. La tabla muestra las propiedades no lineales de los aisladores elastoméricos tipo LRB.

Tabla 41. Propiedades no lineales de los aisladores elastomericos tipo LRB.

DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD
Modelamiento bilineal del aislador LRB			
Rigidez Post Fluencia	$K_d = \frac{GA_R}{H_r}$	73.96	t/m
Rigidez Inicial	$K_e = 10K_d$	739.58	t/m
Fuerza Histerética	$Q = \sigma y_p \, A_p$	16.29	t
Fuerza de Fluencia	$Fy = \frac{Q \, K_e}{K_e - K_d}$	18.10	t
Desplazamiento de Fluencia	$Dy = \frac{Fy}{K_e}$	0.02	m
Fuerza para el máximo desplazamiento	$F_M = Q + K_d \, D_M$	46.13	t
Rigidez Efectiva	$K_{eff} = \frac{F_M}{D_M}$	114.32	t/m
Energía disipada por ciclo	$E_{ciclo} = 4Q(D_M - D_Y)$	24.69	t.m
Amortiguamiento efectivo	$\beta eff = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{E_{ciclo}}{K_{eff}{D_M}^2}\right)$	21%	%

4.4.1.3 Propiedades no lineales del sistema de aislamiento

Para calcular las propiedades no lineales del sistema de aislamiento, se necesita conocer la fuerza de fluencia (Fy), la fuerza máxima (F_M) y la fuerza histerética (Q) del sistema de aislamiento. Para ello se sabe que conociendo las fuerzas de fluencia y máxima de los deslizadores y aisladores, se puede conocer las fuerzas del sistema de aislamiento tal como se muestran en las ecuaciones (0-32), (0-33) y (0-34) donde N_{SLD} es el número de deslizadores y N_{LRB} es el número de aisladores elastomericos tipo LRB. Además, se planteó el comportamiento constitutivo del sistema de aislamiento a partir del modelo del sistema de aislamiento debido a que estos lo gobiernan, por consiguiente se obtuvieron las ecuaciones, siendo, K_d, K_e y Dy la rigidez post fluencia, rigidez elástica, y desplazamiento de fluencia del sistema de aislamiento respectivamente. Los resultados de las propiedades no lineales del sistema de aislamiento y el modelo bilineal.

$$Fy = (Fy\,N)_{SLD} + (Fy\,N)_{LRB} \quad (0\text{-}32)$$

$$F_M = (F_M N)_{SLD} + (F_M N)_{LRB} \quad (0\text{-}33)$$

$$Q = (QN)_{SLD} + (QN)_{LRB} \quad (0\text{-}34)$$

$$K_d = \frac{F_M - Q}{D_M} \quad (0\text{-}35)$$

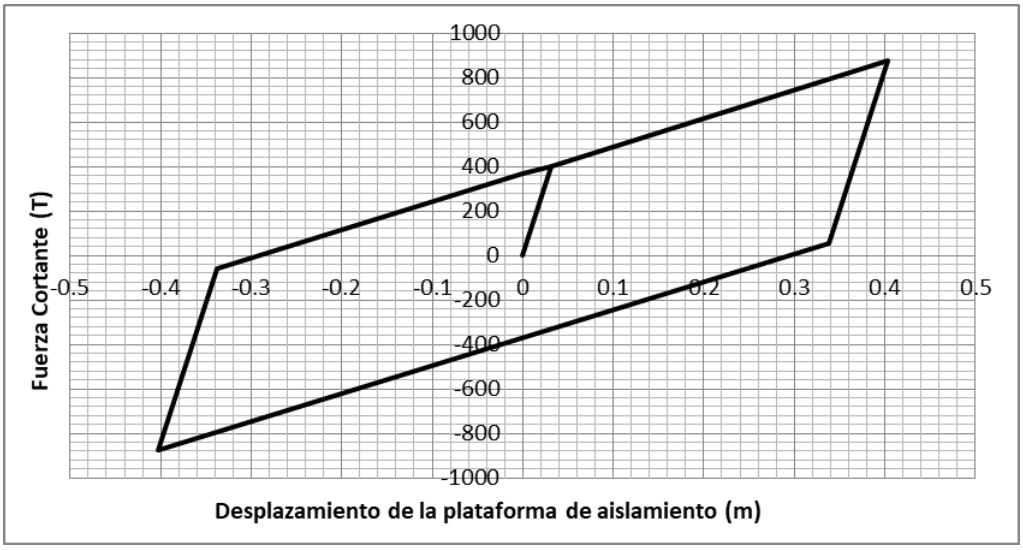
$$K_e = 10K_d \quad (0\text{-}36)$$

$$Dy = Fy/K_e \quad (0\text{-}37)$$

Tabla 42. Propiedades no lineales del sistema de aislamiento.

Parámetro	Und.	Valor
Fuerza de fluencia Fy	t	399.70
Fuerza máxima F_M	t	876.21
Fuerza histerética Q	t	368.93
Rigidez post fluencia K_d	t/m	1257.20
Rigidez elástica K_e	t/m	12572.00
Desplazamiento de fluencia Dy	m	0.03

Gráfico 4. Representación bilineal del sistema de aislamiento.



4.4.1.4 Factores de modificación de las propiedades no lineales

De acuerdo con la norma E.031, los factores de modificación se utilizan para contemplar las incertidumbres en las propiedades reales de los aisladores durante su vida útil. Por ende, existen factores máximos y mínimos en cada tipo de aislador que consideran los efectos del calentamiento debido al movimiento dinámico cíclico, la velocidad de carga, la degradación de las propiedades mecánicas como consecuencia de acciones cíclicas más conocida como scragging, entre otros.

Los factores de modificación máximos y mínimos utilizados muestran las propiedades no lineales modificadas de los deslizadores planos, los aisladores elastoméricos tipo LRB y el sistema de aislamiento respectivamente.

Tabla 43. Factores de modificación máximo y mínimos a utilizar.

Característica del dispositivo	Propiedad	λmínimo	λmáximo
Aislador elastomérico con núcleo de plomo	K_d	0.80	1.30
	Q	0.80	1.50
Deslizador plano	u-Q	0.80	1.60

Tabla 44. Propiedades no lineales modificadas de los deslizadores planos.

Propiedad	Und.	λmínimo	Nominal	λmáximo
Rigidez elástica K_e	t/m	1000	1000	1000
Fuerza de fluencia Fy	t	9.20	11.50	18.40
Fuerza máxima F_M	t	9.20	11.50	18.40
Coeficiente de fricción μ	%	8.00	10.00	16.00

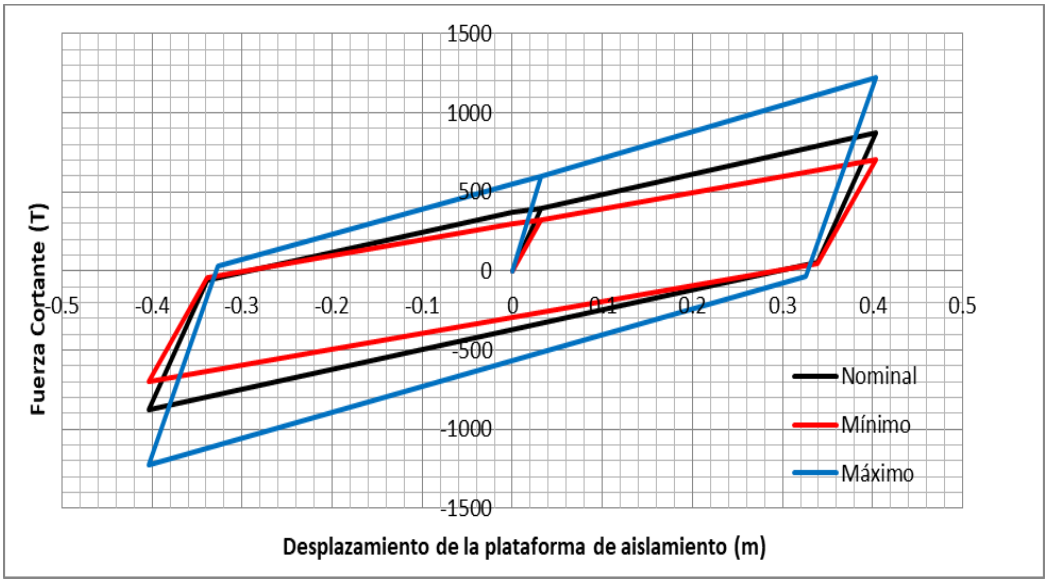
Tabla 45. Propiedades no lineales modificadas de los aisladores elastoméricos tipo LRB.

Propiedad	Und.	λmínimo	Nominal	λmáximo
Rigidez elástica K_e	t/m	591.66	739.58	961.45
Rigidez post fluencia K_d	t/m	59.16	73.96	96.14
Relación de rigideces K_e/K_d	-	10.00	10.00	10.00
Fuerza de fluencia Fy	t	14.48	18.10	27.15
Fuerza máxima F_M	t	36.90	46.13	69.19
Fuerza histerética Q	t	13.03	16.29	24.43

Tabla 46. Propiedades no lineales modificadas del sistema de aislamiento.

Propiedad	Und.	λmínimo	Nominal	λmáximo
Rigidez elástica K_e	t/m	10057.60	12572.00	16343.60
Rigidez post fluencia K_d	t/m	1005.76	1257.20	1634.36
Relación de rigideces K_e/K_d	-	10.00	10.00	10.00
Fuerza de fluencia Fy	t	319.76	399.70	599.55
Fuerza máxima F_M	t	700.96	876.21	1314.31
Fuerza histerética Q	t	295.14	368.93	553.39

Gráfico 5. Representación bilineal del sistema de aislamiento con propiedades modificadas.



4.4.2 Análisis No Lineal Tiempo Historia (ANLTH)

A partir del modelo tridimensional del edificio, se realizó el ANLTH con la ayuda del programa ETABS 2018, el cual a través del método FNA resuelve las ecuaciones descritas en el capítulo 2.3.5.4. En función a los requerimientos de la norma E.031, se ejecutaron las siguientes actividades descritas a continuación:

- Se realizó el tratamiento de registros sísmicos para representar al espectro de diseño de un sismo de 2475 años de periodo de retorno con un amortiguamiento estructural del 5%.
- Se verificaron las máximas derivas y aceleraciones. Se verificó que la fuerza de restitución sea mayor en por lo menos el 2.5% del peso sísmico que la fuerza lateral correspondientes al 50% del desplazamiento máximo.
- Se verificó las cargas máximas y mínimas en los dispositivos.
- Finalmente, se determinaron las características fuerza – deformación de los dispositivos para representar el comportamiento no lineal del sistema de aislamiento en un modelo elástico de diseño.

4.4.2.1 Registros sísmicos

De acuerdo a lo estipulado en la norma E.031, se seleccionaron siete sismos mostrados. En dicha tabla se muestra el intervalo de tiempo, el número de datos y la aceleración máxima del terreno (PGA) por cada componente de los registros sísmicos.

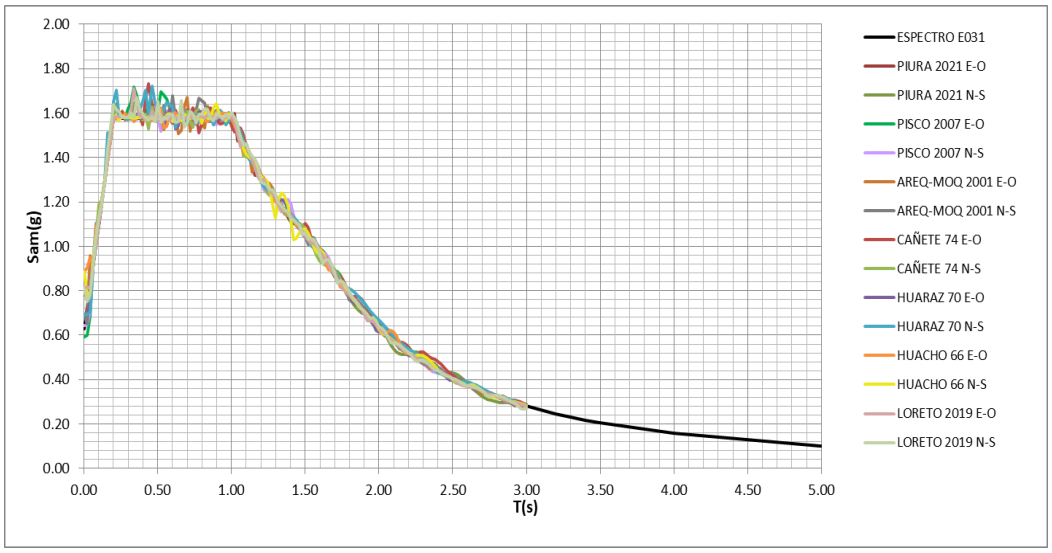
Estos registros sísmicos fueron obtenidos de la red acelerográfica del CISMID, realizándoles sus respectivas correcciones por línea base y filtrado de frecuencias con la ayuda del programa Seismo Signal. Luego se compatibilizó el espectro de cada registro sísmico con el espectro de la norma E.031 mediante el programa Seismo Match.

Tabla 47. Datos de registros sísmicos.

Registro	**Piura 2021**		**Loreto 2019**		**Pisco 2007**		**Arequipa Moquegua 2001**		**Cañete 1974**		**Huaraz 1970**		**Huacho 1966**	
Δt(s)	0.005		0.005		0.010		0.010		0.020		0.020		0.020	
Duración (s)	210		438		218		199		98		45		66	
Nro.Datos	42000		87602		21807		19892		4899		2255		3283	
Dirección	**EO**	**NS**	**EO**	**NS**	**EO**	**NS**	**EO**	**NS**	**EO**	**NS**	**EO**	**NS**	**EO**	**NS**
PGA (g)	0.16	0.17	0.08	0.08	0.28	0.34	0.30	0.22	0.20	0.18	0.10	0.10	0.18	0.27
SRSS	0.30	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	0.30	1.00

El Gráfico N° 6 muestra los registros sísmicos escalados convirtiéndolos en espectros compatibles tal como lo estipula la norma E.031. Además el intervalo de escalamiento fue desde 0s hasta 3.00s, esto se debe a que estos registros espectros compatibles también servirán para el ANLTH utilizando el sistema de disipadores SLB.

Gráfico 6. Espectro compatible de seudo aceleración con los espectros procesados de siete sismos.



4.4.2.2 Desplazamientos, derivas y aceleraciones

A través del modelo tridimensional y con el ingreso de los espectros compatibles al programa, se realizó el caso de carga tipo Fast NonlinearAnalysis (FNA). Para cada dirección de análisis se tomó en cuenta los factores de 1.00 y 0.30 tal como se mostró en la Tabla N° 48, aplicándolas simultáneamente para cada par de componentes. Además, se consideró la ubicación de la excentricidad de la masa más desfavorable, vale decir que se realizó un análisis de distancias relativas entre el Centro de Masas (CM) y el Centro de Rigideces (CR), en función del cálculo inicial de la excentricidad natural mostrada en la **¡Error! No se encuentra el o rigen de la referencia.**, de esta forma las excentricidades más desfavorables se muestran en la Tabla N° 48.

Tabla 48. Excentricidades más desfavorables en cada dirección de análisis.

Dirección	**Excentricidad Accidental**
S X-X	-0.05
S Y-Y	+0.05

Para el cálculo de los desplazamientos, la norma E.031 en el capítulo 25.3 indica que el desplazamiento máximo del sistema de aislamiento debe ser calculado mediante la suma vectorial de los dos desplazamientos ortogonales en cada instante de tiempo. En ese sentido, el **¡Error! No se encuentra el origen de la r**

eferencia. y el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestran la suma vectorial en cada instante de tiempo del desplazamiento máximo para el registro de Piura 2021 en la dirección X e Y respectivamente.

Gráfico 7. Desplazamiento vs Tiempo para análisis en la dirección X-X. Sismo Piura 2021.

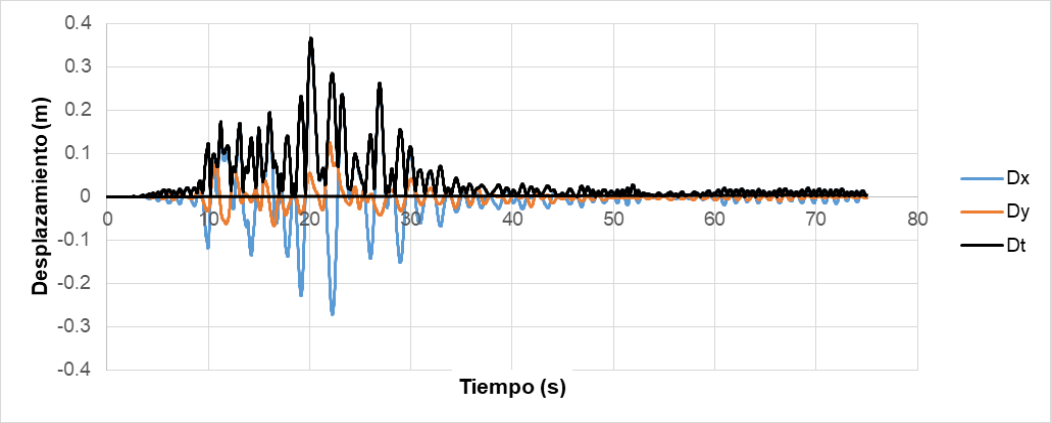
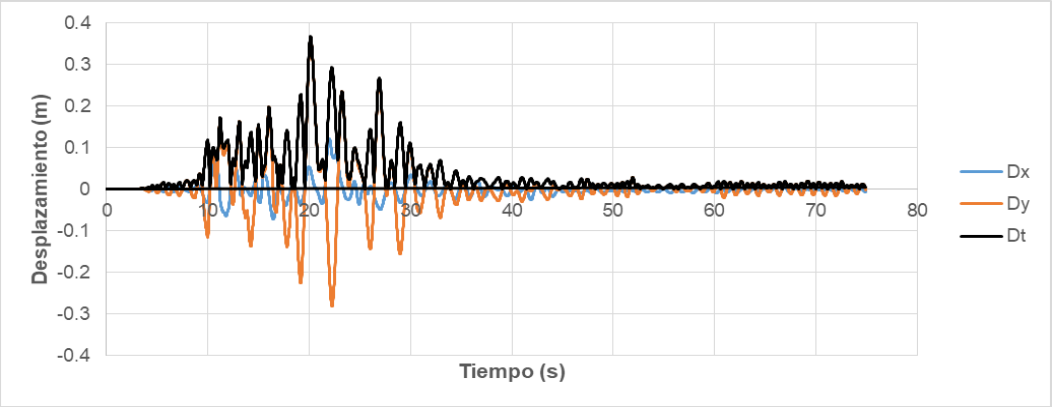


Gráfico 8. Desplazamiento vs Tiempo para análisis en la dirección Y-Y. Sismo Piura 2021.



Al momento de realizar el ANLTH, se consideraron las propiedades mínimas, nominales y máximas, las cuales fueron mostradas en la sección 4.4.1.4. Con las propiedades nominales se obtuvieron las máximas respuestas para cada dirección de análisis y para cada sismo, encontrando finalmente el promedio de cada respuesta tal como se muestra en la Tabla N° 49, y la Tabla N° 50.

Tabla 49. Respuestas máximas en la dirección X-X del ANLTH con siete sismos- Nominal.

X-X	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
Desp.Azotea (m)	0.47	0.40	0.41	0.41	0.44	0.39	0.38	0.41

Desp.Plat. Aisl.(m)	0.40	0.34	0.38	0.35	0.37	0.38	0.32	0.36
Deriva	0.0031	0.0029	0.0030	0.0028	0.0029	0.0027	0.0027	0.0029
Aceleración (g)	0.45	0.42	0.45	0.47	0.48	0.49	0.35	0.44

Tabla 50. Respuestas máximas en la dirección Y-Y del ANLTH con siete sismos- Nominal

X-X	**Piura 2021**	**Loreto 2019**	**Pisco 2007**	**Arequipa Moquegua 2001**	**Cañete 1974**	**Huaraz 1970**	**Huacho 1966**	**Promedio**
Desp.Azotea (m)	0.46	0.39	0.41	0.39	0.43	0.39	0.38	0.41
Desp.Plat. Aisl.(m)	0.40	0.35	0.38	0.36	0.37	0.38	0.32	0.37
Deriva	0.0023	0.0021	0.0021	0.0021	0.0024	0.0022	0.0022	0.0022
Aceleración (g)	0.41	0.44	0.39	0.48	0.49	0.49	0.43	0.45

Para este procedimiento, se recopiló las máximas respuestas en cada uno de los sismos, haciendo uso de las propiedades no lineales modificadas mínimas y máximas. De forma breve, se puede decir que la tabla realizada, contiene el promedio de las respuestas de los siete registros sísmicos en cada dirección de análisis junto a las propiedades de los dispositivos que fueron modificadas.

Tabla 51. Promedio de las respuestas máximas de los siete sismos para ambas direcciones.

Resumen	**Und**	**X-X**			**Y-Y**		
		λmínimo	**Nominal**	**λmáximo**	**λmínimo**	**Nominal**	**λmáximo**
Desp.Azotea	m	0.42	0.41	0.40	0.41	0.41	0.39
Desp.Plat.Aisl	m	0.37	0.36	0.34	0.37	0.37	0.34
Deriva		0.0024	0.0029	0.0036	0.0018	0.0022	0.0029
Aceleración	g	0.37	0.44	0.58	0.37	0.45	0.60

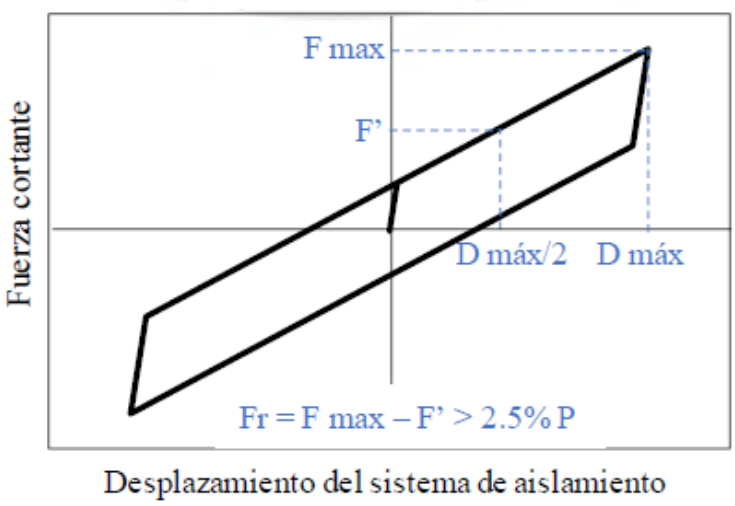
De la tabla anterior se observa que los mayores desplazamientos corresponden al modelo de propiedades modificadas mínimas; además, las mayores derivas y aceleraciones corresponden al modelo de propiedades modificadas máximo. Esto se debe a que el modelo con propiedades máximas, según la Tabla N° 51, tiene más amortiguamiento que los modelos nominal y mínimo disminuyendo el desplazamiento, pero aumentando la disipación de energía.

4.4.2.3 Fuerza de Restitución lateral

El sistema de aislamiento debe ser configurado para que produzca una fuerza lateral de restitución en el máximo desplazamiento, debiendo considerar las

propiedades modificadas de tal manera que resulte por lo menos en 2.5% del peso sísmico del edificio que la fuerza lateral correspondiente al 50% del desplazamiento máximo.

Tabla 52. Esquema de la fuerza de restitución lateral.



La Tabla N° 53, muestra el cálculo de la fuerza de restitución lateral Fr respecto del peso sísmico P en función de la fuerza y desplazamiento máximo. Así mismo se muestran los resultados del modelo con propiedades nominales y modificadas.

Tabla 53. Porcentaje de la fuerza de restitución lateral respecto de peso sísmico.

Parámetro	Und.	λmínimo	Nominal	λmáximo
Fmax	t	700.96	876.21	1226.69
F'	t	498.05	622.57	890.04
Fr	t	202.91	253.64	336.65
P	t	2854.30	2854.30	2854.30
Fr/P		7.11%	8.89%	11.79%

4.4.2.4 Cargas máximas y mínimas en los dispositivos

En la Tabla N° 54 y de acuerdo a la ubicación del dispositivo, se muestran la mayor y menor carga axial de todo el sistema de aislamiento para cada dirección de análisis X e Y en la Tabla N° 55. Tener en cuenta que el signo negativo indica fuerza en compresión y el signo positivo indica fuerza en tracción.

Tabla 54. Dispositivos con la mayor y menor carga axial.

Ubicación	Dirección X-X		Dirección Y-Y	
	Pmin (t)	Pmax (t)	Pmin (t)	Pmax (t)
5	3.34	-151.64	5.52	-153.83
14	142.52	-267.95	142.33	-268.13

4.4.2.5 Rigidez efectiva y amortiguamiento efectivo

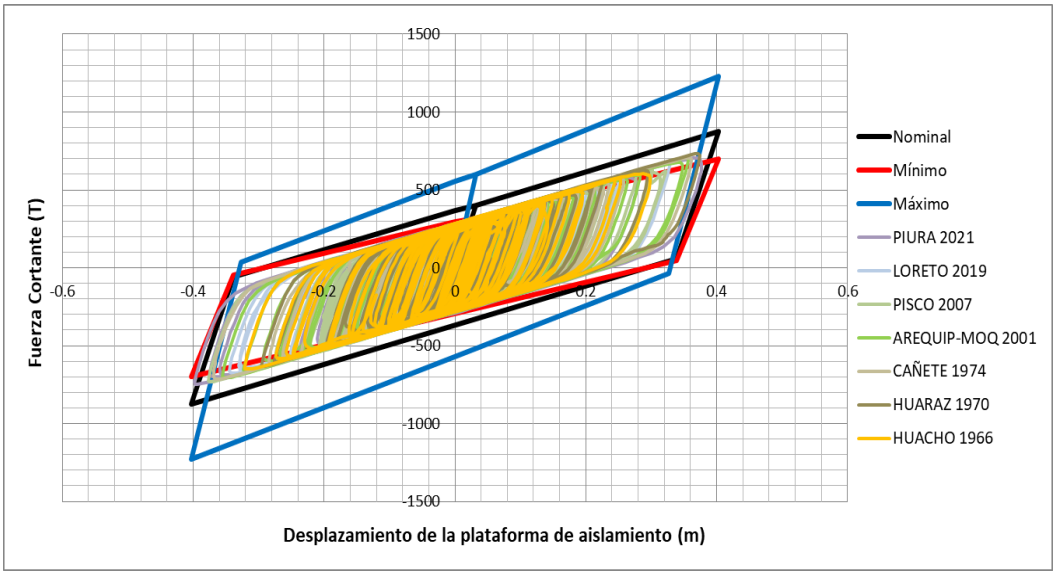
El cálculo de la rigidez efectiva (K_{eff}) y amortiguamiento efectivo (β_{eff}) del sistema de aislamiento se realizó a partir de las ecuaciones (0-38) y (0-39) donde $V_{\min}$ y $V_{\max}$, y $D_{\min}$ y $D_{\max}$ son las fuerzas y desplazamientos mínimos y máximos, respectivamente, y $Eciclo$ corresponde a la energía disipada por cada ciclo de carga en cada ANLTH

$$K_{eff} = \frac{|V_{min}| + |V_{max}|}{|D_{min}| + |D_{max}|} \quad (0\text{-}38)$$

$$\beta_{eff} = \frac{2}{\pi} \frac{E_{ciclo}}{K_{eff}(|D_{min}| + |D_{max}|)^2} \quad (0\text{-}39)$$

Con el ANLTH realizado para cada sismo y en cada dirección es posible obtener la curva de histéresis. En el Gráfico N°9 se muestra la curva de histéresis de la plataforma de aislamiento para los siete sismos y se muestra el modelo bilineal obtenidos con las propiedades nominales en la dirección X-X.

Gráfico 9. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección X-X- Nominal.



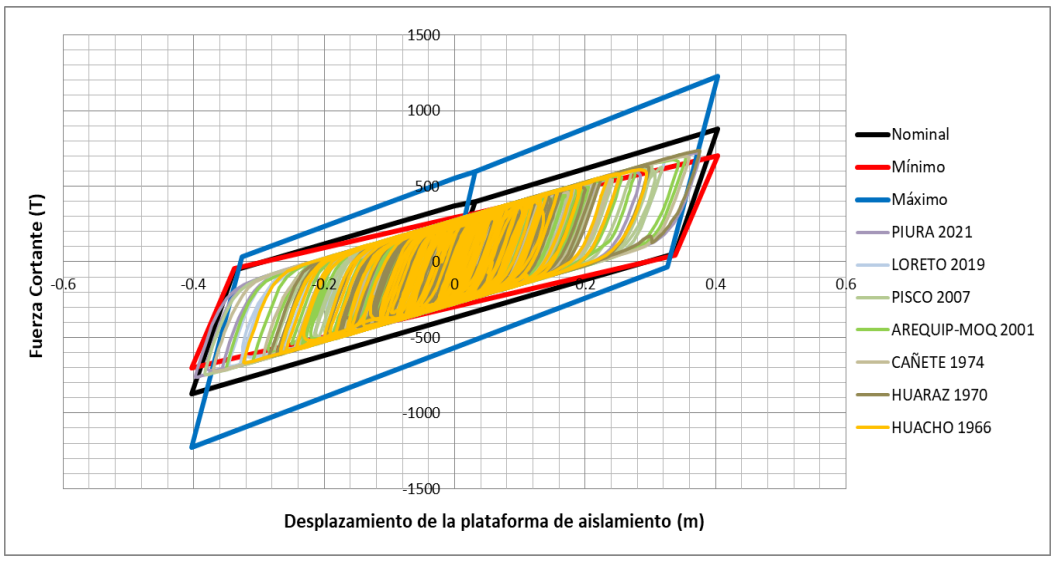
Del grafico anterior, se pueden obtener los desplazamientos y fuerzas que son necesarias para poder obtener la rigidez efectiva K_{eff}, el amortiguamiento efectivo β_{eff} y la energía disipada E_{ciclo} del sistema de aislamiento analizando la dirección X-X. Los resultados de esos parámetros se muestran en la Tabla N° 55.

Tabla 55. Obtención de parámetros en función al diagrama de histéresis, dirección X-X.

X-X	Und	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
D_{min}	m	-0.40	-0.34	-0.38	-0.35	-0.37	-0.29	-0.32	-0.35
D_{max}	m	0.38	0.32	0.32	0.35	0.36	0.38	0.29	0.34
V_{max}	t	704	677	634	707	703	732	603	680
V_{min}	t	-749	-676	-732	-707	-715	-634	-651	-695
K_{eff}	**t/m**	**1857**	**2037**	**1956**	**2009**	**1955**	**2044**	**2044**	**1986**
E_{ciclo}	**t.m**	**355**	**299**	**302**	**323**	**346**	**306**	**264**	**314**
β_{eff}	**%**	**20%**	**21%**	**20%**	**21%**	**21%**	**21%**	**22%**	**21%**

Al igual que el análisis en la dirección X-X, se obtuvo el diagrama de histéresis del sistema de aislamiento en la dirección Y-Y a partir del modelo bilineal correspondiente a las propiedades bilineales.

Gráfico 10. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección Y-Y- Nominal



Se muestra el cálculo de los parámetros según el análisis en la dirección Y-Y. Los más resaltantes son la rigidez efectiva K_{eff}, el amortiguamiento efectivo β_{eff} y la energía disipada E_{ciclo} del sistema de aislamiento.

Tabla 56. Obtención de parámetros en función al diagrama de histéresis, dirección Y-Y.

Y-Y	Und	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
D_{min}	m	-0.40	-0.35	-0.38	-0.35	-0.37	-0.29	-0.32	-0.35
D_{max}	m	0.38	0.32	0.32	0.36	0.36	0.38	0.30	0.34
V_{max}	t	719	675	644	709	696	737	608	684
V_{min}	t	-763	-690	-746	-707	-726	-627	-667	-704
K_{eff}	**t/m**	**1892**	**2026**	**1973**	**2006**	**1941**	**2056**	**2071**	**1995**
E_{ciclo}	**t.m**	**360**	**299**	**309**	**309**	**329**	**294**	**269**	**310**
β_{eff}	**%**	**20%**	**21%**	**20%**	**20%**	**20%**	**21%**	**22%**	**20%**

En el Gráfico N° 11 y el Gráfico N° 12, se mostraron los diagramas de histéresis para los diferentes registros sísmicos en ambas direcciones utilizando las propiedades no lineales nominales. Asi mismo en el Gráfico N° 13 y en el Gráfico N° 14 se aprecian los diagramas de histéresis con las propiedades modificadas mínimas. Se muestran los diagramas de histéresis con las propiedades modificadas máximas.

Gráfico 11. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección X-X- Mínimo.

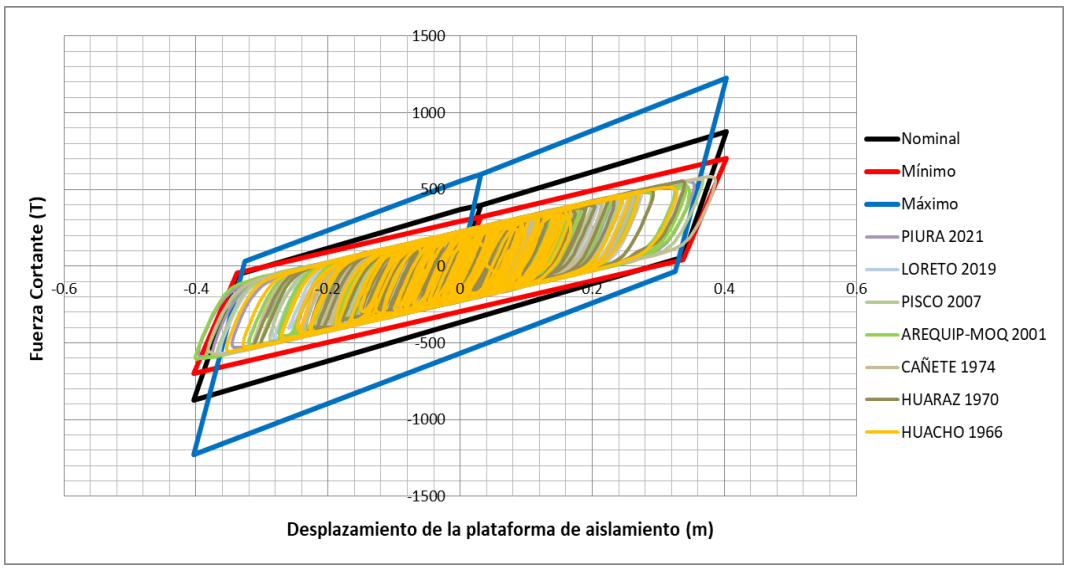


Gráfico 12. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección Y-Y- Mínimo.

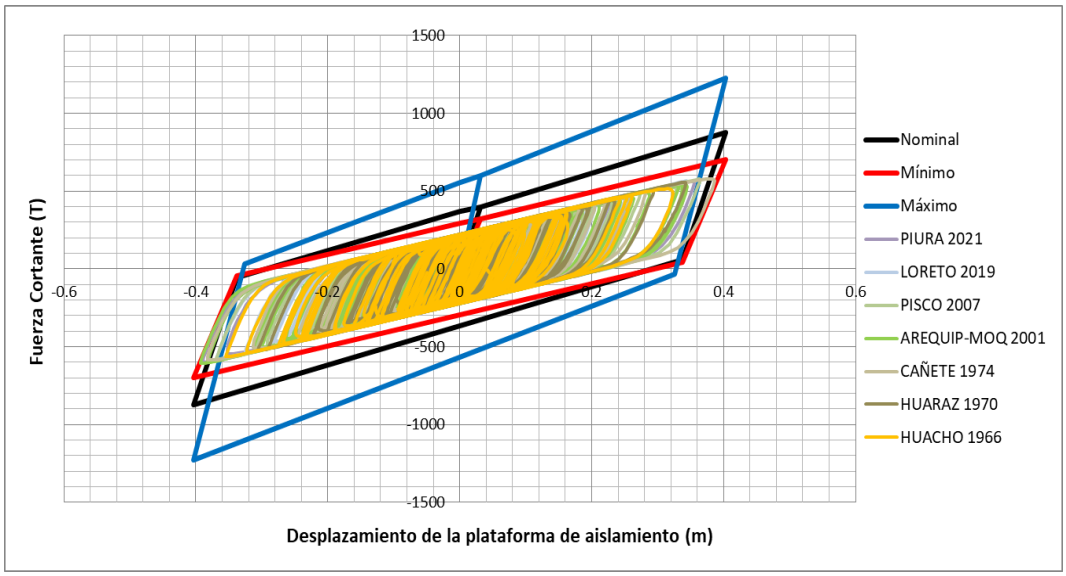


Gráfico 13. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección X-X- Máximo.

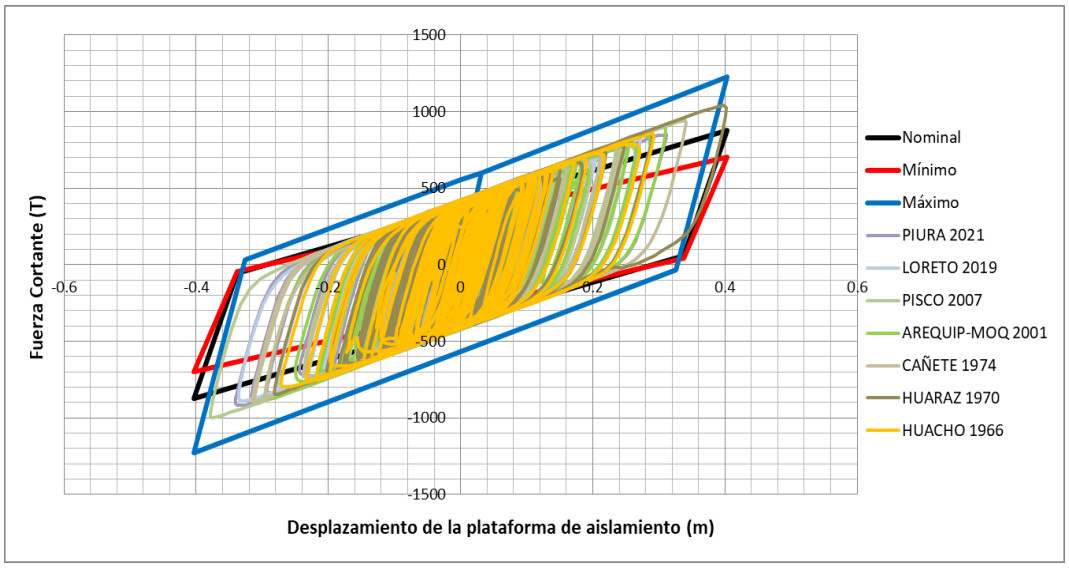
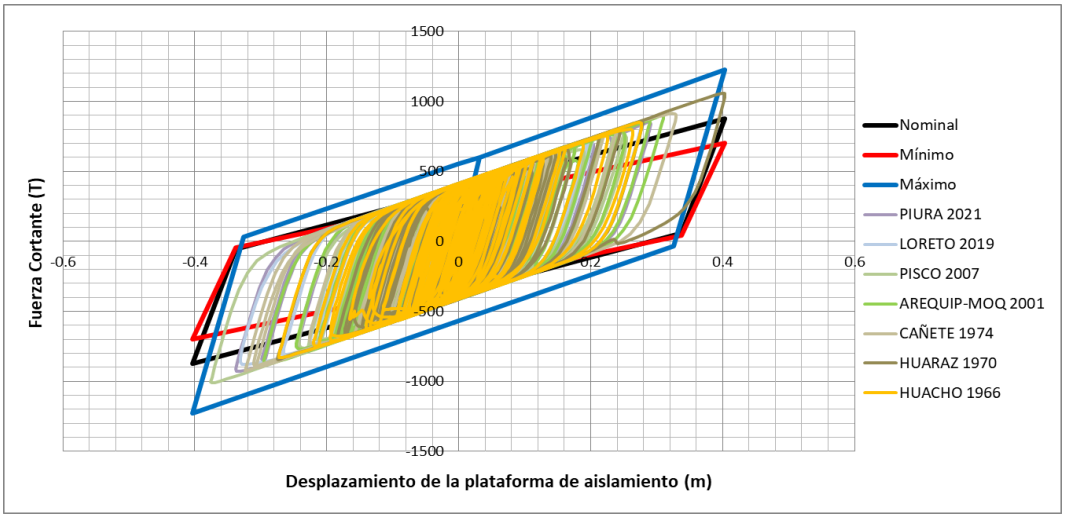


Gráfico 14. Diagrama de histéresis del sistema de aislamiento dirección Y-Y- Máximo.



De los gráficos anteriores se verifica que en todos los casos los diagramas histereticos para los diferentes sismos, se encuentran dentro del diagrama bilineal planteado con las propiedades no lineales modificadas (máximas y mínimas). La Tabla N° 57, muestra el cálculo de la rigidez efectiva K_{eff} y el amortiguamiento efectivo β_{eff} del sistema de aislamiento tanto para las propiedades nominales como para las modificadas.

Tabla 57. Resultados promedios de los diagramas de histéresis del sistema de aislamiento.

Parámetros	Und	SISMO X-X			SISMO Y-Y		
		λmínimo	Nominal	λmáximo	λmínimo	Nominal	λmáximo
D_{min}	m	-0.37	-0.35	-0.32	-0.37	-0.35	-0.32
D_{max}	m	0.35	0.34	0.31	0.35	0.34	0.31
V_{max}	t	552	680	886	556	684	891
V_{min}	t	-571	-695	-889	-578	-704	-900
K_{eff}	**t/m**	**1568**	**1986**	**2849**	**1575**	**1995**	**2852**
E_{ciclo}	**t.m**	**253**	**314**	**402**	**251**	**310**	**397**
β_{eff}	**-**	**20%**	**21%**	**23%**	**20%**	**20%**	**22%**

4.4.3 Propiedades lineales efectivas

En este apartado tiene como finalidad calcular las propiedades lineales efectivas de los deslizadores y aisladores, a partir de la rigidez efectiva K_{eff} y amortiguamiento efectivo β_{eff} del sistema de aislamiento. Para ello se procede a calcular las propiedades lineales efectivas del sistema de aislamiento, los cuales se muestran en la Tabla N° 58.

Tabla 58. Propiedades lineales efectivas del sistema de aislamiento.

Parámetro	Und.	λmínimo	Nominal	λmáximo
Rigidez efectiva, K_{eff}	t/m	1574.82	1995.12	2851.96
Razón de amortiguamiento efectivo, β_{eff}	-	20%	21%	23%
Masa sísmica de la superestructura, ms	$t.s^2/m$	213.40	213.40	213.40
Masa sísmica de la plataforma aislamiento, m_M	$t.s^2/m$	77.56	77.56	77.56
Periodo de edificio de base aislada,T_f	s	2.70	2.40	2.01
Amortiguamiento efectivo,C_M	t.s/m	271.23	318.86	421.28
Pseudo aceleración,S_{aM}	m/s^2	3.40	4.26	6.18
Factor de amortiguamiento,B_M	-	1.50	1.52	1.56
Desplazamiento,D_M	m	0.42	0.41	0.40

Luego de obtener las propiedades lineales efectivas del sistema de aislamiento, se procede a calcular las propiedades lineales efectivas de los deslizadores planos. El procedimiento es el mismo que se utilizó en el apartado 4.3.1.2. Los resultados se muestran en la Tabla N° 59.

Tabla 59. Propiedades lineales efectivas de los deslizadores planos.

Parámetro	Und.	λmínimo	Nominal	λmáximo
Desplazamiento máximo, X_{MAX}	m	0.42	0.41	0.40
Coeficiente de fricción, μ	-	8.00%	10.00%	16.00%
Peso sísmico total, W	t	919.61	919.61	919.61
Razón de amortiguamiento efectivo, ξ_{SLD}	-	64%	64%	64%
Rigidez lateral total, K_{SLD}	t/m	175.72	224.76	364.04
Amortiguamiento efectivo total, C_{SLD}	t.s/m	164.28	185.80	236.46
Numero de deslizadores, N_{SLD}	-	8	8	8
Rigidez lateral, $k_{eff\text{-}SLD}$	**t/m**	**21.96**	**28.10**	**45.51**
Amortiguamiento efectivo, c_{SLD}	**t.s/m**	**20.53**	**23.22**	**29.56**

Teniendo las propiedades lineales efectivas de los deslizadores planos, se procede a calcular las propiedades lineales efectivas de los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo LRB. El procedimiento de cálculo es el mismo que se utilizó en el apartado 4.3.1.3 y los resultados se muestran en la Tabla N° 60.

Tabla 60. Propiedades lineales efectivas de los aisladores.

Parámetro	Und.	λmínimo	Nominal	λmáximo
Rigidez efectiva del sistema de aislamiento, K_M	t/m	1574.82	1995.12	2851.96
Amortiguamiento efectivo del sistema de aislamiento, C_M	t.s/m	271.23	318.86	421.28
Rigidez lateral total, K_{SLD}	t/m	175.72	224.76	364.04
Amortiguamiento efectivo total, C_{SLD}	t.s/m	164.28	185.80	236.46
Rigidez lateral total, K_{LRB}	t/m	1399.11	1770.36	2487.92
Amortiguamiento efectivo total, C_{LRB}	t.s/m	106.95	133.06	184.82
Numero de aisladores, N_{LRB}	-	17	17	17
Rigidez lateral, $k_{eff-LRB}$	**t/m**	**82.30**	**104.14**	**146.35**
Amortiguamiento efectivo, c_{LRB}	**t.s/m**	**6.29**	**7.83**	**10.87**

Con esto queda resumido el diseño de las propiedades lineales y no lineales de los dispositivos sísmicos, tanto para los deslizadores planos como para los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo LRB. Una vez obtenido estos parámetros, se procede a describir las consideraciones para el diseño en concreto armado del sistema estructural.

4.4.4 Criterios de diseño para los deslizadores y aisladores LRB

Para terminar el diseño del sistema de aislamiento, se tiene que diseñar la geometría y verificar estados límites de estabilidad de los deslizadores y aisladores LRB. Se utilizó normativa internacional como la AASHTO 2014 LRFD para el diseño de los deslizadores principalmente así como también normativa nacional como la E.031 para el criterio de estabilidad de los aisladores LRB.

4.4.4.1 Diseño de los deslizadores

Para proceder con el diseño geométrico del deslizador es necesario tener datos iniciales, los cuales se muestran en la Tabla N° 61.

Tabla 61. Datos iniciales para el dimensionamiento de un deslizador.

Parámetro	Und.	Valor
Desplazamiento máximo, D_M	cm	42.00
Desplazamiento total máximo, D_{TM}	cm	48.30
Coeficiente de fricción del deslizador, u	%	10.00
Carga en servicio del deslizador, P_{SERV}	t	268.00
Carga máxima sobre el deslizador, P_{MAX}	t	305.00
Diámetro del cilindro metálico, Dp	cm	45.25
Esfuerzo de fluencia del acero, Fy	kg/cm^2	2530.00

Con datos de entrada mostrados anteriormente y de acuerdo al capítulo 14 del AASHTO LRFD 2014 y al capítulo 16 del "Guide specifications for Seismic Isolation desing" del AASHTO 2014, los procedimientos de diseño de un deslizador son los siguientes:

- Calcular el área de contacto del teflón PTFE (A_t), en función de la carga en servicio P_{SERV} y la carga ultima P_{MAX}. Se debe cumplir que el esfuerzo a compresión en servicio (σ_{SERV}) sea menor a 3.50 ksi (245 kg/cm^2) y el esfuerzo a compresión ultima (σ_{ULT}) sea menor a 6.00 ksi (420 kg/cm^2). Ambas ecuaciones se aprecian en (0-40) y (0-41), para finalmente obtener el diámetro del PTFE (D_t) de acuerdo con la ecuación (0-42) .

$$\sigma_{SERV} = \frac{P_{SERV}}{A_t} \leq 245\ kg/cm^2 \quad (0\text{-}40)$$

$$\sigma_{ULT} = \frac{P_{MAX}}{A_t} \leq 420\ kg/cm^2 \quad (0\text{-}41)$$

$$A_t = \frac{\pi {D_t}^2}{4} \quad (0\text{-}42)$$

- El espesor mínimo del PTFE debe ser de 0.1875in (4.76mm) cuando la altura del deslizador es menor a 24in (609.60mm) y 0.25in (6.35mm) cuando la altura máxima del deslizador es mayor a 24in (609.60mm).
- El área del caucho (A_r) se calcula a partir del esfuerzo de compresión en servicio (σ_{SERV}) tal como se expresa en la ecuación (0-43). Luego de ello se podrá determinar el diámetro del caucho (D_r) de acuerdo con la ecuación (0-44).

$$\sigma_{SERV} = \frac{P_{SERV}}{A_r} \leq 245\ kg/cm^2 \quad (0\text{-}43)$$

$$A_r = \frac{\pi {D_r}^2}{4} \quad (0\text{-}44)$$

- El espesor del caucho (h_r) que forma parte del deslizador debe satisfacer la ecuación (0-45), donde D_p es el diámetro del cilindro de acero donde se apoyara el caucho y θ_u es la rotación máxima permitida del deslizador. Este último valor depende del proveedor que por lo general bordea un valor de 0.003 radianes.

$$h_r \geq 3.33\theta_u D_p \quad (0\text{-}45)$$

- Los espesores de la plancha vertical (t_W) y de la base (t_b) del cilindro de acero deben satisfacer las ecuaciones (0-47) y (0-48). En ambas ecuaciones aparece la expresión H_u, que es la carga máxima lateral aplicada en el deslizador en función del coeficiente de fricción μ y se calcula según la ecuación (0-46).

$$H_u = \mu P_{MAX} \quad (0\text{-}46)$$

$$t_w \geq \max\left(\frac{D_p \sigma_{SERV}}{1.25F_y}; \sqrt{\frac{25H_u\theta_u}{Fy}}; 0.75in\right) \quad (0\text{-}47)$$

$$t_b \geq \max\left(0.06D_p; \sqrt{\frac{25H_u\theta_u}{Fy}}; 0.75in\right) \quad (0\text{-}48)$$

- El espesor del pistón (t_{pist}) y la altura de la parte inferior del caucho al piston (h_w) deben satisfacer las ecuaciones (0-49) y (0-50) respectivamente.

$$t_{pist} \geq 0.06D_p \quad (0\text{-}49)$$

$$h_w \geq \max\left(\frac{1.5H_u}{D_p F_y}; 0.125in; 0.03D_p\right) \quad (0\text{-}50)$$

- El pistón debe tener una holgura (c) que le permita entrar dentro del cilindro de acero. Esta holgura se calcula de acuerdo a la ecuación (0-51) además el diámetro del piston (D_{pist}) no deberá ser mayor que el diámetro del cilindro, por ello se debe cumplir la expresión (0-52)

$$c = \max\left(\theta_u\left(h_w - \frac{D_p\theta_u}{2}\right); 0.02in\right) \quad (0\text{-}51)$$

$$D_{pist} \leq D_p - 2c \quad (0\text{-}52)$$

- El deslizador consta de anillos de sellado, los cuales se ubican por encima del caucho y por debajo del pistón pegados a las paredes del cilindro de acero. El ancho (w_{sr}) y el espesor (t_{sr}) de los anillos de sellado deberán cumplir con las expresiones (0-53) y (0-54).

$$\max(0.02D_p; 0.25in) \leq w_{sr} \leq 0.75\text{in} \quad (0\text{-}53)$$

$$t_{sr} \geq 0.2w_{sr} \quad (0\text{-}54)$$

- Finalmente, se debe satisfacer que la superficie de contacto del PTFE no choque con el borde de la superficie de la plancha de acero inoxidable, de ancho B_{PL}, para un desplazamiento máximo D_{TM}. En tal sentido:

$$D_{PL} \geq 2D_{TM} + Ds \qquad (0\text{-}55)$$

Con los procedimientos anteriormente descritos, obtenemos las dimensiones finales de los deslizadores los cuales se muestran en la Tabla N° 62 , además la Figura N° 36 muestra un detalle en elevación de la geometría del deslizador.

Tabla 62. Cálculo de las dimensiones finales del deslizador.

Parámetro	Und.	Valor
Diámetro del PTFE, D_t	mm	400
Espesor del PTFE, t_t	mm	6.30
Diámetro del Caucho, D_r	mm	453
Espesor del caucho, h_r	mm	44
Diámetro del cilindro de acero, D_p	mm	453
Espesor de la plancha vertical del cilindro de acero, t_w	mm	50
Espesor de la plancha base del cilindro de acero, t_b	mm	38
Diámetro del pistón, D_{pist}	mm	450
Espesor del pistón, t_{pist}	mm	69
Altura de la parte inferior del caucho al pistón, h_w	mm	19
Ancho del anillo de sellado w_{sr}	mm	12.50
Espesor del anillo de sellado t_{sr}	mm	3.10
Dimensión de las planchas superior e inferior, B_{pl}	mm	1400

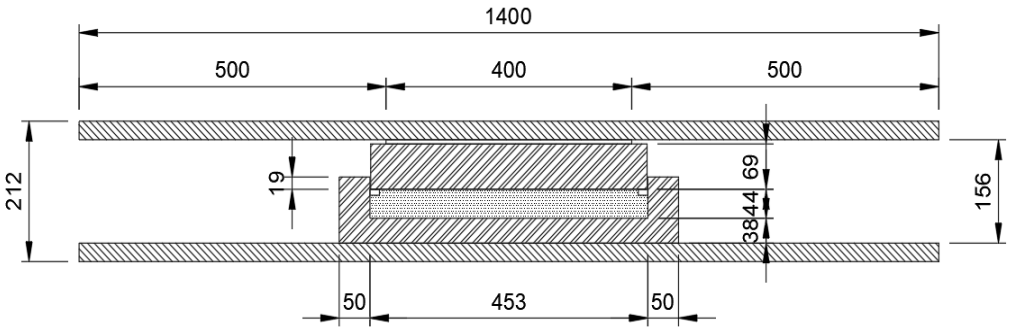


Figura 36. Medidas geométricas del deslizador a utilizar, unidades en mm.

4.4.4.2 Diseño de los Aisladores LRB

La Tabla N° 63 muestra los datos iniciales para luego describir el procedimiento de diseño de un aislador LRB de acuerdo con lo indicado en el capítulo 14 del

AASHTO LRFD 2014, capítulo 14 del "Guide specifications for Seismic Isolation desing" del AASHTO 2014 y el capítulo 6 del Libro "Seismic Isolation of Highway Bridges" de Buckle, Constantinou, Dicleli y Ghasemi.

Tabla 63. Propiedades iniciales para el diseño de un aislador LRB

Parámetro	Und.	Valor
Esfuerzo admisible de compresión del aislador, σ_s	kg/cm^2	245.00
Esfuerzo de fluencia del plomo, σ_{yp}	kg/cm^2	91.00
Esfuerzo de fluencia del acero, F_y	kg/cm^2	2530.00
Deformación lateral por corte, γ_s	-	2.00
Fuerza histeretica , Q_d	t	24.43
Carga en servicio axial de un aislador, P_{SERV}	t	268.13
Carga máxima axial de un aislador, P_{MAX}	t	313.03
Desplazamiento máximo del sistema de aislamiento, D_M	cm	40.00
Desplazamiento total máximo del sistema de aislamiento, D_{TM}	cm	46.00

Con la información mostrada en la tabla anterior, los pasos a seguir son los siguientes:

- Con la carga máxima axial aplicada al aislador (P_{MAX}) y el esfuerzo admisible de compresión del aislador (σ_s), se calcula el área del caucho del aislador (A_b)

$$A_b = \frac{P_{MAX}}{\sigma_s} \qquad (0\text{-}56)$$

- La fuerza histeretica del aislador (Q_d) se calcula como el producto del esfuerzo de fluencia del plomo (σ_{yp}) multiplicado por el área de corte del núcleo de plomo de diámetro d_p, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$Q = \sigma_{yp} \frac{\pi {d_p}^2}{4} \qquad (0\text{-}57)$$

- Con el área de caucho del aislador (A_b) y el diámetro del plomo (d_p), se calcula el diámetro total del aislador (D) con la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4A_b}{\pi} + {d_p}^2} \qquad (0\text{-}58)$$

- Es importante que el tamaño del núcleo de plomo no sea ni demasiado pequeño ni demasiado en comparación del diámetro total del aislador, en ese sentido como regla general se deberá cumplir:

$$\frac{D}{6} \leq d_p \leq \frac{D}{3} \quad (0\text{-}59)$$

- Se calcula un valor para H_r, utilizando la deformación lateral por corte (γ_s) y el desplazamiento máximo de diseño (D_M) de la siguiente manera:

$$H_r = \frac{D_M}{\gamma_s} \quad (0\text{-}60)$$

- Se calcula un valor para el espesor de la capa de caucho (h_r) la cual oscila entre valores de 4mm a 10mm.
- De acuerdo al espesor de la capa de caucho (h_r) y el espesor total del caucho (H_r), se determina el número de capas de caucho de la siguiente forma:

$$n = \frac{H_r}{t_r} \quad (0\text{-}61)$$

- El factor de forma, S, es el ratio entre el área efectiva de una capa de caucho dividida entre su área de la superficie de borde y se calcula:

$$S = \frac{D^2 - {d_p}^2}{4Dt_r} \quad (0\text{-}62)$$

- El espesor mínimo de la capa de acero (h_s) deberá ser como mínimo 0.0625in (1.52mm) y además tendrá que satisfacer la siguiente expresión:

$$h_s \geq \frac{3h_r\sigma_s}{F_y} \quad (0\text{-}63)$$

- Finalmente se calcula la altura total del aislador (H), la cual es la suma de las capas de caucho con un espesor de h_r y las capas de acero con un espesor h_s según la ecuación.

$$H = H_r + (n-1)t_s \quad (0\text{-}64)$$

Con los procedimientos anteriormente descritos, obtenemos las dimensiones finales de los deslizadores los cuales se muestran en la Tabla N° 64, además la Figura N° 37 muestra un detalle en elevación de la geometría del aislador.

Tabla 64. Propiedades geométricas del aislador LRB.

Parámetro	Und.	Valor
Diámetro del aislador, D	mm	900
Diámetro del núcleo de plomo, d_p	mm	180
Altura de caucho del aislador, H_r	mm	250
Espesor de la lámina de caucho, h_r	mm	6.00
Espesor de la lámina de acero, h_s	mm	4.40
Altura del aislador, H	mm	430

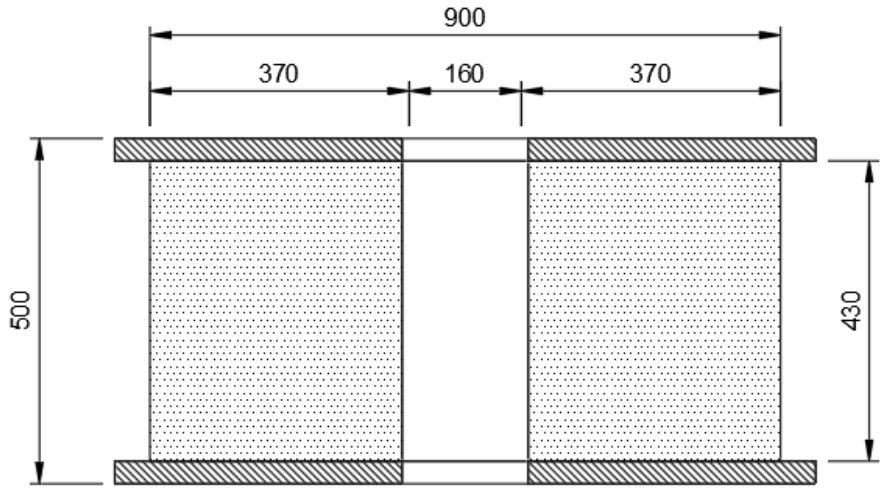


Figura 37. Medidas geométricas del aislador LRB a utilizar, unidades en mm.

Para concluir el diseño final del aislador, se debe verificar por capacidad axial y por corte tal como lo indica el anexo 2 de la norma E.031. Dichos resultados se muestran en la Tabla N° 65 y en la Tabla N° 66.

Tabla 65. Verificación por capacidad axial en el aislador LRB.

DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD
Factor de reducción del área (R1)	$R1 = De^2 * \sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{De^2 - Dtm^2}}{De}\right)$	7489.10	cm^2
Factor de reducción del área (R2)	$R2 = Dtm\sqrt{De^2 - Dtm^2}$	3353.41	cm^2
Factor de reducción del área R	$R = 2\frac{R1 - R2}{\pi De^2}$	0.35	
Area del aislador	$Aa = Ar + Ap$	6361.73	cm^2
Area reducida del aislador	$Ared = AaR$	2254.18	cm^2
Capacidad de Pandeo (para D=0)	$Pcr1 = \frac{\pi}{\sqrt{8}} GS \frac{De}{Ntr} Aa$	3254.66	t
Capacidad de Pandeo (para D=Dtm)	$Pcr2 = \frac{\pi}{\sqrt{8}} GS \frac{De}{Ntr} Ared$	1153.24	t
Factor de seguridad al pandeo (para D=0)	$\frac{Pcr1}{Pserv} \geq F.S = 3$	12.14 **OK**	
Factor de seguridad al pandeo (para D=Dtm)	$\frac{Pcr2}{Pmax} \geq F.S = 1$	3.68 **OK**	

Tabla 66. Verificación por deformación por corte en el aislador LRB.

DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD
Deformación angular por corte	$\gamma d = \frac{Dtm}{Hr}$	1.84	-
Deformación unitaria por compresión	$\varepsilon c = \frac{Pmax/A}{Eo(1 + 2kS^2)}$	0.00	-
Deformación angular por compresión	$\gamma c = 6S\varepsilon c$	0.32	-
Deformación por corte debido a deformación angular	$\gamma\theta = \frac{0.375\, D_e{}^2 \theta}{t_r H_r}$	5.57	-
Deformación total por corte yt	$\gamma t = \gamma d + \gamma c + 0.5\gamma\theta$	4.95 **OK**	

4.5 Diseño de los elementos estructurales

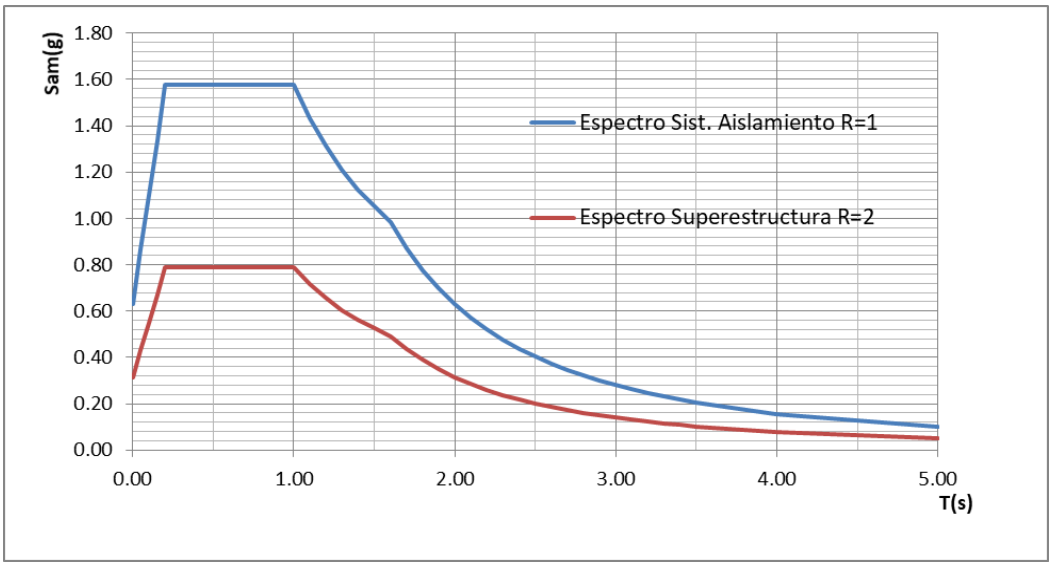
4.5.1 Consideraciones para el diseño de concreto armado

Previo al diseño del edificio con sistema de aislamiento, se deben tener consideraciones necesarias a tomar en cuenta. Por ello en base a la obtención de las propiedades modificadas de los dispositivos sísmicos, se realiza un análisis modal espectral con un espectro de diseño establecido en la norma E.031, se calculan las fuerzas laterales requeridas, se determinan los desplazamientos laterales para que en función a ello se calcule la junta sísmica y los efectos de segundo orden o P-delta.

4.5.1.1 Espectro de diseño

De acuerdo a lo establecido en el artículo 21 de la norma E.031, se puede emplear un factor de reducción para diseñar la superestructura denominado Ra. Este factor se calcula como 3/8Ro y oscila entre uno y dos. Se define al Ro como el coeficiente básico de reducción para la estructura en base fija de acuerdo a lo establecido en la norman E.030. En base a lo descrito anteriormente, el coeficiente Ro toma un valor de ocho, pues la superestructura es aporticada. En tal sentido 3/8Ro sería igual a 3, pero el valor a tomar será igual a dos y en función a ello se determinó el espectro de respuesta tal como se muestra en el Gráfico N° 15.

Gráfico 15. Espectro de Respuesta para el Sistema de Aislamiento y de la superestructura.



El espectro reducido de la superestructura (R=2), se ingresó al modelo tridimensional y en función a los parámetros lineales efectivos descrito en la Tabla N° 67 y la Tabla N° 68 se realizó nuevamente el análisis modal espectral.

4.5.1.2 Fuerzas laterales mínimas para diseño

La fuerza lateral mínima dependerá si la estructura con sistema de aislamiento es regular o irregular. De acuerdo a lo estipulado en el ítem 4.3.6, la estructura califica como regular, en tal sentido la fuerza cortante en el sistema de aislamiento V_b, no deberá ser menor que el 100% de V_b calculado con la ecuación (0-65) , donde K_M y D_M son la rigidez efectiva del sistema de aislamiento obtenido del ANLTH con las propiedades modificadas y el desplazamiento máximo calculado con la ecuación (0-66), respectivamente.

$$V_b = K_M \, D_M \tag{0-65}$$

$$D_M = \frac{S_{aM} \, {T_M}^2}{4\pi^2 B_M} \tag{0-66}$$

De las ecuaciones anteriores, se muestra la Tabla N° 67, donde se aprecian los parámetros para el cálculo de la fuerza lateral mínima de diseño del sistema de aislamiento.

Tabla 67. Fuerza lateral mínima del sistema de aislamiento.

Parámetro	Und.	Valor
Pseudo aceleración espectral S_{aM}	m/s2	6.18
Periodo efectivo T_M	s	2.01
Factor de amortiguamiento B_M	-	1.56
Rigidez efectiva K_M	t/m	2851.96
Desplazamiento máximo D_M	m	0.40
Fuerza cortante V_M	t	1140.78
Fuerza lateral mínima de diseño (100% V_b)	t	1140.78

En el caso de la superestructura, la fuerza de diseño Vs es calculada de acuerdo a la ecuación (0-67), donde V_{st} es la fuerza cortante no reducida que actúa sobre los elementos por encima del nivel de base calculada según la ecuación (0-68). Los parámetros de estos cálculos se muestran en la **¡Error! No se encuentra el o rigen de la referencia.**.

$$V_s = \frac{V_{st}}{R_a} \quad (0\text{-}67)$$

$$V_{st} = V_b \left(\frac{P_s}{P}\right)^{1-2.5\beta_M} \quad (0\text{-}68)$$

Tabla 68. Fuerza lateral mínima de la superestructura

Parámetro	Und.	Valor
Coeficiente básico de reducción R_0	-	8
Coeficiente de reducción R_a=3/8R_0	-	2
Peso sísmico de la superestrutura P_s	t	2093.46
Peso sísmico total P	t	2854.30
Factor de amortiguamiento β	-	23%
Fuerza cortante no reducida V_{st}	t	1047.67
Fuerza cortante mínima V_s	t	523.83

De acuerdo al artículo 21.3 de la norma E.031, existe un valor límite de la fuerza cortante para la superestructura Vs. Los resultados para el valor límite de la fuerza cortante se muestran en la tabla.

Tabla 69. Valor límite de la fuerza cortante de la superestructura.

Requerimientos	Und.	Valor
Requerimiento 1: Fuerza cortante en estructura de base fija, Norma E.030	t	164.86
Requerimiento 2a: Fuerza máxima resultante de las propiedades- máximo	t	523.83
Requerimiento 2b: 1.5Qd del sistema de aislamiento - nominal	t	242.77
Requerimiento 2c: Fuerza con desplazamiento cero luego del ciclo de histeresis	t	161.85
Valor límite de Vs	t	523.83

Se estableció que la fuerza lateral mínima de diseño para la superestructura es de 523.83 t y la fuerza lateral mínima del sistema de aislamiento es de 1140.78 t.

4.5.1.3 Desplazamiento lateral total

Se calcula, según lo estipulado en el artículo 20.3 de la norma E.030, como el mayor valor entre los resultados de los desplazamientos totales obtenidos con el análisis estático y con el análisis dinámico. El desplazamiento total Dtm está en función a la excentricidad real y accidental del sistema de aislamiento y se calcula

de acuerdo con la ecuación (0-69). Además, el desplazamiento total no debe ser menor que 1.15Dm. El resultado del desplazamiento total se muestra en la

.

$$D_{TM} = D_M \left[1 + \left(\frac{y}{{P_T}^2}\right)\left(\frac{12e}{b^2 + d^2}\right)\right] \qquad \text{(0-69)}$$

Tabla 70. Parámetros del cálculo del desplazamiento total DTM.

Parámetro	Und.	Valor
Desplazamiento traslacional D_M	m	0.42
Distancia y	m	13.94
Excentricidad e	m	1.395
Dimensión menor b	m	25.10
Dimensión mayor d	m	26.90
Razón Pt	-	1.19
Desplazamiento total D_{TM}	m	0.47
Desplazamiento total (1.15 D_M)	m	0.49

De la tabla anterior, el desplazamiento total es de 0.49m y es el correspondiente al análisis estático. Se muestra los resultados de los desplazamientos máximo obtenidos al momento de realizar los análisis dinámicos y ANLTH. Comparándolo con el desplazamiento mínimo en cada uno de los análisis, se obtiene que el desplazamiento lateral total es 0.49m. Este valor fue considerado como desplazamiento para calcular la junta sísmica y los efectos de segundo orden o P-delta.

Tabla 71. Desplazamiento total del sistema de aislamiento según el tipo de análisis.

Parámetro	Und.	Estático	Dinámico	ANLTH
Desplazamiento total del modelo 3D	m		0.40	0.37
Desplazamiento mínimo	m	0.49	0.49	0.49

4.5.1.4 Fuerza lateral de diseño y junta sísmica

Para la obtención de la fuerza lateral de diseño tanto del sistema de aislamiento como de la superestructura, se tuvo que realizar las comparaciones entre los análisis dinámico y estático para poder obtener el factor de escalamiento en ambas direcciones. Con respecto a la junta sísmica, se consideró un valor múltiplo de cinco, tomando en este caso una junta de 0.50m.

Tabla 72. Fuerza lateral de diseño del sistema de aislamiento.

Parámetro	Und.	Valor
Fuerza cortante mínima de diseño (100%V_b)-E.031	t	1194.06
Fuerza cortante base X-X- Análisis dinámico	t	1036.44
Fuerza cortante base Y-Y- Análisis dinámico	t	1021.84
Factor de escalamiento X-X	-	1.15
Factor de escalamiento Y-Y	-	1.17

Tabla 73. Fuerza lateral de diseño de la superestructura.

Parámetro	Und.	Valor
Fuerza cortante mínima de diseño (V_s)-E.031	t	523.83
Fuerza cortante base X-X- Análisis dinámico	t	392.61
Fuerza cortante base Y-Y- Análisis dinámico	t	386.14
Factor de escalamiento X-X	-	1.33
Factor de escalamiento Y-Y	-	1.36

4.5.1.5 Efecto de segundo orden (P-delta)

Para el diseño de un edificio que cuenta con un sistema de aislamiento, es importante considerar los efectos de segundo orden o también conocidos como efectos P-delta, esto debido a que las fuerzas axiales podrían llegar de manera excéntrica a los dispositivos debido a la acción de movimientos horizontales como el sismo o viento sobre la estructura.

En la Figura N° 38, se muestran los momentos debido al efecto P-delta en un dispositivo de aislador elastomérico (a) y en un deslizador plano (b).

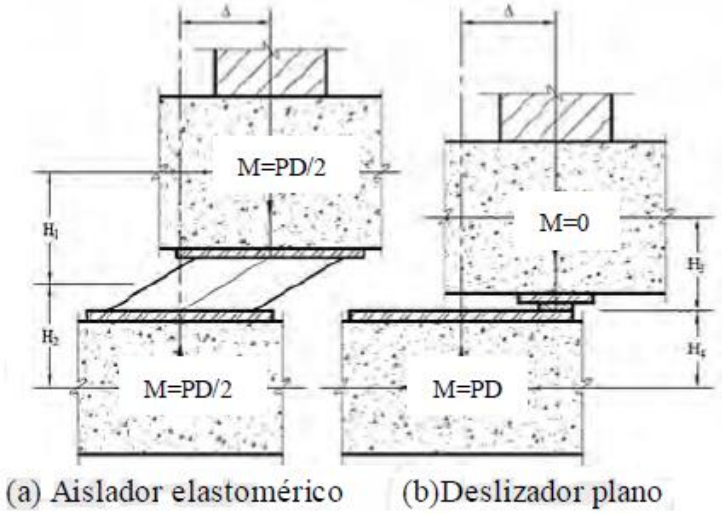


Figura 38. Momentos debido al efecto P-delta.

Del gráfico anterior se aprecia que el momento depende del tipo de dispositivo sísmico, en función a ello y de acuerdo a la distribución de los dispositivos se muestra el cálculo de los momentos P-delta para cada uno de los dispositivos, los cuales serán ingresados al modelo para posteriormente proceder con el diseño de la subestructura y superestructura del edificio aislado.

Tabla 74. Momentos P-delta de acuerdo a la distribución de los dispositivos.

Punto	P (CM+0.5CV) t	D/2 m	D m	PD/2 t.m	PD t.m
1	68.2	0.25	0.50	17.05	
2	110.44	0.25	0.50	27.61	
3	102.94	0.25	0.50		51.47
4	113.57	0.25	0.50	28.39	
5	67.98	0.25	0.50	17.00	
6	121.56	0.25	0.50	30.39	
7	184.7	0.25	0.50		92.35
8	167.16	0.25	0.50	41.79	
9	184.6	0.25	0.50	46.15	
10	118.92	0.25	0.50	29.73	
11	118.94	0.25	0.50	29.74	
12	186.08	0.25	0.50		93.04
13	182.48	0.25	0.50		91.24
14	186.75	0.25	0.50	46.69	
15	118.58	0.25	0.50	29.65	
16	92.36	0.25	0.50	23.09	
17	101.15	0.25	0.50	25.29	
18	114.28	0.25	0.50	28.57	

19	125.79	0.25	0.50	31.45	
20	63.59	0.25	0.50		31.80
21	74.61	0.25	0.50	18.65	
22	49.5	0.25	0.50	12.38	
23	65.49	0.25	0.50		32.75
24	67.46	0.25	0.50		33.73
25	67.19	0.25	0.50		33.60

4.5.1.6 Diseño por método de resistencia LRFD

El diseño por resistencia fue un método que se utilizó en el diseño de los elementos del edificio. Este tipo de diseño es reconocido por ser parte de uno de los principios indicados en la Normal E060. Por otro lado, es importante destacar que este método requiere que las cargas aumenten por medio de la amplificación, mientras que las resistencias se reduzcan por la reducción de resistencia ∅, llegando a cumplir con la ecuación (4 70).

$$\emptyset Rn \geq Ru \qquad (0\text{-}70)$$

Los factores de reducción de resistencia se proporcionan para tomar en cuenta incertidumbres en los cálculos y fluctuaciones en la resistencia del material, en la mano de obra y en las dimensiones. De lo mencionado anteriormente, los factores de reducción se muestran en la Tabla N° 75.

Tabla 75. Factores de reducción de resistencia.

Tipo de solicitación	∅
Flexión	0.90
Flexocompresión (estribos)	0.70
Flexocompresión (espirales)	0.75
Cortante	0.85

Las combinaciones de carga utilizadas para el diseño se muestran en las ecuaciones (0-71), (0-72) y (0-73); donde CU es la carga ultima, CM es la carga muerta, CV es la carga viva, CSH es la carga sísmica horizontal y CSV es la carga sísmica vertical.

$$CU = 1.4CM + 1.7CV \qquad (0\text{-}71)$$

$$CU = 1.25(CM + CV) \pm (CSH + CSV) \quad (0\text{-}72)$$

$$CU = 0.9CM \pm (CSH + CSV) \quad (0\text{-}73)$$

El diseño por flexión de los elementos estructurales tipo losas, vigas y zapatas implica obtener el refuerzo de acero longitudinal del elemento (As) necesario para resistir el momento actuante último (Mu). El cálculo dicho refuerzo se muestra en las ecuaciones (0-74) y (0-75).

$$\emptyset Mn = \emptyset As\ fy\ (d - \frac{a}{2}) = Mu \quad (0\text{-}74)$$

$$0.85\ f'c\ b\ a = As\ fy \quad (0\text{-}75)$$

El diseño por corte de los elementos estructurales tipo vigas y columnas, implica obtener el refuerzo de acero transversal del elemento (Av) necesario para resistir el corte actuante ultimo (Vu). El cálculo dicho refuerzo se muestra en las ecuaciones (0-76), (0-77) y (0-78).

$$\emptyset Vn = \emptyset Vc + \emptyset Vs = Vu \quad (0\text{-}76)$$

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c}\ b\ d \quad (0\text{-}77)$$

$$Vs = \frac{Av\ fy\ d}{s} \quad (0\text{-}78)$$

El diseño por punzonamiento para elementos estructurales tipo zapatas o losas sin vigas, se muestra en las ecuaciones (0-79), (0-80), y (0-81) donde P_u es la carga actuante última en la columna, B y L son el ancho y largo de la porción de losa, d es el peralte efectivo de la zapata, A es el área sombreada a una distancia d/2 del borde de la columna, V_u es la cortante última actuante, V_c es la resistencia por punzonamiento, β_c es la relación largo y ancho de columna, f'c la resistencia a la compresión del concreto y b_0 el perímetro a una distancia d/2 del borde de la columna.

$$w_u = \frac{P_u}{BL} \quad (0\text{-}79)$$

$$V_u = A\ w_u \leq \emptyset V_c \quad (0\text{-}80)$$

$$V_c = \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta_c}\right)\sqrt{f'c}\ b_0\ d \quad (0\text{-}81)$$

4.5.2 Diseño de la Superestructura

4.5.2.1 Diseño de losa maciza

El diseño de losa maciza que se muestra a continuación en la Figura N° 39 corresponde al paño más cargado. La dimensión de la losa en planta es de 7.20m x 7.25m con un espesor de 0.17m. Se diseñó por flexión y corte.

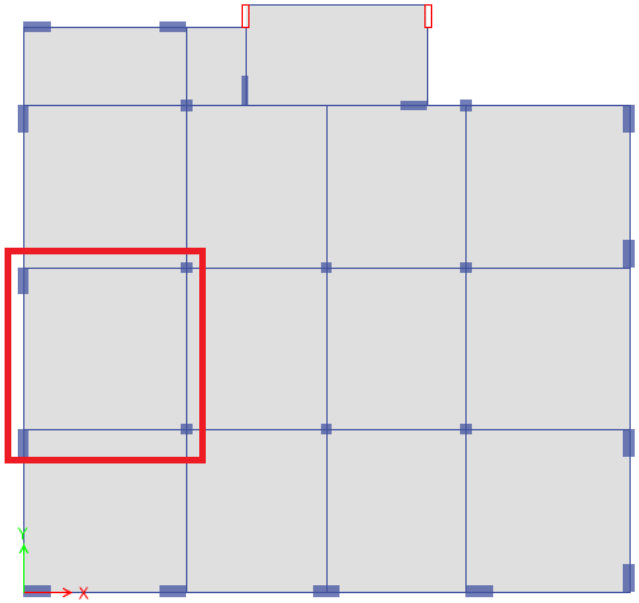


Figura 39. Paño de losa maciza a diseñar.

Diseño por flexión

La Figura N° 40 muestra los diagramas de momentos flectores del paño a diseñar en ambas direcciones, obtenido de la envolvente de las combinaciones de carga mostradas en las ecuaciones (0-71), (0-72) y (0-73).

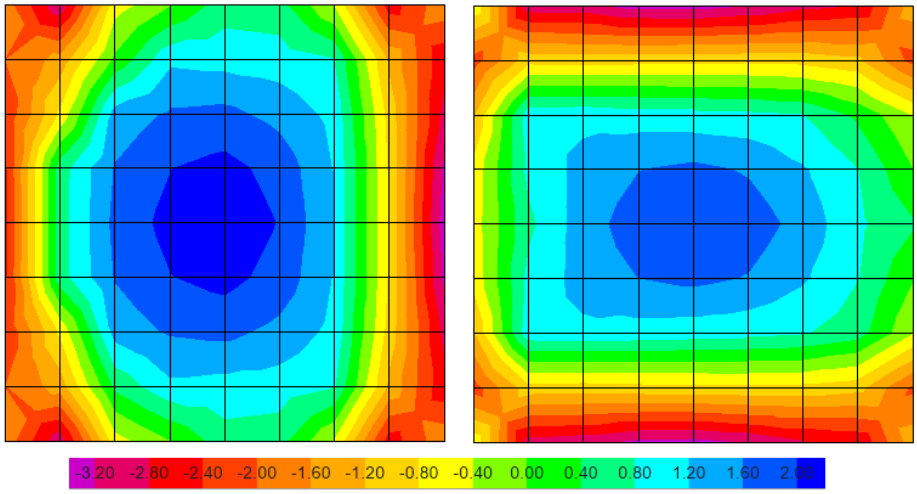


Figura 40. Gráficos de Momentos Flectores en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha).

En las siguientes tablas se resumen los momentos flectores últimos en las dos direcciones, y el refuerzo instalado de $\emptyset\ 3/8"$ en la parte superior e inferior de la losa respectivamente de acuerdo con las ecuaciones (0-74) y (0-75).

Tabla 76. Resumen del diseño por flexión en la dirección X-X del paño de losa maciza.

Demanda Mu (X-X)	Valor (t.m)	As (cm^2)	Refuerzo colocado			Resistencia ϕMn (t.m)
			Refuerzo corrido	Bastones	As (cm^2)	
Negativo (Izq)	2.10	4.11	$\emptyset 3/8"@0.25m$	$\emptyset 3/8"@0.25m$	5.65	2.85
Positivo (Cent)	2.00	3.91	$\emptyset 3/8"@0.25m$	$\emptyset 3/8"@0.25m$	5.65	2.85
Negativo (Der)	2.80	5.55	$\emptyset 3/8"@0.25m$	$\emptyset 3/8"@0.25m$	5.65	2.85

Tabla 77. Resumen del diseño por flexión en la dirección Y-Y del paño de losa maciza.

Demanda Mu (Y-Y)	Valor (t.m)	As (cm^2)	Refuerzo colocado			Resistencia ϕMn (t.m)
			Refuerzo corrido	Bastones	As (cm^2)	
Negativo (Izq)	2.80	5.55	$\emptyset 3/8"@0.25m$	$\emptyset 3/8"@0.25m$	5.65	2.85
Positivo (Cent)	2.00	3.91	$\emptyset 3/8"@0.25m$	$\emptyset 3/8"@0.25m$	5.65	2.85
Negativo (Der)	2.80	5.55	$\emptyset 3/8"@0.25m$	$\emptyset 3/8"@0.25m$	5.65	2.85

Es importante tener en cuenta que la cuantía mínima de acuerdo con lo indicado en el artículo 10.5.4 de la norma E060 es de 0.0012 lo cual equivale a 2.04 cm^2/m, valor que se satisface según lo mostrado en los cuadros anteriores.

Diseño por corte

La Figura N° 41, muestra los diagramas de fuerza cortante del paño a diseñar en ambas direcciones, obtenido de la envolvente de las combinaciones de carga mostradas en las ecuaciones (0-71), (0-72) y (0-73).

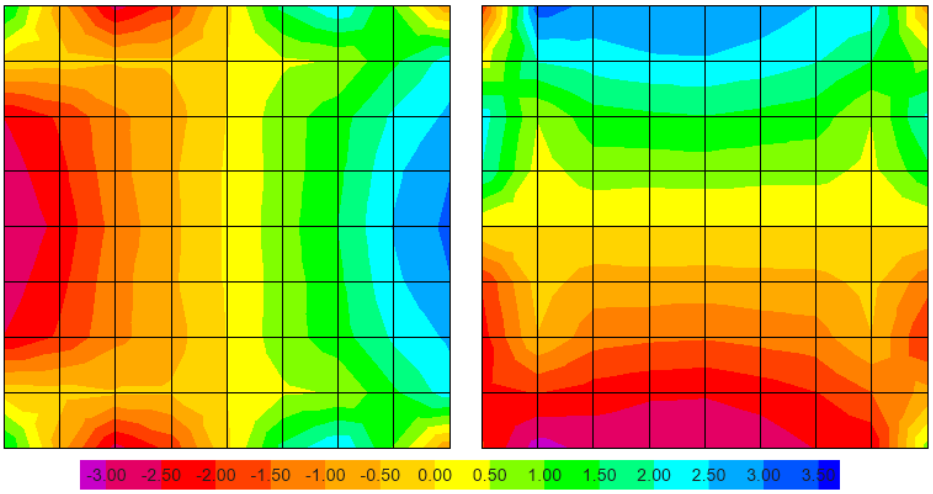


Figura 41. Gráfico de Fuerzas Cortantes en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha).

La cortante última máxima en XX e YY son 2.70 t y 2.80 t respectivamente. De acuerdo a la ecuación (0-77), la resistencia al cortante de la losa, que solo es tomada por el concreto ϕ Vc = 9.14 t, por lo que el diseño por cortante queda verificado.

4.5.2.2 Diseño de la viga peraltada

El diseño de la viga que se muestra a continuación en la Figura N° 42 corresponde a la viga de mayor luz libre. La dimensión de la viga es de 30cmx80cm y se diseñó por flexión y corte considerando estructuras aporticadas.

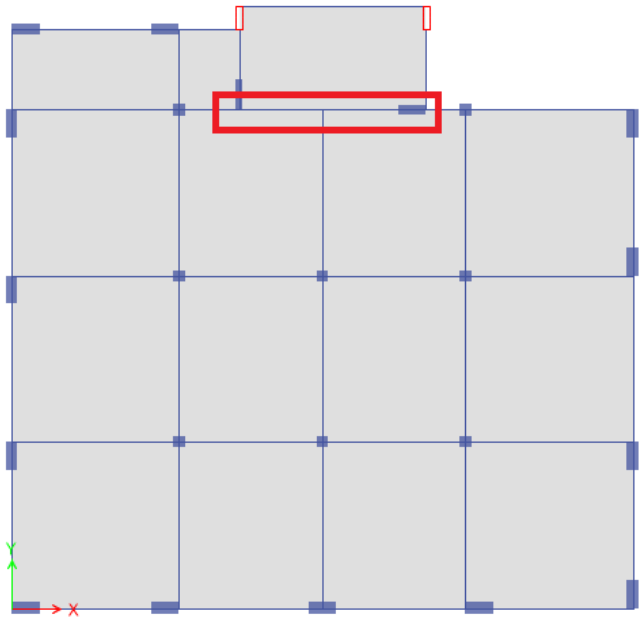


Figura 42. Tramo de viga a diseñar.

Diseño por flexión

La Tabla N° 78 muestra el resumen del diseño por flexión del tramo de viga de 30cm x 80cm. En ella se aprecia que el refuerzo longitudinal obtenido de acuerdo a las ecuaciones (0-74) y (0-75) fue de 3 varillas de 1" con bastones superiores e inferiores del mismo diámetro. Con las varillas colocadas se garantiza que la resistencia nominal a flexión $\emptyset Mn$ es mayor que la resistencia actuante Mu.

Tabla 78. Resumen de diseño por flexión en viga

Demanda Mu	Valor (t.m)	As (cm^2)	Refuerzo colocado			Resistencia ϕMn (t.m)
			Refuerzo corrido	Bastones	As (cm^2)	
Negativo (Izq)	52.35	21.07	3Ø1"	3Ø1"	30.60	71.67
Positivo (Cent)	28.81	10.93	3Ø1"		15.30	39.32
Negativo (Der)	71.53	30.50	3Ø1"	3Ø1"	30.60	71.67

Diseño por corte

Se obtuvo, de las combinaciones de diseño, Vu = 35.10 t. Por otro lado, la resistencia del concreto de acuerdo con la ecuación (0-77) ØVc = 14.49 t. Sin

embargo, aún se necesita verificar según el criterio de diseño por capacidad al cortante en vigas. Así mismo, de acuerdo al capítulo 21 de la norma E060, los espaciamientos en los extremos (zona confinada) y parte central (zona no confinada), deben ser de 10cm y 20cm respectivamente. Todo el cálculo se muestra en la Tabla N° 79.

Tabla 79. Resumen de diseño por cortante en viga.

Demanda Vu	Mn (t.m)	Mpr (t.m)	Ln (m)	Vu (t)	ϕVc (t)	Vs (t)	Av (cm2)	S (cm)	S-E060 (cm)
Extremos	71.67	89.58	8.10	53.47	14.49	40.64	1ø1/2"	15	10
Parte Central	71.67	89.58	8.10	53.47	14.49	40.64	1ø1/2"	15	20

La distribución será de 1 ø 1/2": 1 @ 0.05m, 16 @ 0.10m y rto @ 0.15m.

4.5.2.3 Diseño de la columna

Se escogió la columna con mayor área tributaria tal como se muestra en la Figura N° 43. La dimensión de la columna es de 50cmx50cm y se diseñó por flexo compresión y cortante considerando estructuras aporticadas.

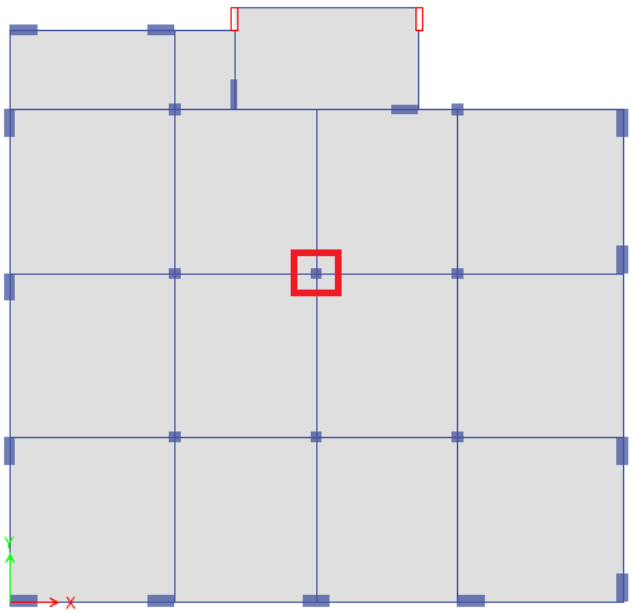


Figura 43. Columna central a diseñar

En la Tabla N° 80 se muestran las combinaciones resultantes para diseño de la columna de 0.50m x 0.50m, provenientes de la lectura de las fuerzas en el análisis estructural.

Tabla 80. Combinaciones de diseño de columna típica.

Combinación	P(t)	M33(t.m)	V22(t)	M22(t.m)	V33(t)
1.4CM+1.7CV	223.52	0.34	0.17	6.56	3.32
1.25(CM+CV)+SX	191.88	33.28	15.44	11.33	5.65
1.25(CM+CV)-SX	187.88	-32.73	-15.16	-0.25	-0.05
1.25(CM+CV)+SY	195.00	8.08	4.14	33.04	17.06
1.25(CM+CV)-SY	184.76	-7.53	-3.86	-21.96	-11.46
0.9CM+SX	106.13	33.11	15.36	8.70	4.31
0.9CM-SX	102.13	-32.89	-15.24	-2.88	-1.39
0.9CM+SY	109.25	7.91	4.06	30.41	15.72
0.9CM-SY	99.01	-7.69	-3.94	-24.59	-12.80

Diseño por flexocompresión

Para obtener el acero longitudinal de la columna se procede a realizar un diseño por flexocompresión, el cual toma en cuenta la acción combinada de fuerzas axiales y momentos flectores que resiste la columna. Como la columna tiene momentos en ambas direcciones, las solicitaciones de fuerza axial y momento deben estar dentro de los diagramas de interacción M33 y M22 mostrados en la figura y figura respectivamente. La cuantía de la columna es de 1.70% y el refuerzo longitudinal considerado es 4 ø 1” + 8 ø 3/4”.

Gráfico 16. Diagrama de Interacción M33 vs P.

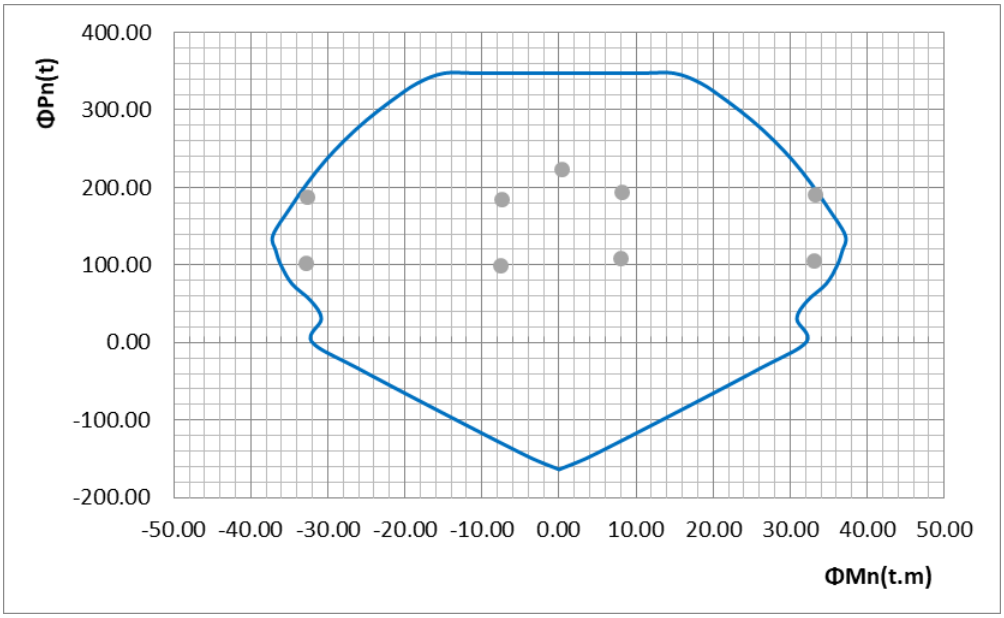
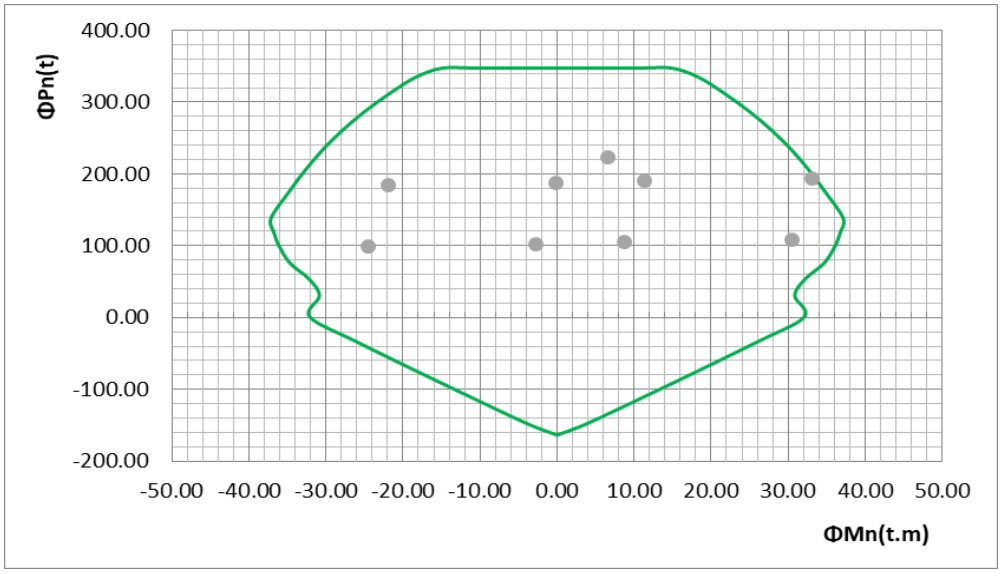


Gráfico 17. Diagrama de Interacción M22 vs P.



Diseño por cortante

Se llegó a obtener a partir de las combinaciones de diseño, Vu = 17.06 t. Por otro lado, la resistencia del concreto de acuerdo con la ecuación (4 77) es igual a ØVc = 14.36 t. No obstante, todavía se tiene que comprobar, de acuerdo con el criterio del diseño por capacidad al cortante en columnas. A partir del diagrama se llega a obtener el momento nominal no muy favorable, relacionado con su carga axial. A continuación, se resumirán los cálculos realizados y se verifica la distribución propuesta.

Tabla 81. Resumen del diseño por cortante de la columna de concreto armado.

Parámetros	Valor
Momento nominal, Mn (t.m)	36.00
Momento máximo probable, Mpr=1.25Mn (t.m)	45.00
Altura libre de columna, hn (m)	3.60
Fuerza cortante de diseño, Vu (t)	25.00
Ancho de columna, bw (cm)	50.00
Peralte efectivo de columna, d (cm)	44.00
Resistencia al corte del concreto, ØVc (t)	14.36
Diámetros de estribos a utilizar, Ø	1/2"
Área de estribos instalados, Av (cm^2)	2.58
Esfuerzo de fluencia de estribos, fy (kg/cm^2)	4200
Espaciamiento de estribos, s (cm)	20.00
Espaciamiento de estribos en la zona de confinamiento, s (cm)	10.00
Resistencia al corte de la columna, ØVn (t)	34.63

La distribución será de 2 ø 1/2": 1 @ 0.05m, 13 @ 0.10m, y rto @ 0.20m.

4.5.3 Diseño de la Subestructura

4.5.3.1 Diseño de la losa del sistema de aislamiento

Los Diagramas de Momentos Flectores y Fuerzas cortantes de la losa del sistema de aislamiento fueron los mismos que los obtenidos para el diseño de la losa maciza de la superestructura. En tal sentido el acero colocado por flexión y la verificación por cortante en la losa de la superestructura y la losa del sistema de aislamiento son iguales.

4.5.3.2 Diseño de la viga del sistema de aislamiento

Se escogió el paño de viga más desfavorable. La dimensión de la viga es de 40cmx80cm y se diseñó por flexión y corte considerando estructuras aporticadas.

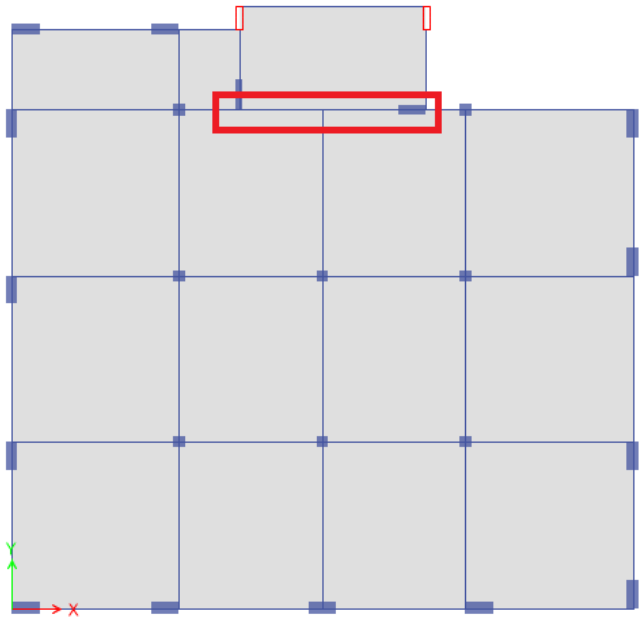


Figura 44. Tramo de viga a diseñar.

Diseño por flexión

Se muestra el resumen del diseño por flexión del tramo de viga de 40cm x 80cm. En ella se aprecia que el refuerzo longitudinal obtenido fue de 3 varillas de 1" con bastones superiores e inferiores del mismo diámetro de acuerdo con las ecuaciones (0-74) y (0-75). Con las varillas colocadas se garantiza que la resistencia nominal a flexión $\emptyset Mn$ es mayor que la resistencia actuante Mu.

Tabla 82. Resumen de diseño por flexión en viga

Demanda Mu	Valor (t.m)	As (cm^2)	Refuerzo colocado			Resistencia ϕMn (t.m)
			Refuerzo corrido	Bastones	As (cm^2)	
Negativo (Izq)	56.41	22.11	3Ø1"	3Ø1"	30.60	75.15
Positivo (Cent)	29.65	11.09	3Ø1"		15.30	40.19
Negativo (Der)	69.86	28.12	3Ø1"	3Ø1"	30.60	75.15

Diseño por corte

Se obtuvo, de las combinaciones de diseño, Vu = 43.70 t. Por otro lado, la resistencia del concreto de acuerdo con la ecuación (0-77), es ØVc = 19.32 t. No obstante, todavía se tiene que comprobar, de acuerdo con el criterio del diseño por capacidad al cortante en vigas. Así mismo, de acuerdo al capítulo 21 de la norma E060, los espaciamientos en los extremos (zona confinada) y parte central (zona no confinada), deben ser de 10cm y 20cm respectivamente.

Tabla 83. Resumen de diseño por cortante en viga.

Demanda Vu	Mn (t.m)	Mpr (t.m)	Ln (m)	Vu (t)	ϕVc (t)	Vs (t)	Av (cm2)	S (cm)	S-E060 (cm)
Extremos	75.15	93.94	8.10	54.54	19.32	41.43	1Ø1/2"	20	10
Parte Central	75.15	93.94	8.10	54.54	19.32	41.43	1Ø1/2"	20	20

La distribución será de 1 Ø 1/2": 1 @ 0.05m, 16 @ 0.10m y rto @ 0.20m.

4.5.3.3 Diseño de losa de cimentación

De acuerdo con lo indicado en el ítem 4.1.4, la capacidad admisible del terreno es de 1.00 kg/cm^2, esto conlleva a verificar en primera instancia que las presiones actuantes del edificio aislado sobre el terreno sean menores a la capacidad admisible. Las combinaciones con las cuales se calcularían las presiones actuantes se muestran en las ecuaciones (0-82), (0-83), y (0-84) donde CM es la carga muerta, CV es la carga viva, CSH es la carga sísmica horizontal y CSV es la carga sísmica vertical.

$$CSERV_1 = CM + CV \quad (0\text{-}82)$$

$$CSERV_2 = CM + CV \pm 0.80(CSHx + CSVx) \quad (0\text{-}83)$$

$$CSERV_3 = CM + CV \pm 0.80(CSHy + CSVy) \quad (0\text{-}84)$$

La combinación más crítica de las presiones debajo de la cimentación fue la que se muestra en la ecuación (0-83), con una presión de 1.28 kg/cm^2. Como la capacidad admisible es de 1.30 kg/cm^2 (aumentando el 30% del q_{adm}=1.00 kg/cm^2 debido al sismo según norma E.060), se logra verificar que las presiones actuantes son menores a la capacidad admisible en la cimentación. Se muestra la presión actuante para la combinación más crítica.

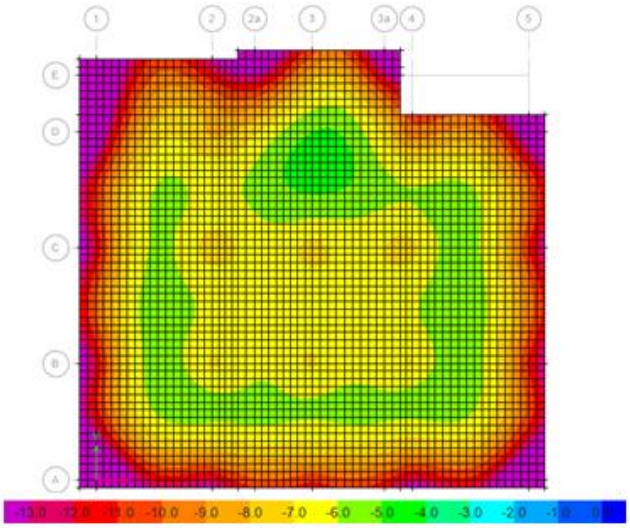


Figura 45. Presión actuante debajo de la cimentación para la combinación más crítica.

Luego de verificar que las presiones actuantes son menores que la capacidad admisible, se procede al diseño por flexión y corte de la losa de cimentación. Para ello se escogió el paño de losa maciza más desfavorable ubicado alrededor del pedestal que sostiene al aislador, cuya posición se muestra. La dimensión de la losa en planta es de 5.00m x 5.00m con un espesor de 0.80m constante en toda la losa. Se diseñó por flexión y corte.

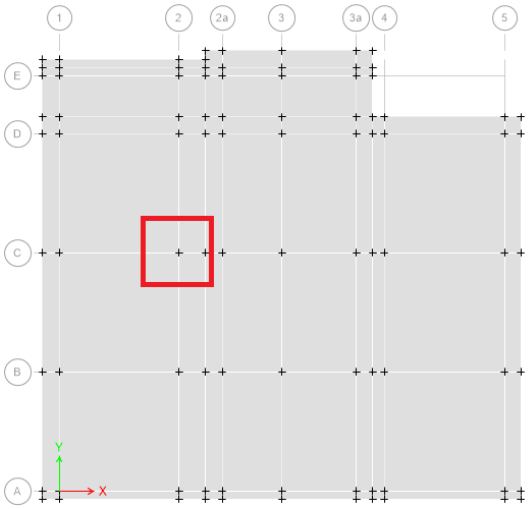


Figura 46. Ubicación del paño de losa a diseñar.

Diseño por flexión

Se muestra los diagramas de momentos flectores del paño a diseñar en ambas direcciones, obtenido de la envolvente de las combinaciones de carga mostradas en las ecuaciones (0-71), (0-72) y (0-73).

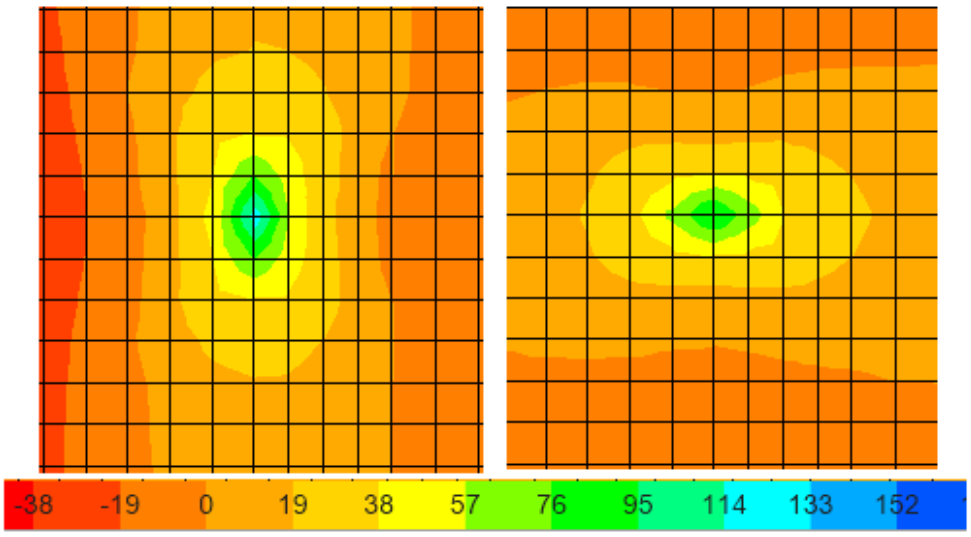


Figura 47. Diagramas de Momentos Flectores en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha).

Se resumen los momentos flectores últimos en las dos direcciones de acuerdo con las ecuaciones (0-74) y (0-75), y el refuerzo instalado de Ø $3/4$" en la parte superior e inferior de la losa respectivamente.

Tabla 84. Resumen del diseño por flexión en la dirección X-X del paño de losa de cimentación.

Demanda Mu	**Valor**	**As**	**Refuerzo colocado**	

(X-X)	(t.m)	(cm^2)	Refuerzo corrido	Bastones	As (cm^2)	Resistencia ϕMn (t.m)
Negativo (Izq)	29.50	11.40	$\emptyset 3/4"@0.25m$		11.40	30.10
Positivo (Cent)	50.00	19.50	$\emptyset 3/4"@0.25m$	$\emptyset 3/4"@0.25m$	22.80	58.00
Negativo (Der)	29.50	11.40	$\emptyset 3/4"@0.25m$		11.40	30.10

Tabla 85. Resumen del diseño por flexión en la dirección Y-Y del paño de losa de cimentación.

Demanda Mu (Y-Y)	Valor (t.m)	As (cm^2)	Refuerzo colocado			Resistencia ϕMn (t.m)
			Refuerzo corrido	Bastones	As (cm^2)	
Negativo (Izq)	29.50	11.40	$\emptyset 3/4"@0.25m$		11.40	30.10
Positivo (Cent)	50.00	19.50	$\emptyset 3/4"@0.25m$	$\emptyset 3/4"@0.25m$	22.80	58.00
Negativo (Der)	20.00	7.66	$\emptyset 3/4"@0.25m$		11.40	30.10

Es importante tener en cuenta que la cuantía mínima de acuerdo con lo indicado en el artículo 10.5.4 de la norma E060 es de 0.0012 lo cual equivale a 9.60 cm^2/m, valor que se satisface según lo mostrado en los cuadros anteriores.

Diseño por corte

Se muestra los diagramas de fuerza cortante del paño a diseñar en ambas direcciones, obtenido de la envolvente de las combinaciones de carga mostradas en las ecuaciones (0-71), (0-72) y (0-73).

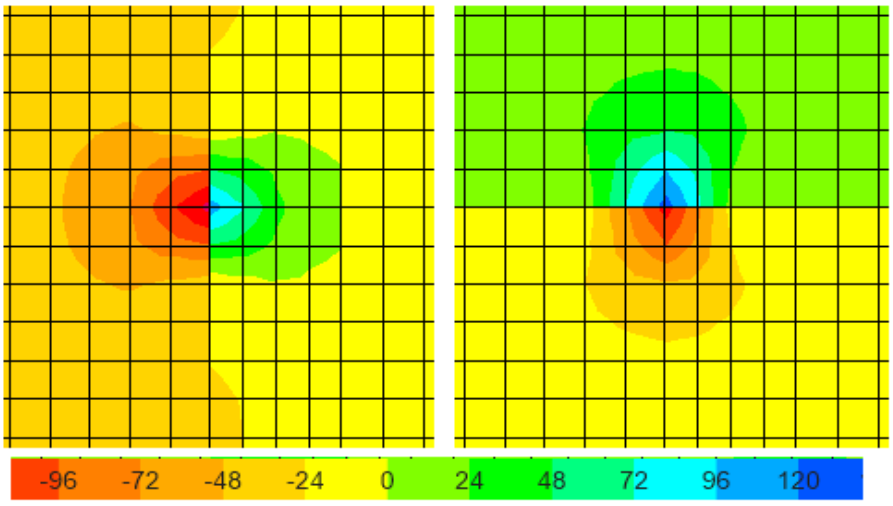


Figura 48. Gráficos de Fuerzas Cortantes en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha).

La cortante última máxima en XX e YY son 40.40 t y 45.10t respectivamente. La resistencia al cortante de la losa, que solo es tomada por el concreto es ϕ Vc =

52.77 t de acuerdo con la ecuación (0-77), por lo que el diseño por cortante queda verificado.

Diseño por punzonamiento

Al tratarse de una losa de cimentación sin vigas, se debe verificar el punzonamiento o corte en las dos direcciones. De las ecuaciones (0-79), (0-80), y (0-81), se obtiene el resumen de la verificación por punzonamiento de la losa de cimentación.

Tabla 86. Resumen de la verificación por punzonamiento de la losa.

Descripción	Valor
Carga actuante ultima, P_u (t)	311.88
Ancho de paño de losa, B (m)	5.00
Largo de paño de losa, L (m)	5.00
Peralte efectivo de losa, d (m)	0.70
Área sombreada a una distancia d/2, A (m^2)	23.56
Esfuerzo actuante en la losa , wu (t/m^2)	12.47
Fuerza cortante ultima, V_u (t)	293.91
Resistencia a la compresión del concreto , f'c (kg/cm^2)	280.00
Relación largo y ancho de columna , β_c	1.00
Perímetro a una distancia d/2 del borde de la columna , b_0 (m)	4.80
Resistencia al corte por punzonamiento, $\emptyset V_c$ (t)	779.00

4.5.3.4 Diseño del muro de concreto

Debido al desnivel que se produce entre el nivel de terreno natural y el fondo de cimentación, este debe ser contenido por un muro de concreto armado. El muro se apoya sobre la losa de cimentación en todo su perímetro. Una vista en corte típica se muestra, se aprecia que el pedestal donde se apoya el aislador, la losa de cimentación y el muro de concreto forman una estructura monolítica. Esto conlleva a que se actúen grandes fuerzas y momentos resistentes, motivo por el cual los factores de seguridad cumplirán los mínimos estipulados en la norma E.020. En tal sentido el diseño comprenderá netamente en el ingreso de las fuerzas actuantes en el muro, así como la verificación por flexión y corte.

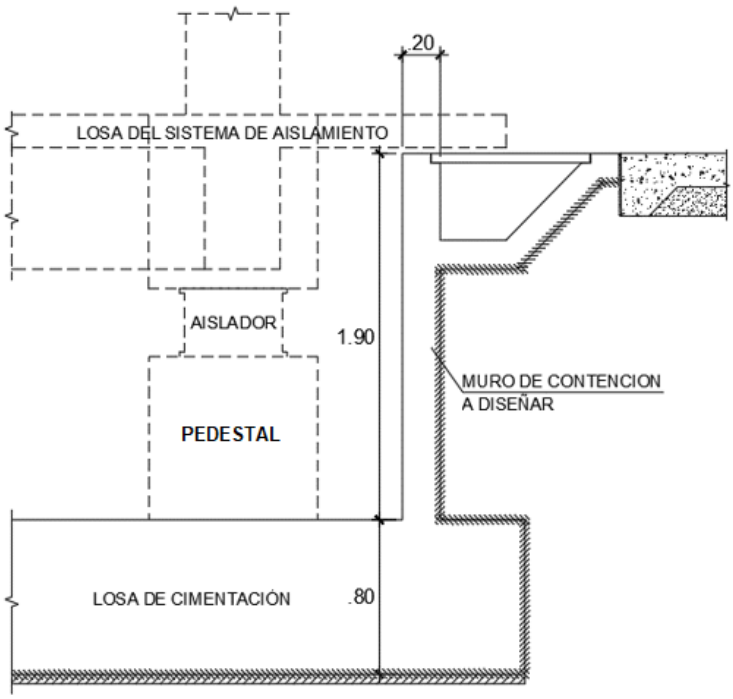


Figura 49. Vista en corte del muro típico a diseñar.

Las cargas por gravedad consideradas en el diseño son el peso propio del relleno y del muro, el empuje de la sobrecarga (S/C) y el empuje activo y pasivo del terreno. Las cargas por sismo son el empuje sísmico activo, el empuje sísmico pasivo, la fuerza de inercia del muro y la fuerza de inercia de la zapata. La Figura N° 50 muestra un esquema de los empujes y cargas que actúan sobre el muro de concreto armado (Blanco 1993).

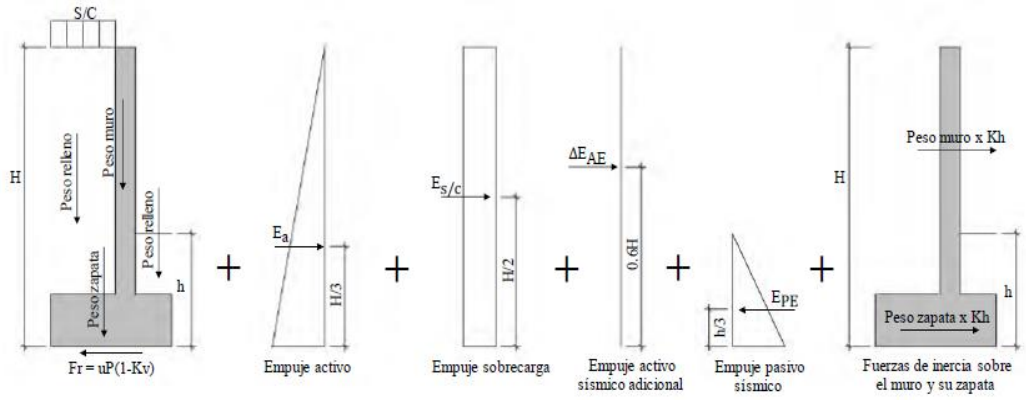


Figura 50. Empujes y cargas que actúan sobre el muro.

Como se muestra en la figura anterior, el cálculo de las fuerzas que actúan sobre el muro se realizó con las ecuaciones (0-85), (0-86), (0-87), (0-88) y (0-89) dónde

K_a es el coeficiente de empuje activo, K_p es el coeficiente de empuje pasivo, E_a es el empuje activo, E_p es el empuje pasivo, $E_{s/c}$ es el empuje de la sobrecarga K_a, H es la altura de relleno que ejerce el empuje activo, h es la altura de relleno que ejerce el empuje pasivo y ∅ es el ángulo de fricción interna del suelo.

$$K_A = tan^2(45 - \frac{\emptyset}{2}) \quad (0\text{-}85)$$

$$K_P = tan^2(45 + \frac{\emptyset}{2}) \quad (0\text{-}86)$$

$$E_A = \frac{1}{2} K_A \gamma H^2 \quad (0\text{-}87)$$

$$E_P = \frac{1}{2} K_P \gamma h^2 \quad (0\text{-}88)$$

$$E_{S/C} = (S/C) K_A H \quad (0\text{-}89)$$

Las cargas de sismo están relacionadas con el sismo extremo y fueron realizadas con la teoría de Mononobe Okabe. El cálculo de las cargas sísmicas se realizaron con las ecuaciones del (0-90) al (0-95) , donde ΔEAE es el empuje sísmico adicional, K_h es el coeficiente de aceleración horizontal, K_v es el coeficiente de aceleración vertical, θ es el ángulo que está en función de los coeficientes de aceleraciones K_h y K_v, Z es el factor de zona sísmica según la Norma E.030, δ es el ángulo de fricción entre el terreno y el muro, i es la pendiente del terreno y β es la pendiente de la pantalla con la vertical.

$$\Delta E_{AE} = \frac{1}{2} K_{AE} \gamma H^2 (1 - Kv) - \frac{1}{2} K_A \gamma H^2 \quad (0\text{-}90)$$

$$K_h = \frac{Z}{2} \quad (0\text{-}91)$$

$$K_v = \frac{2}{3} K_h \quad (0\text{-}92)$$

$$\theta = \arctan(\frac{K_h}{1 - K_v}) \quad (0\text{-}93)$$

$$K_{AE} = \frac{cos^2(\emptyset - \theta - \beta)}{cos\theta cos^2\beta \cos(\delta + \beta + \theta)} x \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset + \delta)\sin(\emptyset - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta)\cos(i - \beta)}}\right]^{-2} \quad (0\text{-}94)$$

$$K_{AE} = \frac{cos^2(\emptyset - \theta + \beta)}{cos\theta cos^2\beta \cos(\delta + \beta + \theta)} x \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset + \delta)\sin(\emptyset - \theta + i)}{\cos(\delta - \beta + \theta)\cos(i - \beta)}}\right]^{-2} \quad (0\text{-}95)$$

Con el cálculo de los empujes y las fuerzas actuantes sobre el muro de contención de acuerdo a los parámetros calculados en la Tabla N° 86, para luego proceder con el cálculo de los momentos flectores y fuerzas cortantes tal como se muestra en la Tabla N° 87.

Tabla 87. Resumen de los parámetros de diseño del muro.

Parámetro	Und	Valor
Esfuerzo de compresión del concreto f'c	kg/cm^2	280.00
Esfuerzo de fluencia del acero fy	kg/cm^2	4200.00
Sobrecarga s/c	t/m^2	0.30
Peso específico del concreto armado γc	t/m^3	2.40
Peso específico del suelo γs	-	2.00
Angulo de fricción del suelo ∅	°	30.00
Coeficiente de empuje activo K_a	-	0.33
Coeficiente de empuje pasivo K_p	-	3.00
Coeficiente de rozamiento u	-	0.50
Factor de zona Z en sismo extremo	g	0.53
Coeficiente de aceleración horizontal K_h	g	0.26
Coeficiente de aceleración vertical K_v	g	0.18
Coeficiente de empuje activo sísmico K_{ae}	-	0.59
Coeficiente de empuje pasivo sísmico K_{ap}	-	2.38
Presión admisible del terreno	kg/cm^2	1.00

Tabla 88. Cálculo de la Fuerza Cortante y Momento Flector de diseño del muro

Fuerzas Horizontales	Fuerza (t)	Brazo (m)	Vu (t)	Mu (t.m)	Vd (t)	Md (t.m)
Empuje activo	1.20	0.63	1.20	0.76	1.68	1.07
Sobrecarga	0.10	0.95	0.10	0.10	0.14	0.13
Empuje activo sísmico	0.55	1.14	0.55	0.63	0.69	0.79
Fuerza inercial del muro	0.24	0.95	0.24	0.23	0.30	0.28

Diseño por flexión y corte

Con los valores de la cortante de diseño Vd (2.81 t) y momento de diseño Md (2.27 t.m) se procede a calcular el acero por flexión longitudinal y transversal al muro de contención, así como también l verificación por corte. Los resultados se muestran en la Tabla N° 89.

Tabla 89. Resumen de diseño por flexión del muro.

Demanda Md	Valor (t.m)	As (cm^2)	Refuerzo colocado		Resistencia ϕMn (t.m)
			Corrido	As (cm^2)	
Inferior (longitudinal)	2.27	4.14	∅ 1/2"@ 0.25m	5.16	2.75

transversal	Ast=	2.4	ø 3/8"@ 0.25m	2.84	-
Demanda Vd	**Valor (t)**		**ϕVc (t)**	-	
Inferior	2.81		9.79		

Capítulo V: Análisis y diseño de la edificación con disipadores histeréticos

5.1 Consideraciones Generales

Antes de empezar con el análisis y diseño del edificio con los disipadores, se llegó a considerar la misma estructuración de esta edificación (Capítulo 4). Por otro lado, es importante destacar que el estudio de mecánica de suelos y otros aspectos que se consideraron en la parte estructural, han sido los mismos que en el análisis del edificio de base.

5.2 Análisis convencional del edificio sin disipadores

El análisis del edificio sin disipadores es el mismo que el edificio con base fija analizado en el capítulo 4, lo cual conlleva a que los resultados de derivas y cortantes por el método estático y dinámico sean iguales. En función a esos análisis, se procede a realizar el prediseño y diseño del edificio hospitalario con disipadores de energía SLB.

5.3 Prediseño del sistema con disipadores histeréticos

Para poder realizar el prediseño del edificio hospitalario con disipadores histeréticos tipo SLB (Shear Link Bozzo), es necesario indicar la cantidad y ubicación exacta de los dispositivos sísmicos en la estructura. En este análisis se utilizaron en total 60 disipadores SLB ubicados en los pórticos extremos del edificio a través de sistemas de muros desacoplados y diagonales tipo Chevron, de tal manera que no existan interferencias con la arquitectura del edificio. Luego se procedió con el modelado con la ayuda del programa Etabs, para posteriormente realizar la verificación de irregularidades en planta y altura, así como también el análisis dinámico modal espectral para poder obtener respuestas sísmicas como modos de vibración y derivas inelásticas las cuales deben satisfacer lo estipulado en la norma E.031.

5.3.1 Modelo tridimensional del edificio con disipadores

La Figura N° 51 muestra la distribución y ubicación en planta de los disipadores SLB. Se incluyeron un total de 60 disipadores, los cuales están conectados a través de diagonales tipo Chevron y muros desacoplados. Se ubicaron en los extremos con el fin de proporcionar una mayor rigidez a la estructura.

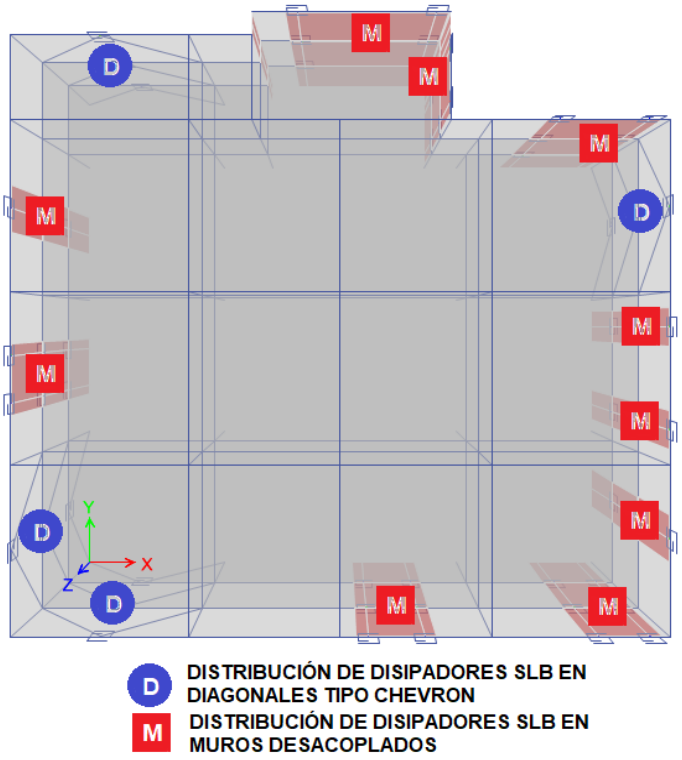


Figura 51. Vista en planta de la distribución y ubicación de los disipadores SLB en el edificio.

En cada diagonal tipo Chevron se colocó un disipador, y en los muros desacoplados se colocó un disipador para muros con longitudes menores a 2.50m y dos disipadores para muros con longitudes mayores a 2.50m. Tomando en consideración lo anteriormente mencionado, el modelamiento de los disipadores SLB se hizo mediante elementos tipo links ubicándose debajo de las vigas de cada pórtico tal como se muestra en la Figura N° 52.

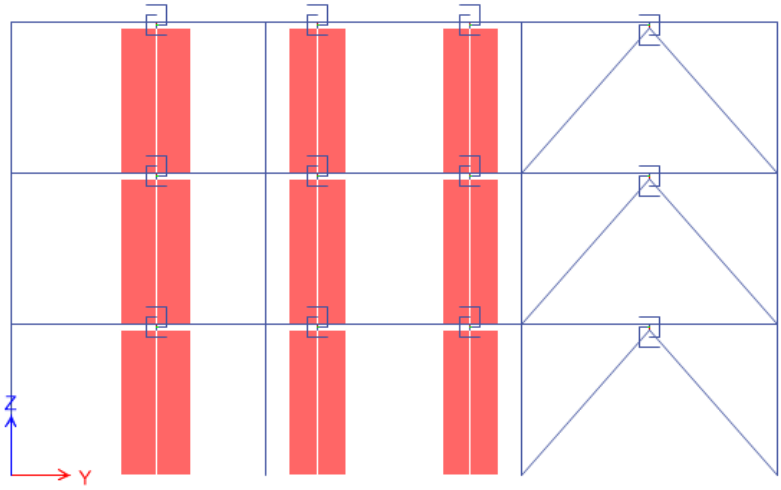


Figura 52. Elementos tipo link ingresados en uno de los pórticos del edificio.

El modelo y análisis del edificio con disipadores se hizo en el programa ETABS, considerando los elementos tipo links como Plastic (Wen). De acuerdo con Bozzo, el modelo de Wen representa la transición de la linealidad y la no linealidad de forma más real y se asemeja al comportamiento cíclico de los disipadores SLB con mayor precisión.

Bozzo también menciona que para modelar los elementos Nlink es importante tener en cuenta el punto de deformación por corte también llamado: "shear deformation location" o el punto de momento nulo. Se define en el programa indicado como la distancia al punto de inflexión o donde el momento debido al cortante es cero, pero medida del punto final del link. En el caso, que se llegue a emplear diagonales metálicas como soporte para los disipadores, el link tendrá que ser definido de arriba hacia abajo tal como se muestra en la Figura N° 53, y en el caso que se use muros desacoplados el link tendrá que ser definido de abajo hacia arriba tal como se muestra en la Figura N° 54.

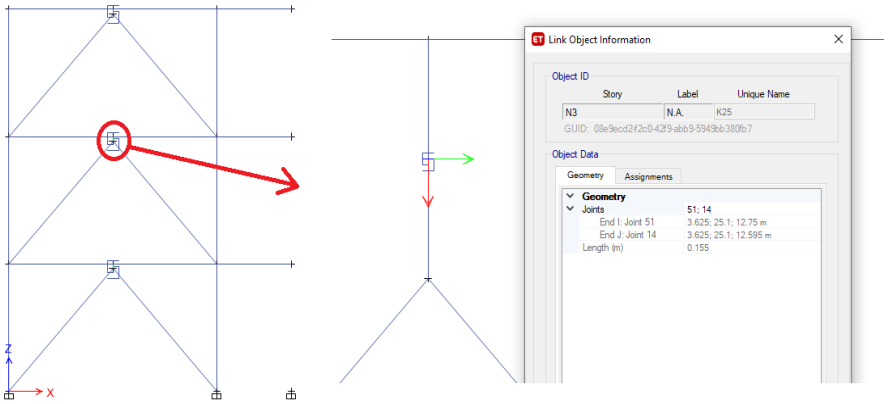


Figura 53. Modelado del disipador SLB sobre las diagonales tipo Chevron.

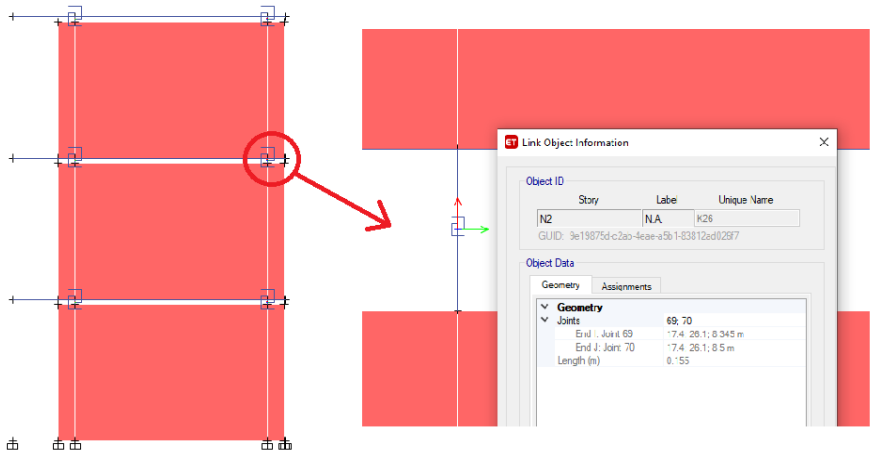


Figura 54. Modelado del disipador SLB sobre los muros desacoplados.

El ingreso de las propiedades lineales de los disipadores SLB estuvo en función a los parámetros de diseño mostrados en la **¡Error! No se encuentra el origen de l a referencia.**. Se consideró una rigidez axial nula debido a la conexión tipo peine, en el plano del disipador se ingresó la rigidez inicial elástica definida como K_1 y en el otro plano del disipador se ingresó una rigidez perpendicular definida como K_p. Al momento de dibujar los elementos links y hacer una primera corrida del modelo, se consideró asignar a todos los disipadores del tipo SLB3 6_2, para posteriormente realizar el análisis dinámico modal espectral y un diseño iterativo a través del método de integración directa y así poder obtener la selección final de todos los disipadores SLB.

5.3.2 Análisis Dinámico modal espectral

Este análisis permite obtener las respuestas sísmicas del edificio hospitalario utilizando el sistema de disipadores SLB. Se sigue el mismo procedimiento descrito en la norma E.030, el cual indica que cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral.

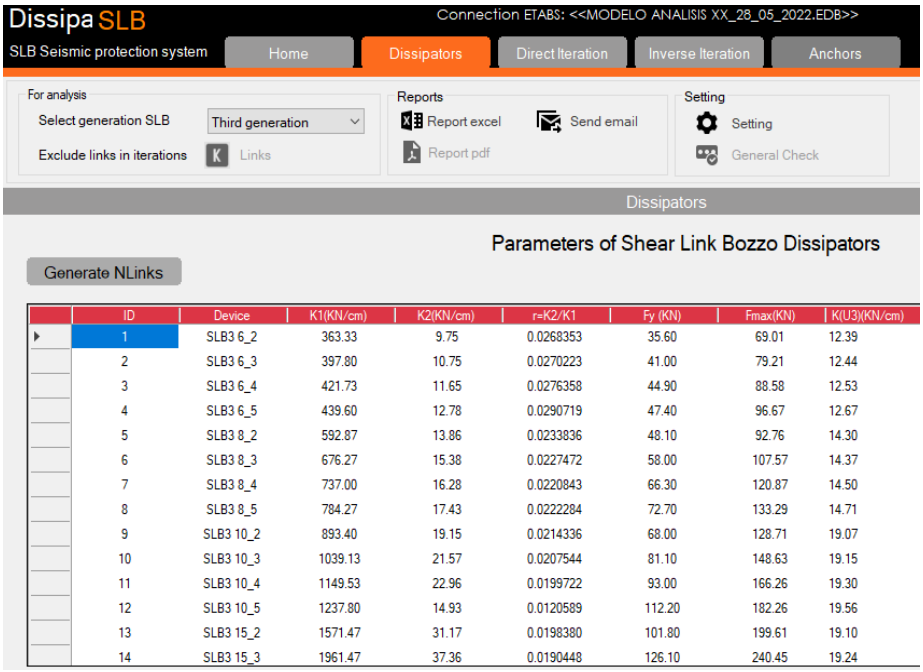
Los parámetros sísmicos del edificio con disipadores SLB son los mismos descritos en el ítem 4.2.3, incluyendo el coeficiente básico de reducción Ro ya que el aporte de disipadores en la estructura no modifica el sistema estructural inicial el cual está conformado por pórticos de concreto armado. Además, el valor de Ro indica que la estructura disipa energía y los disipadores SLB contribuyen con dicha disipación mejorando el comportamiento estructural.

5.3.3 Selección de los disipadores SLB

La etapa de la selección de los disipadores SLB se llevó a cabo en función del análisis dinámico modal espectral. De acuerdo a los procedimientos indicados en el manual de Análisis y Diseño Utilizando Disipadores Sísmicos de Bozzo (2019), los pasos a seguir para la selección de los disipadores SLB son los siguientes:

- Modelar las diagonales tipo Chevron, los muros desacoplados y los disipadores SLB de manera conjunta. La altura del disipador considerada en el modelo es de 23.5cm tal como se muestra en la Figura N° 55. Además, se recomienda dibujar en esta primera etapa todos los disipadores con un mismo elemento tipo Link.

- Cuando el modelo con todos los disipadores SLB en la estructura esté terminado, se procede a importar las propiedades de los dispositivos con la ayuda del Plugin DISSIPA-SLB, que ha sido elaborado por el Ing. Edison Muñoz, tal como se muestra en la Figura N° 55.



ID	Device	K1(KN/cm)	K2(KN/cm)	r=K2/K1	Fy (KN)	Fmax(KN)	K(U3)(KN/cm)
1	SLB3 6_2	363.33	9.75	0.0268353	35.60	69.01	12.39
2	SLB3 6_3	397.80	10.75	0.0270223	41.00	79.21	12.44
3	SLB3 6_4	421.73	11.65	0.0276358	44.90	88.58	12.53
4	SLB3 6_5	439.60	12.78	0.0290719	47.40	96.67	12.67
5	SLB3 8_2	592.87	13.86	0.0233836	48.10	92.76	14.30
6	SLB3 8_3	676.27	15.38	0.0227472	58.00	107.57	14.37
7	SLB3 8_4	737.00	16.28	0.0220843	66.30	120.87	14.50
8	SLB3 8_5	784.27	17.43	0.0222284	72.70	133.29	14.71
9	SLB3 10_2	893.40	19.15	0.0214336	68.00	128.71	19.07
10	SLB3 10_3	1039.13	21.57	0.0207544	81.10	148.63	19.15
11	SLB3 10_4	1149.53	22.96	0.0199722	93.00	166.26	19.30
12	SLB3 10_5	1237.80	14.93	0.0120589	112.20	182.26	19.56
13	SLB3 15_2	1571.47	31.17	0.0198380	101.80	199.61	19.10
14	SLB3 15_3	1961.47	37.36	0.0190448	126.10	240.45	19.24

Figura 55. Propiedades de los disipadores SLB generada por el Plugin DISSIPA-SLB.

- Con todos los dispositivos cargados en el programa Etabs, se procede con la asignación de un tipo de SLB. Para este caso se asignó a todos los elementos tipo Nlink como SLB3 6_2.

- En el plugin se entra a la pestaña “Direct Iteration”, luego se selecciona en la opción de Envolvente, la cual proviene de todas las combinaciones de la norma E060, y se selecciona la opción de “Star” para que el programa empiece con las iteraciones necesarias. En este caso el programa aplica el método de iteración directa descrito en el ítem 2.4.3.1. y se tuvo que verificar que la división entre dichas fuerzas con las de fluencia del dispositivo sean menores que 1.50.

- Finalmente, después de cinco iteraciones, la Tabla N° 90 muestra la selección final de los 60 disipadores SLB en el edificio.

Tabla 90. Dispositivos SLB utilizados en el edificio.

EJE	PISO	LINK	TIPO	UBICACIÓN	Fy(kN)	V(kN)	D/C	Fmax(kN)
ELEVACION A (15 SLB)-XX	PISO1	K9	SLB3 10_3	Diagonal	81.10	103.97	1.28	148.63
		K31	SLB3 20_4	Muro Des.	188.30	242.39	1.29	348.53
		K34	SLB3 20_4	Muro Des.	188.30	243.15	1.29	348.53
		K55	SLB3 10_3	Muro Des.	81.10	119.54	1.47	148.63
		K58	SLB3 10_3	Muro Des.	81.10	119.76	1.48	148.63
	PISO2	K8	SLB3 15_3	Diagonal	126.10	195.84	1.50	240.45
		K32	SLB3 20_4	Muro Des.	188.30	206.36	1.10	348.53
		K35	SLB3 20_4	Muro Des.	188.30	208.66	1.11	348.53
		K56	SLB3 10_3	Muro Des.	81.10	104.64	1.29	148.63
		K59	SLB3 10_3	Muro Des.	81.10	104.18	1.28	148.63
	PISO 3	K7	SLB3 10_3	Diagonal	81.10	116.52	1.44	148.63
		K33	SLB3 8_3	Muro Des.	58.00	80.17	1.38	107.57
		K36	SLB3 8_3	Muro Des.	58.00	80.58	1.39	107.57
		K57	SLB3 8_3	Muro Des.	58.00	77.32	1.33	107.57
		K60	SLB3 8_3	Muro Des.	58.00	77.19	1.33	107.57
ELEVACION D (6 SLB)-XX	PISO1	K37	SLB3 10_3	Muro Des.	81.10	109.10	1.35	148.63
		K46	SLB3 10_3	Muro Des.	81.10	109.25	1.35	148.63
	PISO2	K44	SLB3 10_4	Muro Des.	93.00	143.31	1.50	166.26
		K47	SLB3 10_4	Muro Des.	93.00	142.74	1.50	166.26
	PISO 3	K45	SLB3 10_3	Muro Des.	81.10	115.09	1.42	148.63
		K48	SLB3 10_3	Muro Des.	81.10	114.96	1.42	148.63
ELEVACION E (3 SLB)-XX	PISO1	K23	SLB3 10_3	Diagonal	81.10	75.73	0.93	148.63
	PISO2	K24	SLB3 15_3	Diagonal	126.10	170.04	1.35	240.45
	PISO 3	K25	SLB3 15_3	Diagonal	126.10	142.28	1.13	240.45
ELEVACION F (6 SLB)-XX	PISO1	K19	SLB3 40_5	Muro Des.	460.80	587.58	1.28	851.48
		K28	SLB3 40_5	Muro Des.	460.80	583.26	1.27	851.48
	PISO2	K26	SLB3 25_4	Muro Des.	279.60	334.60	1.20	526.49
		K29	SLB3 25_4	Muro Des.	279.60	329.88	1.18	526.49
	PISO 3	K27	SLB3 15_3	Muro Des.	126.10	156.03	1.24	240.45
		K30	SLB3 15_3	Muro Des.	126.10	152.22	1.21	240.45
ELEVACION 1 (12 SLB)-YY	PISO1	K11	SLB3 10_4	Diagonal	93.00	109.85	1.18	166.26
		K51	SLB3 10_4	Muro Des.	93.00	125.59	1.35	166.26
		K54	SLB3 10_4	Muro Des.	93.00	125.49	1.35	166.26
		K6	SLB3 10_4	Muro Des.	93.00	109.71	1.18	166.26
	PISO2	K12	SLB3 15_4	Diagonal	149.70	195.17	1.30	276.57
		K50	SLB3 15_4	Muro Des.	149.70	170.65	1.14	276.57
		K53	SLB3 15_4	Muro Des.	149.70	170.48	1.14	276.57
		K5	SLB3 15_4	Muro Des.	149.70	167.37	1.12	276.57
	PISO 3	K13	SLB3 10_3	Diagonal	81.10	107.91	1.33	148.63
		K49	SLB3 10_3	Muro Des.	81.10	102.01	1.26	148.63
		K52	SLB3 10_3	Muro Des.	81.10	101.95	1.26	148.63
		K4	SLB3 10_3	Muro Des.	81.10	112.85	1.39	148.63
ELEVACION 3a (6 SLB)-YY	PISO 1	K15	SLB3 15_3	Muro Des.	126.10	184.37	1.46	240.45
		K18	SLB3 15_3	Muro Des.	126.10	183.80	1.46	240.45
	PISO 2	K14	SLB3 10_4	Muro Des.	93.00	114.49	1.23	166.26
		K17	SLB3 10_4	Muro Des.	93.00	113.54	1.22	166.26
	PISO 3	K10	SLB3 6_2	Muro Des.	35.60	25.35	0.71	69.01
		K16	SLB3 6_2	Muro Des.	35.60	25.28	0.71	69.01
ELEVACION 5 (12 SLB)-YY	PISO 1	K3	SLB3 10_4	Muro Des.	93.00	114.81	1.23	166.26
		K22	SLB3 6_2	Muro Des.	35.60	43.95	1.23	69.01
		K40	SLB3 6_2	Muro Des.	35.60	43.95	1.23	69.01
		K43	SLB3 10_4	Diagonal	93.00	115.12	1.24	166.26
	PISO 2	K2	SLB3 15_3	Muro Des.	126.10	185.54	1.47	240.45
		K21	SLB3 6_2	Muro Des.	35.60	35.87	1.01	69.01
		K39	SLB3 6_2	Muro Des.	35.60	39.43	1.11	69.01
		K42	SLB3 20_4	Diagonal	188.30	239.91	1.27	348.53
	PISO 3	K1	SLB3 10_4	Muro Des.	93.00	133.37	1.43	166.26
		K20	SLB3 6_2	Muro Des.	35.60	27.25	0.77	69.01
		K38	SLB3 6_2	Muro Des.	35.60	32.19	0.90	69.01
		K41	SLB3 15_3	Diagonal	126.10	171.41	1.36	240.45

TOTAL DISIPADORES SLB = 60

X-X: EN LA DIRECCIÓN PARALELA AL EJE X; Y-Y: EN LA DIRECCIÓN PARALELA AL EJE Y

5.3.4 Verificación de las irregularidades del edificio con disipadores

Luego de tener el modelo con la selección correcta de disipadores SLB a través del método de iteración directa, se procede a verificar la regularidad de la estructura con la incorporación de estos dispositivos.

5.3.4.1 Irregularidades en altura (Ia)

- Irregularidad de rigidez

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°91 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, se obtiene la Tabla N° 91 que muestra la comparación de las rigideces laterales de entrepisos en la dirección X.

Tabla 91. Verificación de la irregularidad de rigidez en la dirección X-X.

NIVEL	V (t)	CM(cm)	∆CM(cm)	K_i(t/cm)	0.7$K_{(i+1)}$
N3	166.72	0.46	0.14	1184.93	
N2	305.53	0.32	0.19	1643.50	829.45
N1	370.19	0.13	0.13	2791.75	1150.45

La Tabla N° 92 muestra la comparación de las rigideces laterales de entrepisos en la dirección Y.

Tabla 92. Verificación de la irregularidad de rigidez en la dirección Y-Y.

NIVEL	V (t)	CM(cm)	∆CM(cm)	K_i(t/cm)	0.7$K_{(i+1)}$
N3	168.82	0.51	0.15	1091.27	
N2	310.74	0.35	0.20	1566.22	763.89
N1	379.27	0.16	0.16	2442.18	1096.36

De las tablas mostradas anteriormente, la estructura no posee irregularidad por rigidez o piso blando.

- Irregularidad extrema de rigidez

De la Tabla N° 93 y la Tabla N° 94, se aprecia que al no existir irregularidad de rigidez tampoco existiría algún tipo de irregularidad extrema de rigidez.

- Irregularidad de masa o peso

De acuerdo con lo indicado en la Tabla N°94 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, la Tabla N° 95 muestra la comparación de todos los pesos en cada uno de los entrepisos del edificio.

Tabla 93. Verificación de la irregularidad de masa o peso en el edificio.

NIVEL	M (t.s^2/m)	P_i(t)	1.5$P_{(i+1)}$	1.5$P_{(i-1)}$
N3	63.99	627.75		1249.91
N2	84.94	833.27	941.63	1239.65
N1	84.24	826.44	1249.91	

De la tabla mostrada anteriormente, la estructura no posee irregularidad de masa o peso.

- Irregularidad geométrica vertical

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°8 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, la Tabla N° 94 muestra todas las longitudes en cada nivel en ambas direcciones. Se aprecia que la edificación no posee irregularidad geométrica vertical.

Tabla 94. Verificación de la irregularidad geométrica vertical en el edificio.

NIVEL	Lx (m)	$L_{(i)}x/L_{(i+1)}x$	Ly (m)	$L_{(i)}y/L_{(i+1)}y$
N3	27.40		25.60	
N2	27.40	1.00	25.60	1.00
N1	27.40	1.00	25.60	1.00

- Irregularidad de la discontinuidad de los sistemas resistentes

La edificación posee elementos resistentes verticales (columnas) con las mismas dimensiones desde el primer hasta el último nivel, por lo tanto el edificio no posee esta irregularidad.

- Irregularidad extrema de los sistemas resistentes.

Si no existe discontinuidad de los sistemas resistentes, tampoco existirá discontinuidad extrema.
De todas las verificaciones realizadas anteriormente, se concluye que la edificación no posee irregularidad en altura, en tal sentido el valor de Ia=1.00.

5.3.4.2 Irregularidades en planta (Ip)

- Irregularidad torsional

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°9 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, la Tabla N° 95 muestra los desplazamientos máximos y promedios en la dirección X del edificio analizado.

Tabla 95. Verificación de la irregularidad torsional en el edificio en la dirección X-X.

NIVEL	Max Desp (cm)	Min Desp (cm)	Desp Prom (cm)	ΔMax (cm)	Δ Prom (cm)	Max/Prom
N3	0.52	0.40	0.46	0.16	0.15	1.10
N2	0.36	0.27	0.32	0.21	0.19	1.14
N1	0.15	0.11	0.13	0.15	0.13	1.15

La muestra los desplazamientos máximos y promedios en la dirección X del edificio analizado.

Tabla 96. Verificación de la irregularidad torsional en el edificio en la dirección Y-Y.

NIVEL	Max Desp (cm)	Min Desp (cm)	Desp Prom (cm)	ΔMax (cm)	Δ Prom (cm)	Max/Prom
N3	0.52	0.49	0.51	0.16	0.16	1.03
N2	0.36	0.34	0.35	0.21	0.21	1.02
N1	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	1.03

De las tablas mostradas anteriormente, la estructura no posee irregularidad torsional.

- Irregularidad torsional extrema

De la Tabla N° 5 y la Tabla N° 6, se aprecia que al no existir irregularidad torsional tampoco existiría algún tipo de irregularidad torsional extrema.

- Irregularidad de esquinas entrantes

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°9 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, la Tabla N° 97 muestra las longitudes totales y parciales en ambas direcciones del edificio analizado. Además, se calcula el porcentaje como la división entre la longitud parcial o con abertura entre la longitud total.

Tabla 97. Verificación de la irregularidad de esquina entrante en ambas direcciones.

NIVEL	Longitud Total X (m)	Longitud Parcial X (m)	Longitud Total Y (m)	Longitud Parcial Y (m)	% X	% Y
N3	27.40	9.05	25.60	4.10	**33.03%**	16.02%
N2	27.40	9.05	25.60	4.10	**33.03%**	16.02%
N1	27.40	9.05	25.60	4.10	**33.03%**	16.02%

De la tabla mostrada anteriormente, a pesar de que en una dirección presenta esquina la irregularidad, en la otra dirección no. Por lo tanto, todo el edificio en ambas direcciones no posee esta irregularidad.

- Irregularidad de discontinuidad del diafragma

De acuerdo con lo indicado en la Tabla N°9 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, en el edificio no hay presencia de aberturas mayores al 50% y el área neta es mayor al 25% del área de la sección transversal total. En tal sentido no existe esta irregularidad.

- Irregularidad del sistema no paralelo

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N°9 de la norma E.030 respecto a esta irregularidad, los pórticos del edificio son paralelos entre sí, por lo tanto, no existe esta irregularidad.

De todas las verificaciones realizadas anteriormente, se concluye que la edificación no posee irregularidad en planta, en tal sentido el valor de Ip=1.00.

La Tabla N° 98 resume brevemente todas las verificaciones en altura y planta de la edificación, obteniendo una irregularidad en planta debido a las esquinas entrantes.

Tabla 98. Resumen de las verificaciones de todas las irregularidades en el edificio con disipadores SLB.

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	I_a=1.00
Irregularidad de rigidez	1.00
Irregularidad extrema de rigidez	1.00
Irregularidad de masa o peso	1.00
Irregularidad geométrica vertical	1.00
Discontinuidad en los sistemas resistentes	1.00
Discontinuidad extrema en los sistemas resistentes	1.00

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	I_p=1.00
Irregularidad torsional	1.00
Irregularidad torsional extrema	1.00
Esquinas entrantes	1.00
Discontinuidad del diafragma	1.00
Sistemas no paralelos	1.00

5.3.5 Resultados del análisis sísmico

5.3.5.1 Modos de Vibración

De acuerdo con la N.T.E.-E.030, en cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. La muestra los valores de los 12 primeros modos de vibración del edificio analizado con disipadores SLB, donde se observan que la suma de masas efectivas supera el 90% de la masa total.

Tabla 99. Modos de vibración del edificio analizado con disipadores SLB.

Modo	Periodo	SumUx	SumUY	SumRZ
1	**0.283**	4.51%	**79.03%**	0.15%
2	**0.269**	**81.57%**	83.95%	1.30%
3	**0.193**	82.53%	84.00%	**84.28%**
4	0.098	84.22%	94.76%	84.32%
5	0.097	95.48%	96.13%	84.34%
6	0.071	95.58%	96.14%	96.08%
7	0.057	99.99%	96.14%	96.10%
8	0.053	99.99%	99.97%	96.10%
9	0.042	100.00%	100.00%	100.00%
10	0.003	100.00%	100.00%	100.00%
11	0.003	100.00%	100.00%	100.00%
12	0.003	100.00%	100.00%	100.00%

De la tabla anterior se aprecia que los dos primeros modos de vibración son traslacionales y el tercer modo es rotacional. Esto indica un buen comportamiento de la estructura y evitaría posibles efectos de torsión los cuales no son recomendados en las estructuras. Se muestran los modos de vibrar del edificio ante cargas sísmicas.

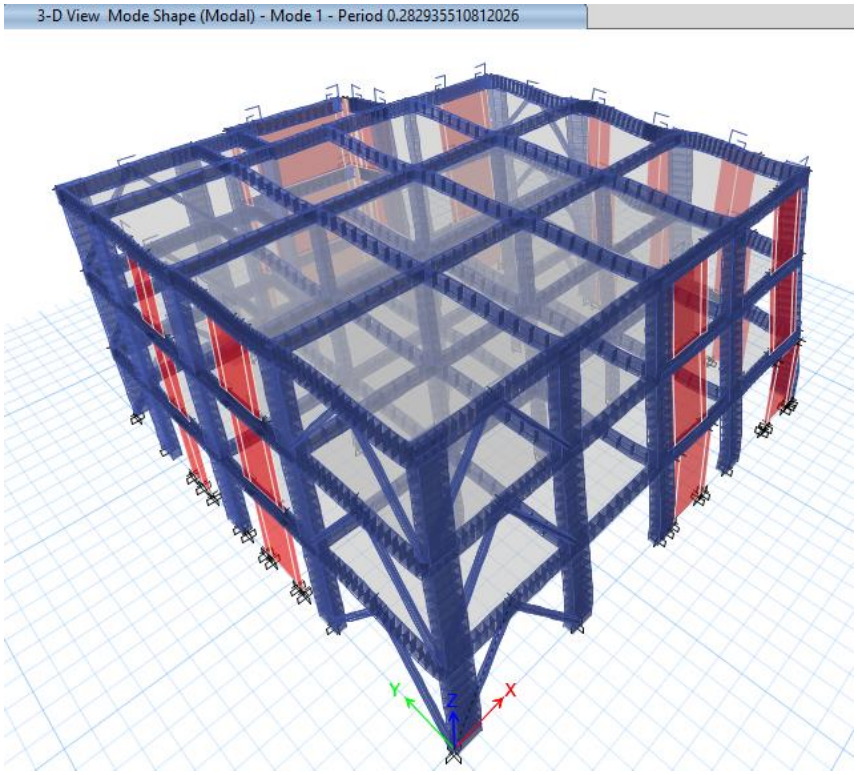


Figura 56. Primer modo de vibración, T=0.289s (Etabs)

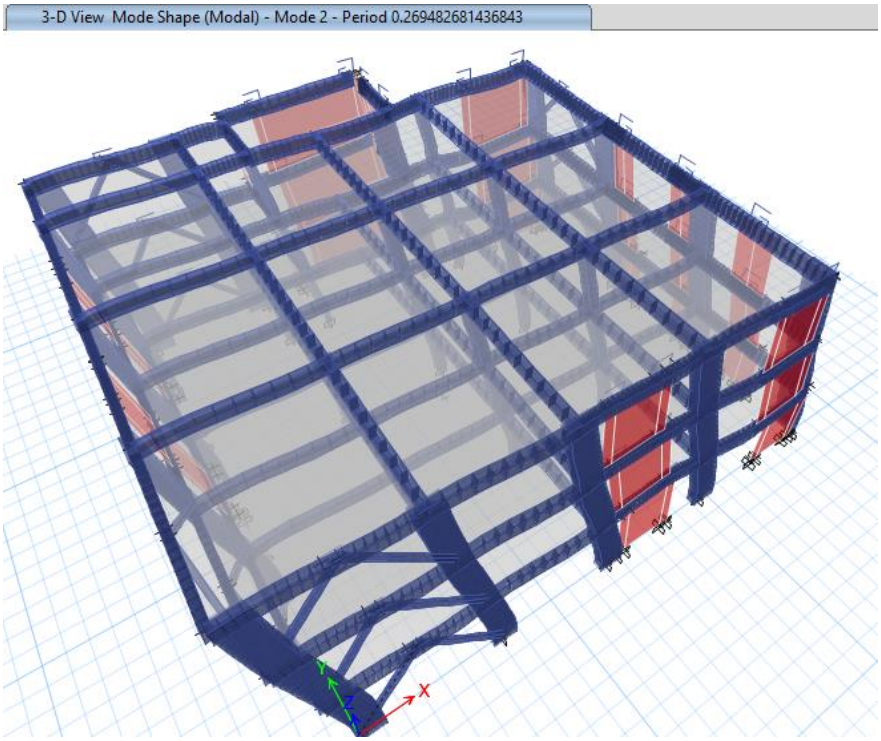


Figura 57. Primer modo de vibración, T=0.269s (Etabs)

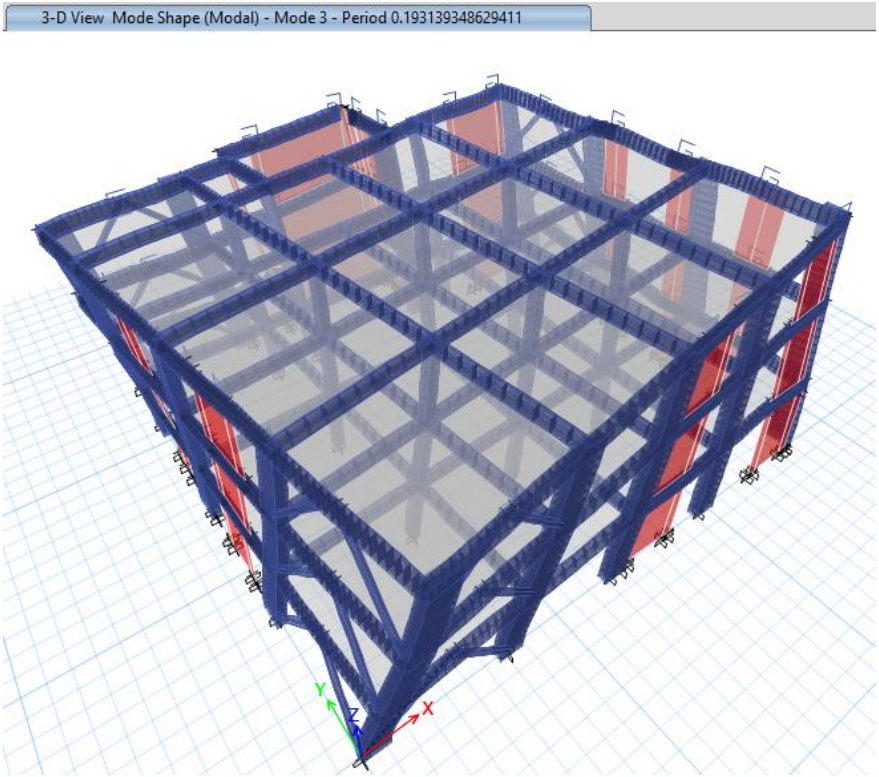


Figura 58. Primer modo de vibración, T=0.193s (Etabs)

5.3.5.2 Derivas o distorsiones de entrepiso

Los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0.75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico (Estructuras Regulares). De acuerdo con la NTE-E.031 la máxima deriva permitida para un edificio con aislamiento de base deberá ser de 0.00350 cuando se realice un análisis dinámico modal espectral.

Tabla 100. Distorsiones de la edificación en la dirección X.

Piso	Deriva Elástica	Desplazamiento Elástico (cm)	Rx	0.75Rx	Deriva Inelástica	Desplazamiento Inelástico (cm)
3	0.000385	0.519	8.00	6.00	0.0023	3.114
2	0.000484	0.359	8.00	6.00	0.0029	2.154
1	0.000364	0.155	8.00	6.00	0.0028	0.930

Tabla 101. Distorsiones de la edificación en la dirección Y

Piso	Deriva Elástica	Desplazamiento Elástico (cm)	Ry	0.75Ry	Deriva Inelástica	Desplazamiento Inelástico (cm)
3	0.000394	0.527	8.00	6.00	0.0023	3.162

2	0.000485	0.363	8.00	6.00	0.0029	2.178
1	0.000372	0.158	8.00	6.00	0.0022	0.948

De las tablas mostradas anteriormente se aprecia que las distorsiones en ambas direcciones son menores a lo máximo permisible en la NTE E.031, por lo cual el prediseño. Ahora tenemos que ingresar las propiedades no lineales de los disipadores SLB para poder realizar un ANLTH y así poder tener el diseño final del edificio. De la misma manera que el ANLTH en el edificio aislado, su desarrollo nos permitirá obtener una comparación de resultados entres los métodos de análisis dinámico y los realizados con el ANLTH.

5.4 Diseño del sistema con disipadores histeréticos

En esta sección se describe el diseño final del edificio con los disipadores histereticos tipo SLB. Una vez realizado el prediseño, se procede con el ingreso de las propiedades no lineales de cada uno de los 60 disipadores incorporados en el edificio para posteriormente realizar el ANLTH. Este análisis permitirá verificar derivas, aceleraciones de entrepiso, que todos los disipadores cumplan con la condición de que su desplazamiento máximo sea menor a 4cm y que su curva histerética se encuentre dentro de su curva histerética bilineal de fábrica. En este caso se verifico con lo descrito anteriormente pero solo se mostraran los resultados de los dispositivos con mayor demanda sísmica. Habiendo cumplido esos requerimientos finalmente se puede dar por válida la selección de los disipadores de lo contrario, se tendrá que hacer un cambio de disipador SLB.

5.4.1 Cálculo de las propiedades no lineales

A diferencia del sistema de aislamiento, el ingreso de las propiedades no lineales de los disipadores SLB se da de manera directa con la ayuda de la Tabla N° 12, donde K_1, K_2, F_y, D_y y F_{max} son la rigidez inicial, la rigidez postfluencia, la fuerza de fluencia y la fuerza máxima de cada disipador respectivamente.

Si revisamos la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** , se puede a preciar que los dispositivos con links K_8 (eje X) y K_2 (eje Y), tienen ratios muy cercanas a 1.50, en tal sentido se procederá con la verificación de los mismos a partir del ANLTH. Para ello la tabla, muestra los parámetros de las propiedades no lineales de los dispositivos y el grafico, y el grafico muestran su representación bilineal.

5.4.2 Análisis No Lineal Tiempo Historia (ANLTH)

El Análisis No Lineal Tiempo Historia (ANLTH) se realizó a partir del modelo tridimensional del edificio realizado en el programa ETABS 2018. Este procedimiento consta de los siguientes pasos:

- Tratamiento de registros sísmicos para representar el espectro de diseño de un sismo de 2475 años, con un amortiguamiento del 5%.
- Verificación de las máximas derivas y aceleraciones en el edificio con disipadores SLB.
- Determinación de las características fuerza- deformación de los dispositivos SLB.

5.4.2.1 Registros Sísmicos

Se utilizaron los mismos registros sísmicos del análisis del edificio con sistema de aislamiento, lo cual permitirá realizar luego en el capítulo 6 una comparación de resultados de las respuestas sísmicas de ambos sistemas. Además, el escalamiento de los registros al espectro compatible se muestra en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se realizó con la ayuda del programa Sismo Match.

5.4.2.2 Desplazamientos, derivas y aceleraciones

Se utilizó el método de carga tipo no lineal modal Fast Nonlinear Analysis (FNA), descrito en el capítulo 2.3.5.4, tomando para cada dirección de análisis factores de 1.00 y 0.30 al igual que en el ANLTH con aisladores. A diferencia de los aisladores, en el ANLTH con disipadores SLB se consideran las propiedades no lineales de fábrica de los dispositivos previamente seleccionados en el análisis lineal modal espectral. No se usan propiedades nominales, máximas y mínimas. Con lo descrito anteriormente, la Tabla N° 102 muestra las respuestas máximas en la dirección X-X y la Tabla N° 103 muestra las respuestas máximas en la dirección Y-Y.

Tabla 102. Respuestas máximas en la dirección X-X del ANLTH con disipadores.

X-X	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
Desp.Azotea (m)	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05
Deriva	0.0042	0.0038	0.0041	0.0041	0.0040	0.0040	0.0042	0.0041

Aceleración (g)	1.80	1.51	1.63	1.77	1.61	1.55	1.69	1.65

Tabla 103. Respuestas máximas en la dirección Y-Y del ANLTH con disipadores.

Y-Y	**Piura 2021**	**Loreto 2019**	**Pisco 2007**	**Arequipa Moquegua 2001**	**Cañete 1974**	**Huaraz 1970**	**Huacho 1966**	**Promedio**
Desp.Azotea (m)	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Deriva	0.0050	0.0040	0.0043	0.0043	0.0042	0.0041	0.0043	0.0043
Aceleración (g)	2.15	1.70	1.82	1.93	1.73	1.72	1.91	1.85

De las tablas anteriormente mostradas se observan que para ambas direcciones de análisis utilizando los disipadores SLB en el edificio se tienen pequeños desplazamientos y derivas, estas últimas cumple con lo estipulado en la norma E.031 lo cual indica que para un ANLTH las derivas deben ser menores a 0.0050. Sin embargo, las aceleraciones en el último nivel son mayores a la aceleración de la gravedad (g).

5.4.2.3 Curva Histeretica en los Dispositivos.

Lo que se busca en este apartado es analizar el comportamiento histerético de todos los disipadores SLB en función a las propiedades no lineales de cada uno de ellos. Además, se debe verificar que el desplazamiento máximo en cada uno de ellos no exceda los 3cm, ya que por encima de estos valores se pueden producir roturas en estos elementos.

Se tiene un total de 60 disipadores SLB en la estructura, de todos ellos en este apartado solo se mostrará los dos con mayor desplazamiento en cada dirección de análisis (X e Y). La ubicación de los dos disipadores con mayor desplazamiento para la dirección de análisis X se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y la ubicación de los disipadores con mayor desplazamiento en la dirección de análisis Y se muestra en la Figura N° 59.

Teniendo la ubicación de los 4 disipadores con mayor desplazamiento, se procede analizar sus curvas histereticas para los 7 registros sísmicos y serán comparados con el diagrama bilineal de cada disipador. En el Gráfico N° 19 y el Gráfico N° 20 se muestran las curvas histereticas para la dirección de análisis X-X de los disipadores K9 (SLB3 10_3) y K55 (SLB3 10_3) respectivamente. Además, en el Gráfico N° 21 y el Gráfico N° 22 se muestran las curvas histereticas para la dirección de análisis Y-Y de los disipadores K11 (SLB3 10_4) y K54 (SLB3 10_4)

respectivamente. Además, se aprecia que en todos los gráficos mencionados anteriormente, el desplazamiento máximo de los disipadores SLB alcanza un valor de 10mm.

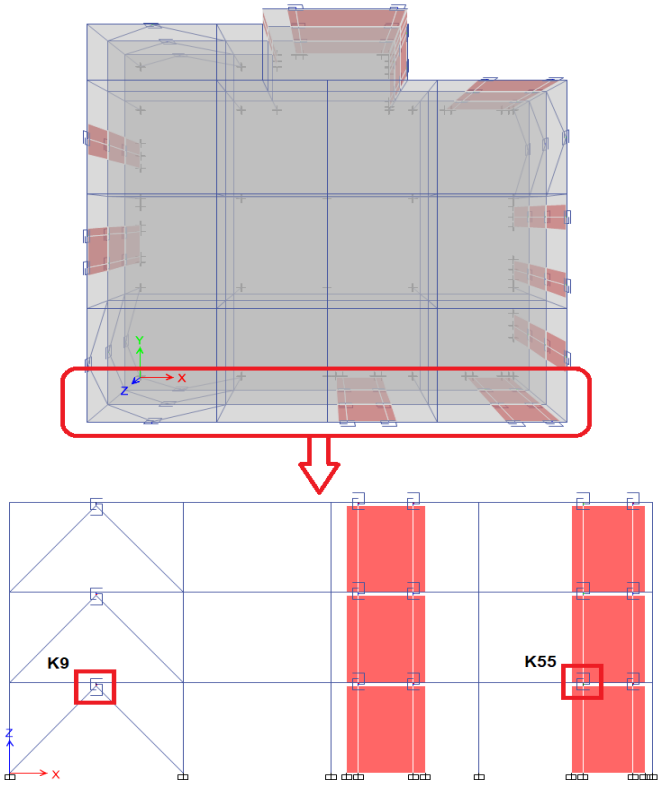


Figura 59. Ubicación de los disipadores con mayor desplazamiento-dirección X.

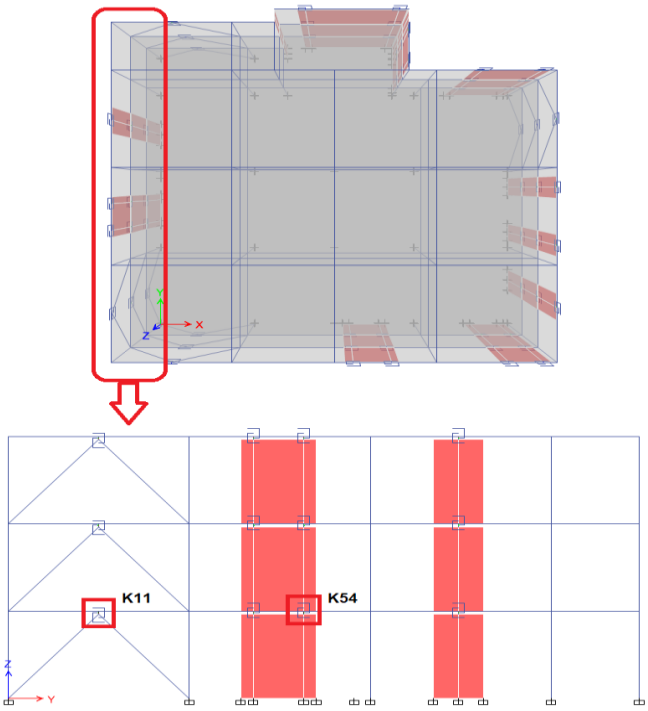


Figura 60. Ubicación de los disipadores con mayor desplazamiento-dirección Y.

Gráfico 18. Curva Histerética del disipador K9 (SLB3 10_3).

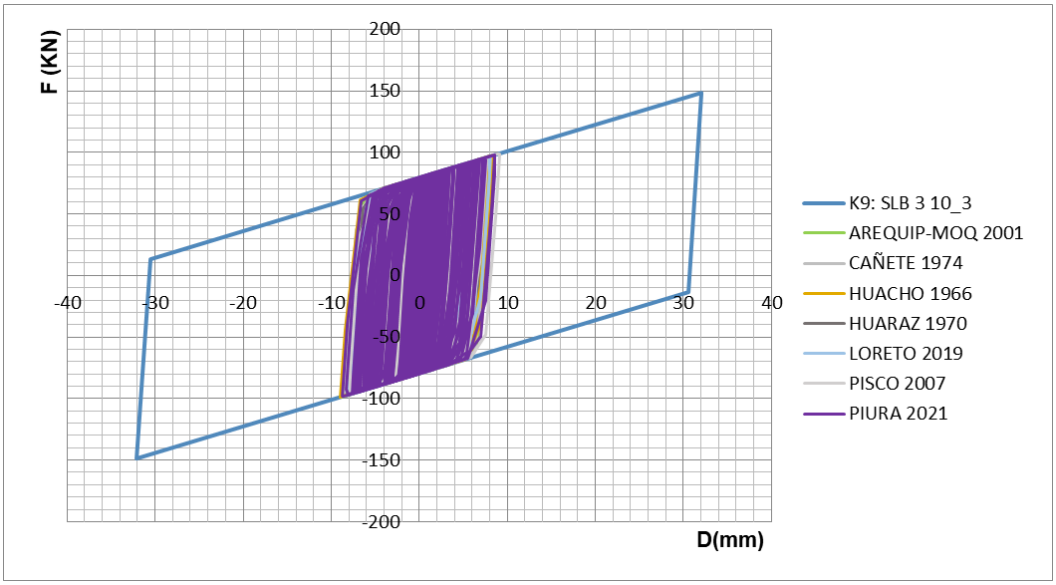


Gráfico 19. Curva Histerética del disipador K55 (SLB3 10_3).

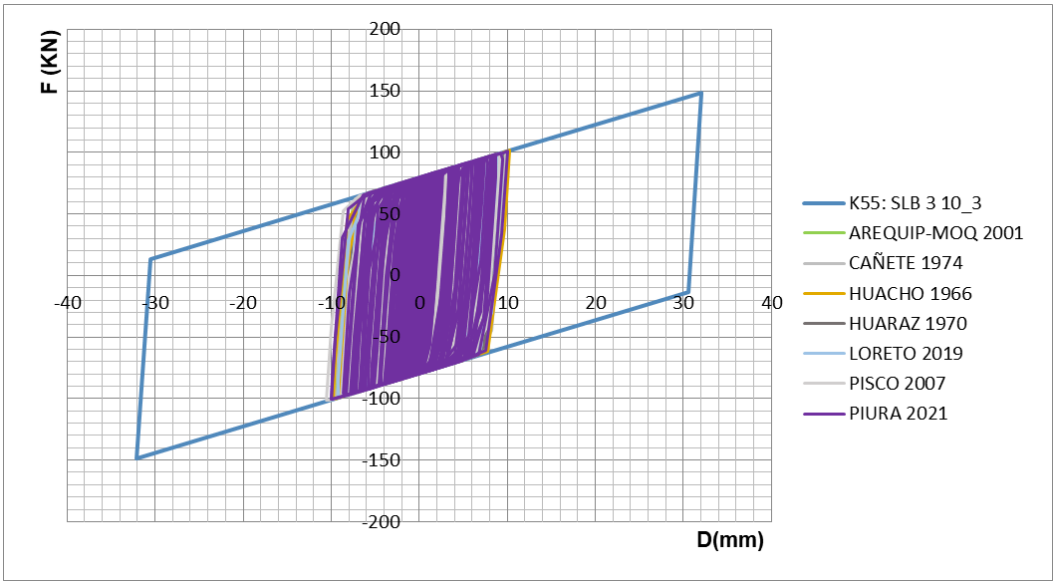


Gráfico 20. Curva Histerética del disipador K11 (SLB3 10_4)

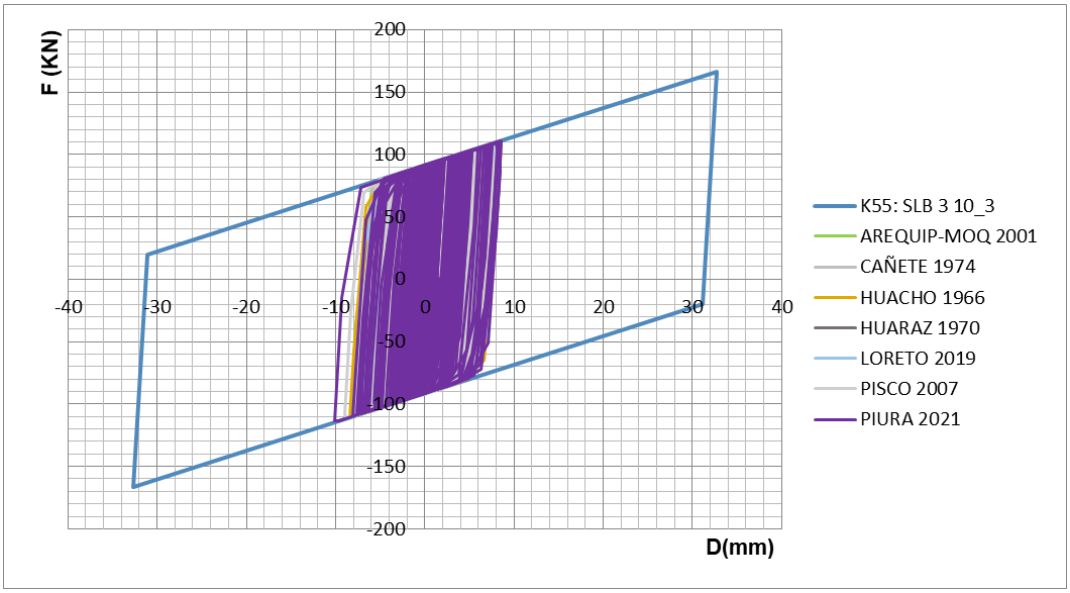
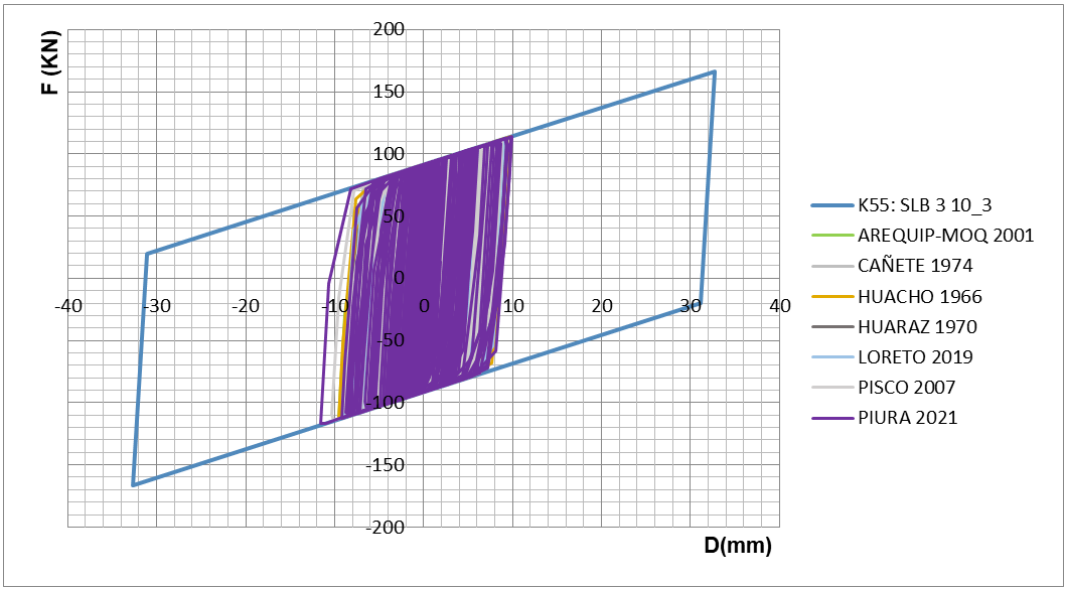


Gráfico 21. Curva Histerética del disipador K54 (SLB3 10_4)



5.4.3 Selección final de los disipadores SLB

Después de realizar el ANTLH del edificio con disipadores SLB, se verificó que las derivas del edificio cumplen con lo indicado en la norma E03. Además de acuerdo a las curvas histeréticas de todos los disipadores, ninguno sobrepasa los 3cm (30mm) de desplazamiento y la fuerza máxima según su tipo. En tal sentido se puede afirmar que la selección final de los disipadores SLB son los mismos que los elegidos en el prediseño, los cuales fueron mostrados en la Tabla N° 104.

5.5 Diseño estructural con disipadores histeréticos

5.5.1 Consideraciones para el diseño de concreto armado

Previo al diseño del edificio con sistema de disipadores histereticos tipo SLB, se deben tener consideraciones necesarias a tomar en cuenta. Por ello se realiza un análisis modal espectral con un espectro de diseño establecido en la norma E.030, se calculan las fuerzas laterales mínimas requeridas así como también se calculará la junta sísmica en el edificio.

5.5.1.1 Espectro de diseño

En el análisis dinámico modal espectral del edificio con disipadores SLB se trabajó con un espectro considerando un R=8. Para el diseño del edificio y de su cimentación, dicho espectro se mantendrá debido a que por más de que se haya agregado disipadores SLB a la estructura, el edificio mantiene un sistema estructura del pórticos de concreto armado en ambas direcciones de análisis. En ese sentido, el espectro de diseño del edificio con sistema de aislamiento se mostró en el Gráfico N° 64.

5.5.1.2 Fuerza lateral de diseño y junta sísmica

Para la obtención de la fuerza lateral de diseño del edificio con disipadores SLB, se tuvo que realizar las comparaciones entre los análisis dinámico y estático con la finalidad de poder obtener el factor de escalamiento en ambas direcciones. Los resultados se muestran en la Tabla N° 104. Con respecto al cálculo de la junta sísmica, esta se muestra en la Tabla N° 105.

Tabla 104. Fuerza lateral de diseño del edificio con disipadores SLB

Parámetro	Und.	Valor
Peso del edificio con disipadores SLB	t	2287.40
Coeficiente Sísmico (ZUCS/R)	-	0.196
Fuerza cortante base- Análisis estático	t	448.33
80% Cortante en la base (Estructura regular)	t	358.66
Fuerza cortante base X-X- Análisis dinámico	t	370.18
Fuerza cortante base Y-Y- Análisis dinámico	t	379.27
Factor de escalamiento X-X	-	1.00
Factor de escalamiento Y-Y	-	1.00

Tabla 105. Cálculo de la junta sísmica del edificio con disipadores SLB.

Parámetro	Und.	Valor
Desplazamiento máximo edificio (D_{max})	cm	0.53
Altura del edificio (h)	cm	1275
Separación s=0.006h	cm	7.65
Junta sísmica =máx(2/3D_{max};s/2)	cm	3.83
Junta sísmica	cm	5.00

5.5.1.3 Diseño por método de resistencia LRFD

El método utilizado para el diseño de los elementos estructurales del edificio con disipadores SLB fue el del diseño por resistencia, el cual es un principio de diseño indicado por la norma de concreto armado E060. Este método requiere que las cargas aplicadas a la estructura sean incrementadas mediante factores de amplificación, y las resistencias nominales sean reducidas por factores de reducción de resistencia ∅.Además para el diseño, las cargas muertas, vivas y de sismo deberán tener combinaciones. Todo este procedimiento se describió en el ítem 4.5.1.6.

5.5.2 Diseño de los elementos estructurales

5.5.2.1 Diseño de losa maciza

Se escogió el paño de losa maciza más desfavorable tal como se muestra en la Figura N° 61. La dimensión de la losa en planta es de 7.20m x 7.25m con un espesor de 0.17m. Se diseñó por flexión y corte.

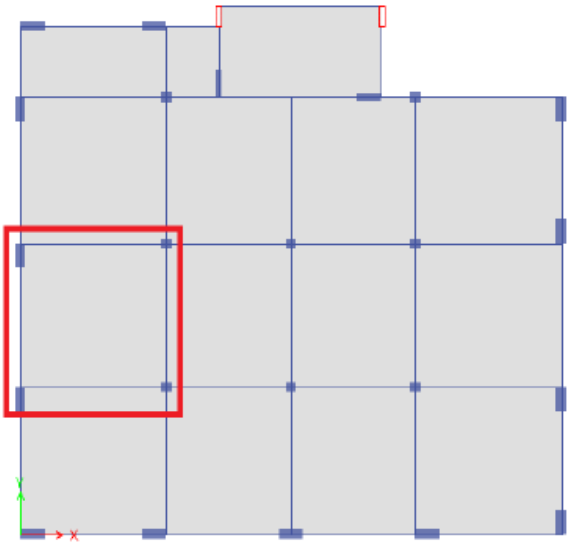


Figura 61. Paño de losa a diseñar.

Diseño por flexión

La Figura N° 62 muestra los diagramas de momentos flectores del paño a diseñar en ambas direcciones, obtenido de la envolvente de las combinaciones de carga mostradas en las ecuaciones (4-71), (4-72) y (4-73).

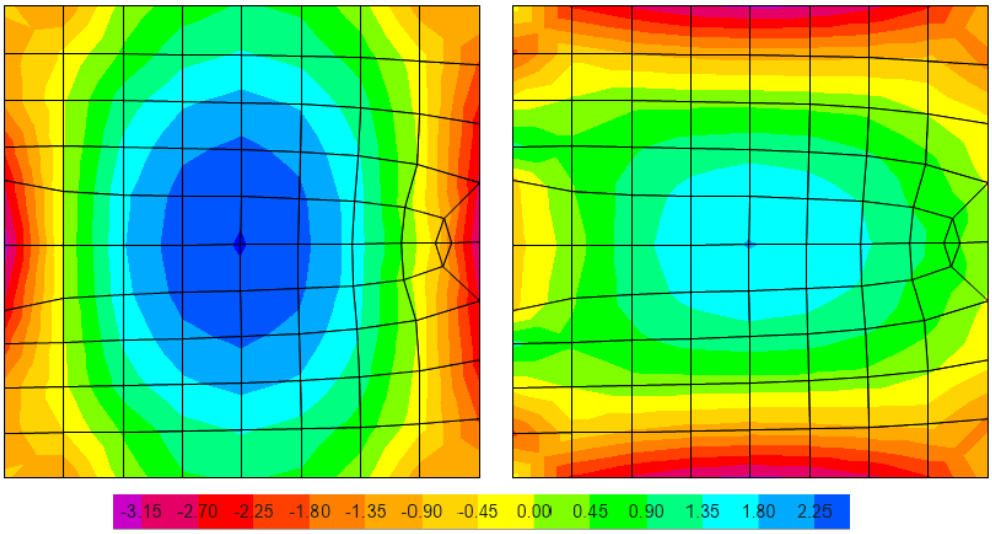


Figura 62. Gráficos de Momentos Flectores en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha).

En la y la se resumen los momentos flectores últimos en las dos direcciones, y el refuerzo instalado de ø 3/8" en la parte superior e inferior de la losa respectivamente.

Tabla 106. Resumen del diseño por flexión en la dirección X-X del paño de losa maciza.

Demanda Mu (X-X)	Valor (t.m)	As (cm^2)	Refuerzo colocado			Resistencia ϕMn (t.m)
			Refuerzo corrido	Bastones	As (cm^2)	
Negativo (Izq)	2.80	5.55	$ø3/8"@0.25m$	$ø3/8"@0.25m$	5.65	2.85
Positivo (Cent)	2.00	3.91	$ø3/8"@0.25m$	$ø3/8"@0.25m$	5.65	2.85
Negativo (Der)	2.80	5.55	$ø3/8"@0.25m$	$ø3/8"@0.25m$	5.65	2.85

Tabla 107. Resumen del diseño por flexión en la dirección Y-Y del paño de losa maciza

Demanda Mu (Y-Y)	Valor (t.m)	As (cm^2)	Refuerzo colocado			Resistencia ϕMn (t.m)
			Refuerzo corrido	Bastones	As (cm^2)	
Negativo (Izq)	2.80	5.55	$ø3/8"@0.25m$	$ø3/8"@0.25m$	5.65	2.85
Positivo (Cent)	2.00	3.91	$ø3/8"@0.25m$	$ø3/8"@0.25m$	5.65	2.85
Negativo (Der)	2.80	5.55	$ø3/8"@0.25m$	$ø3/8"@0.25m$	5.65	2.85

Diseño por corte

La Figura N° 63, muestra los diagramas de fuerza cortante del paño a diseñar en ambas direcciones, obtenido de la envolvente de las combinaciones de carga mostradas en las ecuaciones (4-71), (4-72) y (4-73).

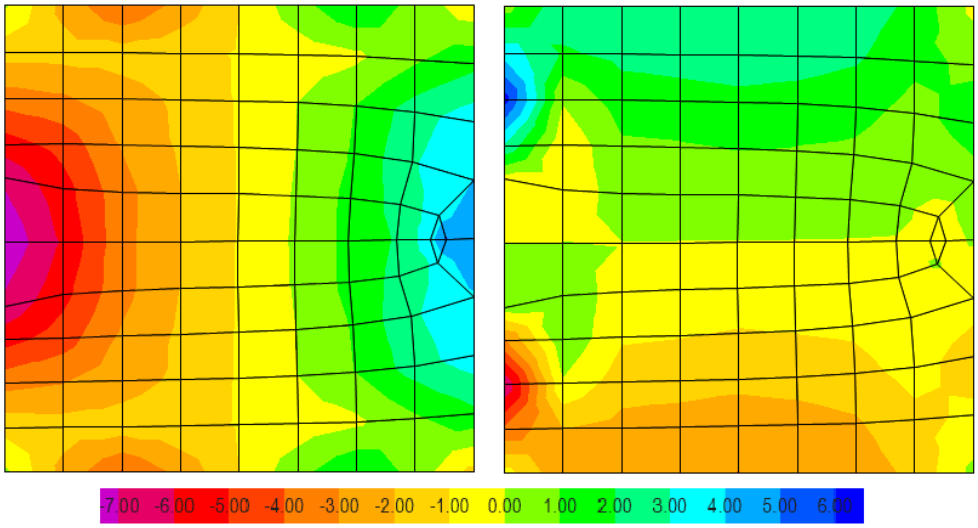


Figura 63. Gráficos de Fuerzas Cortantes en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha).

Las cortantes últimas máximas en XX e YY son 5.00 t y 4.50 t respectivamente. La resistencia al cortante de la losa, que solo es tomada por el concreto ϕ Vc = 9.14 t, por lo que el diseño por cortante queda verificado.

5.5.2.2 Diseño de la viga peraltada

Se escogió el paño de viga más desfavorable tal como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. La dimensión de la viga es de 30cmx80cm y se diseñó por flexión y corte considerando estructuras aporticadas.

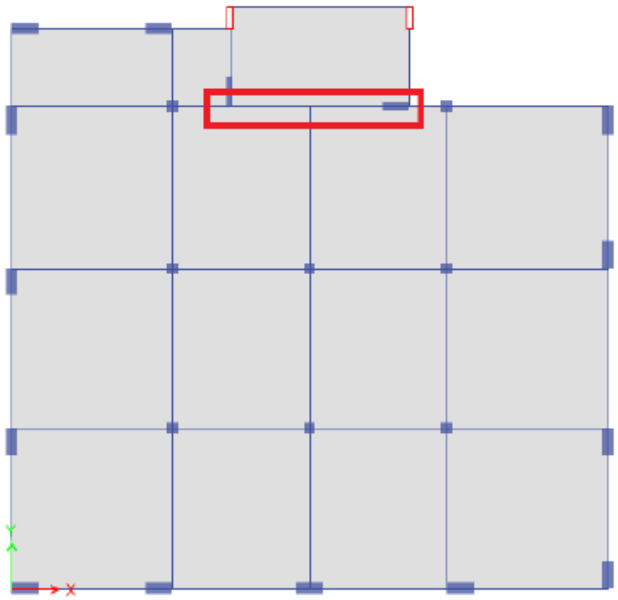


Figura 64. Tramo de viga a diseñar.

Diseño por flexión

La muestra el resumen del diseño por flexión del tramo de viga de 30cm x 80cm. En ella se aprecia que el refuerzo longitudinal obtenido fue de 3 varillas de 1” con bastones superiores e inferiores del mismo diámetro. Con las varillas colocadas se garantiza que la resistencia nominal a flexión $\emptyset Mn$ es mayor que la resistencia actuante Mu.

Tabla 108. Resumen de diseño por flexión en viga.

Demanda Mu	Valor (t.m)	As (cm^2)	Refuerzo colocado			Resistencia ϕMn (t.m)
			Refuerzo corrido	Bastones	As (cm^2)	
Negativo (Izq)	27.78	10.5	3Ø3/4"	2Ø5/8"	12.51	32.60
Positivo (Cent)	24.27	9.12	3Ø3/4"	2Ø5/8"	12.51	32.60
Negativo (Der)	22.50	8.42	3Ø3/4"	2Ø5/8""	12.51	32.60

Diseño por corte

Se obtuvo, de las combinaciones de diseño, Vu = 25.30 t. Por otro lado, la resistencia del concreto ØVc = 14.49 t. Sin embargo, aún se necesita verificar según el criterio de diseño por capacidad al cortante en vigas. Así mismo, de acuerdo al capítulo 21 de la norma E060, los espaciamientos en los extremos (zona confinada) y parte central (zona no confinada), deben ser de 10cm y 20cm respectivamente.

Tabla 109. Resumen de diseño por cortante en viga.

Demanda Vu	Mn (t.m)	Mpr (t.m)	Ln (m)	Vu (t)	ϕVc (t)	Vs (t)	Av (cm2)	S (cm)	S-E060 (cm)
Extremos	30.80	38.50	8.10	25.30	14.49	13.51	1ø3/8"	30	10
Parte Central	30.80	38.50	8.10	25.30	14.49	13.51	1ø3/8"	30	20

La distribución será de 1 ø 3/8": 1 @ 0.05m, 16 @ 0.10m y rto @ 0.20m.

5.5.2.3 Diseño de la columna

Se escogió la columna con mayor área tributaria tal como se muestra en la Figura N° 65. La dimensión de la columna es de 50cmx50cm y se diseñó por flexo compresión y cortante considerando estructuras aporticadas.

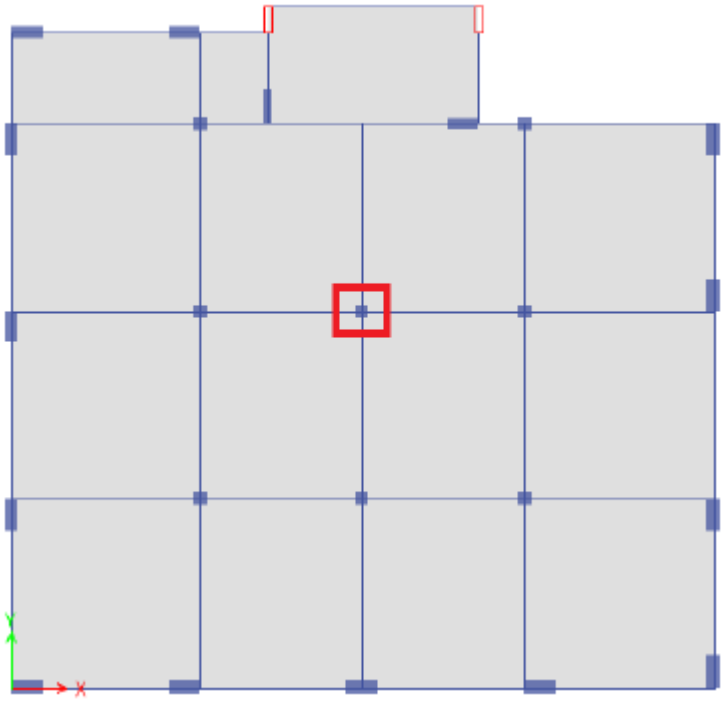


Figura 65. Columna central a diseñar.

En la Tabla N° 110 se muestran las combinaciones resultantes para diseño de la columna de 0.50m x 0.50m, provenientes de la lectura de las fuerzas en el análisis estructural.

Tabla 110. Combinaciones de diseño de columna típica.

Combinación	P(t)	M33(t.m)	V22(t)	M22(t.m)	V33(t)
1.4CM+1.7CV	216.13	0.03	0.31	2.98	1.32
1.25(CM+CV)+SX	184.10	4.53	2.39	4.22	1.89

1.25(CM+CV)-SX	183.22	-4.48	-1.89	0.84	0.33
1.25(CM+CV)+SY	184.48	1.52	0.95	7.72	3.50
1.25(CM+CV)-SY	182.84	-1.47	-0.45	-2.67	-1.28
0.9CM+SX	101.38	4.51	2.23	3.06	1.37
0.9CM-SX	100.50	-4.49	-2.05	-0.32	-0.20
0.9CM+SY	101.76	1.50	0.79	6.56	2.98
0.9CM-SY	100.12	-1.48	-0.61	-3.82	-1.81

Diseño por flexocompresión

Para obtener el acero longitudinal de la columna se procede a realizar un diseño por flexocompresión, el cual toma en cuenta la acción combinada de fuerzas axiales y momentos flectores que resiste la columna. Como la columna tiene momentos en ambas direcciones, las solicitaciones de fuerza axial y momento deben estar dentro de los diagramas de interacción M33 y M22 mostrados en la figura y figura respectivamente. La cuantía de la columna es de 1.37% y el refuerzo longitudinal considerado es 12 ø 3/4".

Gráfico 22. Diagrama de Interacción M33 vs P.

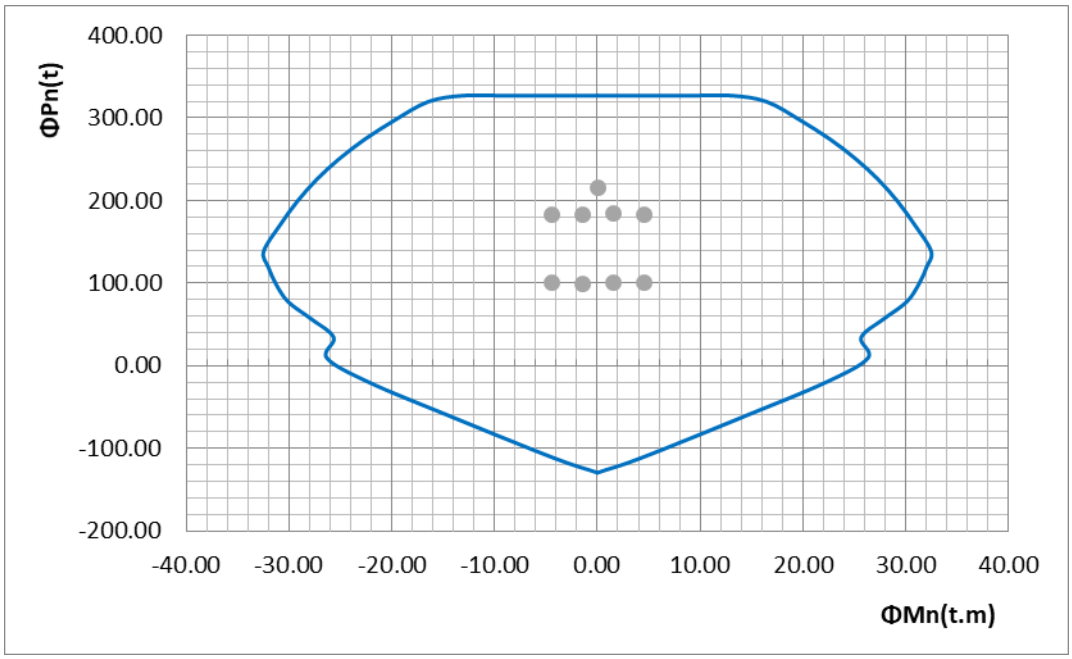
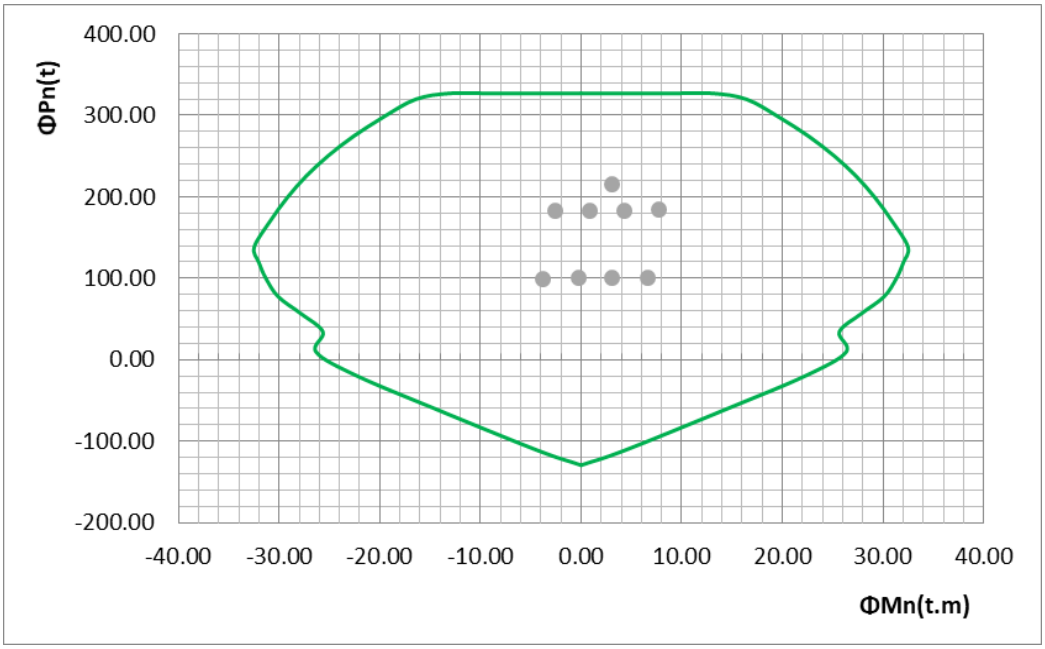


Gráfico 23. Diagrama de Interacción M22 vs P



Diseño por cortante

Se obtuvo, de las combinaciones de diseño, Vu = 7.72 t, además de la resistencia del concreto ØVc = 14.36 t. Sin embargo, aún se necesita verificar según el criterio de diseño por capacidad al cortante en columnas. Del diagrama de interacción se obtiene el momento nominal más desfavorable correspondiente a su carga axial amplificada. Se resumen los cálculos en la Tabla N° 111 y se verifica la distribución propuesta.

Tabla 111. Resumen del diseño por cortante de la columna de concreto armado.

Parámetros	Valor
Momento nominal, Mn (t.m)	36.00
Momento máximo probable, Mpr=1.25Mn (t.m)	45.00
Altura libre de columna, hn (m)	3.60
Fuerza cortante de diseño, Vu (t)	25.00
Ancho de columna, bw (cm)	50.00
Peralte efectivo de columna, d (cm)	44.00
Resistencia al corte del concreto, ØVc (t)	14.36
Diámetros de estribos a utilizar, ø	3/8"
Área de estribos instalados, Av (cm^2)	1.42
Esfuerzo de fluencia de estribos, fy (kg/cm^2)	4200
Espaciamiento de estribos, s (cm)	20.00
Espaciamiento de estribos en la zona de confinamiento, s (cm)	10.00
Resistencia al corte de la columna, ØVn (t)	34.63

La distribución será de 2 ø 3/8": 1 @ 0.05m, 13 @ 0.10m y rto @ 0.20m.

5.5.3 Diseño de los arriostramientos tipo Chevron

Para el diseño de los arriostramientos tipo Chevron (diagonales), se ha considerado la fuerza máxima inducida por el disipador SLB tal como se muestra en la Figura N° 66.

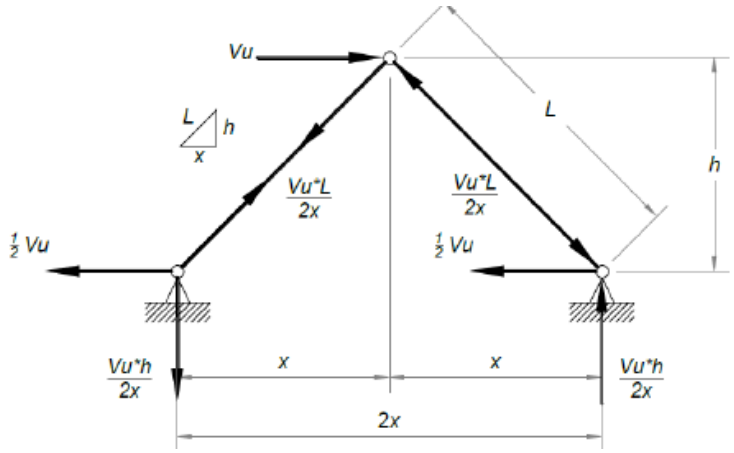


Figura 66. Transmisión de fuerzas entre el disipador SLB y sus diagonales.

Se aprecia que el disipador SLB3 20_4 con link K42 y con una fuerza cortante máxima $V_u = F_{máx} = 348.53$ KN se ubica sobre diagonales tipo Chevron. Al ser este el dispositivo el que posee mayor fuerza cortante resistente en comparación al resto, se procede a diseñar con esa fuerza las diagonales metálicas. Para este caso, se realizará un diseño por compresión de la diagonal ya que es el caso más crítico.

Propiedades de la sección diagonal HS 8"x8"x1/4"

- Módulo de Elasticidad E = 2000000.00 kg/cm^2
- Esfuerzo de fluencia F_y= 2530.00 kg/cm^2
- Ancho de la sección b = 20.00 cm
- Peralte de la sección h = 20.00 cm
- Espesor de la sección t = 0.60 cm
- Area de la sección A= 46.56 cm^2
- Momento de inercia I = 2923.34 cm^4
- Radio de giro r = 7.92 cm^2
- Longitud no arriostrada L= 540.00 cm
- Distancia entre apoyos x= 360.00 cm

Diseño por compresión

- Revisión de esbeltez

  Una sección metálica es no esbelta si se cumple:

$$1.40\sqrt{\frac{E}{Fy}} > \frac{b}{t} \qquad (0\text{-}1)$$

  De la ecuación (0-1) y reemplazando con las propiedades geométricas, la sección HS 8"x8"x1/4" es no esbelta.

- Pandeo por flexión sin elementos esbeltos

  De acuerdo con el capítulo E 3-2 de la norma AISC- 360 LRFD, existe pandeo inelástico si se cumple:

$$4.71\sqrt{\frac{E}{Fy}} > \frac{kl}{r} \qquad (0\text{-}2)$$

  De la ecuación (0-2), reemplazando con las propiedades geométricas, la sección HS 8"x8"x1/4" y para un k=1, existe pandeo inelástico en la sección.

- Pandeo inelástico

  El esfuerzo a compresión por pandeo sin flexión F_{cr} se calcula de acuerdo al esfuerzo de pandeo crítico elástico F_e según la ecuación (0-3) y la ecuación (0-4). Remplazando se obtiene un F_{cr}= 1972.04 kg/cm^2.

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{kl}{r}\right)^2} \qquad (0\text{-}3)$$

$$F_{cr} = (0.658)^{\frac{Fy}{Fe}} Fy \qquad (0\text{-}4)$$

- Resistencia a la compresión nominal

  La resistencia a la compresión de la diagonal ($\emptyset P_n$), se calcula de acuerdo a la ecuación (0-5). Comparando con la fuerza actuante en la diagonal (Pu), expresada según la ecuación (0-6), se verifica que el perfil HS 8"x8"x1/4" cumple con el diseño por resistencia.

$$\emptyset P_n = 0.9\, F_{cr}\, A_g = 82.64\, t \qquad (0\text{-}5)$$

$$P_u = \frac{F_{max}\, L}{2x} = 261.4\, KN = 26.14\, t \qquad (0\text{-}6)$$

5.5.4 Diseño de los Muros Desacoplados

El diseño de los muros desacoplados estará gobernado por cortante y en función a la fuerza máxima del disipador ($F_{máx}$). De acuerdo al capítulo 11.10.4 de la norma E060, la fuerza máxima por cortante de un muro de concreto armado deberá satisfacer la ecuación (0-7). Conociendo el cortante máximo que admite el muro desacoplado se debe fijar una fuerza máxima del disipador la cual según Bozzo se expresa en la ecuación (0-8).

$$V_n \leq 2.6\sqrt{f'c}\,A_{cw} \tag{0-7}$$

$$F_{max} \leq \frac{2.6\sqrt{f'c}\,(0.8\,l_w\,t_w)}{1.5\,n_{SLB}} \tag{0-8}$$

Se aprecia que los disipadores SLB3 40_5 con links K19 y K28 poseen una cortante máxima V_u=$F_{máx}$= 851.48 KN y se ubican sobre un muro desacoplado. Al ser estos dispositivos los que poseen mayor fuerza cortante resistente en comparación al resto, se procede a diseñar con esa fuerza dicho muro desacoplado de concreto armado.

Propiedades del muro desacoplado

- Resistencia a la compresión del concreto f'c= 280.00 kg/cm^2
- Largo del muro l_w = 660.00 cm
- Espesor del muro t_w = 25.00 cm
- Número de disipadores en el muro desacoplado n_{SLB} = 2.00
- Fuerza máxima del disipador SLB 3 40_5 $F_{máx}$ = 851.48 KN = 85.15 t

Verificación Fuerza máxima

- Fuerza máxima por cortante

$$\frac{2.6\sqrt{f'c}\,(0.8\,l_w\,t_w)}{1.5\,n_{SLB}} = 191.42\,t \tag{0-9}$$

- Fuerza máxima del disipador

$$F_{max} = 85.15\,t \tag{0-10}$$

- Verificación de fuerzas

$$F_{max} < 191.42\,t \tag{0-11}$$

Se cumple entonces que la fuerza máxima del disipador SLB 3 40_5 es menor a la fuerza máxima por cortante del muro.

Diseño del refuerzo en el muro

La tabla muestra el resumen del diseño del refuerzo horizontal y vertical del muro desacoplado, considerando que la contribución al corte del concreto (ϕVc) se calcula de acuerdo a la ecuación, y la cortante última (Vu) es la suma de la contribución al corte del acero (ϕVs) y concreto (ϕVc) respectivamente tal como se muestra en la ecuación. En caso de requerir cuantía mínima, esta será igual a $\rho_{min} = 0.0020$ y la separación (s) se calculará de acuerdo con la ecuación.

$$\emptyset V_c = \emptyset\ 0.53\sqrt{f'c}\ 0.8\ l_w\ t_w \quad (0\text{-}12)$$

$$V_u = \emptyset V_c + \emptyset V_s \quad (0\text{-}13)$$

$$s = \frac{A_v}{\rho\ t} \quad (0\text{-}14)$$

Tabla 112. Resumen del diseño de los refuerzos del muro desacoplado.

Refuerzo	Vu (t)	ϕVc (t)	Vs (t)	Condición	Av (cm2)	S (cm)	Scolocado-doble malla (cm)
Refuerzo Horizontal	85.15	99.50	-16.88	Cuantía mínima	2Ø3/8"	28	25
Refuerzo Vertical	P_{min}=0.0020			Cuantía mínima	2Ø3/8"	28	25

5.5.5 Diseño de la cimentación

5.5.5.1 Diseño de losa de cimentación

De acuerdo con lo indicado en el ítem 4.1.4, la capacidad admisible del terreno es de 1.00 kg/cm^2, esto conlleva a verificar en primera instancia que las presiones actuantes del edificio aislado sobre el terreno sean menores a la capacidad admisible. Las combinaciones con las cuales se calcularían las presiones actuantes se muestran en las ecuaciones (0-85), (0-86) y (0-87) donde CM es la carga muerta, CV es la carga viva, CSH es la carga sísmica horizontal y CSV es la carga sísmica vertical.

La combinación más crítica de las presiones debajo de la cimentación fue la que se muestra en la ecuación (0-84), con una presión de 1.05 kg/cm^2. Como la capacidad admisible es de 1.30 kg/cm^2 (aumentando el 30% del qadm=1.00

kg/cm^2 debido al sismo), se logra verificar que las presiones actuantes son menores a la capacidad admisible en la cimentación. En la Figura N° 67, se muestra la presión actuante para la combinación más crítica.

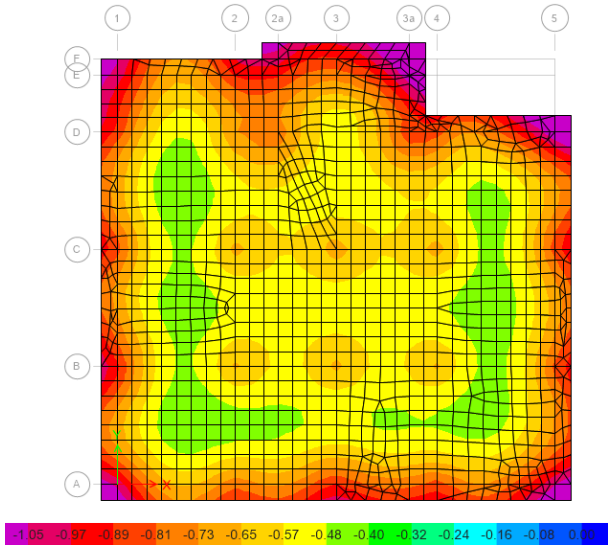


Figura 67. Presión actuante debajo de la cimentación para la combinación más crítica.

Luego de verificar que las presiones actuantes son menores que la capacidad admisible, se procede al diseño por flexión y corte de la losa de cimentación. Para ello se escogió el paño de losa maciza más desfavorable ubicado alrededor del pedestal que sostiene al aislador, cuya posición se muestra en la. La dimensión de la losa en planta es de 5.00m x 5.00m con un espesor de 0.70m constante en toda la losa. Se diseñó por flexión y corte

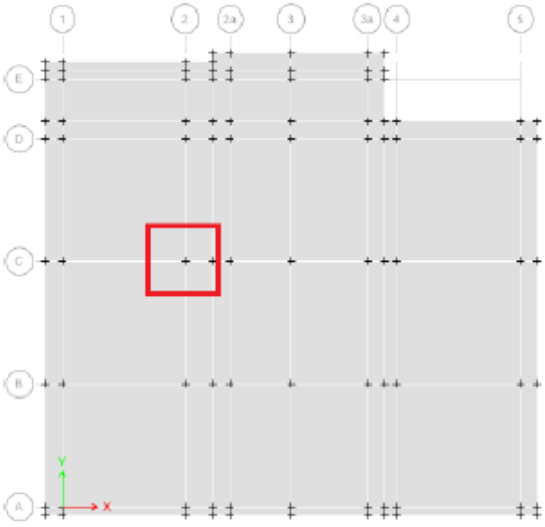


Figura 68. Ubicación del paño a diseñar.

Diseño por flexión

La Figura N° 69, muestra los diagramas de momentos flectores del paño a diseñar en ambas direcciones, obtenido de la envolvente de las combinaciones de carga mostradas en las ecuaciones (0-71), (0-72) y (0-73).

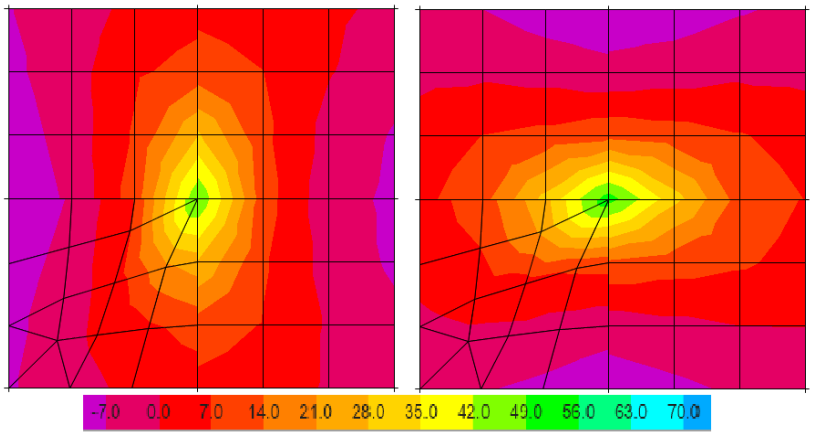


Figura 69. Gráficos de Momentos Flectores en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha).

En la y la se resumen los momentos flectores últimos en las dos direcciones, y el refuerzo instalado de ø 3/4" en la parte superior e inferior de la losa respectivamente.

Tabla 113. Resumen del diseño por flexión en la dirección X-X del paño de losa de cimentación.

Demanda Mu (X-X)	Valor (t.m)	As (cm^2)	Refuerzo colocado			Resistencia ϕMn (t.m)
			Refuerzo corrido	Bastones	As (cm^2)	
Negativo (Izq)	8.00	3.55	$\emptyset 5/8"@0.20m$		11.40	22.00
Positivo (Cent)	35.00	15.80	$\emptyset 5/8"@0.20m$	$\emptyset 5/8"@0.20m$	22.80	42.00
Negativo (Der)	8.00	3.55	$\emptyset 5/8"@0.20m$		11.40	22.00

Tabla 114. Resumen del diseño por flexión en la dirección Y-Y del paño de losa de cimentación.

Demanda Mu (Y-Y)	Valor (t.m)	As (cm^2)	Refuerzo colocado			Resistencia ϕMn (t.m)
			Refuerzo corrido	Bastones	As (cm^2)	
Negativo (Izq)	8.00	3.55	$\emptyset 5/8"@0.20m$		11.40	22.00
Positivo (Cent)	35.00	15.80	$\emptyset 5/8"@0.20m$	$\emptyset 5/8"@0.20m$	22.80	42.00
Negativo (Der)	8.00	3.55	$\emptyset 5/8"@0.20m$		11.40	22.00

Además, hay que tener en cuenta que la cuantía mínima de acuerdo con lo indicado en el artículo 10.5.4 de la norma E060 es de 0.0012 lo cual equivale a 8.40 cm^2/m, valor que se satisface según lo mostrado en los cuadros anteriores.

Diseño por corte

La Figura N° 70, muestra los diagramas de fuerza cortante del paño a diseñar en ambas direcciones, obtenido de la envolvente de las combinaciones de carga mostradas en las ecuaciones (0-71), (0-72) y (0-73).

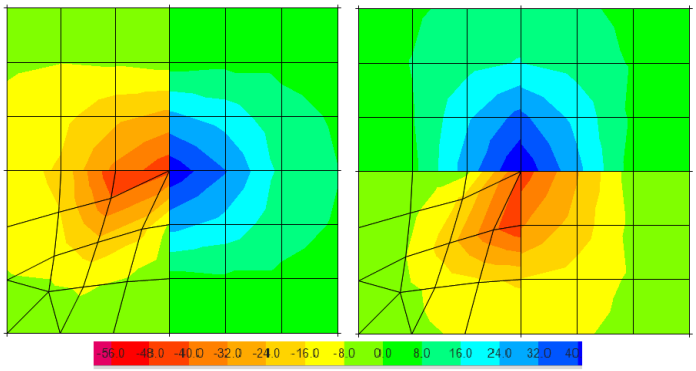


Figura 70. Gráficos de Fuerzas Cortantes en la dirección X-X (izquierda) y en la dirección Y-Y (derecha).

La cortante última máxima en XX e YY son 34.00 t y 35.00 t respectivamente. La resistencia al cortante de la losa, que solo es tomada por el concreto ϕV_c = 45.20 t, por lo que el diseño por cortante queda verificado.

Diseño por punzonamiento

Al tratarse de una losa de cimentación sin vigas, se debe verificar el punzonamiento o corte en las dos direcciones. Al igual que la verificación por punzonamiento de la losa de cimentación del edificio aislado, para el caso de la losa con disipadores SLB se utilizaron las ecuaciones (0-79), (0-80), y (0-81). De las ecuaciones anteriores, se obtiene la Tabla N° 115 donde se muestra el resumen de la verificación por punzonamiento de la losa de cimentación.

Tabla 115. Resumen de la verificación por punzonamiento de la losa.

Descripción	Valor
Carga actuante ultima, P_u (t)	226.22
Ancho de paño de losa, B (m)	5.00
Largo de paño de losa, L (m)	5.00
Peralte efectivo de losa, d (m)	0.60
Área sombreada a una distancia d/2, A (m^2)	23.56
Esfuerzo actuante en la losa , wu (t/m^2)	9.05
Fuerza cortante ultima, V_u (t)	213.22
Resistencia a la compresión del concreto , f'c (kg/cm^2)	280.00
Relación largo y ancho de columna , β_c	1.00
Perímetro a una distancia d/2 del borde de la columna , b_0 (m)	4.80
Resistencia al corte por punzonamiento, $\emptyset V_c$ (t)	667.70

Capítulo VI: Análisis comparativo de resultados

Luego de realizar los diseños del edificio hospitalario utilizando un sistema de aislamiento de base con aisladores LRB y un sistema de disipadores histeréticos SLB, es conveniente interpretar los resultados en ambos casos. Por ello, en este capítulo se realizará un análisis comparativo de ambos sistemas tanto en su respuesta estructural así como en su factor económico

6.1 Análisis estructural

En este apartado se mostrarán los resultados de las respuestas estructurales del edificio hospitalario con ambos sistemas las cuales abarcan las derivas, desplazamientos de entrepiso, las aceleraciones en cada nivel y el balance energético realizado con un Análisis No Lineal Tiempo Historia (ANLTH).

6.1.1 Influencia de las derivas

Se obtuvieron las derivas máximas de entrepiso para cada una de las siete señales sísmicas según el ANLTH. Se muestran los resultados de las derivas máximas del edificio con sistema de aisladores LRB, teniendo como direcciones de análisis el sentido X e Y respectivamente.

Tabla 116. Respuesta de máximas derivas del edificio con aisladores LRB- Dirección X-X.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	0.0026	0.0028	0.0027	0.0028	0.0025	0.0026	0.0028	0.0027
2	0.0035	0.0038	0.0037	0.0038	0.0034	0.0035	0.0035	0.0036
1	0.0036	0.0037	0.0037	0.0038	0.0035	0.0035	0.0036	0.0036
0	0.0031	0.0032	0.0032	0.0032	0.0031	0.0034	0.0030	0.0032

Tabla 117. Respuesta de máximas derivas del edificio con aisladores LRB- Dirección Y-Y.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	0.0021	0.0018	0.0019	0.0018	0.0022	0.0021	0.0018	0.0020
2	0.0028	0.0024	0.0027	0.0026	0.0031	0.0030	0.0025	0.0027
1	0.0030	0.0026	0.0028	0.0028	0.0030	0.0032	0.0026	0.0028
0	0.0015	0.0017	0.0016	0.0016	0.0016	0.0018	0.0017	0.0017

Además, se muestran las derivas máximas del edificio con sistema de disipadores SLB, siendo X e Y las direcciones de análisis respectivamente.

Tabla 118. Respuesta de máximas derivas del edificio con disipadores SLB- Dirección X-X.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	0.0035	0.0031	0.0032	0.0034	0.0033	0.0035	0.0034	0.0034
2	0.0042	0.0038	0.0041	0.0041	0.0040	0.0040	0.0042	0.0041
1	0.0034	0.0031	0.0036	0.0033	0.0033	0.0032	0.0035	0.0033
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 119. Respuesta de máximas derivas del edificio con disipadores SLB- Dirección Y-Y.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	0.0038	0.0030	0.0032	0.0033	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034
2	0.0050	0.0040	0.0043	0.0043	0.0042	0.0041	0.0043	0.0043
1	0.0041	0.0034	0.0037	0.0034	0.0034	0.0033	0.0035	0.0035
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

De las tablas anteriores, el promedio de las derivas máximas permitirá realizar una gráfica comparativa entre el edificio con sistema de aisladores LRB y el edificio con sistema de disipadores SLB. En tal sentido se muestran las derivas máximas promedios del edificio con ambos sistemas, teniendo como direcciones de análisis X e Y respectivamente.

Gráfico 24. Resultado comparativo de las derivas máximas promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección X-X.

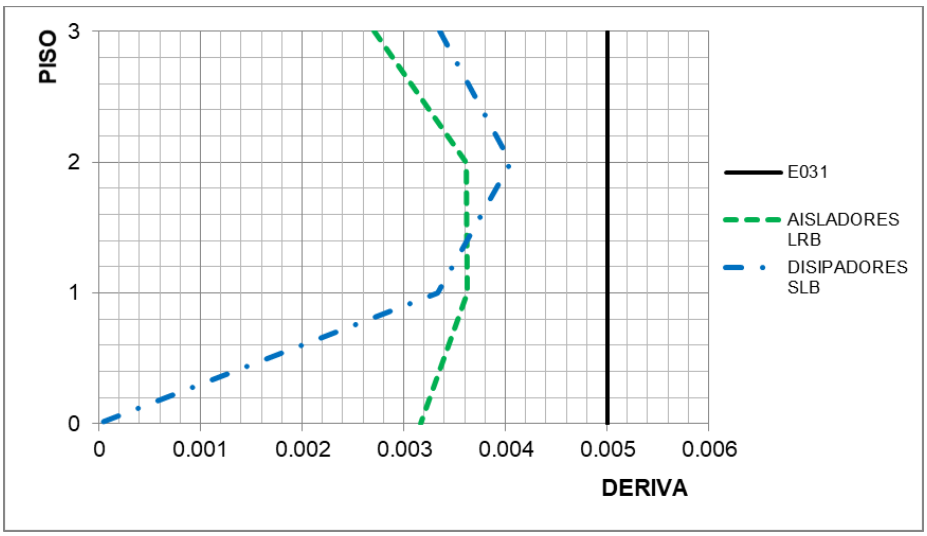
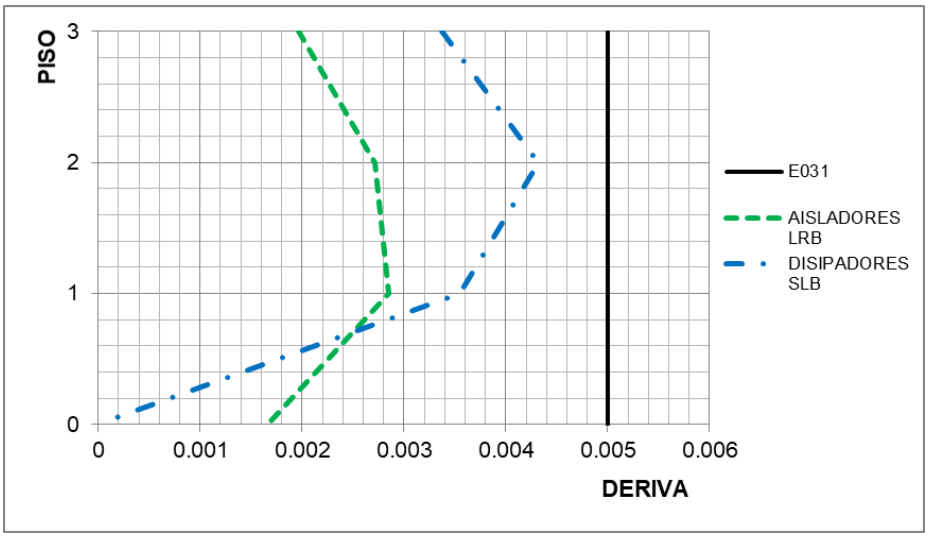


Gráfico 25. Resultado comparativo de las derivas máximas promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección Y-Y.



6.1.2 Influencia de los desplazamientos

De la misma forma que en el caso de las derivas, los desplazamientos máximos de entrepiso se obtuvieron para cada una de las siete señales sísmicas según el ANLTH. Se muestran los resultados de los desplazamientos máximos del edificio con sistema de aisladores LRB, teniendo como direcciones de análisis el sentido X e Y respectivamente.

Tabla 120. Respuesta de máximos desplazamientos (cm) del edificio con aisladores LRB- Dirección X-X.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	40.44	39.53	43.62	36.11	40.78	45.30	36.50	40.33
2	39.50	38.96	43.16	35.04	39.82	44.71	35.68	39.55
1	38.17	38.07	42.44	33.56	38.44	43.77	34.52	38.42
0	36.73	37.11	41.41	32.04	36.97	42.60	33.29	37.16

Tabla 121. Respuesta de máximos desplazamientos (cm) del edificio con aisladores LRB- Dirección Y-Y.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	37.79	39.21	43.12	34.66	39.38	44.17	34.96	39.04
2	37.26	38.54	42.41	33.93	38.85	43.63	34.46	38.44
1	36.44	37.56	41.43	32.87	38.00	42.76	33.71	37.54
0	35.50	36.53	40.34	31.91	37.02	41.85	32.81	36.57

Se muestran los desplazamientos máximos del edificio con sistema de disipadores SLB, siendo X e Y las direcciones de análisis respectivamente.

Tabla 122. Respuesta de máximos desplazamientos (cm) del edificio con disipadores SLB- Dirección X-X.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	4.63	4.22	4.57	4.54	4.48	4.50	4.58	4.50
2	3.19	2.94	3.26	3.13	3.07	2.99	3.20	3.11
1	1.44	1.34	1.51	1.40	1.40	1.35	1.47	1.42
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 123. Respuesta de máximos desplazamientos (cm) del edificio con disipadores SLB- Dirección Y-Y.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	5.49	4.34	4.73	4.66	4.66	4.53	4.68	4.73
2	3.88	3.09	3.40	3.25	3.22	3.18	3.26	3.33
1	1.76	1.43	1.57	1.45	1.45	1.42	1.49	1.51
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

El promedio de los desplazamientos máximos promedios para los sistemas con aisladores LRB y disipadores SLB se muestran, teniendo como direcciones de análisis X e Y para cada caso respectivamente.

Gráfico 26. Resultado comparativo de las desplazamientos máximos promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección X-X.

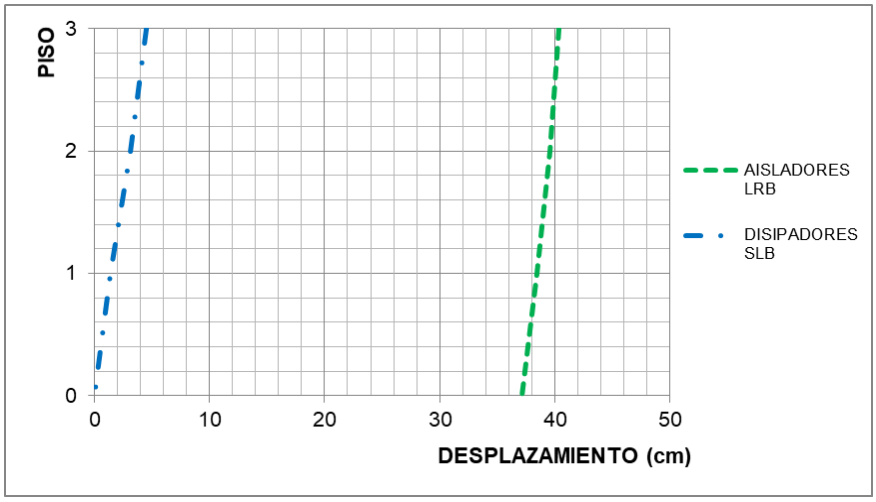
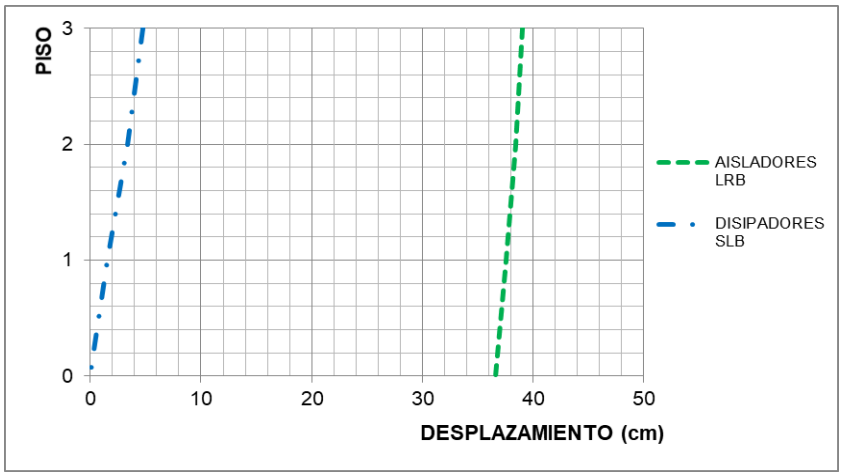


Gráfico 27. Resultado comparativo de las desplazamientos máximos promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección Y-Y.



6.1.3 Influencia de las aceleraciones

Se obtuvieron las aceleraciones máximas de entrepiso para cada una de las siete señales sísmicas según el ANLTH. Se muestran los resultados de las máximas aceleraciones del edificio con sistema de aisladores LRB, teniendo como direcciones de análisis el sentido X e Y respectivamente

Tabla 124. Respuesta de máximas aceleraciones (g) del edificio con aisladores LRB- Dirección X-X.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	0.63	0.60	0.55	0.56	0.57	0.59	0.55	0.58
2	0.39	0.45	0.38	0.42	0.43	0.42	0.39	0.41
1	0.38	0.39	0.37	0.40	0.44	0.44	0.36	0.40
0	0.36	0.37	0.35	0.38	0.42	0.41	0.34	0.38

Tabla 125. Respuesta de máximas aceleraciones (g) del edificio con aisladores LRB- Dirección Y-Y.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	0.71	0.59	0.54	0.55	0.63	0.67	0.57	0.60
2	0.39	0.40	0.37	0.39	0.43	0.43	0.35	0.39
1	0.36	0.34	0.34	0.35	0.41	0.45	0.34	0.37
0	0.35	0.32	0.32	0.33	0.39	0.43	0.32	0.35

Se muestran las aceleraciones máximas del edificio con sistema de disipadores SLB, siendo X e Y las direcciones de análisis respectivamente

Tabla 126. Respuesta de máximas aceleraciones (g) del edificio con disipadores SLB- Dirección X-X.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	1.80	1.51	1.63	1.77	1.61	1.55	1.69	1.65
2	1.25	1.13	1.29	1.12	1.22	1.18	1.26	1.21
1	0.86	0.83	0.90	0.77	0.82	0.86	0.97	0.86
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 127. Respuesta de máximas aceleraciones (g) del edificio con disipadores SLB- Dirección Y-Y.

Piso	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
3	2.15	1.70	1.82	1.93	1.73	1.72	1.91	1.85
2	1.50	1.23	1.36	1.27	1.28	1.21	1.34	1.31
1	0.87	0.82	0.92	0.81	0.84	0.85	1.02	0.88
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Con los promedios de las máximas aceleraciones de los edificios con sistema de aisladores LRB y disipadores SLB, se obtienen las variaciones de las aceleraciones para cada piso.

Gráfico 28. Resultado comparativo de las aceleraciones máximas promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección X-X.

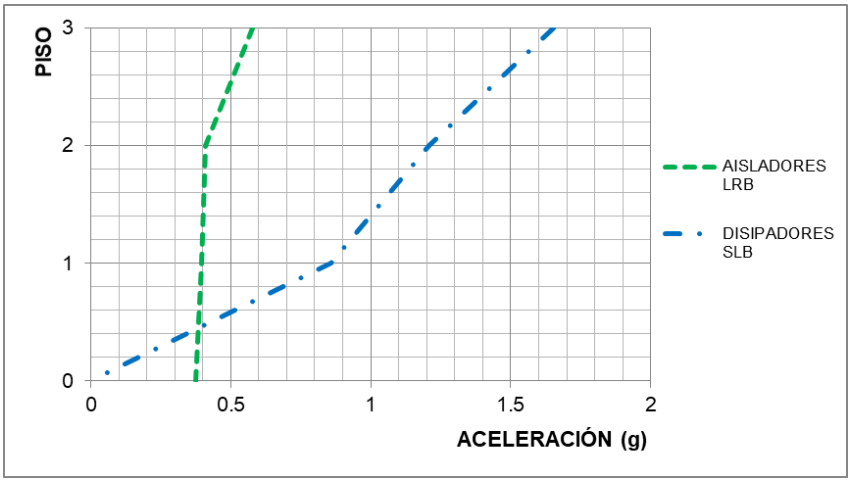
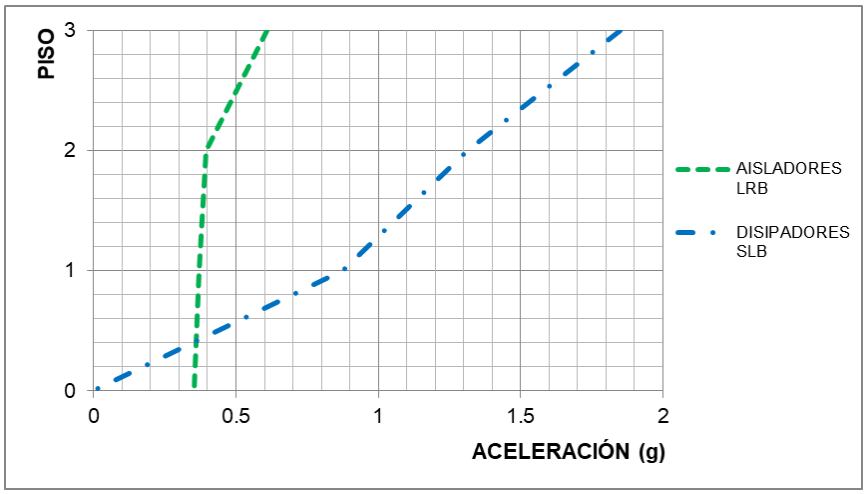


Gráfico 29. Resultado comparativo de las aceleraciones máximas promedio del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección Y-Y.



6.1.4 Influencia del balance de la energía

Es importante conocer el porcentaje de disipación de energía para el edificio con aisladores de base y el edificio con disipadores SLB, ya que con ello se tendrá una idea de la influencia de cada dispositivo sísmico en la estructura con la finalidad de mejorar su comportamiento sísmico. Se muestran la energía total y disipada para el edificio con aisladores LRB.

Tabla 128. Respuesta de energía total y disipada en el edificio con aisladores LRB-

Energía (t.m)	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
Disipada	2300	3334	4101	3352	2254	2632	2340	2300
Total	2470	3595	4407	3569	2439	2814	2506	2470
% Disipada	93.12	92.74	93.06	93.92	92.41	93.53	93.38	93.12

Tabla 129. Respuesta de energía total y disipada en el edificio con aisladores LRB-

Energía (t.m)	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
Disipada	2293	3336	4102	3347	2269	2608	2339	2293
Total	2457	3583	4390	3556	2449	2778	2496	2457
% Disipada	93.33	93.11	93.44	94.12	92.65	93.88	93.71	93.33

De las tablas anteriores, se puede obtener un resumen de balance energético el cual proporcione el porcentaje de disipación de energía para cada señal sísmica,

y con ello poder obtener una curva de tendencia de la energía disipada. Lo mencionado anteriormente se aprecia considerando que el edificio tiene un sistema de aisladores LRB.

Gráfico 30. Balance energético del edificio con aisladores LRB ante distintas señales sísmicas-Dirección X-X.

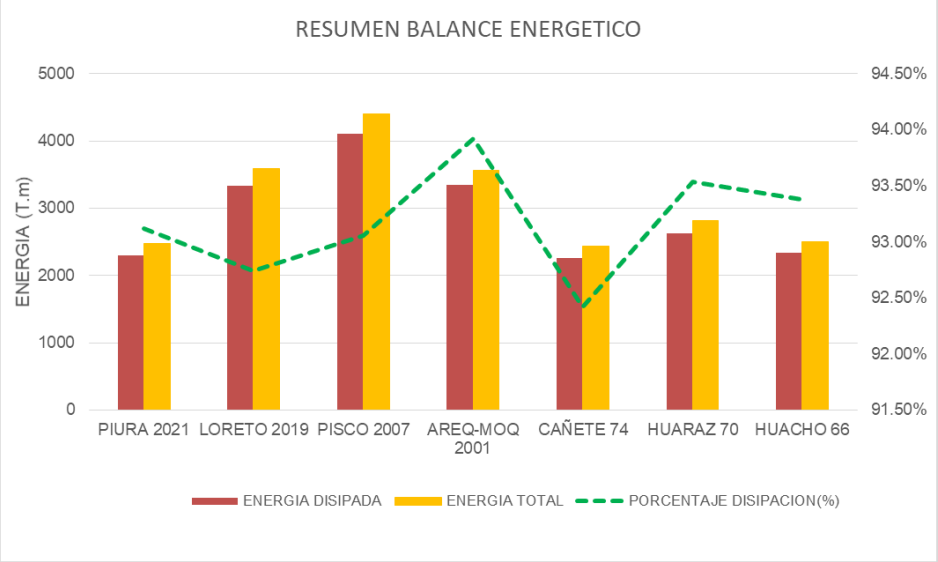
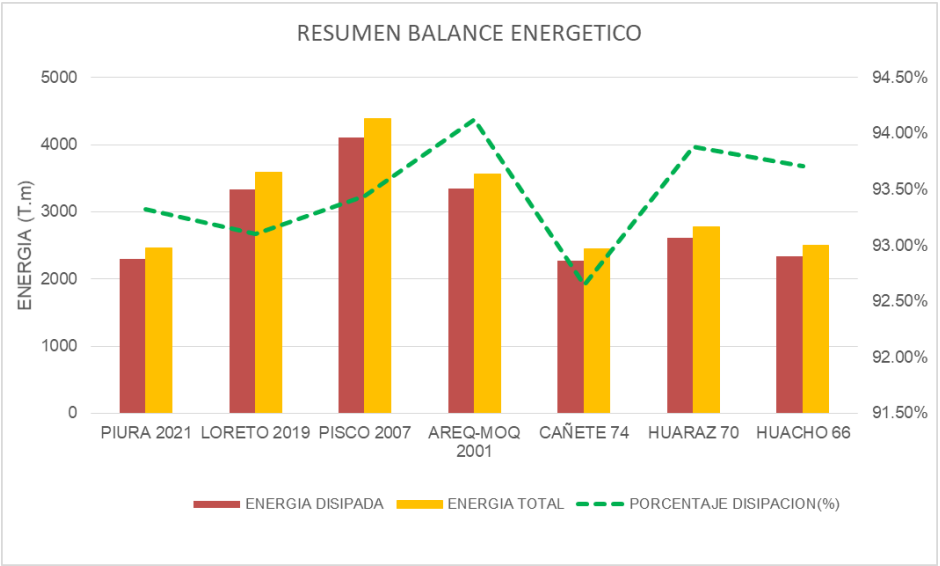


Gráfico 31. Balance energético del edificio con aisladores LRB ante distintas señales sísmicas-Dirección Y-Y.



De la misma forma que en el caso anterior, se muestran la energía total y disipada del edificio con sistema de disipadores SLB. Además, se muestran en porcentaje

la curva de tendencia de disipación de energía del sistema considerando disipadores SLB.

Tabla 130. Respuesta de energía total y disipada en el edificio con disipadores SLB-

Energía (t.m)	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
Disipada	119	429	314	188	321	171	91	119
Total	343	1216	834	498	863	466	247	343
% Disipada	34.69	35.28	37.65	37.75	37.20	36.70	36.84	34.69

Tabla 131. Respuesta de energía total y disipada en el edificio con disipadores SLB-

Energía (t.m)	Piura 2021	Loreto 2019	Pisco 2007	Arequipa Moquegua 2001	Cañete 1974	Huaraz 1970	Huacho 1966	Promedio
Disipada	93	358	250	148	263	139	72	93
Total	346	1227	842	495	897	473	261	346
% Disipada	26.88	29.18	29.69	29.90	29.32	29.39	27.59	26.88

Gráfico 32. Balance energético del edificio con disipadores SLB ante distintas señales sísmicas-Dirección X-X.

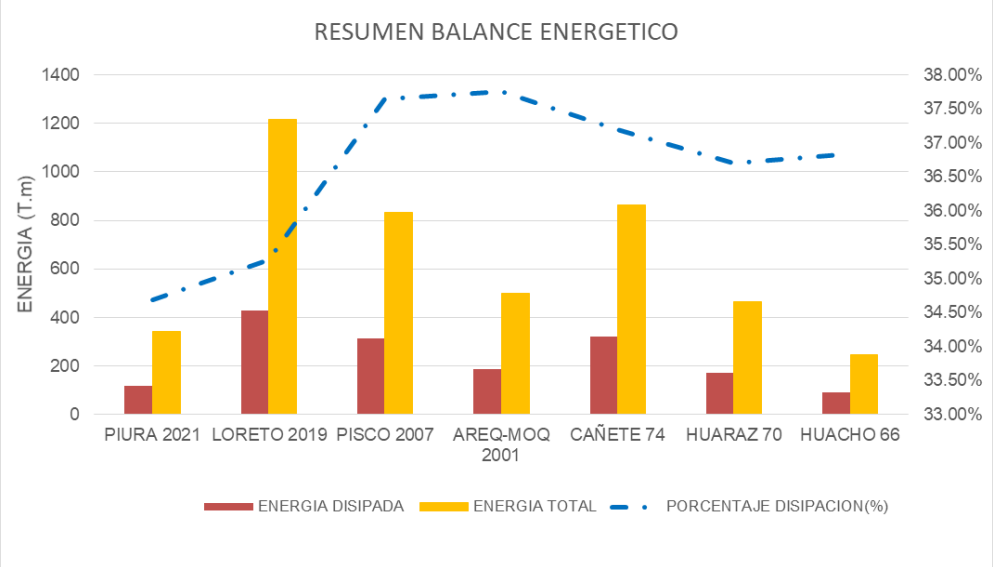
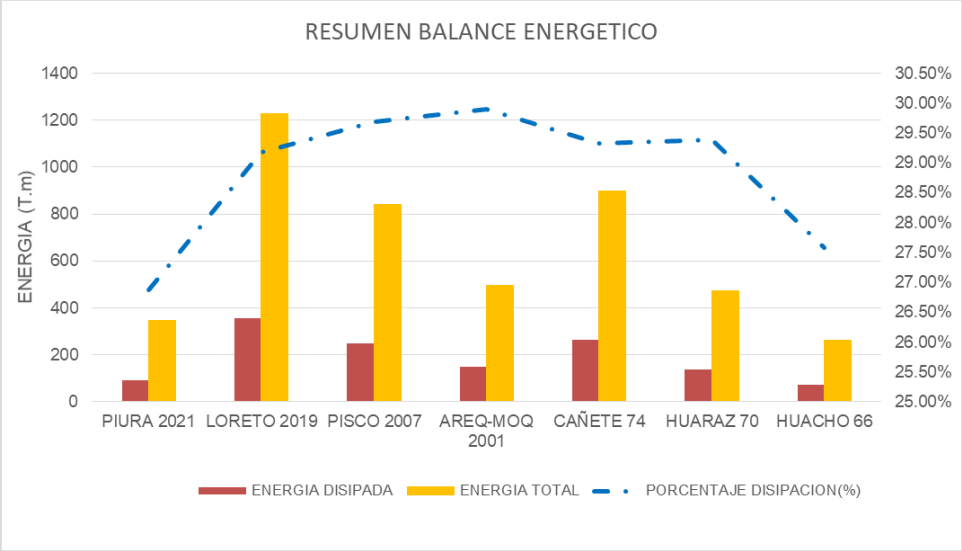


Gráfico 33. Balance energético del edificio con disipadores SLB ante distintas señales sísmicas- Dirección Y-Y



Finalmente, para comparar los porcentajes de energías disipadas para cada sistema (aisladores LRB y disipadores SLB), se muestra la disipación de energía del edificio con aisladores es casi el triple de la disipación de energía del edificio utilizando disipadores SLB.

Gráfico 34. Resultado comparativo de las energías disipadas por cada señal sísmica del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección X-X.

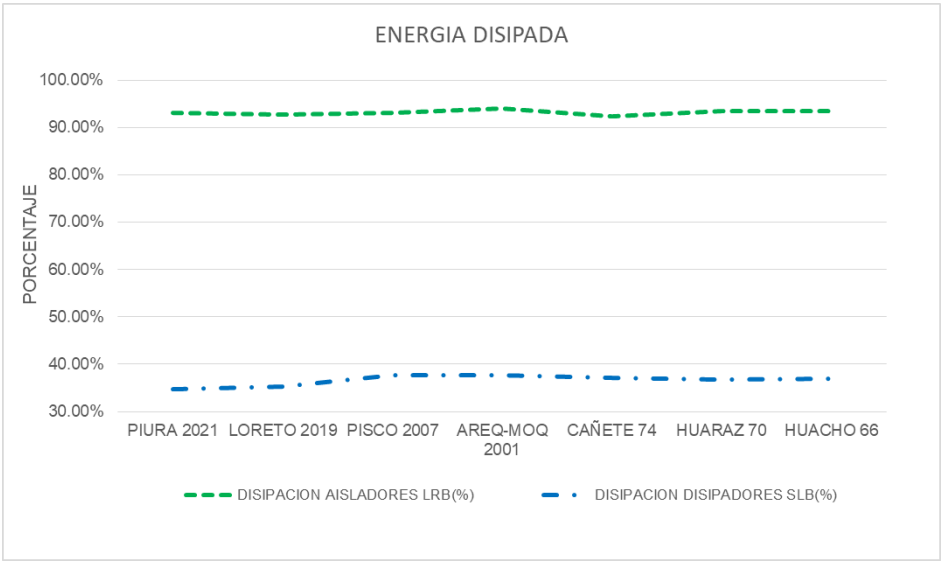
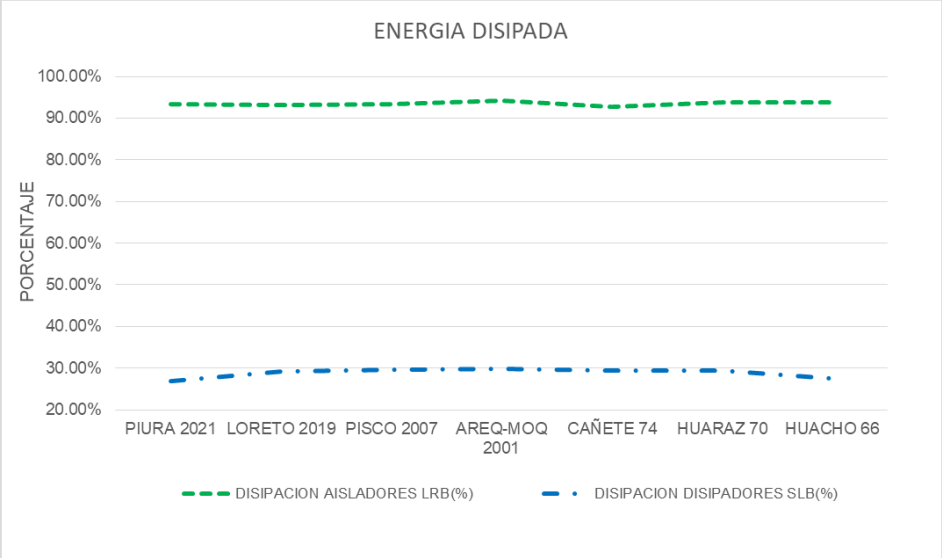


Gráfico 35. Resultado comparativo de las energías disipadas por cada señal sísmica del edificio con aisladores LRB y con disipadores SLB- Dirección Y-Y.



6.2 Factor económico

En este apartado se compara los costos en cada uno de los edificios utilizando los aisladores LRB y los disipadores SLB. Para ello se realizó la cuantificación de metros cúbicos de concreto, kilogramos de acero y cantidad de dispositivos sísmicos para así en función a su precio unitario (Pu), poder obtener un precio parcial en soles. El precio unitario del concreto y del acero se obtuvo con la ayuda de la revista Costos en su edición de enero 2024 (ver anexos ítem 9). El precio unitario de los aisladores LRB y disipadores SLB se obtuvo a través de consultas realizadas a las empresas proveedoras como CDV (en el caso de los aisladores) y la empresa SLB DEVICES (en el caso de los disipadores). Al final se muestra la comparación de los costos en soles del costo de la estructura en ambos sistemas.

6.2.1 Presupuesto con aisladores LRB

El costo del edificio con aisladores LRB está en función principalmente de las cantidades de concreto, acero, aisladores y deslizadores que forman parte de dicho sistema estructural. Para ello la Tabla N° 132 muestra el volumen de concreto para cada elemento estructural del edificio, así como también sus precios unitarios y los precios parciales en soles.

Tabla 132. Presupuesto del volumen de concreto de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con aisladores LRB.

Elemento Estructural	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm^2)	Volumen (m^3)	Pu concreto (S/./m^3)	Precio Parcial (S/.)
Columnas	210.00	145.00	326.45	47335.25
Vigas (Superestructura)	210.00	137.00	299.84	41078.08
Vigas (Nivel de Aislamiento)	210.00	68.00	299.84	20389.12
Losa (Superestructura)	210.00	296.00	299.84	88752.64
Losa (Nivel de Aislamiento)	210.00	95.00	299.84	28484.80
Losa de Cimentación	280.00	634.00	287.24	182110.16
Muros de Concreto Armado	280.00	44.00	359.56	15820.64
			Sumatoria	423 970.69

De la misma manera, la Tabla N° 133 muestra la cantidad de acero y la ratio (kg/m3) empleado en cada elemento estructural del edificio utilizando aisladores. Ahí se puede apreciar sus precios unitarios y precios parciales por cada elemento estructural.

Tabla 133. Presupuesto del peso de acero de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con aisladores LRB

Elemento Estructural	Volumen (m^3)	Cantidad de Acero (kg)	Ratio (kg/m^3)	Pu acero (S/./kg)	Precio Parcial (S/.)
Columnas	145.00	33414.00	231.00	6.54	218527.56
Vigas (Superestructura)	137.00	29136.00	212.00	6.54	190549.44
Vigas (Nivel de Aislamiento)	68.00	13410.00	197.00	6.54	87701.40
Losa (Superestructura)	296.00	16283.00	55.00	6.54	106490.82
Losa (Nivel de Aislamiento)	95.00	5213.00	55.00	6.54	34093.02
Losa de Cimentación	634.00	38016.00	60.00	6.54	248624.64
Muros de Concreto Armado	44.00	3715.00	85.00	6.54	24296.10
				Sumatoria	910282.98

Así mismo en la Tabla N° 134 se aprecia el resumen de la cantidad de encofrado normal requerido en cada elemento estructural del edificio utilizando aisladores, apreciándose los precios unitarios y parciales en cada elemento.

Tabla 134. Presupuesto del encofrado normal de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con aisladores LRB

Elemento Estructural	Area(m^2)	Pu encofrado (S/./m^2)	Precio Parcial (S/.)
Columnas	922.00	76.79	70800.38
Vigas (Superestructura)	889.00	87.31	77618.59
Vigas (Nivel de Aislamiento)	356.00	87.31	31082.36
Losa (Superestructura)	1742.00	67.05	116801.10
Losa (Nivel de Aislamiento)	558.00	67.05	37413.90
Losa de Cimentación	92.00	73.05	6720.60
Muros de Concreto Armado	219.00	75.53	16541.07
		Sumatoria	356 978.00

La Tabla N° 135 muestra la cantidad de aisladores y deslizadores utilizados, sus precios unitarios en dólares y en soles considerando un tipo de cambio de 4.00 nuevos soles por dólar y los precios parciales por cada tipo de dispositivo sísmico.

Tabla 135. Presupuesto de los dispositivos sísmicos incorporados en el edificio con aisladores LRB

Dispositivo Sísmico	Cantidad	Pu dispositivo ($)	Pu dispositivo (S/.)	Precio Parcial (S/.)
Aisladores	17.00	15 000.00	60 000.00	1 020 000.00
Deslizadores	8.00	9000.00	36 000.00	288 000.00
			Sumatoria	1 308 000.00

De las tablas anteriores, ya se puede tener un precio total de la estructura del edificio considerando las partidas fundamentales como lo son el concreto, el acero y los aisladores LRB acompañados con deslizadores.

6.2.2 Presupuesto con disipadores histeréticos tipo SLB

El costo del edificio con disipadores SLB también está en función principalmente de las cantidades de concreto, acero, aisladores y deslizadores que forman parte de dicho sistema estructural. Para ello la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el volumen de concreto para cada elemento estructural del edificio, así como también sus precios unitarios y los precios parciales en soles.

Tabla 136. Presupuesto del volumen de concreto de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con disipadores SLB.

Elemento Estructural	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm^2)	Volumen (m^3)	Pu concreto (S/./m^3)	Precio Parcial (S/.)
Columnas	210.00	152.00	326.45	49620.4
Vigas	210.00	137.00	299.84	41078.08
Losa	210.00	296.00	299.84	88752.64
Losa de Cimentación	280.00	634.00	287.24	182110.16
Muro Desacoplado	280.00	81.00	359.56	29124.36
			Sumatoria	390 685.64

Así mismo, la Tabla N° 137 muestra la cantidad de acero y el ratio (kg/m3) empleado en cada elemento estructural del edificio utilizando aisladores. Ahí se puede apreciar sus precios unitarios y precios parciales por cada elemento estructural.

Tabla 137. Presupuesto del peso de acero de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con disipadores SLB.

Elemento Estructural	Volumen (m^3)	Cantidad de Acero (kg)	Ratio (kg/m^3)	Pu acero (S/./kg)	Precio Parcial (S/.)
Columnas	152.00	27505.00	181.00	6.54	179882.7
Vigas	137.00	22666.00	165.00	6.54	148235.64
Losa	296.00	16283.00	55.00	6.54	106490.82
Losa de Cimentación	634.00	34848.00	55.00	6.54	227905.92
Muro Desacoplado	81.00	5688.00	70.00	6.54	37199.52
Arriostre Tipo Chevron (fy=2530 kg/cm^2)	Longitud =132ml		-	12.00	57600.00
					757 314.6

Así mismo en la Tabla N° 138 se aprecia el resumen de la cantidad de encofrado normal requerido en cada elemento estructural del edificio utilizando aisladores, apreciándose los precios unitarios y parciales en cada elemento.

Tabla 138. Presupuesto del encofrado normal de los elementos estructurales de concreto armado del edificio con disipadores SLB

Elemento Estructural	Area(m^2)	Pu encofrado ($S/./m^2$)	Precio Parcial (S/.)
Columnas	980.00	76.79	75254.2
Vigas	889.00	87.31	77618.59
Losa	1742.00	67.05	116801.1
Losa de Cimentación	92.00	73.05	6720.6
Muro Desacoplado	701.00	75.53	52946.53
		Sumatoria	329 341.02

La Tabla N° 139 muestra la cantidad de disipadores SLB utilizados, sus precios unitarios en dólares y en soles considerando un tipo de cambio de 4.00 nuevos soles por dólar y los precios parciales por cada tipo de dispositivo sísmico.

Tabla 139. Presupuesto de los dispositivos sísmicos incorporados en el edificio con disipadores SLB.

Dispositivo Sísmico	Cantidad	Pu dispositivo ($)	Pu dispositivo (S/.)	Precio Parcial (S/.)
Disipadores SLB	60.00	860.00	3440.00	206 400.00
			Sumatoria	206 400.00

Finalmente con los precios obtenidos en las tablas anteriores, se procede a comparar los costos globales con los sistemas de aisladores LRB y disipadores SLB.

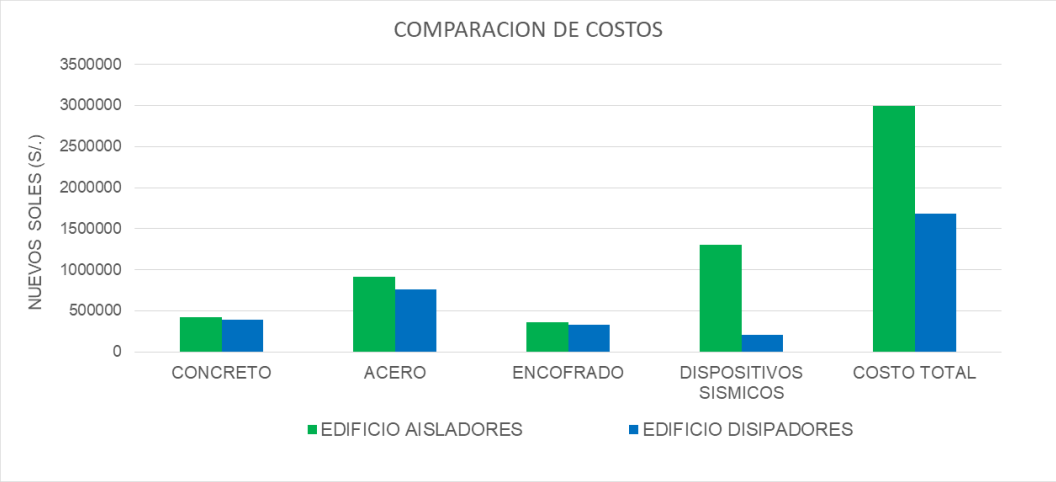
6.2.3 Comparación de costos

La Tabla N° 140 muestra la comparación de costos de los edificios con sistemas estructurales utilizando aisladores LRB y disipadores SLB. Se logra apreciar que el precio de los aisladores LRB es muy superiores en comparación a los disipadores SLB, lo cual genera que el precio total de uno con respecto al otro sea de aproximadamente un 50%. Así mismo la muestra el resumen comparativo de costos de ambos sistemas.

Tabla 140. Análisis comparativo de costos en ambos sistemas.

Sistema Estructural	Precio Concreto (S/.)	Precio Acero (S/.)	Precio Encofrado (S/.)	Precio Dispositivos Sísmicos (S/.)	Costo Total (S/.)
Edificio con Aisladores	423 970.69	910 282.98	356 978.00	1 308 000	2 999 231.67
Edificio con Disipadores	390 685.64	757 314.6	329 341.02	206 400	1 683 741.26

Gráfico 36. Análisis comparativo de costos en ambos sistemas



Según el cuadro 3 del documento: “Directiva N° 003-2013-DGIEM/MINSA Estimación de Costos por metro cuadrado de construcción de Infraestructura física de los Establecimientos de Salud”, el costo por metro cuadrado de estructuras conformado por cimentación, columnas, muros y techo de un establecimiento de salud convencional (sin considerar ningún tipo de dispositivo sísmico) asciende a la suma de S/.582.59. Es por ello que se muestra en la Tabla N° 141 el análisis comparativo de los costos de un edificio convencional, un edificio conformado por disipadores sísmicos SLB y un edificio conformado por aisladores LRB.

Tabla 141. Análisis comparativo de costos en ambos sistemas.

Tipo de Edicificio	CostoTotal (S/.)	Area Techada (m^2)	Costo (S/./m^2)	Comparativo (%)
Edificio Convencional	582.59	1.00	582.59	100.00
Edificio con disipadores SLB	1 683 741.26	2025.00	831.47	142.00
Edificio con aisladores LRB (*)	2 999 231.67	2700.00	1110.82	190.00

(*) Incluye el área techada del sistema de aislamiento

De la tabla anterior se aprecia que el costo de un edificio hospitalario con un sistema de aisladores SLB y el costo de un edificio hospitalario de un edificio con aisladores LRB resultan 42% y 90% mayores que un edificio hospitalario convencional respectivamente.

Conclusiones

Se realizó un análisis sísmico dinámico modal espectral en ambos edificios obteniendo como periodo fundamental de 2.34s para el edificio con aisladores Lead Rubber Bearing (LRB) con una masa participativa del 99.9%, y un periodo fundamental de 0.28s para el edificio con disipadores histeréticos Shear Link Bozzo (SLB) con una masa participativa del 79.03%.

Se realizó un análisis comparativo de un edificio hospitalario existente aplicando de manera independiente un sistema de aislamiento de base LRB y otro sistema con dispositivos de energía SLB sobre un suelo blando utilizando las normas vigentes.

Del análisis dinámico modal espectral realizado, las derivas inelásticas máximas obtenidas fueron de 0.0023 y 0.0021 en las direcciones X e Y respectivamente para el edificio con aisladores LRB; así mismo valores de 0.0028 y 0.0029 en las direcciones X e Y para el edificio con disipadores SLB cumpliendo con lo estipulado en el artículo 26.4 de la norma E.031. Además las máximas derivas inelásticas obtenidas al momento de la realización del ANLTH fueron de 0.0036 y 0.0028 en las direcciones X e Y respectivamente para el edificio con aisladores LRB; 0.0041 y 0.0043 en las direcciones X e Y respectivamente para el edificio con disipadores SLB.

Los máximos desplazamientos inelásticos obtenidos al momento de realizar el ANLTH fueron de 40.33 y 39.04cm en las direcciones X e Y para el edificio con aisladores LRB; así mismo valores de 4.50cm y 4.73cm en las direcciones X e Y respectivamente para el edificio con disipadores SLB. Esto conllevó a la necesidad de considerar una junta sísmica de 50.00 cm al momento de utilizar un sistema con aisladores LRB en comparación a una menor junta sísmica de 5.00 cm al momento de utilizar un sistema de disipadores SLB.

Analizando solamente el desplazamiento relativo entre el último nivel respecto a la base, para el edificio con aisladores LRB se tiene un valor máximo de 3.17cm en la dirección X y para el edificio con disipadores SLB se tiene un valor máximo de 4.73 cm en la dirección Y.

Las máximas aceleraciones obtenidas en el último nivel al momento de la realización del ANLTH fueron de 0.58g y 0.60g en las direcciones X e Y para el edificio con aisladores LRB; así mismo valores de 1.65g y 1.85g en las direcciones X e Y respectivamente para el edificio con disipadores SLB. A pesar que la norma E.031 no indica parámetros de aceleraciones máximas de entrepisos para edificios hospitalarios, la norma Hazus MR4 en el artículo 5.4.3.6 estipula que para aceleraciones de entrepisos mayores a 0.60g, las edificaciones sufrirán daño moderado en sus elementos no estructurales. En ese sentido el edificio con disipadores SLB no cumpliría con dicha condición.

El porcentaje de energía absorvida por los aisladores LRB respecto a la energía total fue del 93.12% y 93.33% en las direcciones X e Y respectivamente, mientras que el porcentaje de energía que toman todos los disipadores SLB alcanza un valor de 34.69% y 26.88% en las direcciones X e Y respectivamente. Esto también se ve reflejado en la representación de sus curvas histeréticas, tanto para el sistema de aislamiento del edificio con aisladores LRB y para los disipadores SLB con mayor demanda del edificio con dicho sistema, lo cual evidencia un mejor comportamiento estructural del sistema aislador vs el sistema con disipadores de energía SLB.

El desplazamiento máximo de todos los disipadores SLB fue de 10mm tal como se describe en el capítulo 5.4.2.3, no superando el valor de rotura que es de 30mm, pero alcanzando la fluencia de estos dispositivos. En tal sentido los dispositivos SLB después de un sismo severo no necesitaran ser reemplazados.

La ubicación de los aisladores LRB y de los disipadores SLB para el nuevo diseño sismorresistente estuvo en función de la distribución arquitectónica existente del edificio hospitalario ubicado en Puno, con lo cual se evitó muchas modificaciones. En ese sentido la utilización de aisladores LRB fue la más conveniente ya que perímete tener espacios libres a nivel arquitectónico, a diferencia de los disipadores SLB, pues para su incorporación se necesitó de arriostres tipo Chevron o muros desacoplados en lugares estratégicos del edificio.
El ANLTH en ambos edificios se efectuó considerando 7 pares de registros sísmicos (14 señales en total) los cuales fueron escalados y corregidos a un

espectro de respuesta en suelo tipo S3, siguiendo los lineamientos de la norma E.030 y E.031 con la ayuda de los programas Seismo Seignal y Seismo Match.

Para el desarrollo del ANLTH en ambos edificios, fue necesario conocer las propiedades no lineales de cada uno de los dispositivos sísmicos. En el caso de los aisladores LRB estas propiedades estaban en función a su geometría y a los resultados del análisis modal espectral debiendo cumplir ciertos estados límites de estabilidad de acuerdo con lo indicado en la norma E.031 lo cual conlleva a un diseño muy riguroso de estos dispositivos. Sin embargo para la obtención de las propiedades no lineales de los disipadores SLB solo se tiene que tomar como referencia la Tabla N° 4, la cual ha estado calibrada en función a varios ensayos aplicados a los disipadores SLB.

El costo total aproximado del edificio utilizando aisladores LRB alcanza un monto de S/. 2 999 231.67, mientras que el monto aproximado del edificio utilizando disipadores SLB alcanza un valor de S/. 1 683 741.26, lo cual representa aproximadamente un 55% del costo del edificio con aisladores. Esta diferencia de costos se debe principalmente a que el precio de los disipadores SLB (S/. 206 400.00) representan aproximadamente el 15% del costo de todos los aisladores LRB (S/.1 308 000.00).

Se realizó un análisis comparativo del costo por m^2 de un edificio hospitalario convencional vs un edificio con aisladores LRB, se obtiene que este último es un 90% mayor. De la misma forma analizando el costo por m^2 de un edificio hospitalario convencional vs un edificio con disipadores SLB, se obtiene que este último es un 42% mayor.

De lo expuesto anteriormente, si se puede considerar el uso de disipadores SLB en el análisis y diseño sismorresistente de edificios hospitalarios en el territorio peruano dentro de una zona 3 y en un suelo tipo S3 ya que se demuestra que existe un buen comportamiento de los elementos estructurales. Sin embargo es necesario indicar que el uso de estos dispositivos conlleva a generar grandes aceleraciones de entrepiso, siendo necesario implementar un adecuado sistema de protección sísmica a los elementos no estructurales que lo conforman.

Recomendaciones

El desarrollo del ANLTH se hizo con el método del FNA aplicando solamente la no linealidad en los dispositivos sísmicos. Para una mayor precisión en los resultados se recomienda utilizar el método de integración directa tanto incorporando la no linealidad tanto en los dispositivos sísmicos, como también en los elementos estructurales del edificio que lo conforman.

Es necesario realizar un análisis comparativo económico con mayor detalle que implique costos de instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y otras partidas de estructuras que no se han considerado en estas tesis como movimiento de tierras y equipamiento. De requerirse costo a mayor detalle, se sugiere realizar un análisis comparativo de ambos sistemas post evento sísmico dónde se podrá determinar, a través del niveles de daño, los costos de reparación de un edificio hospitalario con aisladores LRB y con disipadores SLB.

Realizar el análisis y diseño de un edificio convencional, para luego comparar sus resultados con aquellos que utilicen sistemas de disipación sísmica como los aisladores o disipadores.

Plantear alternativas de protección sísmica para los elementos no estructurales si se opta por el uso de un sistema de disipadores SLB en la estructuración de un edificio hospitalario. En tal sentido el CISMID realizó estudios de vulnerabilidad en el Hospital Dos de Mayo y el Hospital del Niño, ubicados en el departamento de Lima dentro del territorio peruano, donde se describen recomendaciones para la mejora de los elementos no estructurales, dentro de los cuales se mencionan:
Remoción
Reubicación
Anclajes de equipos
Aislamiento de equipos
Otros

Evaluar el resultado del diseño de un sistema hibrido en un edificio hospitalario, el cual estaría formado por un sistema de aislamiento de base LRB con un sistema de disipadores histeréticos SLB en la superestructura.

El presente trabajo se enfocó en analizar y diseñar un edificio hospitalario de tres niveles en la zona 3 del territorio peruano y en un suelo tipo S3. Sin embargo sería recomendable aplicar este análisis a un edificio hospitalario de 1 o 2 niveles en una zona 2 o zona1 de nuestro territorio para estimar el nivel de las aceleraciones de entrepiso al momento de optar por un sistema de disipadores SLB.

Se recomienda la implementación de nuevos dispositivos sísmicos en la estructuración de edificios hospitalarios en el Perú lo cual conllevará a optar por otras alternativas de solución según sus las necesidades competentes. Además la obligación de utilizar solo un sistema de aislamiento de base en los edificios hospitalarios en nuestro territorio limita la investigación de nuevas alternativas de solución para el mejoramiento del desempeño sísmico en ese tipo de edificaciones.

Referencias Bibliográficas

Aguiar, R., Bozzo, L., Mora, D., Silva, H., Caiza, P. y Coyago, H. (2016). Protocolo de instalación de disipadores Shear Link Bozzo SLB40_3 y placas Gusset en bloque estructural 4 de la UFA-ESPE. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, *21(2),* 127 – 150. https://acortar.link/hDi5Rg

Ahumada, J. (2010). Sistemas de control en estructuras. *Revista INGE-CUC*, *6(1),* 79-84. https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/294

Akl, C., Eriksen, K. y Mohammed, M. (2019). *Enhancing seismic performance of buildings using viscous wall dampers* [Presentación de artículo]. Pacific Conference on Earthquake Engineering New Zealand Society for Earthquake Engineering Conference. Auckland, Nueva Zelanda.

AASHTO. (2020). *LRFD Bridge Design Specifications* (9.ª ed.). AASHTD. https://aportesingecivil.com/aashto-lrfd-bridge-design-specifications-9th-edition-2020/

AASHTO. (2014). *Guide Specifications for Seismic Isolation* (3.ª ed.). AASHTD. https://store.transportation.org/Common/DownloadContentFiles?id=1232

Blanco, A. (1993). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Ediciones Ingeniería Civil Consejo Departamental de Lima. https://books.google.com.pe/books?id=EFqKk78OauAC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Bozzo, L., Gonzales, H. y Pantoja, M. (2019). *Análisis y Diseño utilizando Disipadores Sísmicos tipo SLB*. Editorial Luis Bozzo Estructuras y Proyectos. https://www.researchgate.net/publication/338140078_Manual_SLB_Devices_Dic19.

Buckle, I., Constantinou, M., Dicleli, M., Ghasemi, H. (2006). *Seismic Isolation of Highway Bridges*. (Special Report MCEER-06-SP07). U.S. Department of transportation Federal Highway Administration. https://www.buffalo.edu/mceer/catalog.host.html/content/shared/www/mceer/publications/MCEER-06-SP07.detail.html

Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2011). *Protección Sísmica de Estructuras*. Editorial Cámara Chilena de la Construcción. http://descargas.coreduc.cl/Proteccion_Sismica_de_Estructuras_-_Febrero_2012_CLR_v4.1.pdf

Chilon, E., Serrano, O. (2019). *Diseño y análisis sísmico comparativo entre un sistema con aisladores de núcleo de plomo y un sistema con disipadores de fluido viscoso en una edificación de 4 niveles, Chiclayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio Dspace. http://hdl.handle.net/20.500.12423/1968

Chopra, A. (2014). *Dinámica de Estructuras* (4.ª ed.). Pearson Educación.

Chumpitaz, J. (2017). *Procedimientos de Análisis y Diseño para edificios Sísmicamente Aislados*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. http://hdl.handle.net/20.500.12404/10185

Constantinou, M., Soong, T. y Dargush, G. (1998). *Passive Energy Dissipation Systems for Structural Desing and Retrofit*. Editorial The Multidisciplinary Center for Earthquake Engimeering Research. https://www.eng.buffalo.edu/mceer-reports/98/98-MN01.pdf

CSI América. (2017). *Analysis Reference Manual*. Editorial Computers & Structures, Inc. https://docs.csiamerica.com/manuals/sap2000/CSiRefer.pdf

Falconi, R., Almazan, J., Dechent, P. y Suarez, V. (2016). *Aisladores de Base Elastomericos y FPS*. Editorial Escuela Politécnica del Ejercito. https://www.researchgate.net/publication/277302150_Aisladores_de_base_Elastomericos_y_FPS

Gobierno de la Ciudad de México. (2020). *Norma Técnica Complementaria para Diseño Sismoresistente – NTCDS (N°381).* Gaceta oficial de la ciudad de México. https://www.isc.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/62d/848/250/62d848250bbb5721424910.pdf

Genatios, G. y Lafuente, M. (2016). *Introducción al uso de aisladores y disipadores en estructuras*. Editorial Banco de Desarrollo de América Latina. https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1213/Uso%20de%20aisladores%20y%20disipadores%20en%20estructuras.pdf

Ian, A., Douglas, N., Andrew, W. y James, K. (1993). Testing of Passive Energy Dissipation Systems. *Earthquake Spectra, vol. 9(3)*, 335 – 370. DOI:10.1193/1.1585720

Jurcau, C. y Gillich, G. (2009). The Use of the Friction Pendulum Bearings for Isolation of the Built Environment. *Romanian Journal of Acoustics and Vibration*, *vol. 6(2),* 87 – 90. https://www.academia.edu/18070206/The_Use_of_the_Friction_Pendulum_Bearings_for_Isolation_of_the_Built_Environment

López, S., Plasencia, C. (2017). *Diseño estructural del edificio multifamiliar las flores del golf de 9 niveles empleando disipadores de energía Shear Link Bozzo*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Institucional UPAO. https://hdl.handle.net/20.500.12759/5497

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). "Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE". Gobierno del Perú. Lima, Perú.

Naeim, F. y Kelly, J. (1999). *Design of Seismic Isolated Structures*. Editorial Jhon Wiley & Sons, Inc. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470172742

Instituto Nacional de Normalización. (2013). *Norma Nch2745:2013 Análisis y diseño de edificios con aislación sísmica (N°2745).* Gobierno de Chile. https://ecommerce.inn.cl/nch27452013-es45896

Oviedo, J., Duque, M. (2006). Sistemas de control de respuestas sísmica en edificaciones. *Revista EIA, vol. 3(6),* 105 – 120. https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/163

Rodríguez, M. (2019). *Diseño de un Edificio Hospitalario con aislamiento sísmico en la base.* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. http://hdl.handle.net/20.500.12404/15949

Taboada, D. (2019). “Seismic response of a five story building with isolation system and supplemental viscous dampers for peruvian seismicity”. Tesis para optar el grado de Magister, Facultad de Ingeniería Civil-Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

Talavera, A. (2017)." Experiencia nacional en edificaciones con sistemas de protección sismica". Lima, Perú. Recuperado a partir de: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2017/5.Experiencia%20Nacional%20en%20Sist.%20de%20protec.%20s%C3%ADsmica%20(Alvaro%20Talavera).pdf

Trujillo, E. (2017). Diseño integral de estructuras con sistemas de aislación sísmica aplicado a un edificio de concreto armado. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP. http://hdl.handle.net/20.500.12894/4108

Wilson, E. (1993). “An efficient computational method for the base isolation and energy dissipation analysis of structural systems”. Estados Unidos.

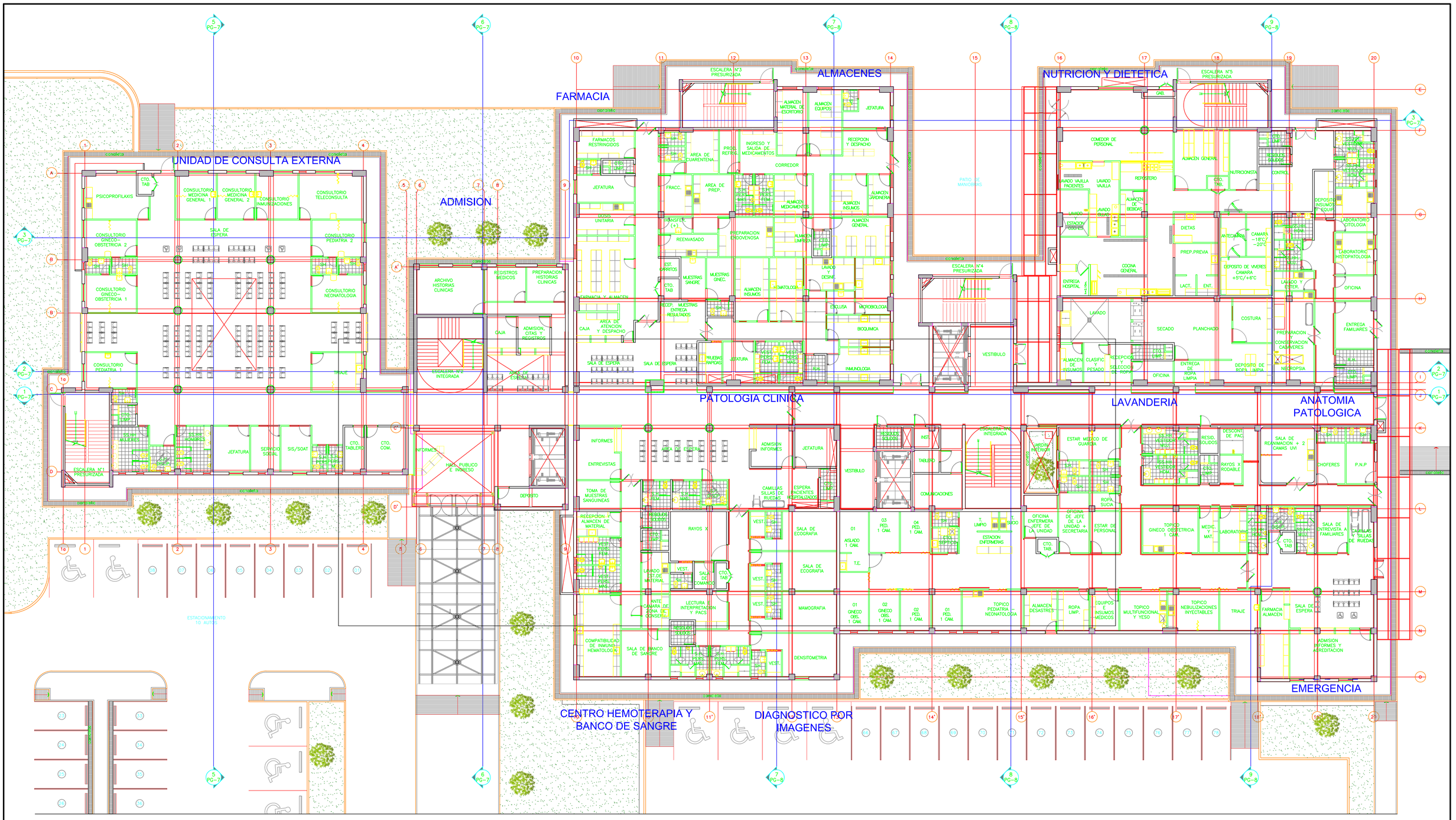
Zanelli, C., Paredes, P. (2019). Diseño estructural de un pabellón de hospital con aisladores sísmicos. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. http://hdl.handle.net/20.500.12404/15267

Anexos

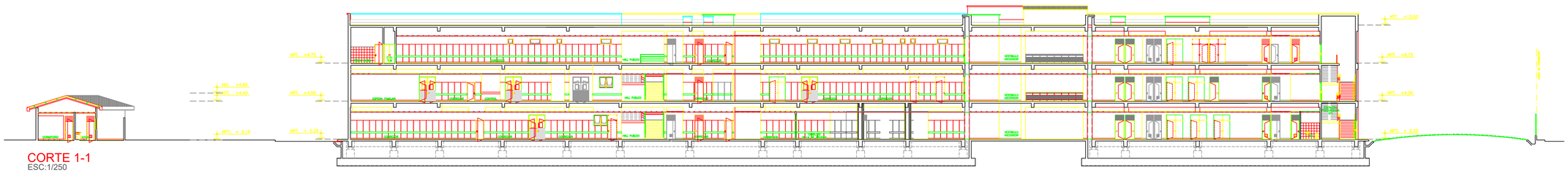
Lista de anexos

Anexo 1. Planos de arquitectura del edificio hospitalario. 201
Anexo 2. Estudio de mecánica de suelos del edificio hospitalario. 204
Anexo 3. Registros sísmicos para el Análisis No Lineal Tiempo Historia (ANLTH). 212
Anexo 4. Planos de estructuras del edificio..... 222
Anexo 5. Planos de estructuras del edificio diseñado con disipadores Shear Link Bozzo (SLB)..... 230
Anexo 6. Metrados de estructuras del edificio diseñado con aisladores LRB. 238
Anexo 7. Metrados de estructuras del edificio diseñado con disipadores SLB..... 262
Anexo 8. Cotización de los aisladores LRB y los disipadores SLB..... 281
Anexo 9. Sustento de precios concreto, acero encofrado – revista Costos..... 285

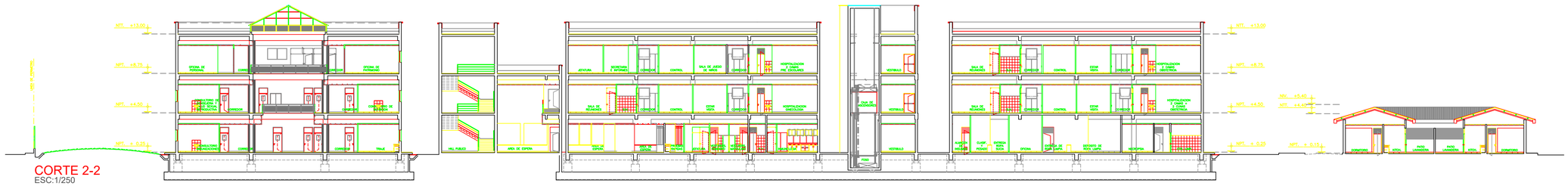
ANEXO 1. PLANOS DE ARQUITECTURA DEL EDIFICIO HOSPITALARIO.



HOSPITAL MATERNO INFANTIL CONO SUR DE JULIACA PUNO - PERÚ	PROYECTO: " ACTUALIZACIÓN HOSPITAL MATERNO INFANTIL CONO SUR DE JULIACA - PUNO"	ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
	LOCALIZACIÓN: DEPARTAMENTO : PUNO PROVINCIA : SAN ROMAN DISTRITO : JULIACA LOCALIDAD : TAPARACHI	PLANO:
"GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA "	GERENTE DE PROYECTO: ARQ. JORGE KALIMAN STRATER CAP: 507	ESCALA: / LAMINA: A-01
	RESPONSABLE DE PROYECTO: ARQ. CLOTILDE ESPINOZA ZANABRIA CAP: 1245	DISEÑO DE PROYECTO: GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA FECHA: DICIEMBRE 2015 REVISADO V°B°:

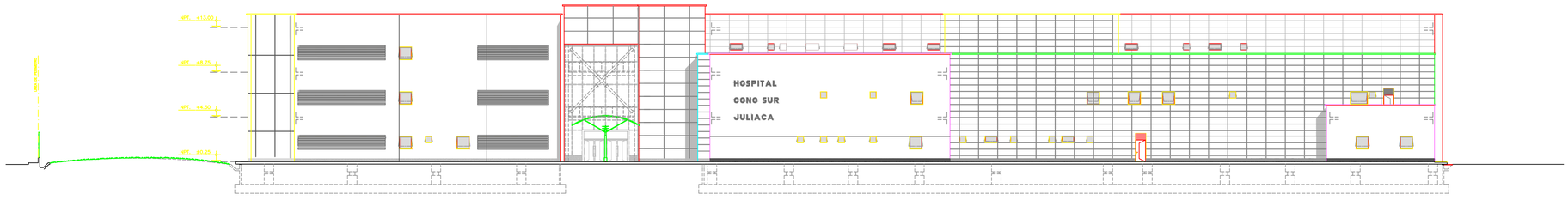


CORTE 1-1
ESC:1/250



CORTE 2-2
ESC:1/250

CORTE 5-5
ESC:1/250



ELEVACION 01
ESC:1/250

HOSPITAL MATERNO INFANTIL CONO SUR DE JULIACA PUNO - PERÚ	PROYECTO: " ACTUALIZACIÓN HOSPITAL MATERNO INFANTIL CONO SUR DE JULIACA - PUNO"	ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
	LOCALIZACIÓN: DEPARTAMENTO : PUNO; PROVINCIA : SAN ROMAN; DISTRITO : JULIACA; LOCALIDAD : TAPARACHI	PLANO: CORTES
"GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA "	GERENTE DE PROYECTO: ARQ. JORGE KALIMAN STRATER CAP: 507	ESCALA: 1/150
	RESPONSABLE DE PROYECTO: ARQ. CLOTILDE ESPINOZA ZANABRIA CAP: 1245	DISEÑO DE PROYECTO: GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
		FECHA: DICIEMBRE 2015
		REVISADO V°B°:
		LAMINA: A-02

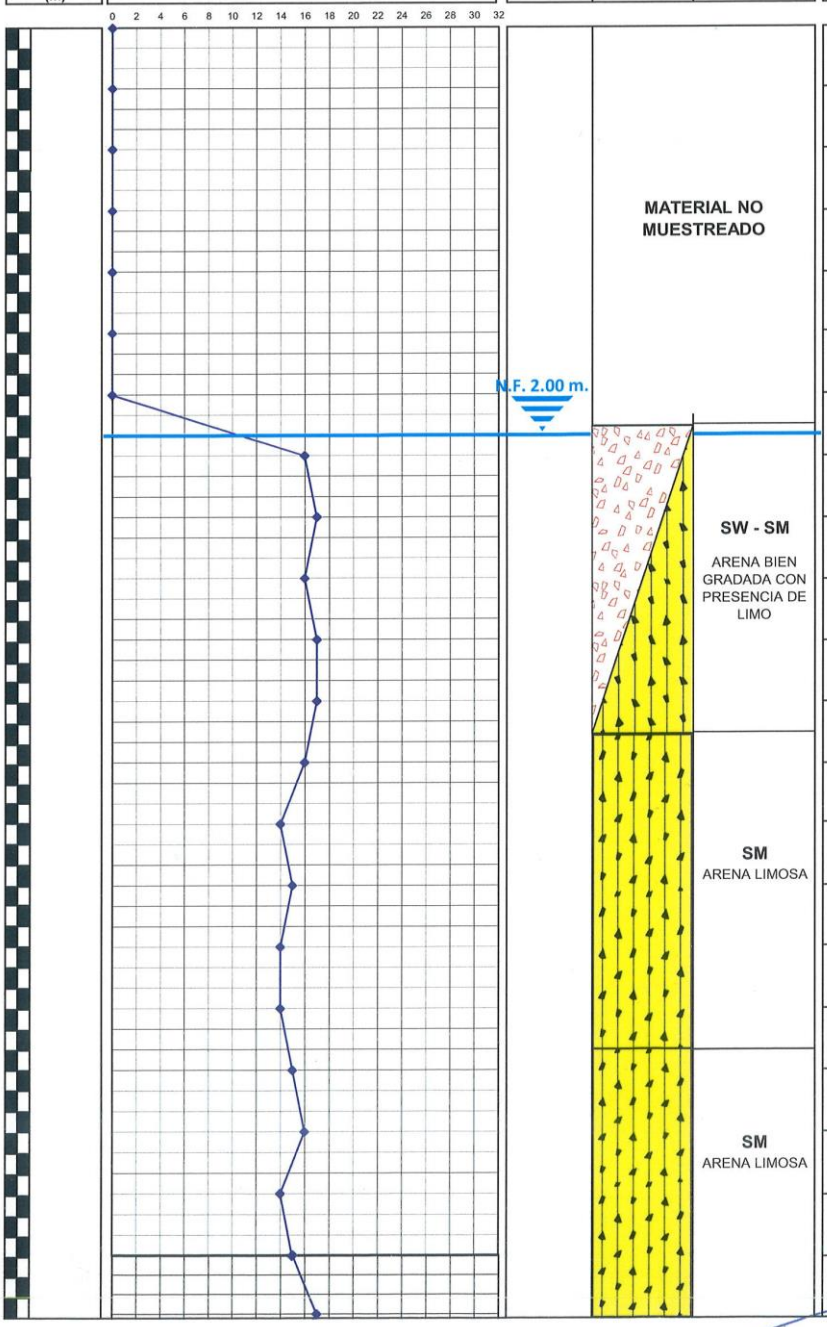
ANEXO 2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEL EDIFICIO HOSPITALARIO.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR

ASTM D-1586

PROYECTO : TESIS "EFICIENCIA DE RESPUESTA SISMICA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL HOSPITAL MATERNO INFANTIL DE LA CIUDAD DE JULIACA, DISEÑADO CON AISLADORES DE BASE CONSIDERANDO LA FLEXIBILIDAD DEL SUELO"
SOLICITANTE : BACHILLER CESARIO CHACÓN CRUZ
UBICACIÓN : SECTOR 1 (CONSULTA EXTERNA - ADMISIÓN)
FECHA : 20 DE MARZO DEL 2017
MUESTRA : SPT Nº 01
PROF. : 1.95 - 6.20 m. NIVEL FREÁTICO : 2.00 m.



MUESTRA PROF. (m)	MUESTRA Dr	∅	q ad
0.30			
0.60			
0.90			
1.20			
1.50			
1.80			
2.10	41.95	31.29	1.174
2.40	43.74	31.56	1.268
2.70	41.95	31.29	1.174
3.00	43.74	31.56	1.268
3.30	43.74	31.56	1.268
3.60	41.95	31.29	1.174
3.90	38.37	30.76	0.984
4.20	40.16	31.02	1.079
4.50	38.37	30.76	0.984
4.80	38.37	30.76	0.984
5.10	40.16	31.02	1.079
5.40	41.95	31.29	1.174
5.70	38.37	30.76	0.984
6.00	40.16	31.02	1.079
6.30	43.74	31.56	1.268

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ - JULIACA - LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA

Ing. Roxana Barrantes Quiroz
CIP. 108700

B.N° 17-5173

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : TESIS "EFICIENCIA DE RESPUESTA SISMICA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL HOSPITAL MATERNO INFANTIL DE LA CIUDAD DE JULIACA, DISEÑADO CON AISLADORES DE BASE CONSIDERANDO LA FLEXIBILIDAD DEL SUELO"

SOLICITANTE : BACHILLER.CESARIO CHACÓN CRUZ

MUESTRA : SPT - 01 MUESTRA Nº 04 ESTE (379 878.61) NORTE (8282 437.00) COTA (3824.50 mt)

PROFUNDIDAD : 1.95 - 3.45 mt **N.F. 2.00 mt**

LUGAR : SECTOR 1 (CONSULTA EXTERNA-ADMISION)

FECHA : 20 DE MARZO DEL 2017

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	**100.00**	
1/4"	6.300					
No4	4.750	25.97	5.19	5.19	**94.81**	
No8	2.360					
No10	2.000	52.06	10.41	15.61	**84.39**	
No16	1.180					
No20	0.850	83.70	16.74	32.35	**67.65**	
No30	0.600					
No40	0.425	128.87	25.77	58.12	**41.88**	
No 50	0.300	72.27	14.45	72.57	**27.43**	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	32.96	6.59	79.17	**20.83**	
No200	0.075	78.20	15.64	94.81	**5.19**	
BASE		25.97	5.19	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		5.19				

TAMAÑO MAXIMO:

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

P.I.= 500.00
P.L.= 474.03
P.P.= 25.97
% W = 16.19

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L.L.= **16.89**
L.P.= NP
I.P.= NP

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:

D10= 0.098 **Cu=** 7.38
D30= 0.322 **Cc=** 1.46
D60= 0.72

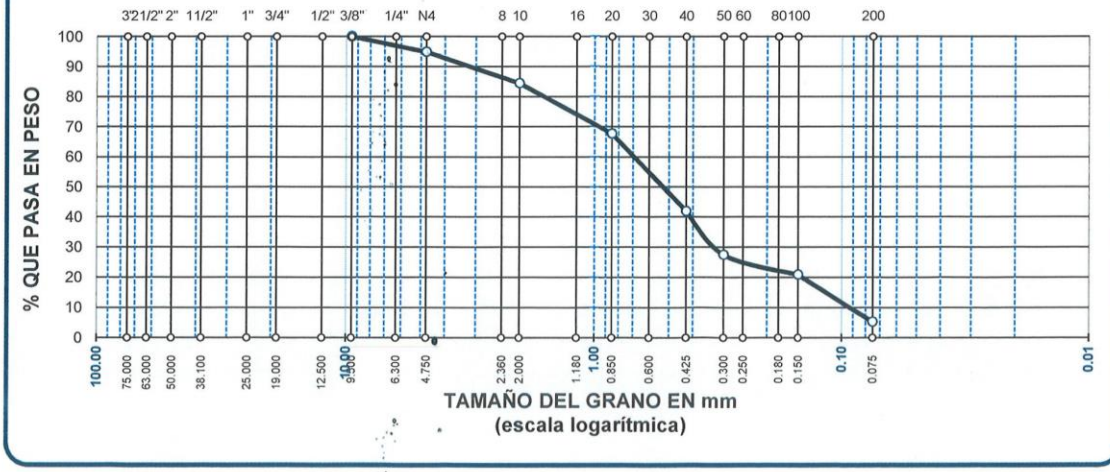
CLASIFICACIÓN:

I.G. =

SUCS : SW-SM
ASSTHO :

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Ing. Roxana Barrantes Quiroz
CIP. 108700

B Nº : 17-05173

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PROYECTO : TESIS "EFICIENCIA DE RESPUESTA SISMICA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL HOSPITAL MATERNO INFANTIL DE LA CIUDAD DE JULIACA, DISEÑADO CON AISLADORES DE BASE CONSIDERANDO LA FLEXIBILIDAD DEL SUELO"
SOLICITANTE : BACHILLER.CESARIO CHACÓN CRUZ
MUESTRA : SPT - 01 MUESTRA Nº 04 ESTE (379 878.61) NORTE (8282 437.00) COTA (3824.50 mt)
PROFUNDIDAD : 1.95 - 3.45 mt NF. 2.00 mt
SECTOR : SECTOR 1 (CONSULTA EXTERNA-ADMISION)
FECHA : 20 DE MARZO DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	261.18
SUELO SECO + TARRO	gr	229.74
PESO DEL TARRO	gr	35.55
PESO DEL AGUA	gr	31.44
PESO DEL SUELO SECO	gr	194.19
HUMEDAD %	%	16.19

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		N	M		
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	30.71	31.49		
SUELO SECO + TARRO	gr	28.65	29.29		
PESO DEL TARRO	gr	18.95	18.78		
PESO DEL AGUA	gr	2.06	2.20		
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.70	10.51		
HUMEDAD %	%	21.24	20.93		
N° DE GOLPES		4	4		

LÍMITE LÍQUIDO % : **16.89** ***LÍMITE PLÁSTICO %*** :

ÍNDICE PLÁSTICO % :

LL = Wn * (N/25)^0.121
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

UANCV - FICP
CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Ing. Roxana Barrantes Quiroz
CIP. 108700

B Nº: 017-05173

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : TESIS "EFICIENCIA DE RESPUESTA SISMICA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL HOSPITAL MATERNO INFANTIL DE LA CIUDAD DE JULIACA, DISEÑADO CON AISLADORES DE BASE CONSIDERANDO LA FLEXIBILIDAD DEL SUELO"

SOLICITANTE : BACHILLER.CESARIO CHACÓN CRUZ

MUESTRA : SPT - 01 MUESTRA Nº 05 ESTE (379 878.61) NORTE (8282 437.00) COTA (3824.50 mt)

PROFUNDIDAD : 3.45 - 5.00 mt N.F. 2.00 mt

LUGAR : SECTOR 1 (CONSULTA EXTERNA-ADMISION)

FECHA : 20 DE MARZO DEL 2017

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	**100.00**	
1/4"	6.300					
No4	4.750	1.82	0.46	0.46	**99.55**	
No8	2.360					
No10	2.000	29.78	7.45	7.90	**92.10**	
No16	1.180					
No20	0.850	46.88	11.72	19.62	**80.38**	
No30	0.600					
No40	0.425	58.18	14.55	34.17	**65.84**	
No 50	0.300	44.64	11.16	45.33	**54.68**	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	27.26	6.82	52.14	**47.86**	
No200	0.075	126.96	31.74	83.88	**16.12**	
BASE		64.48	16.12	100.00	0.00	
TOTAL		400.00	100.00			
% PERDIDA		16.12				

TAMAÑO MAXIMO:

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
- P.I.= 400.00
- P.L.= 335.52
- P.P.= 64.48
- % W = 19.03

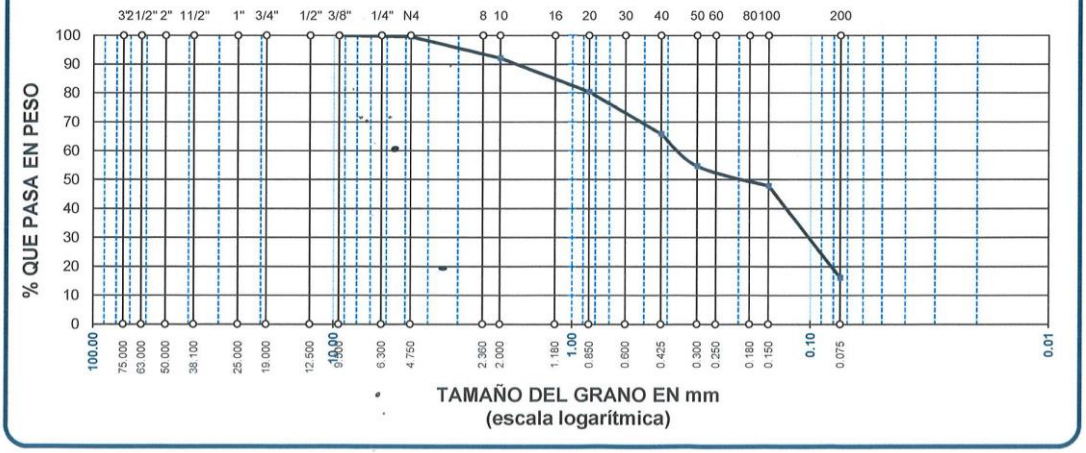
LIMITES DE CONSISTENCIA:
- L.L.= 16.19
- L.P.= NP
- I.P. = NP

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
- D10= ---- Cu= ----
- D30= 0.108 Cc= ----
- D60= 0.36

CLASIFICACIÓN:
- I.G. =
- SUCS : SM
- ASSTHO :

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



UANCV - FICP
CAP. INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Ing. Roxana Barrantes Quiroz
CIP. 108700

B Nº : 017-05173

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PROYECTO : TESIS "EFICIENCIA DE RESPUESTA SISMICA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL HOSPITAL MATERNO INFANTIL DE LA CIUDAD DE JULIACA, DISEÑADO CON AISLADORES DE BASE CONSIDERANDO LA FLEXIBILIDAD DEL SUELO"

SOLICITANTE : BACHILLER.CESARIO CHACÓN CRUZ

MUESTRA : SPT - 01 MUESTRA Nº 05 ESTE (379 878.61) NORTE (8282 437.00) COTA (3824.50 mt)

PROFUNDIDAD : 3.45 - 5.00 mt NF. 2.00 mt

LUGAR : SECTOR 1 (CONSULTA EXTERNA-ADMISION)

FECHA : 20 DE MARZO DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	268.33
SUELO SECO + TARRO	gr	234.63
PESO DEL TARRO	gr	35.85
PESO DEL AGUA	gr	37.82
PESO DEL SUELO SECO	gr	198.78
HUMEDAD %	%	19.03

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		Ñ	P
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.24	29.43
SUELO SECO + TARRO	gr	30.15	27.50
PESO DEL TARRO	gr	19.21	17.54
PESO DEL AGUA	gr	2.09	1.93
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.94	9.96
HUMEDAD %	%	19.10	19.38
N° DE GOLPES		6	6

LÍMITE PLÁSTICO

LÍMITE LIQUIDO % **: 16.19** ***LÍMITE PLÁSTICO %*** **: NP**

ÍNDICE PLÁSTICO % **: NP**

LL = Wn * (N/25)^0.121
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Ing. Roxana Barrantes Quiroz
CIP. 108700

B N º : 17-05173

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : TESIS "EFICIENCIA DE RESPUESTA SISMICA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL HOSPITAL MATERNO INFANTIL DE LA CIUDAD DE JULIACA, DISEÑADO CON AISLADORES DE BASE CONSIDERANDO LA FLEXIBILIDAD DEL SUELO"

SOLICITANTE : BACHILLER.CESARIO CHACÓN CRUZ

MUESTRA : SPT - 01 MUESTRA Nº 06, ESTE (379 878.61) NORTE (8282 437.00) COTA (3824.50 mt)

PROFUNDIDAD : 5.00 - 6.20 mt N.F. 2.00 mt

LUGAR : SECTOR 1 (CONSULTA EXTERNA-ADMISION)

FECHA : 20 DE MARZO DEL 2017

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.100					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.300					
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	**100.00**	
No8	2.360					
No10	2.000	29.40	6.53	6.53	**93.47**	
No16	1.180					
No20	0.850	46.10	10.24	16.78	**83.22**	
No30	0.600					
No40	0.425	62.46	13.88	30.66	**69.34**	
No 50	0.300	56.21	12.49	43.15	**56.85**	
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	113.82	25.29	68.44	**31.56**	
No200	0.075	55.38	12.31	80.75	**19.25**	
BASE		86.63	19.25	100.00	0.00	
TOTAL		450.00	100.00			
% PERDIDA		19.25				

TAMAÑO MAXIMO:

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

P.I.= 450.00
P.L.= 363.37
P.P.= 86.63
% W = 18.20

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L.L.= 16.49
L.P.= NP
I.P.= NP

CARACT. GRANULOMÉTRICAS:

D10= ---- **Cu=** ----
D30= 0.141 **Cc=** ----
D60= 0.33

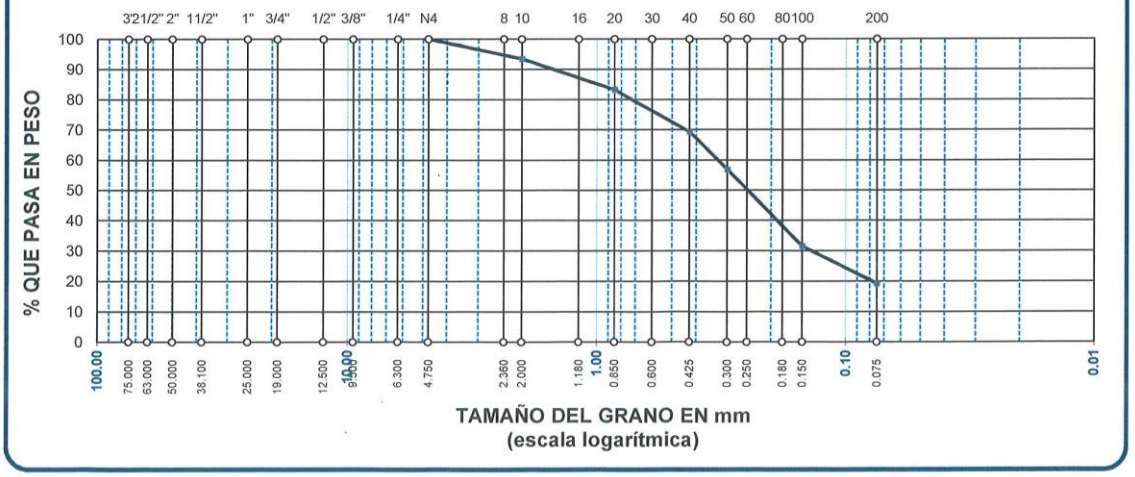
CLASIFICACIÓN:

I.G. =

SUCS : SM
ASSTHO :

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Ing. Roxana Barrantes Quiroz
CIP. 108700

B Nº : 017-05173

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

PROYECTO : TESIS "EFICIENCIA DE RESPUESTA SISMICA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL HOSPITAL MATERNO INFANTIL DE LA CIUDAD DE JULIACA, DISEÑADO CON AISLADORES DE BASE CONSIDERANDO LA FLEXIBILIDAD DEL SUELO"
SOLICITANTE : BACHILLER.CESARIO CHACÓN CRUZ
MUESTRA : SPT - 01 MUESTRA Nº 06 ESTE (379 878.61) NORTE (8282 437.00) COTA (3824.50 mt)
PROFUNDIDAD : 5.00 - 6.20 mt N.F. 2.00 mt
LUGAR : SECTOR 1 (CONSULTA EXTERNA-ADMISION)
FECHA : 20 DE MARZO DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	301.44
SUELO SECO + TARRO	gr	260.28
PESO DEL TARRO	gr	34.18
PESO DEL AGUA	gr	41.16
PESO DEL SUELO SECO	gr	226.10
HUMEDAD %	%	18.20

ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		16	20
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	44.41	46.45
SUELO SECO + TARRO	gr	42.25	43.89
PESO DEL TARRO	gr	30.71	30.13
PESO DEL AGUA	gr	2.16	2.56
PESO DEL SUELO SECO	gr	11.54	13.76
HUMEDAD %	%	18.72	18.60
N° DE GOLPES		9	9

LÍMITE PLÁSTICO

LÍMITE LÍQUIDO % : **16.49** ***LÍMITE PLÁSTICO %*** : ***NP***

ÍNDICE PLÁSTICO % : ***NP***

LL = Wn * (N/25)^0.121
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

B Nº : 017-05173

ANEXO 3. REGISTROS SÍSMICOS PARA EL ANÁLISIS NO LINEAL TIEMPO HISTORIA (ANLTH).

```
# NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
# FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
# JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)
# OBSERVATION CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING (CEOIS)
# TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU
# Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790
# e-mail: f_lazares@uni.edu.pe  http://www.cismid.uni.edu.pe
#
# 1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
# NETWORK: SC (EL SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACION PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - SENCICO)
# STATION: SCPIU (Gerencia Zonal Sencico Piura, Piura, Piura.)
# CHANNELS: EO NS UD
# SAMPLING FREQUENCY (Hz): 200
# COORDINATES: -5.193481,-80.64131
#
# 2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
# DATE (LOCAL): 2021-07-30
# ORIGIN TIME (LOCAL): 12:10:18
# LATITUDE: -4.89
# LONGITUDE: -80.8
# DEPTH (km): 36
# MAGNITUDE: M 6.1
# INFORMATION SOURCE: IGP
#
# 3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
# START_TIME (UTC-0): 2021-07-30T17:10:00.000000Z
# NUMBER DATA: 42000
# DATA UNITS: cm/s2
# MAXIMUM ACCELERATION: -158.161345 -168.072901 86.754118
# ACCELEROGRAPH: Episensor.DC_200.5VDF.4G
```

Figura N° 1: Información del Sismo Piura 2021 (CISMID).

12 km al Oeste de Sullana, Sullana - Piura

Datos	
Fecha	2021-07-30
Hora (local)	12:10:18
Latitud	-4.89
Longitud	-80.8
Magnitud	6.1 M
Profundidad	36 km
Fuente	IGP

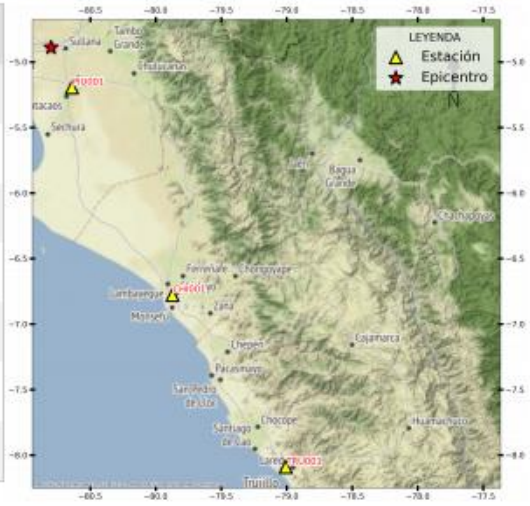


Figura N° 2: Ubicación geográfica del epicentro del sismo de Piura 2021 (IGP).

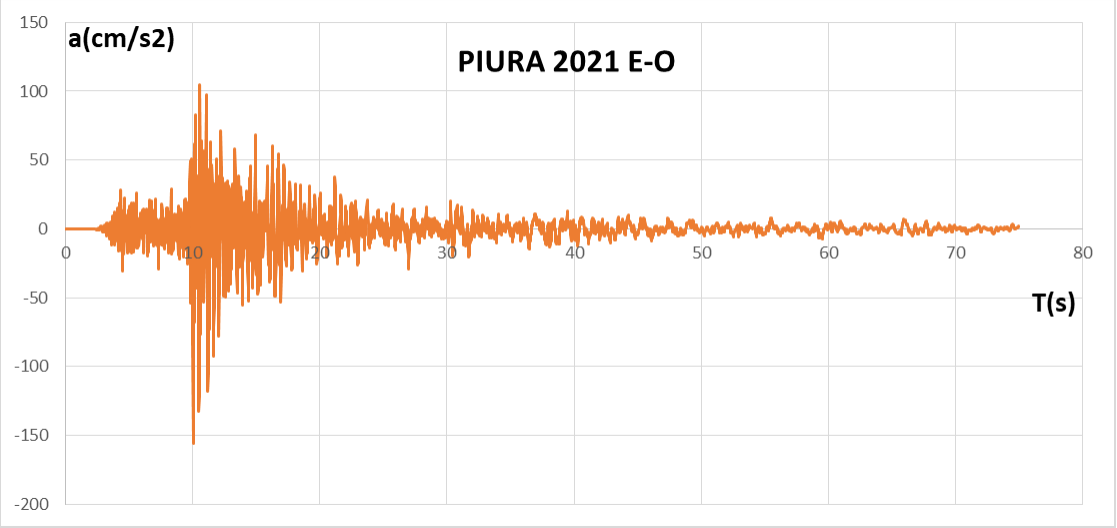


Gráfico N° 1: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección E-O del sismo de Piura 2021 corregidos por línea base.

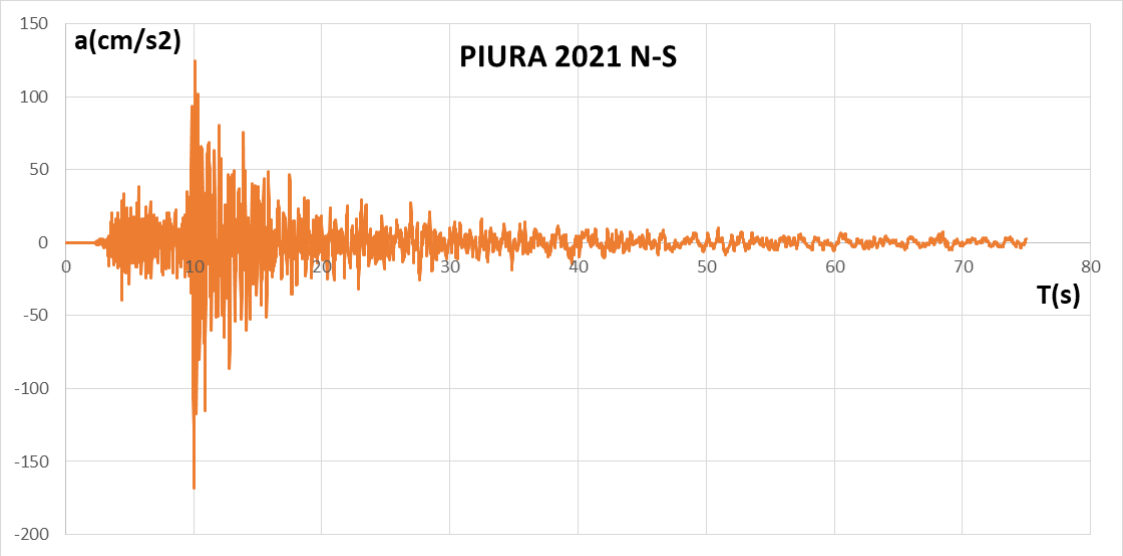


Gráfico N° 2: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección N-S del sismo de Piura 2021 corregidos por línea base.

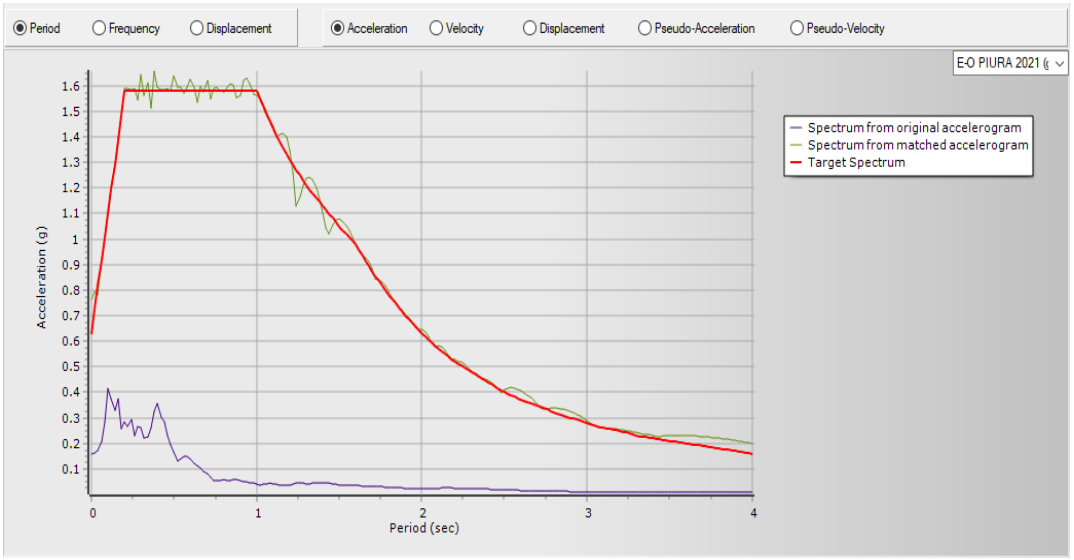


Figura N° 3: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Piura 2021 E-O realizado con el programa SeismoMatch.

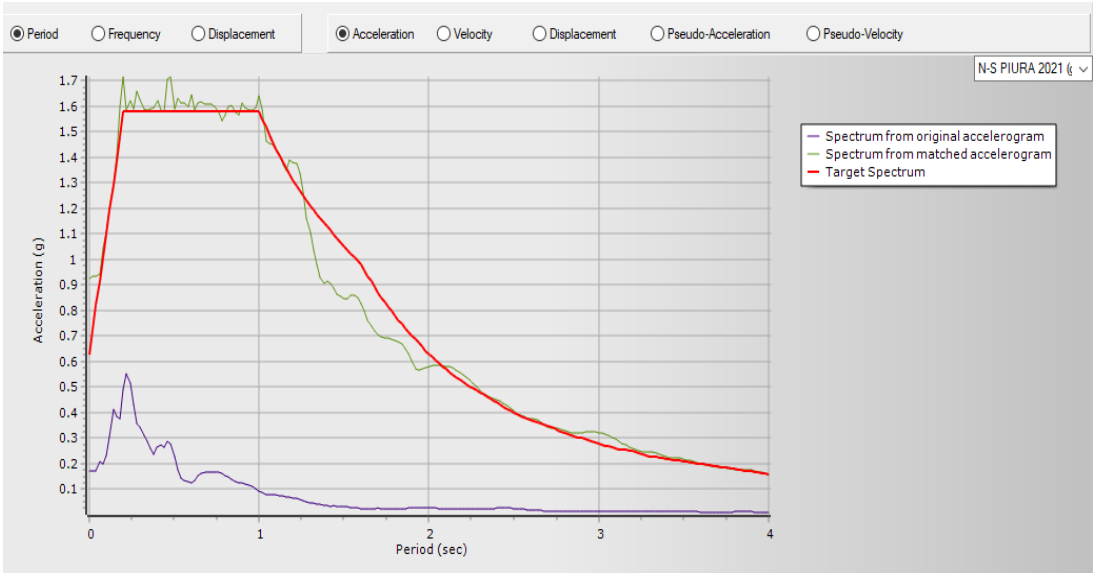


Figura N° 4: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Piura 2021 N-S realizado con el programa SeismoMatch.

```
# NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
# FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
# JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)
# CISMID STRONG MOTION NETWORK (CEMOS)
# TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU
# Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790
# e-mail: f_lazares@uni.edu.pe  http://www.cismid-uni.org
#
# 1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
# NETWORK: SC ((SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACION PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - SENCICO), CONVENIO UNI-SENCICO)
# STATION: SCIQU (IQU001 Gerencia Zonal Sencico Iquitos - http://www.sencico.gob.pe)
# CHANNEL: HNE HNN HNZ
# SAMPLING FREQUENCY (Hz): 200.0
# COORDINATES: -3.741087,-73.244873
#
# 2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
# DATE: 2019-05-26
# ORIGIN TIME (Local): 02:41:12
# LATITUDE: -5.7
# LONGITUDE: -75.27
# DEPTH (km): 141.0
# MAGNITUDE: 7.2 ML
# INFORMATION SOURCE: IGP
#
# 3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
# START_TIME (UTC-0): 2019-05-26T07:41:40.995000Z
# NUMBER DATA: 87602
# DATA UNITS: cm/s2
# MAXIMUM ACCELERATION: -81.080000 75.980000 67.550000
# ACCELEROGRAPH: OBSIDIAN-KINEMETRICS
```

Figura N° 5: Información del Sismo Loreto 2019 (CISMID).

70km al SE de Lagunas, Alto Amazonas - Loreto

Datos	
Fecha	2019-05-26
Hora (local)	02:41:12
Latitud	-5.7
Longitud	-75.27
Magnitud	7.2 ML
Profundidad	141 km
Fuente	IGP

Figura N° 6: Ubicación geográfica del epicentro del sismo de Loreto 2019 (IGP).

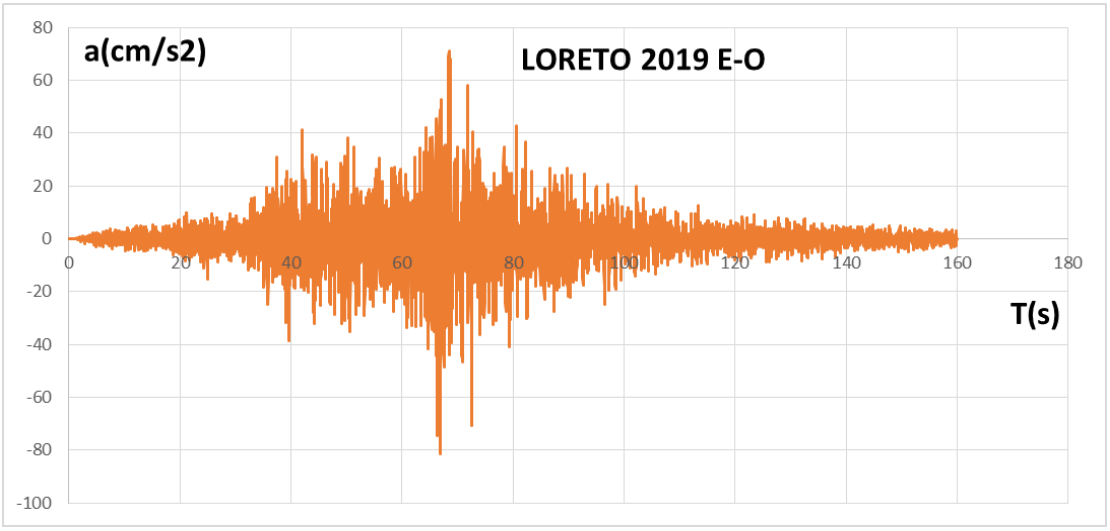


Gráfico N° 3: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección E-O del sismo de Loreto 2019 corregidos por línea base.

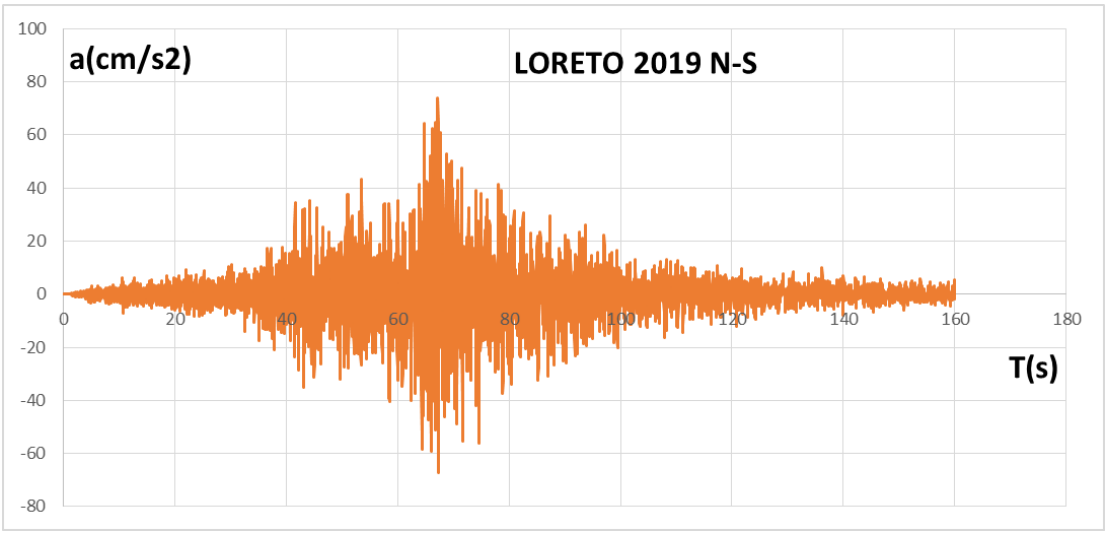


Gráfico N° 4: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección N-S del sismo de Loreto 2019 corregidos por línea base.

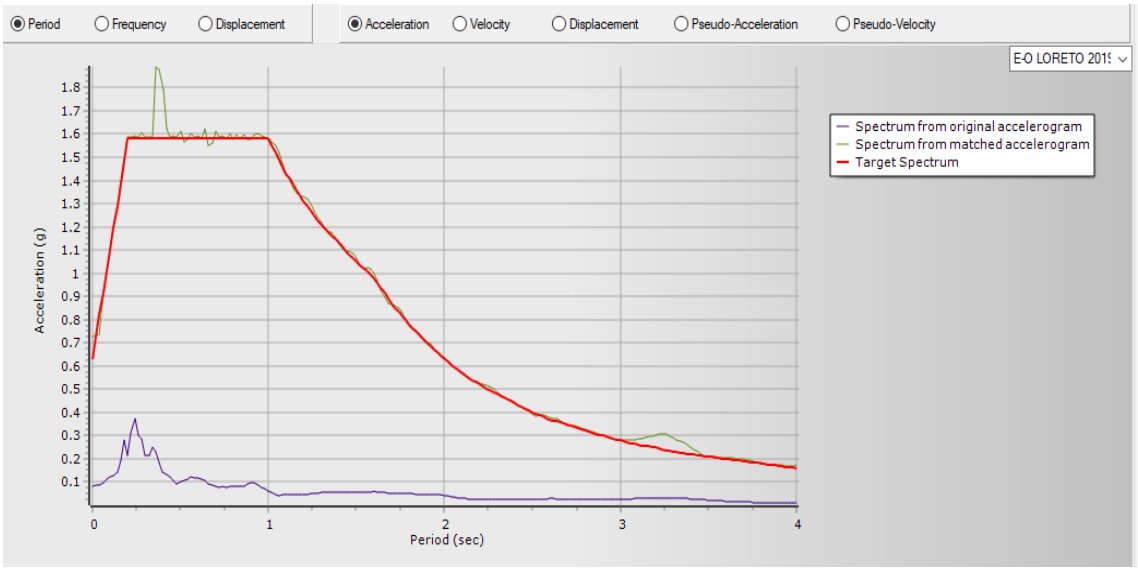


Figura N° 7: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Loreto 2019 E-O realizado con el programa SeismoMatch.

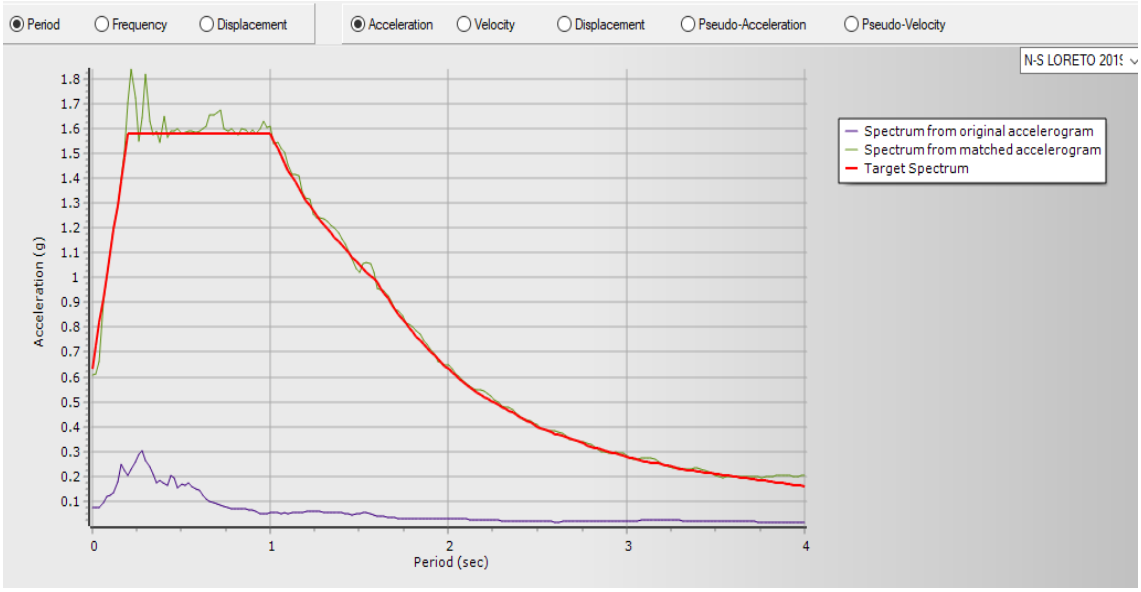


Figura N° 8: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Loreto 2019 N-S realizado con el programa SeismoMatch.

```
NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe    http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME              :  UNICA
STATION CODE              :  ICA002
STATION LOCATION          :  San Luis Gonzaga National University, Ica, Ica
LATITUDE                  :  -14.088
LONGITUDE                 :  -75.732
ALTITUDE (m)              :  409
ACCELEROMETER MODEL       :  RION SM-10B
SAMPLING FREQUENCY (Hz)   :  100

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE                      :  August 15, 2007
ORIGIN TIME (Local)       :  18:40:58
LATITUDE                  :  -13.67
LONGITUDE                 :  -76.76
DEPTH (km)                :  40.00
MAGNITUDE                 :  7.0 ML
INFORMATION SOURCE        :  IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local)       :  18:40:58
NUMBER OF SAMPLES         :     21807
MAXIMUM ACCELERATION      :   -272.82    333.66    192.04
DATA UNITS                :  cm/s2
```

Figura N° 9: Información del Sismo Pisco 2007 (CISMID).

Localizacion del evento

Datos	
Fecha	2007-08-15
Hora (local)	18:40:58
Latitud	-13.67
Longitud	-76.76
Magnitud	7.9 Mw
Profundidad	40 km
Fuente	IGP

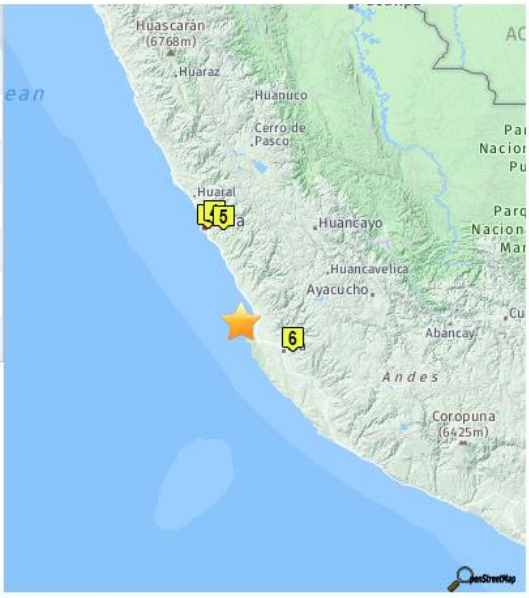


Figura N° 10: Ubicación geográfica del epicentro del sismo de Pisco 2007 (IGP).

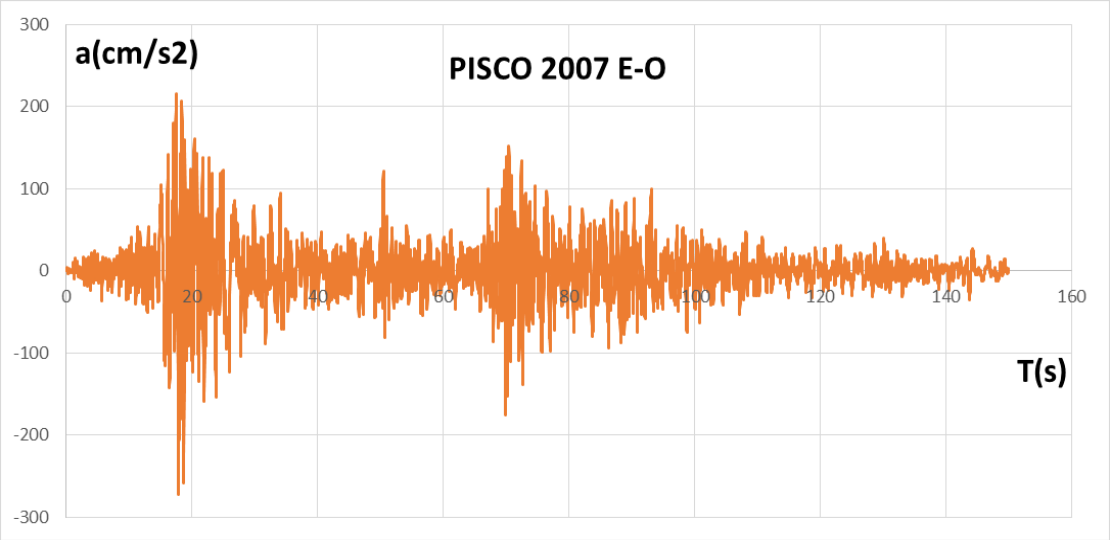


Gráfico N° 5: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección E-O del sismo de Pisco 2007 corregidos por línea base.

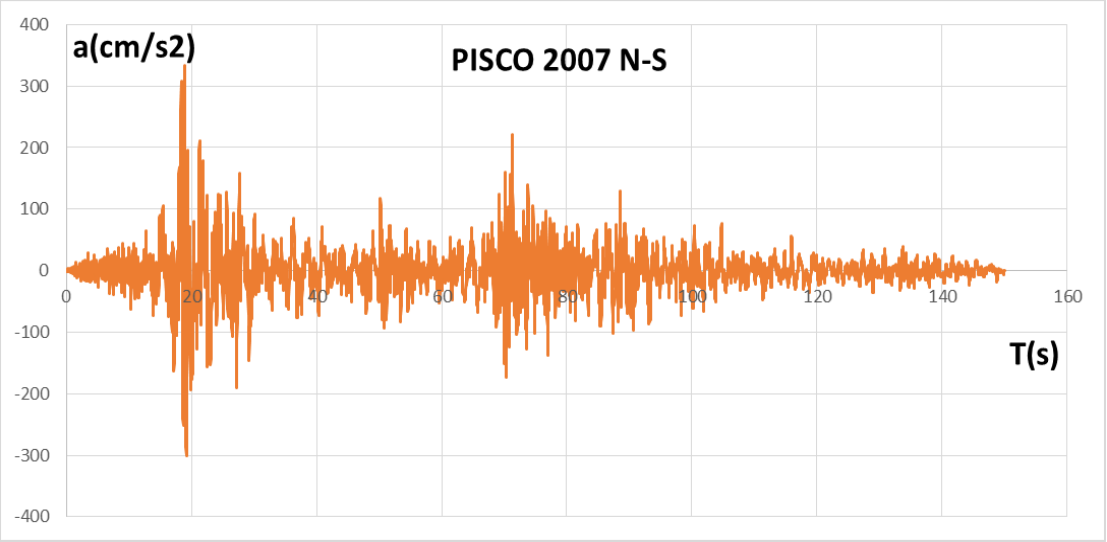


Gráfico N° 6: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección N-S del sismo de Pisco 2007 corregidos por línea base.

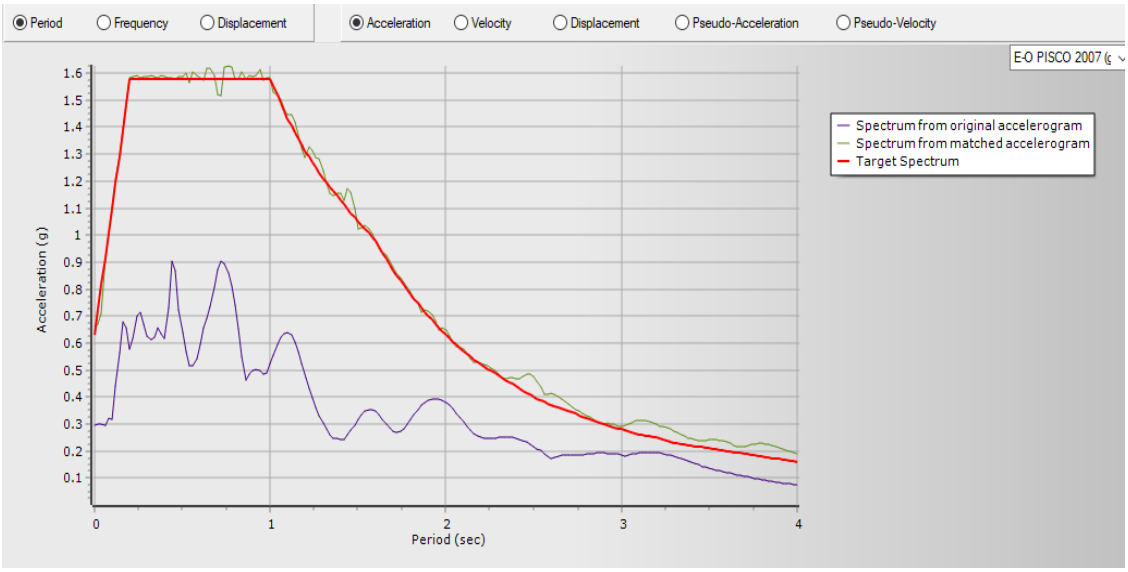


Figura N° 11: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Pisco 2007 E-O realizado con el programa SeismoMatch.

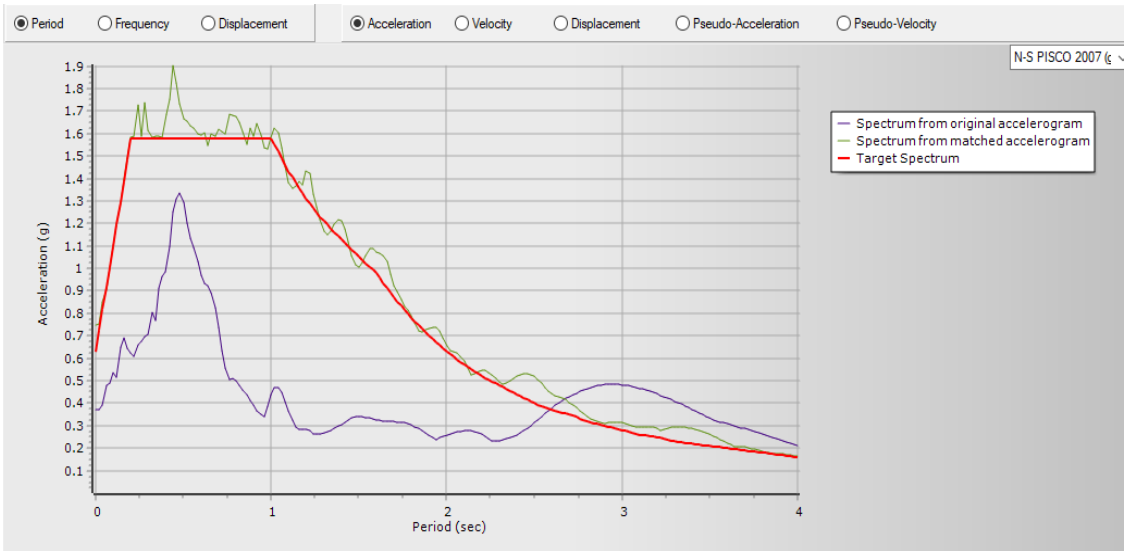


Figura N° 12: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Pisco 2007 N-S realizado con el programa SeismoMatch.

```
NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe    http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME              :  César Vizcarra Vargas
STATION CODE              :  MOQ001
STATION LOCATION          :  Rolando Catacora Sports Complex - Regional Government of Moquegua, Moquegua, Mariscal Nieto
LATITUDE                  :  -17.186
LONGITUDE                 :  -70.928
ALTITUDE (m)              :  1461
ACCELEROMETER MODEL       :  RION SM-10B
SAMPLING FREQUENCY (Hz)   :  100

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE                      :  June 23, 2001
ORIGIN TIME (Local)       :  15:33:00
LATITUDE                  :  -16.08
LONGITUDE                 :  -73.77
DEPTH (km)                :  33.00
MAGNITUDE                 :  6.9 mb
INFORMATION SOURCE        :  IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local)       :  15:33:00
NUMBER OF SAMPLES         :     19892
MAXIMUM ACCELERATION      :   -295.15    219.99    160.74
DATA UNITS                :  cm/s2
```

Figura N° 13: Información del Sismo Arequipa Moquegua 2001 (CISMID).

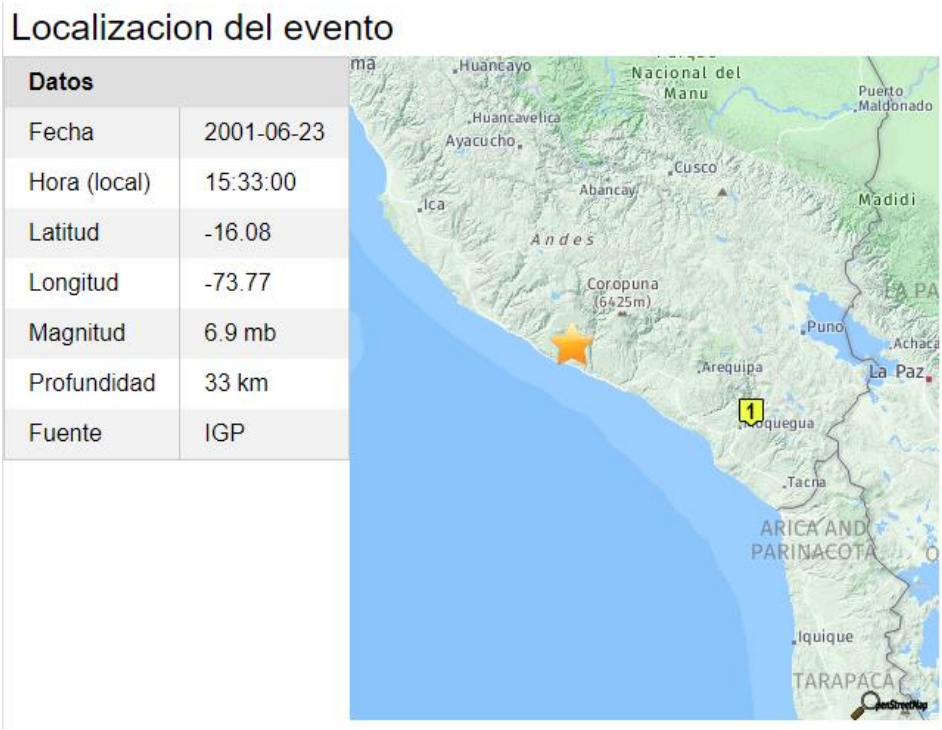


Figura N° 14: Ubicación geográfica del epicentro del sismo de Arequipa Moquegua 2001 (IGP).

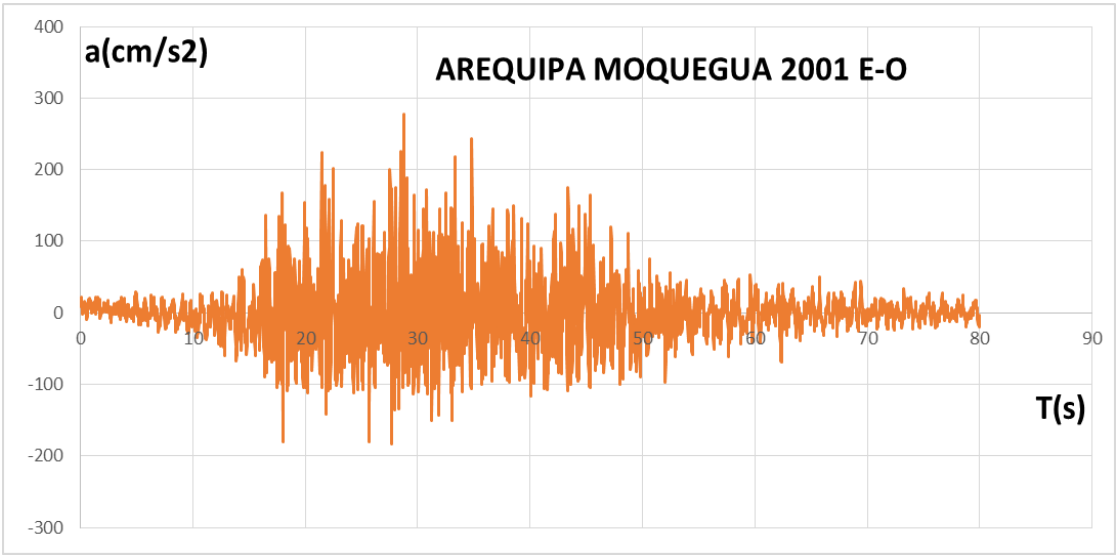


Gráfico N° 7: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección E-O del sismo de Arequipa Moquegua 2001 E-O corregidos por línea base.

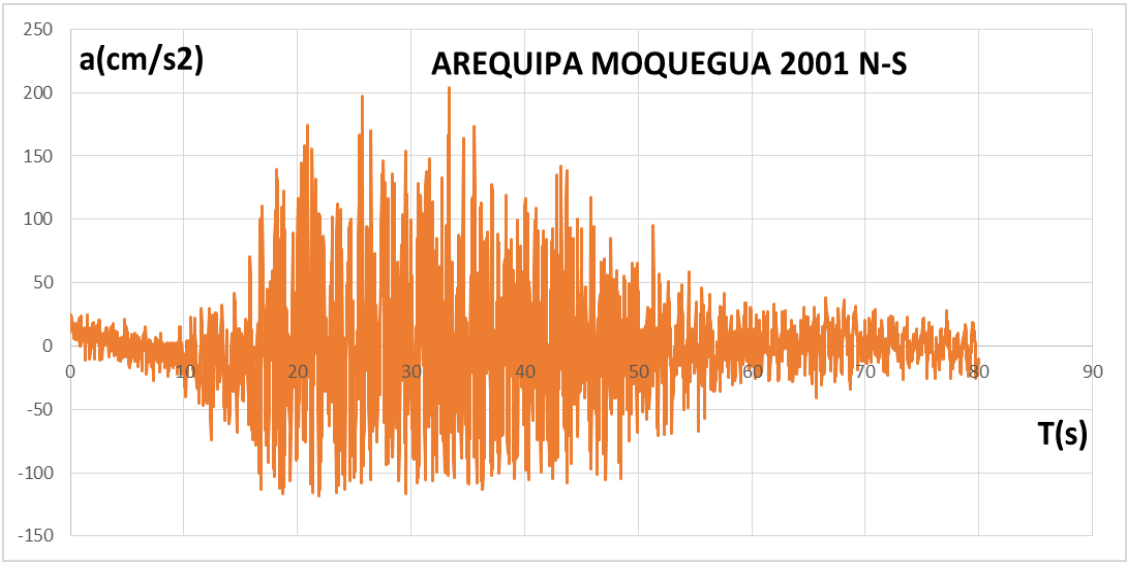


Gráfico N° 8: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección N-S del sismo de Arequipa Moquegua 2001 E-O corregidos por línea base.

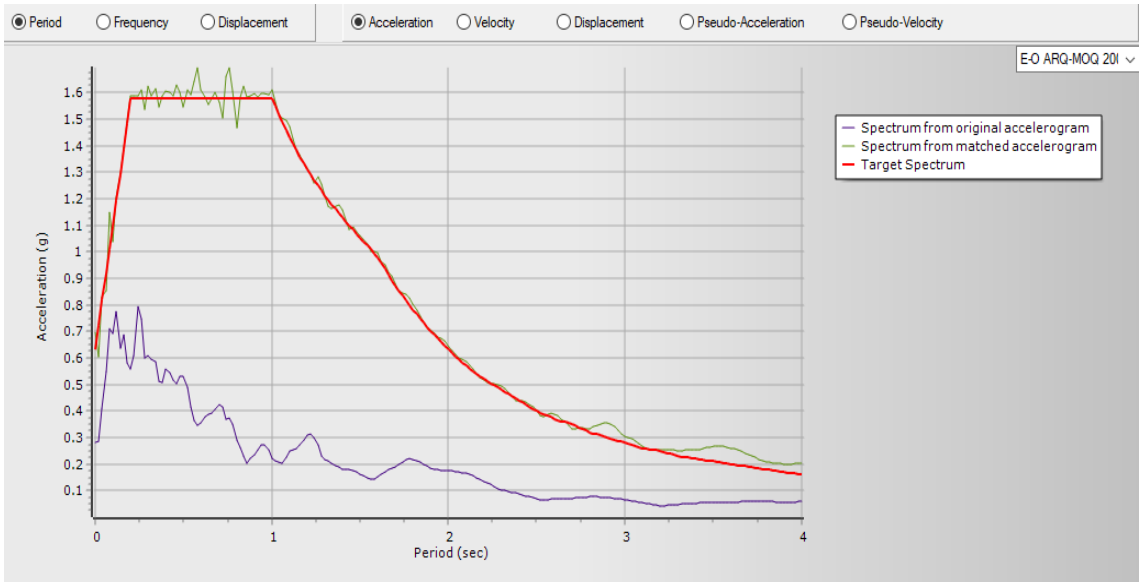


Figura N° 15: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Arequipa Moquegua 2001 E-O realizado con el programa SeismoMatch.

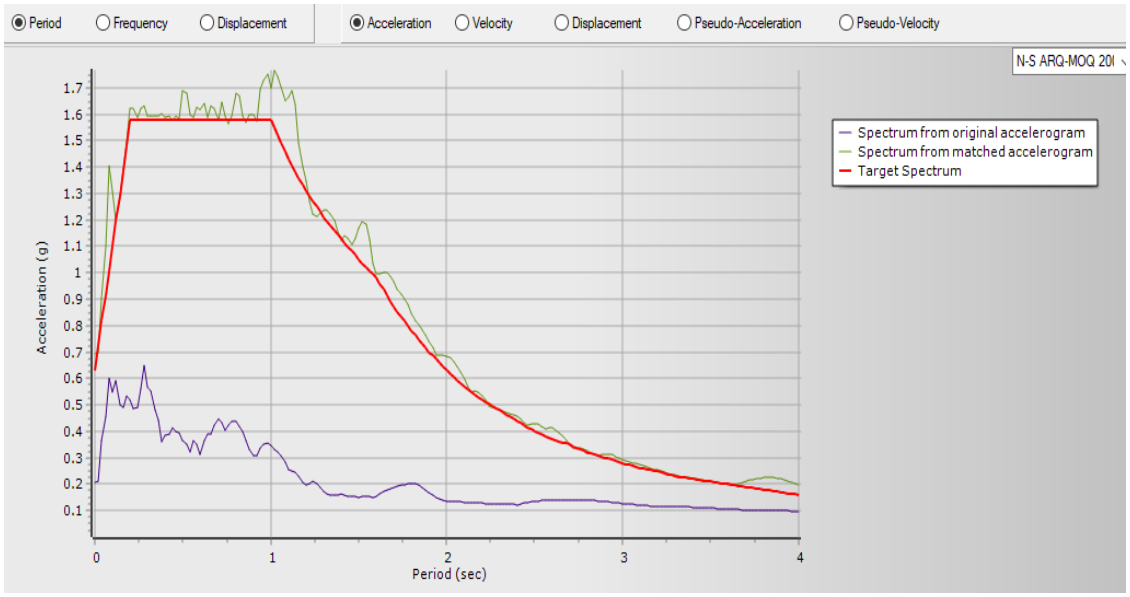


Figura N° 16: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Arequipa Moquegua 2001 N-S realizado con el programa SeismoMatch.

```
NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe    http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME              :  Parque de la Reserva
STATION CODE              :  PRQ
STATION LOCATION          :  Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima
LATITUDE                  :  -12.07
LONGITUDE                 :  -77.04
ALTITUDE (m)              :  130
ACCELEROMETER MODEL       :  Acelerógrafo Analógico
SAMPLING FREQUENCY (Hz)   :   50

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE                      :  October 03, 1974
ORIGIN TIME (Local)       :  09:21:00
LATITUDE                  :  -12.50
LONGITUDE                 :  -77.98
DEPTH (km)                :  13.00
MAGNITUDE                 :  6.6 mb
INFORMATION SOURCE        :  IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local)       :  09:21:00
NUMBER OF SAMPLES         :     4899
MAXIMUM ACCELERATION      :   -194.21    180.09    100.30
DATA UNITS                :  cm/s2
```

Figura N° 17: Información del Sismo Cañete 1974 (CISMID).

Localizacion del evento

Datos	
Fecha	1974-10-03
Hora (local)	09:21:00
Latitud	-12.5
Longitud	-77.98
Magnitud	6.6 mb
Profundidad	13 km
Fuente	IGP

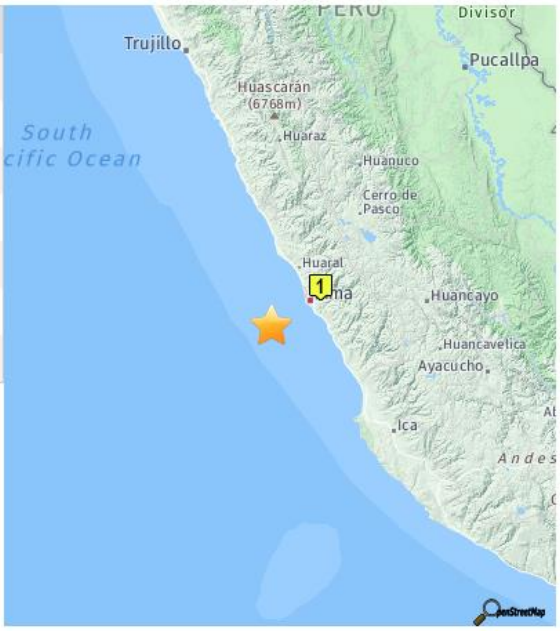


Figura N° 18: Ubicación geográfica del epicentro del sismo de Cañete 1974 (IGP).

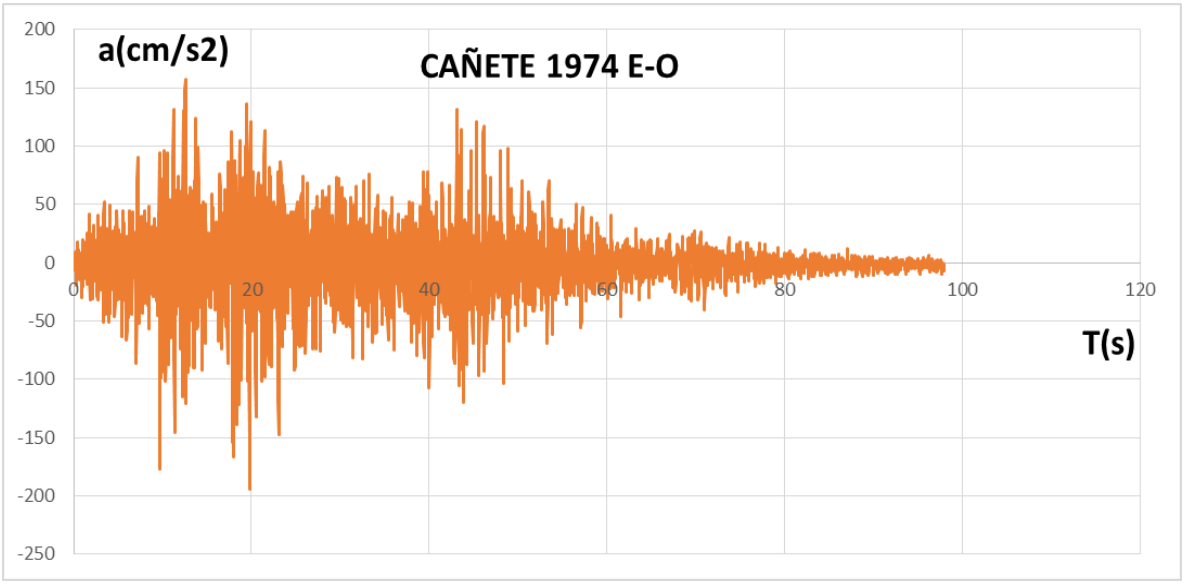


Gráfico N° 9: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección E-O del sismo de Cañete 1974 E-O corregidos por línea base.

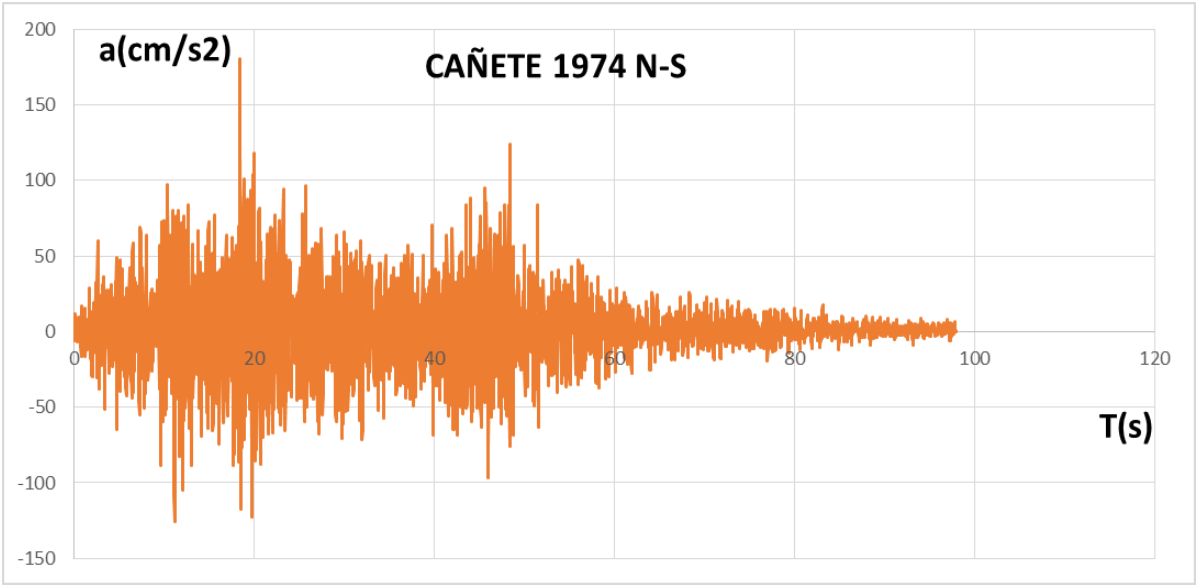


Gráfico N° 10: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección E-O del sismo de Cañete 1974 N-S corregidos por línea base.

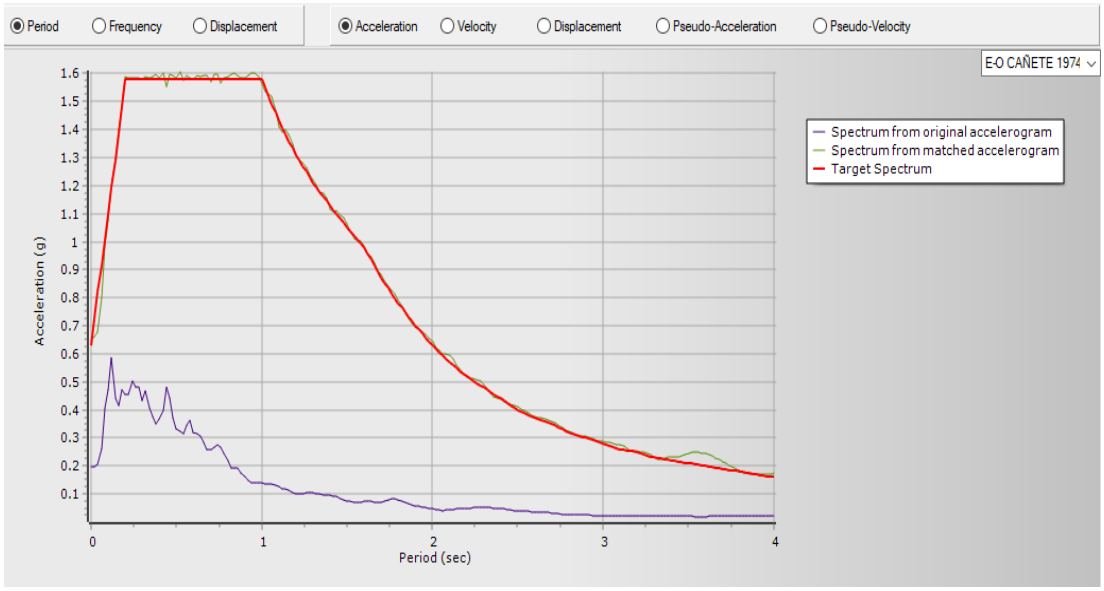


Figura N° 19: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Cañete 1974 E-O realizado con el programa SeismoMatch.

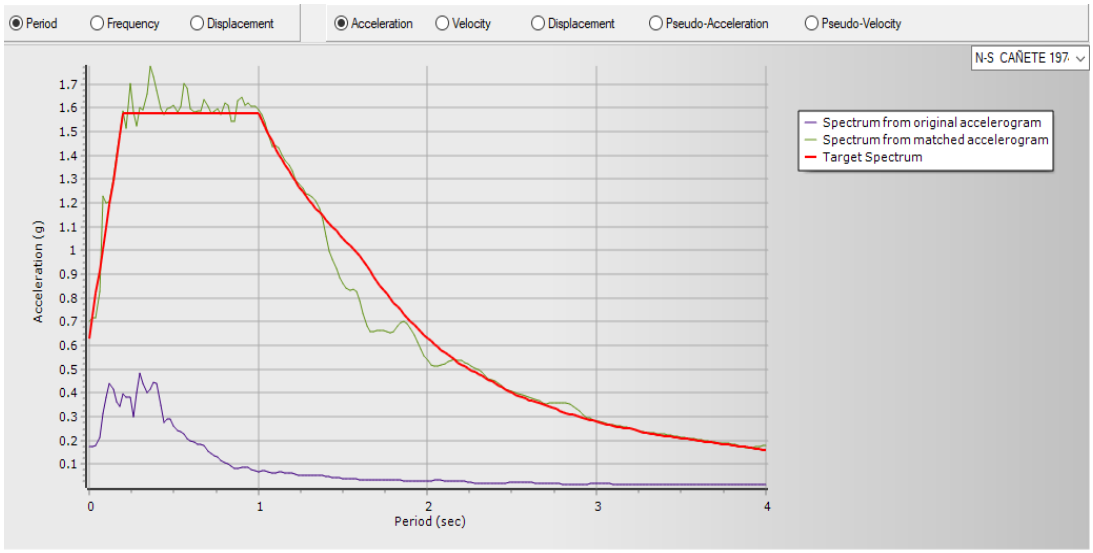


Figura N° 20: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Cañete 1974 N-S realizado con el programa SeismoMatch.

```
NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe    http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME              :  Parque de la Reserva
STATION CODE              :  PRQ
STATION LOCATION          :  Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima
LATITUDE                  :  -12.07
LONGITUDE                 :  -77.04
ALTITUDE (m)              :  130
ACCELEROMETER MODEL       :  Acelerógrafo Analógico
SAMPLING FREQUENCY (Hz)   :   50

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE                      :  May 31, 1970
ORIGIN TIME (Local)       :  15:23:00
LATITUDE                  :  -9.36
LONGITUDE                 :  -78.87
DEPTH (km)                :  64.00
MAGNITUDE                 :  6.6 Mb
INFORMATION SOURCE        :  IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local)       :  15:23:00
NUMBER OF SAMPLES         :     2255
MAXIMUM ACCELERATION      :   -105.05    -97.81     74.03
DATA UNITS                :  cm/s2
```

Figura N° 21: Información del Sismo Huaraz 1970 (CISMID).

Localizacion del evento

Datos	
Fecha	1970-05-31
Hora (local)	15:23:00
Latitud	-9.36
Longitud	-78.87
Magnitud	6.6 Mb
Profundidad	64 km
Fuente	IGP

Figura N° 22: Ubicación geográfica del epicentro del sismo de Huaraz 1970 (IGP).

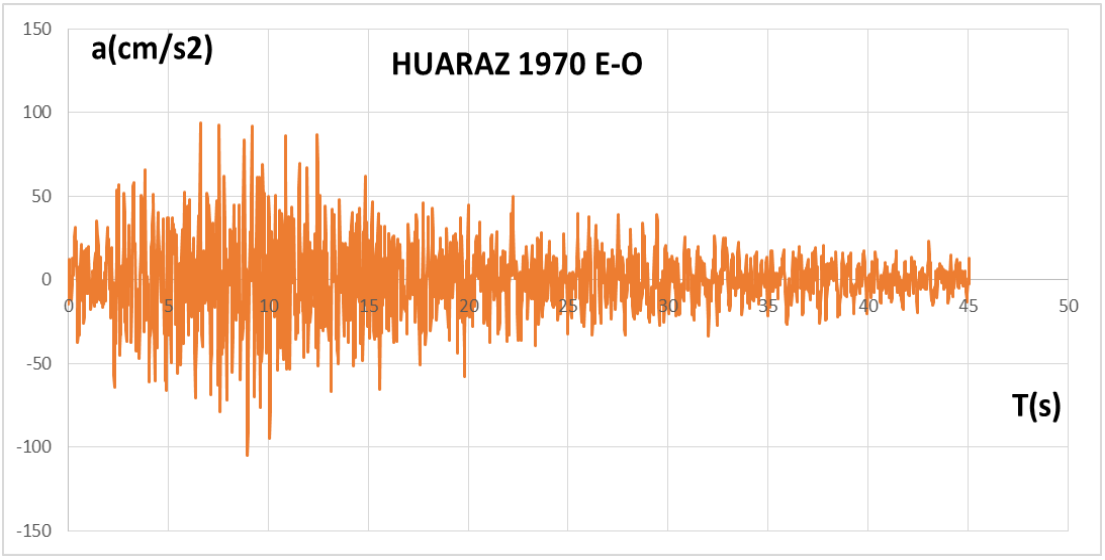


Gráfico N° 11: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección E-O del sismo de Huaraz 1970 E-O corregidos por línea base.

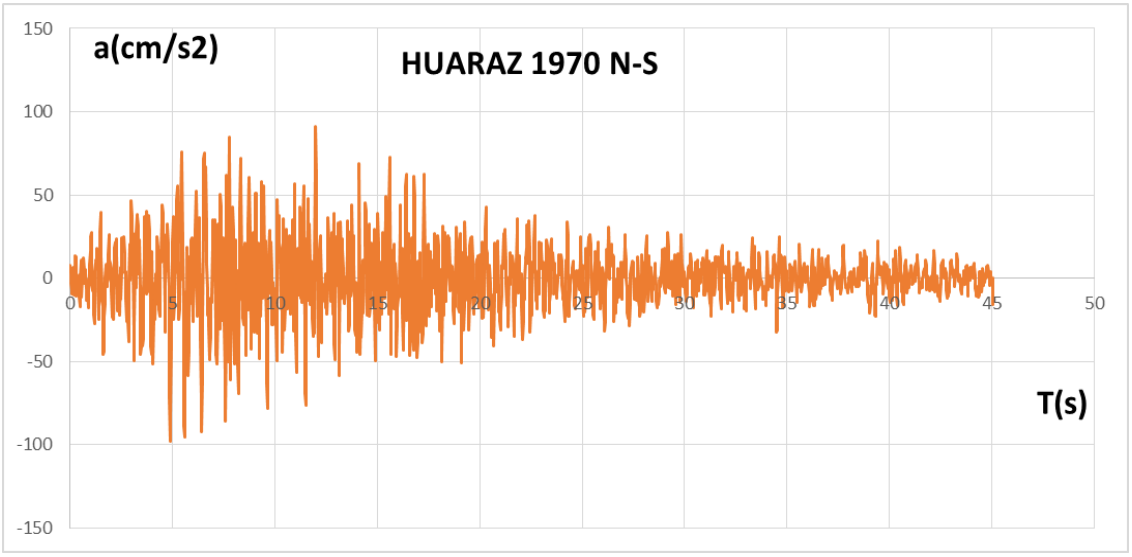


Gráfico N° 12: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección E-O del sismo de Huaraz 1970 N-S corregidos por línea base.

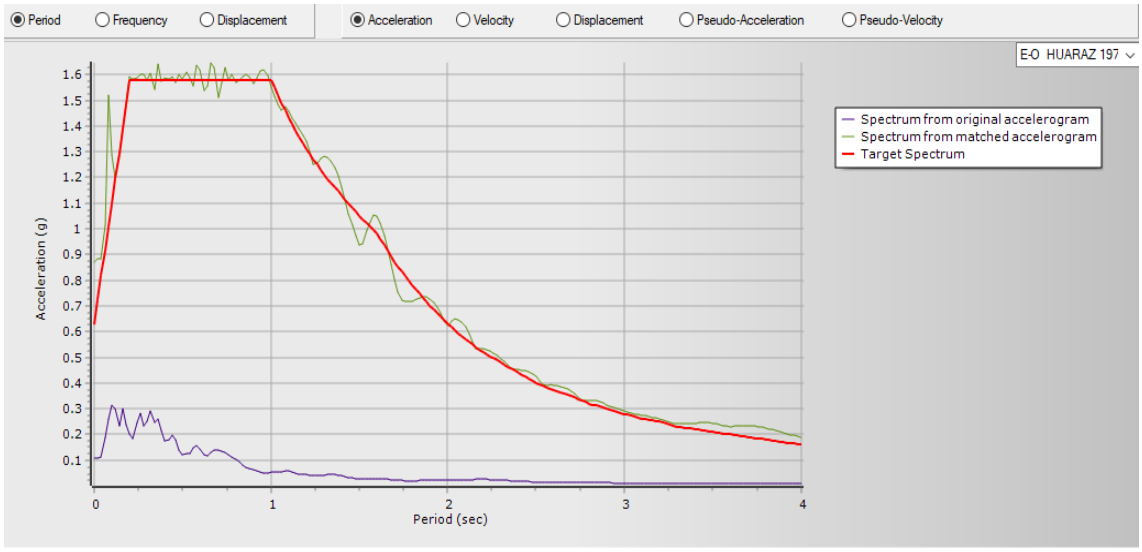


Figura N° 23: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Huaraz 1970 E-O realizado con el programa SeismoMatch.

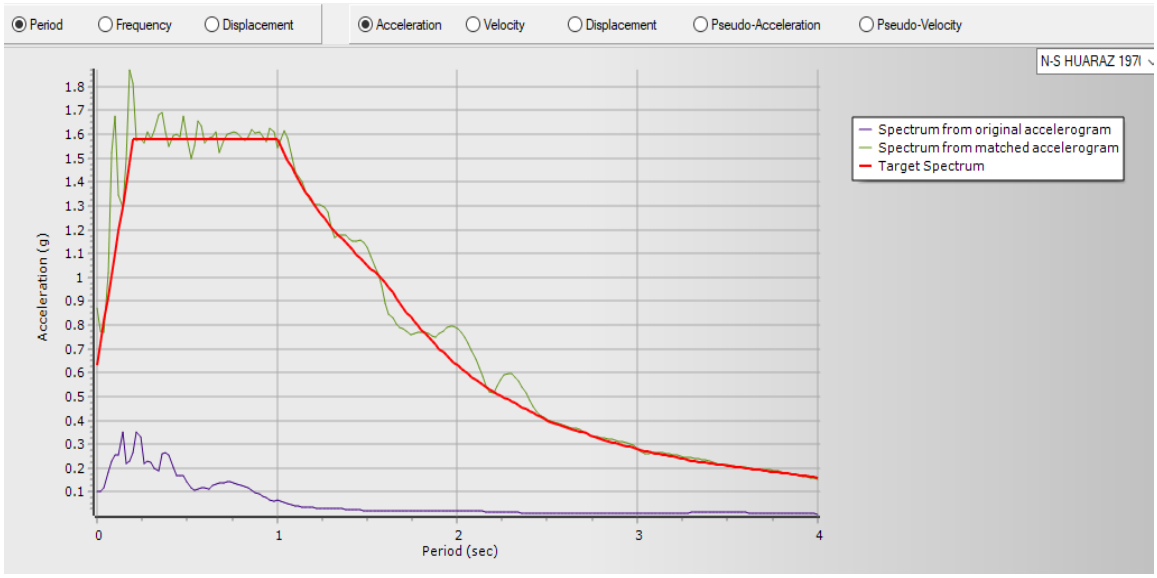


Figura N° 24: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Huaraz 1970 N-S realizado con el programa SeismoMatch.

```
NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)
TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
e-mail: f_lazares@uni.edu.pe    http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION
STATION NAME              :  Parque de la Reserva
STATION CODE              :  PRQ
STATION LOCATION          :  Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima
LATITUDE                  :  -12.07
LONGITUDE                 :  -77.04
ALTITUDE (m)              :  130
ACCELEROMETER MODEL       :  Acelerógrafo Analógico
SAMPLING FREQUENCY (Hz)   :   50

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE
DATE                      :  October 17, 1966
ORIGIN TIME (Local)       :  16:41:00
LATITUDE                  :  -10.70
LONGITUDE                 :  -78.70
DEPTH (km)                :  24.00
MAGNITUDE                 :  8.1 Mw
INFORMATION SOURCE        :  IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD
RECORD TIME (Local)       :  16:41:00
NUMBER OF SAMPLES         :      3283
MAXIMUM ACCELERATION      :   -180.56   -268.24     94.29
DATA UNITS                :  cm/s2
```

Figura N° 25: Información del Sismo Huacho 1960 (CISMID).

Figura N° 26: Ubicación geográfica del epicentro del sismo de Huacho 1966 (IGP).

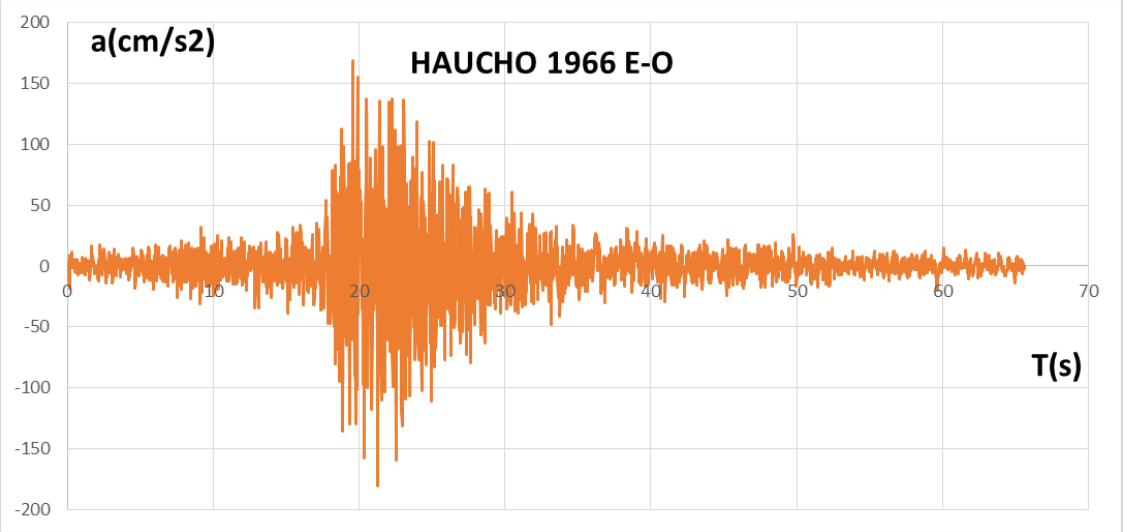


Gráfico N° 13: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección E-O del sismo de Huacho 1966 E-O corregidos por línea base.

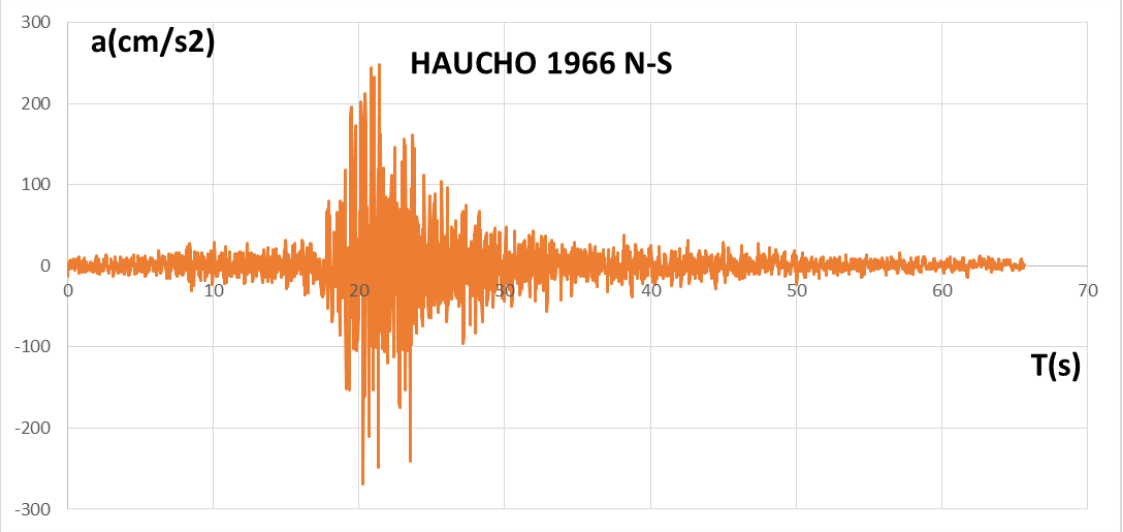


Gráfico N° 14: Registro sísmico de aceleraciones (a) vs tiempo (t) dirección E-O del sismo de Huacho 1966 N-S corregidos por línea base.

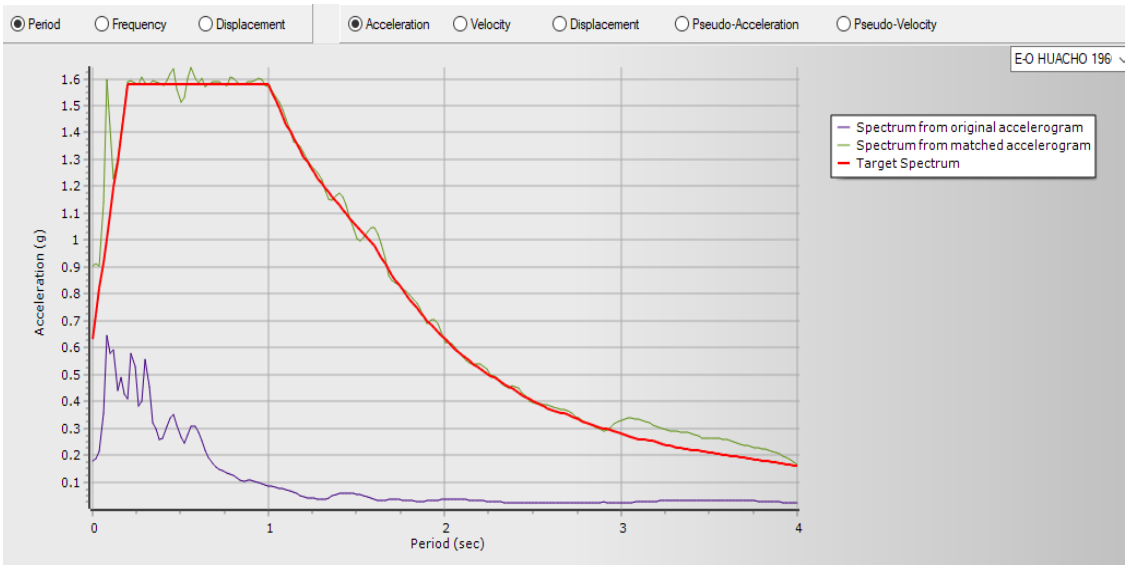


Figura N° 27: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Huacho 1966 E-O realizado con el programa SeismoMatch.

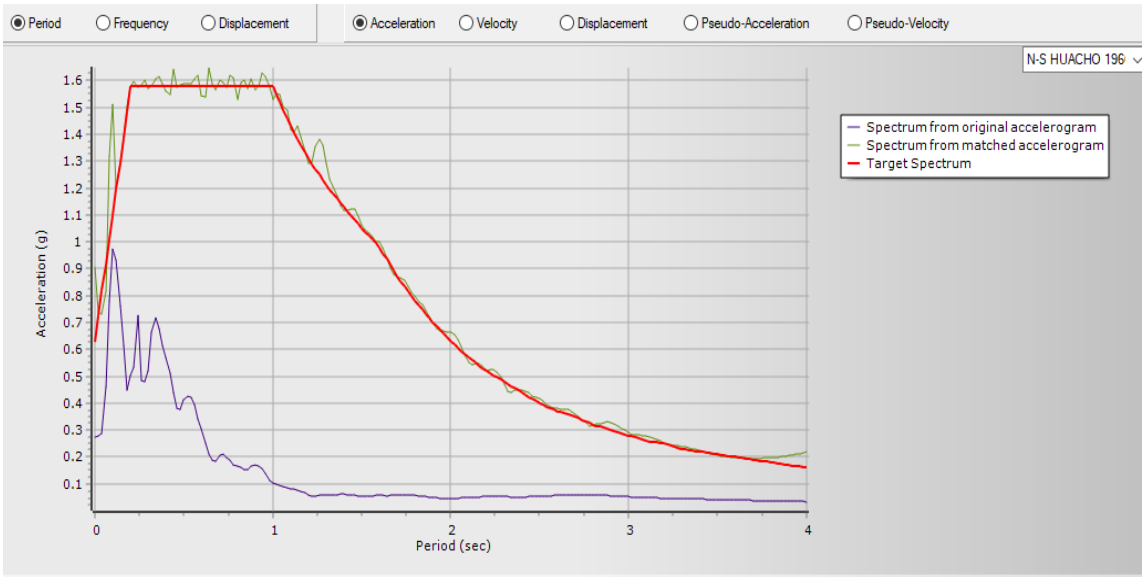
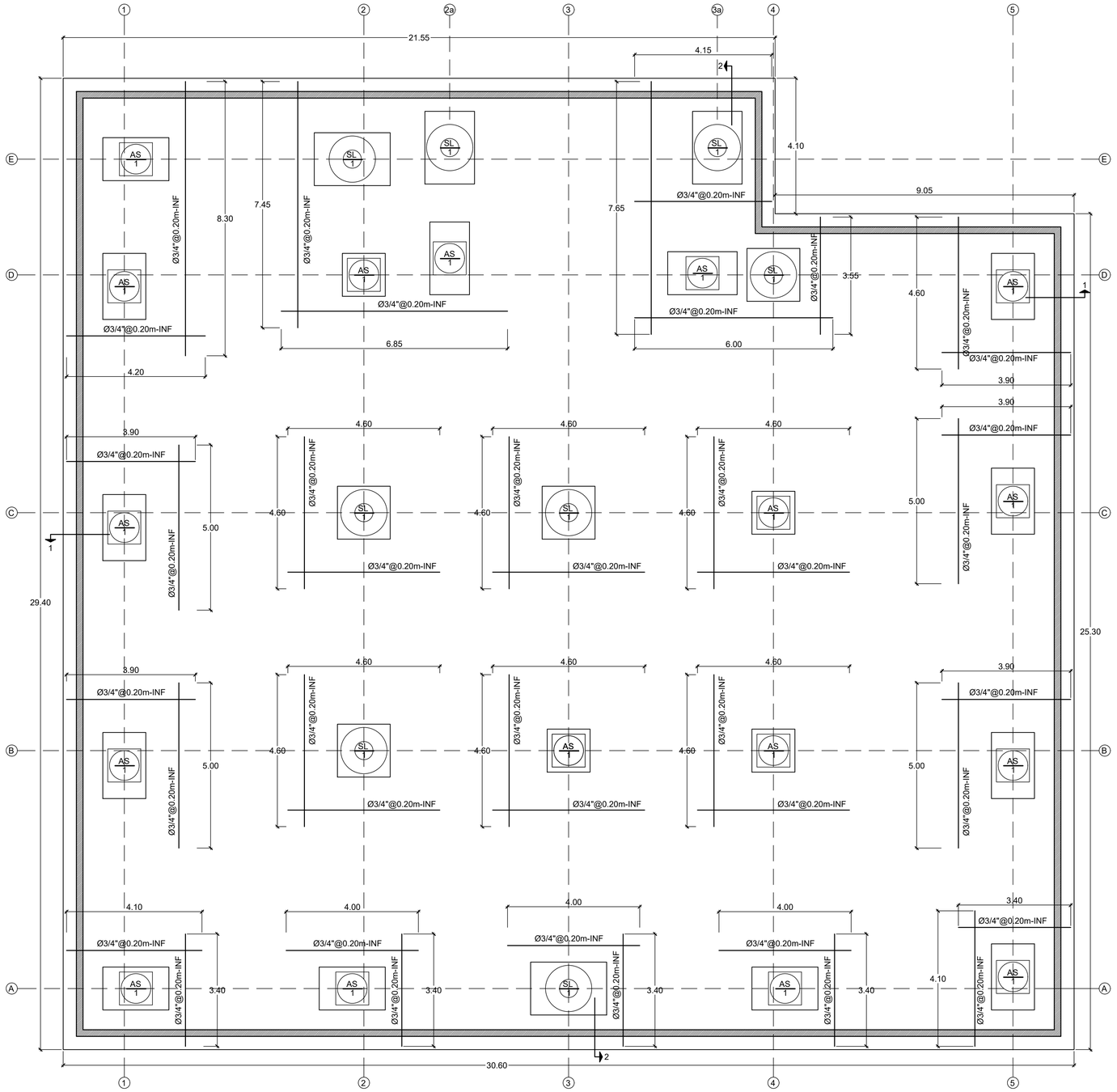


Figura N° 28: Comparación Espectros Escalado, Normativo y Real de Huacho 1966 N-S realizado con el programa SeismoMatch.

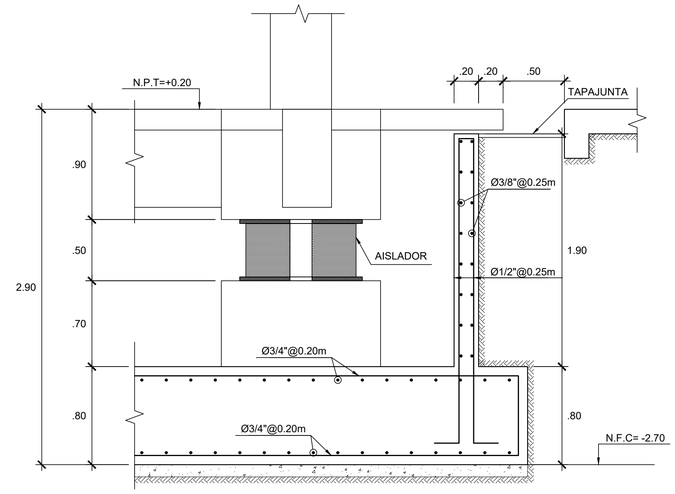
ANEXO 4. PLANOS DE ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO



LOSA DE CIMENTACIÓN

N.P.T=+0.20, N.F.P=+0.15
LOSA CIMENTACIÓN H=0.80M
ESC: 1/75

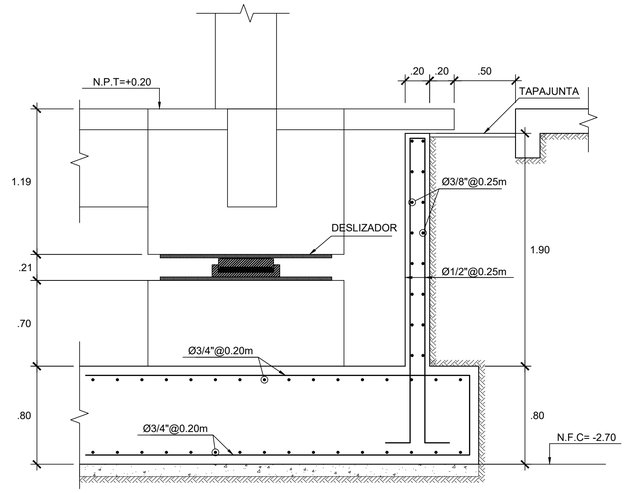
TODA LA LOSA DE CIMENTACIÓN TIENE REFUERZO CONTINUO DOBLE MALLA DE Ø 3/4" @0.20M
LOS REFUERZOS QUE DE MUESTRAN EN LA PLANTA CORRESPONDEN UNICAMENTE A REFUERZOS ADICIONALES



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

ESC: 1/25



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

ESC: 1/25

TESIS :
ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:
BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:
20114502J

TUTOR:
ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:
JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:
ENERO 2024

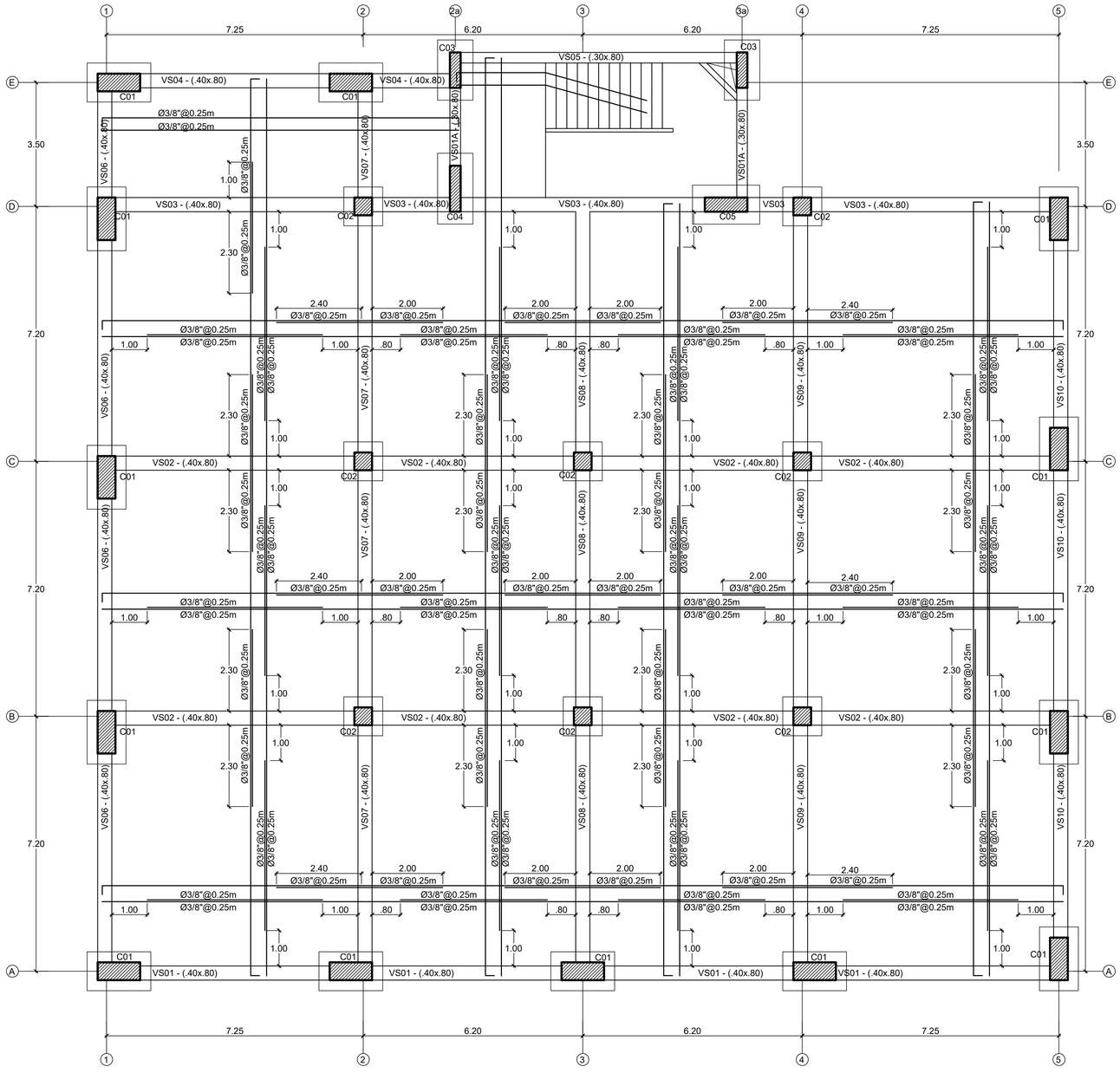
ESCALA:
INDICADA

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:
E-01



CUADRO DE COLUMNAS

ESC: 1/25

NIVEL	C01	C02	C03	C04	C05
2DO NIVEL Y 3ER NIVEL F'C=210 KG/CM2	↑	↑	↑	↑	↑
1ER NIVEL F'C=210 KG/CM2	↑	↑	↑	↑	↑
NIVEL DE AISLAMIENTO F'C=210 KG/CM2	.50 / 1.20 ⊙ 4Ø1"+18Ø3/4" 5 [Ø 3/8": 1@0.05, 13@0.10 Y RTO@0.20	.50 / .50 ⊙ 4Ø1"+8Ø3/4" 3 [Ø 3/8": 1@0.05, 13@0.10 Y RTO@0.20	.30 / 1.00 ⊙ 4Ø1"+12Ø3/4" 4 [Ø 3/8": 1@0.05, 13@0.10 Y RTO@0.20	.30 / 1.30 ⊙ 4Ø1"+16Ø3/4" 5 [Ø 3/8": 1@0.05, 13@0.10 Y RTO@0.20	.40 / 1.20 ⊙ 4Ø1"+14Ø3/4" 4 [Ø 3/8": 1@0.05, 13@0.10 Y RTO@0.20

ENCOFRADO DE TECHO DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO

N.P.T=+0.20
LOSA MACIZA H=0.17m
S/C=.300 kg/m2 y 400 kg/m2
ESC: 1/75

TESIS :
ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:
BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:
20114502J

TUTOR:
ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:
JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:
ENERO 2024

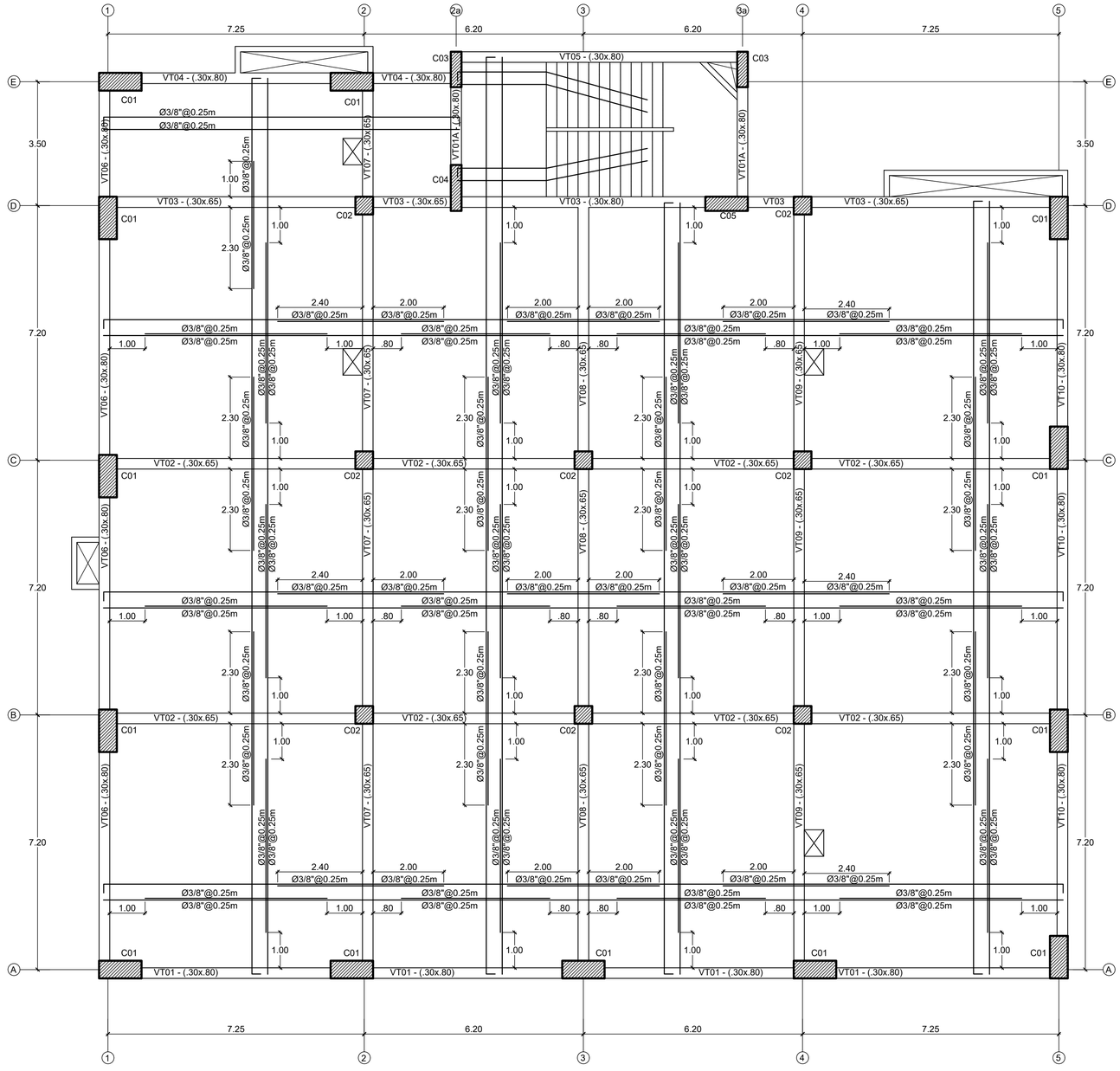
ESCALA:
INDICADA

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

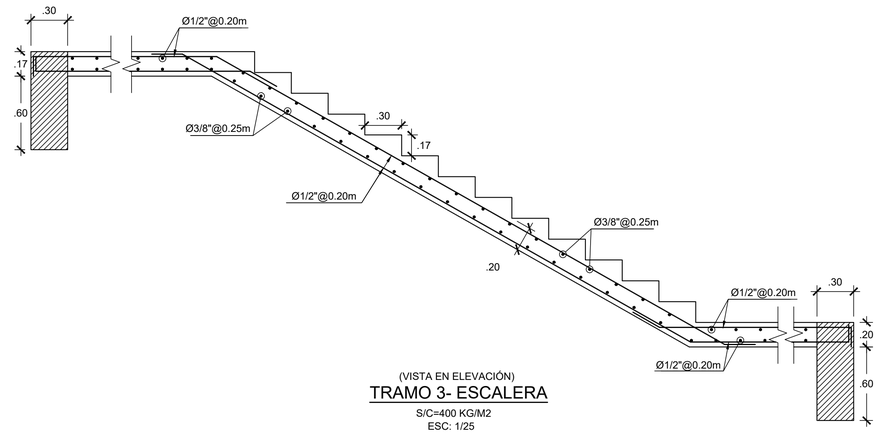
TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:
E-02



ENCOFRADO DE TECHO 1ER, 2DO Y 3ER NIVEL

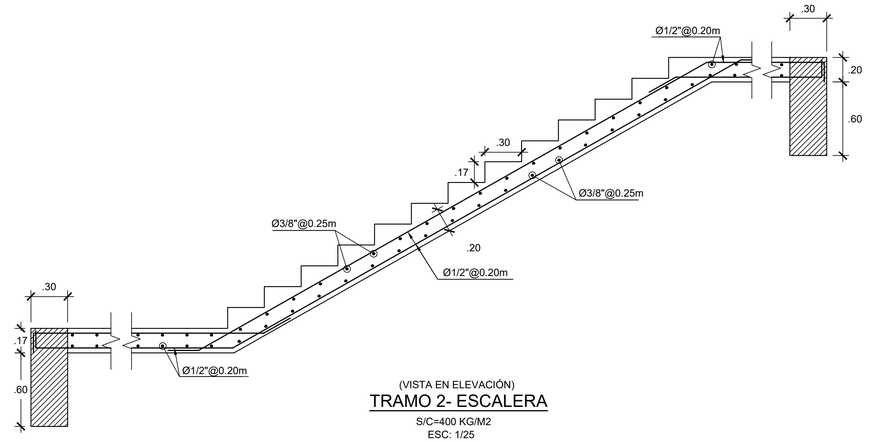
N.P.T=+4.50: ENCOFRADO TECHO 1ER NIVEL
N.P.T=+8.75: ENCOFRADO TECHO 2DO NIVEL
N.P.T=+13.00: ENCOFRADO TECHO 3ER NIVEL
LOSA MACIZA H=0.17m
S/C=.300 kg/m2 y 400 kg/m2
ESC: 1/75



(VISTA EN ELEVACIÓN)

TRAMO 3- ESCALERA

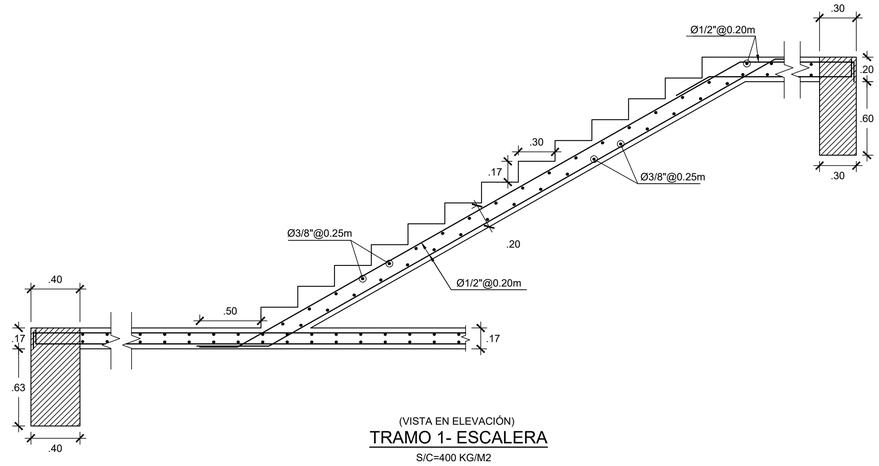
S/C=400 KG/M2
ESC: 1/25



(VISTA EN ELEVACIÓN)

TRAMO 2- ESCALERA

S/C=400 KG/M2
ESC: 1/25



(VISTA EN ELEVACIÓN)

TRAMO 1- ESCALERA

S/C=400 KG/M2
ESC: 1/25

TESIS :
ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:
BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:
20114502J

TUTOR:
ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:
JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:
ENERO 2024

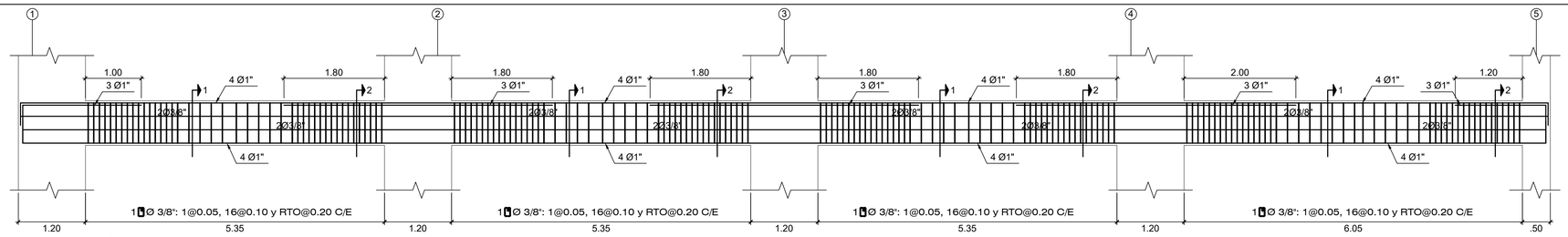
ESCALA:
INDICADA

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
ENCOFRADO TECHO- EDIFICIO CON AISLADORES LRB

TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

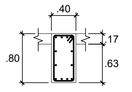
LAMINA:
E-03



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VS01-(.40x.80)

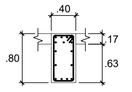
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

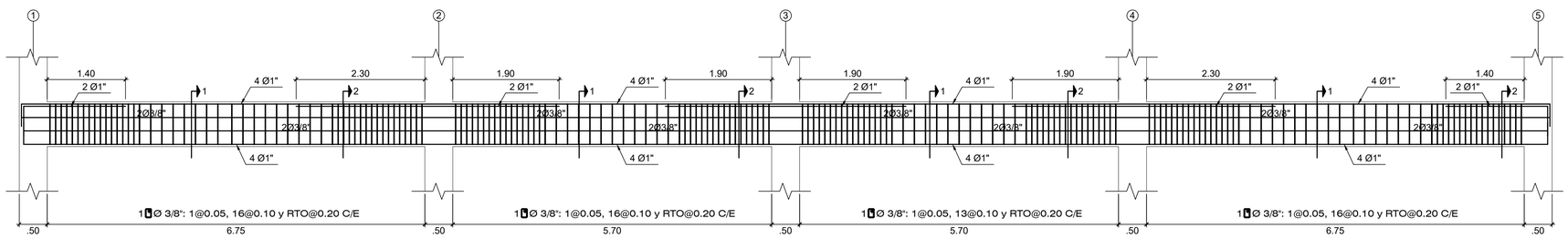
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

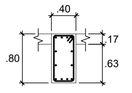
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VS02-(.40x.80)

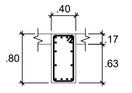
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

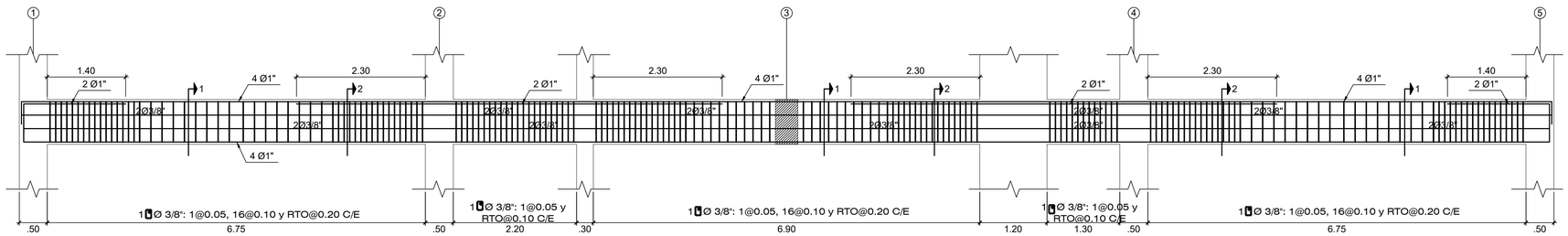
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

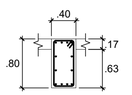
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VS03-(.40x.80)

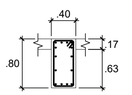
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

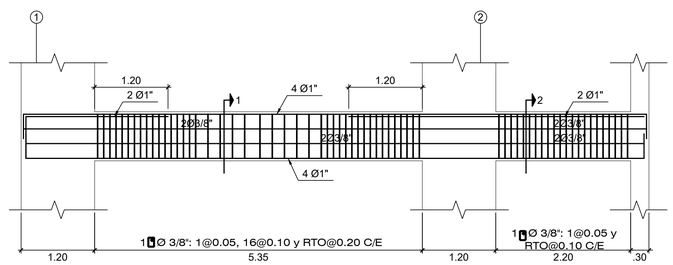
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

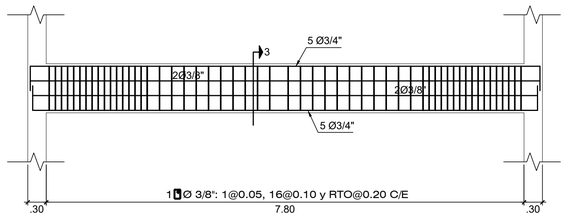
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VS04-(.40x.80)

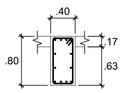
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VS05-(.30x.80)

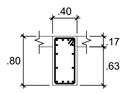
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

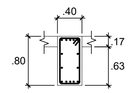
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

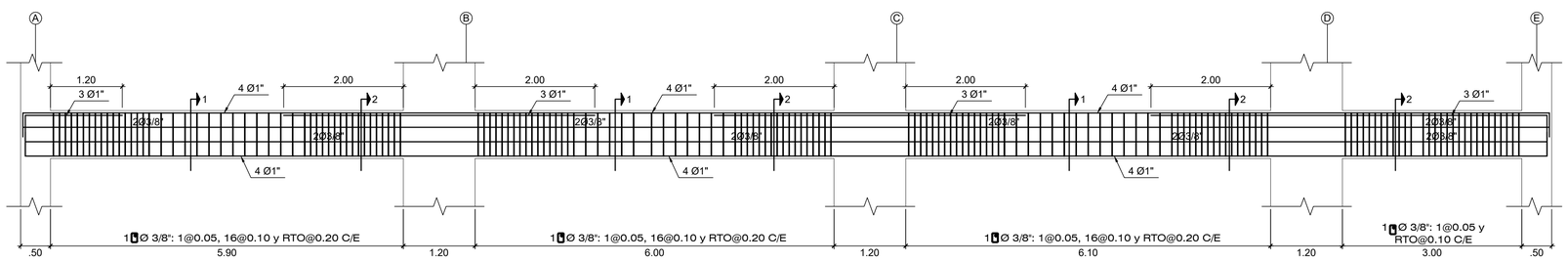
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 3-3

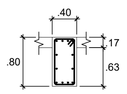
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VS06-(.40x.80)

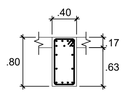
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

ESCALA: 1/50

TESIS :

ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:

BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:

20114502J

TUTOR:

ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:

JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:

ENERO 2024

ESCALA:

INDICADA

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

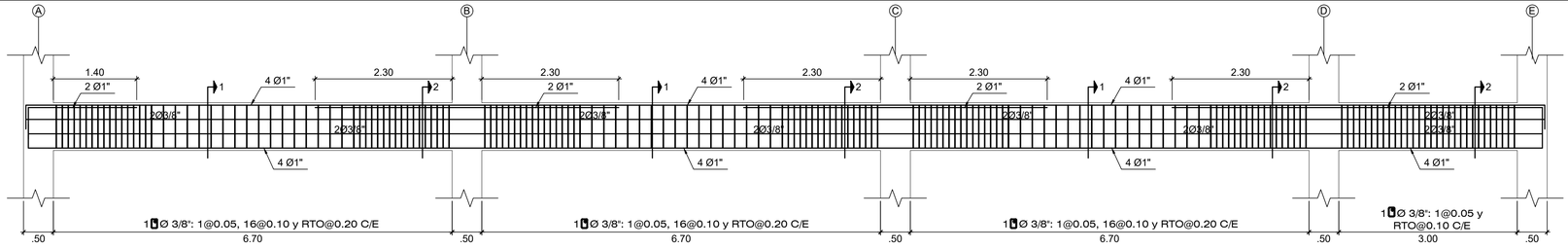
PLANO:

ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:

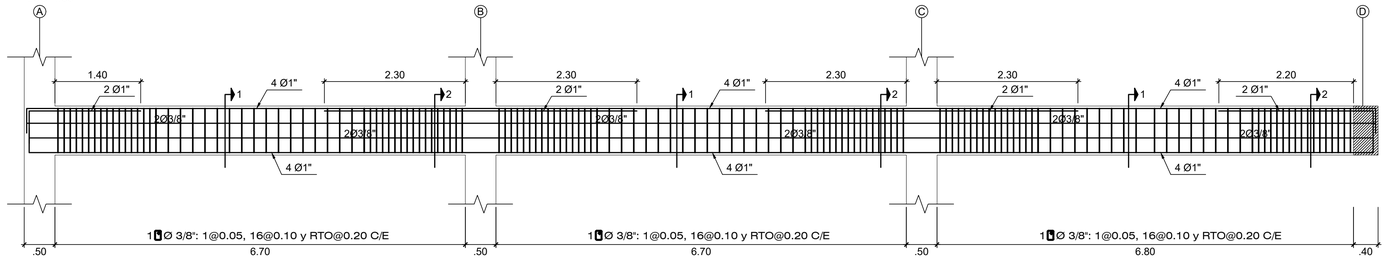
E-04



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VS07-(.40x.80)

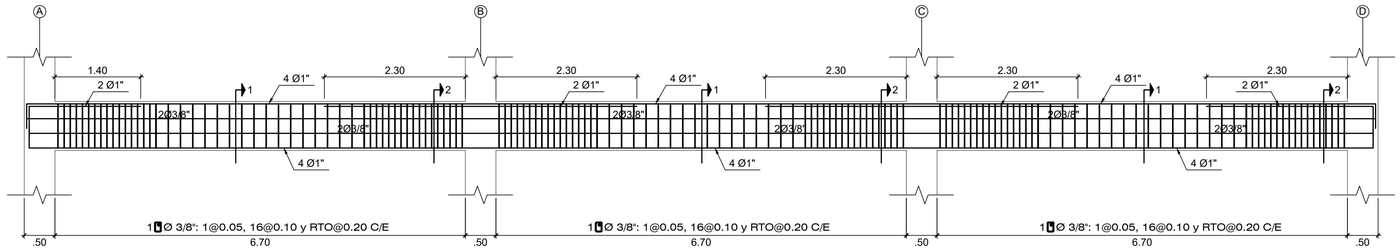
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VS08-(.40x.80)

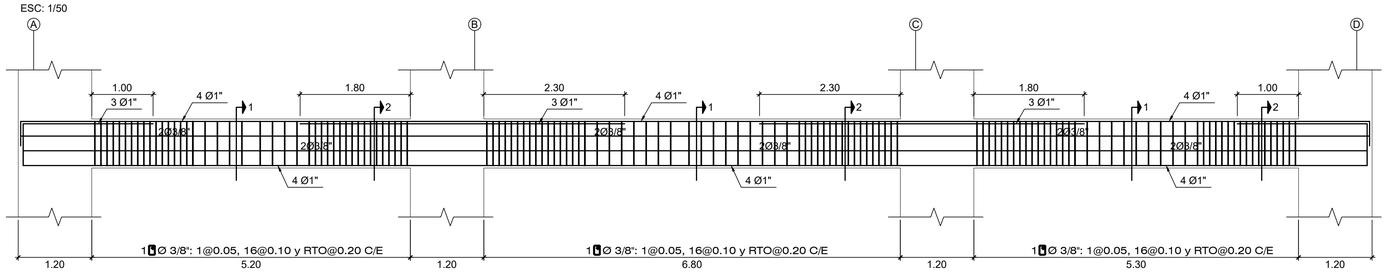
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VS09-(.40x.80)

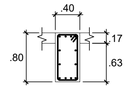
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VTS10-(.40x.80)

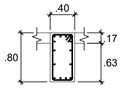
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

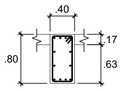
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

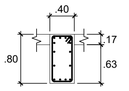
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

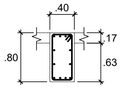
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

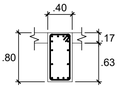
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

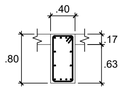
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

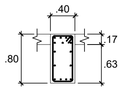
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

ESCALA: 1/50

TESIS :

ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:

BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:

20114502J

TUTOR:

ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:

JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:

ENERO 2024

ESCALA:

INDICADA

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

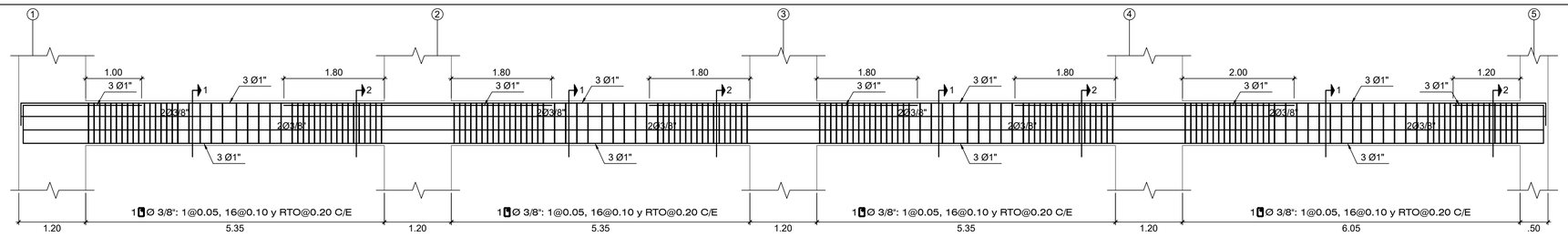
PLANO:

ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:

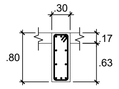
E-05



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT01-(.30x.80)

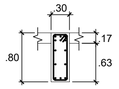
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

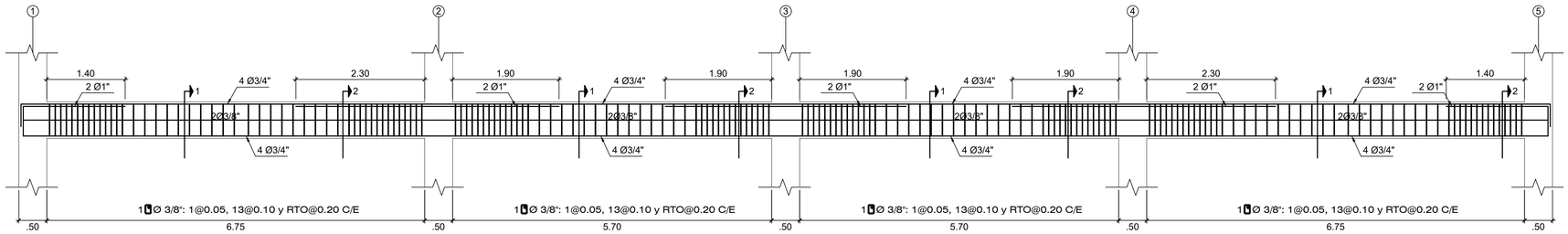
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

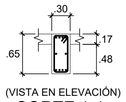
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT02-(.30x.65)

ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

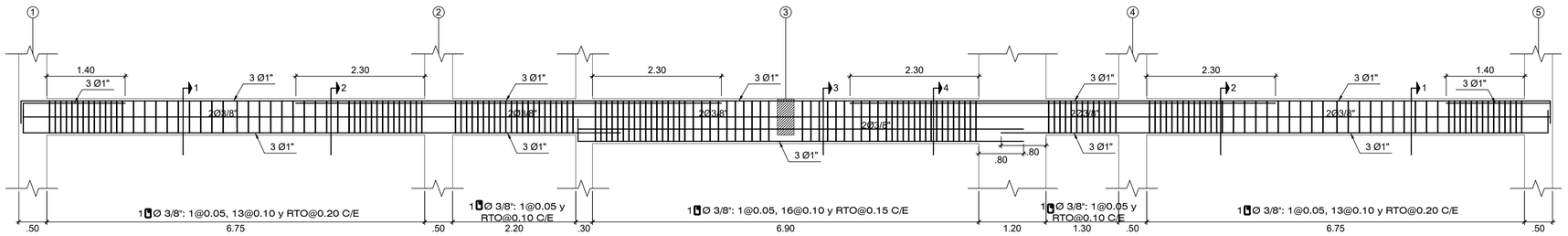
CORTE 1-1

ESCALA: 1/50

(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

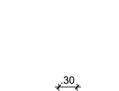
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT03-(.30x.65)-(.30x.80)

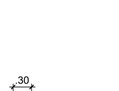
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

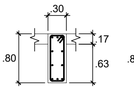
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

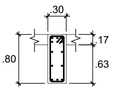
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 3-3

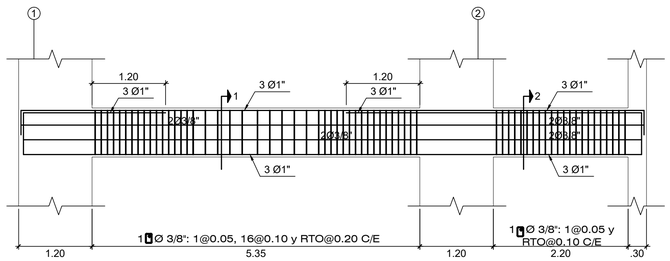
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 4-4

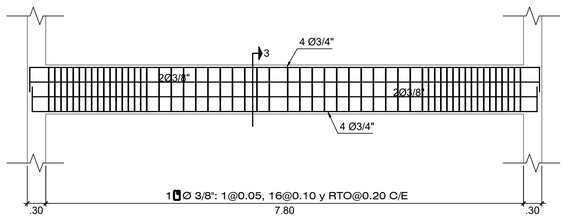
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT04-(.30x.80)

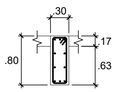
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT05-(.30x.80)

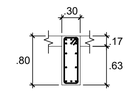
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

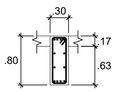
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

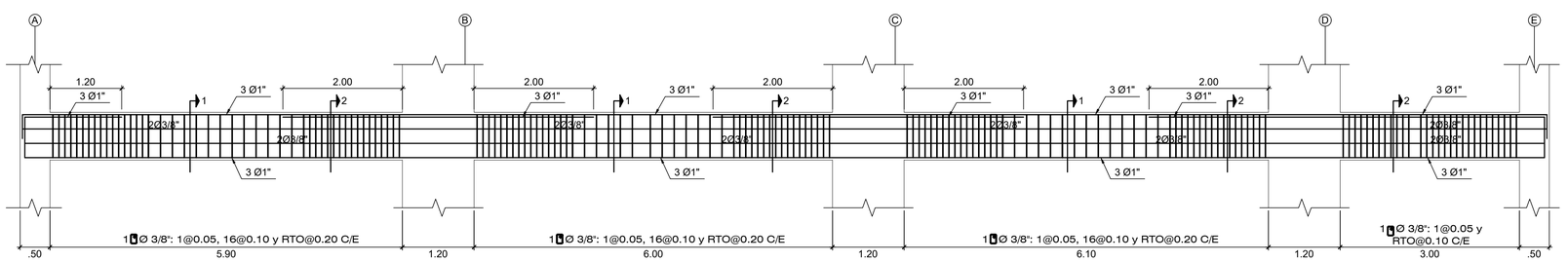
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 3-3

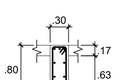
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT06-(.30x.80)

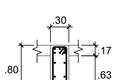
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

ESCALA: 1/50

TESIS :

ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:

BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:

20114502J

TUTOR:

ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:

JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:

ENERO 2024

ESCALA:

INDICADA

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

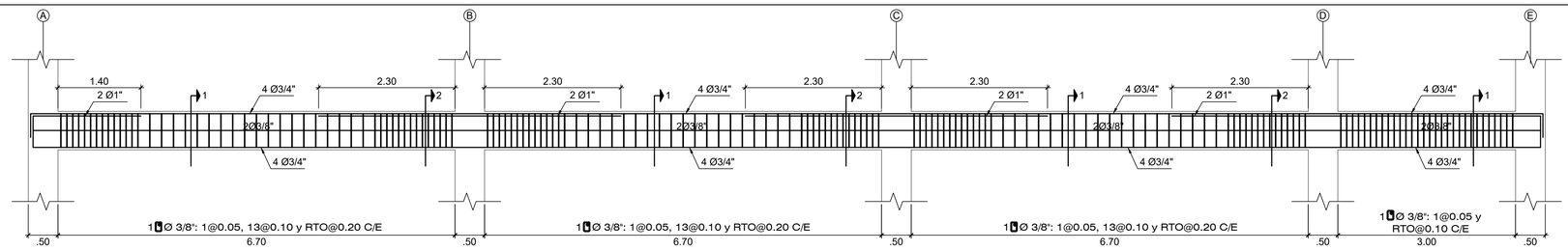
PLANO:

ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:

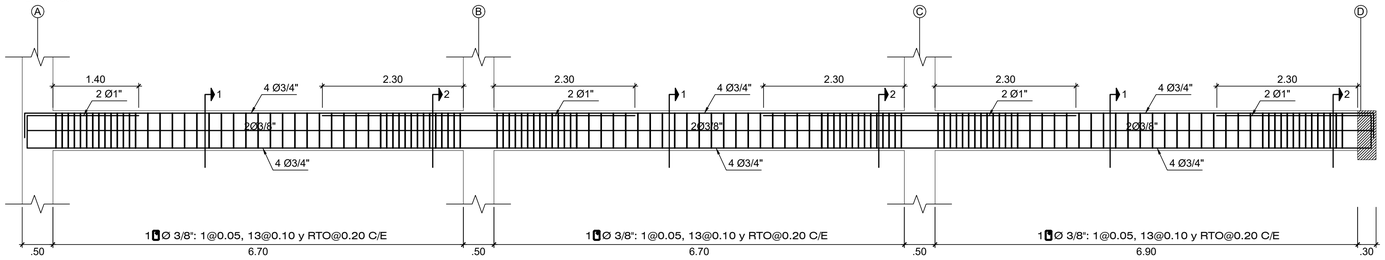
E-06



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT07-(.30x.65)

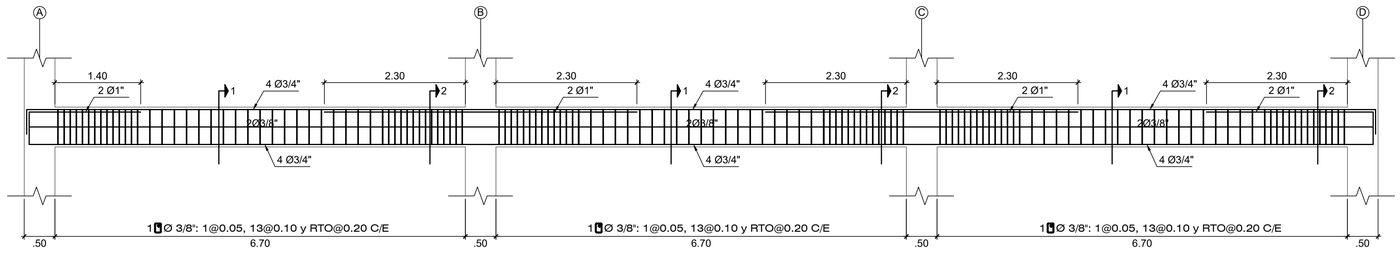
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT08-(.30x.65)

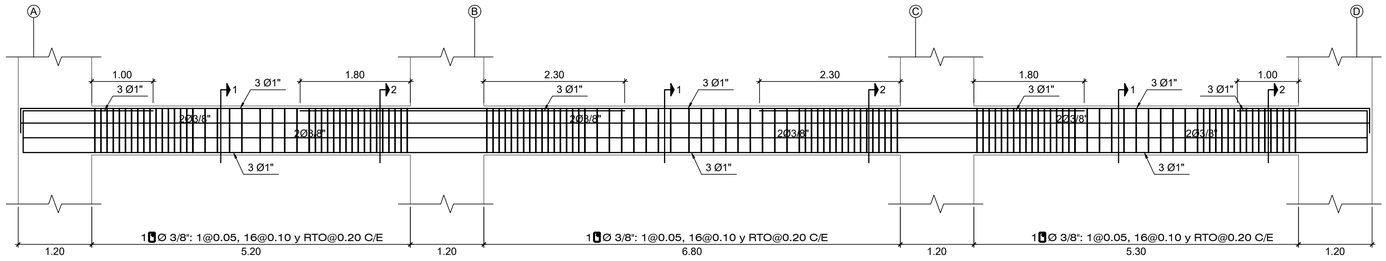
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT09-(.30x.65)

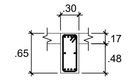
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT10-(.30x.80)

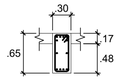
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

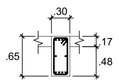
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

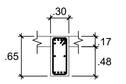
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

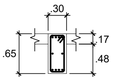
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

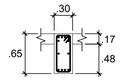
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

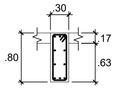
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

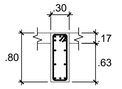
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

ESCALA: 1/50

TESIS :

ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:

BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:

20114502J

TUTOR:

ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:

JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:

ENERO 2024

ESCALA:

INDICADA

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

PLANO:

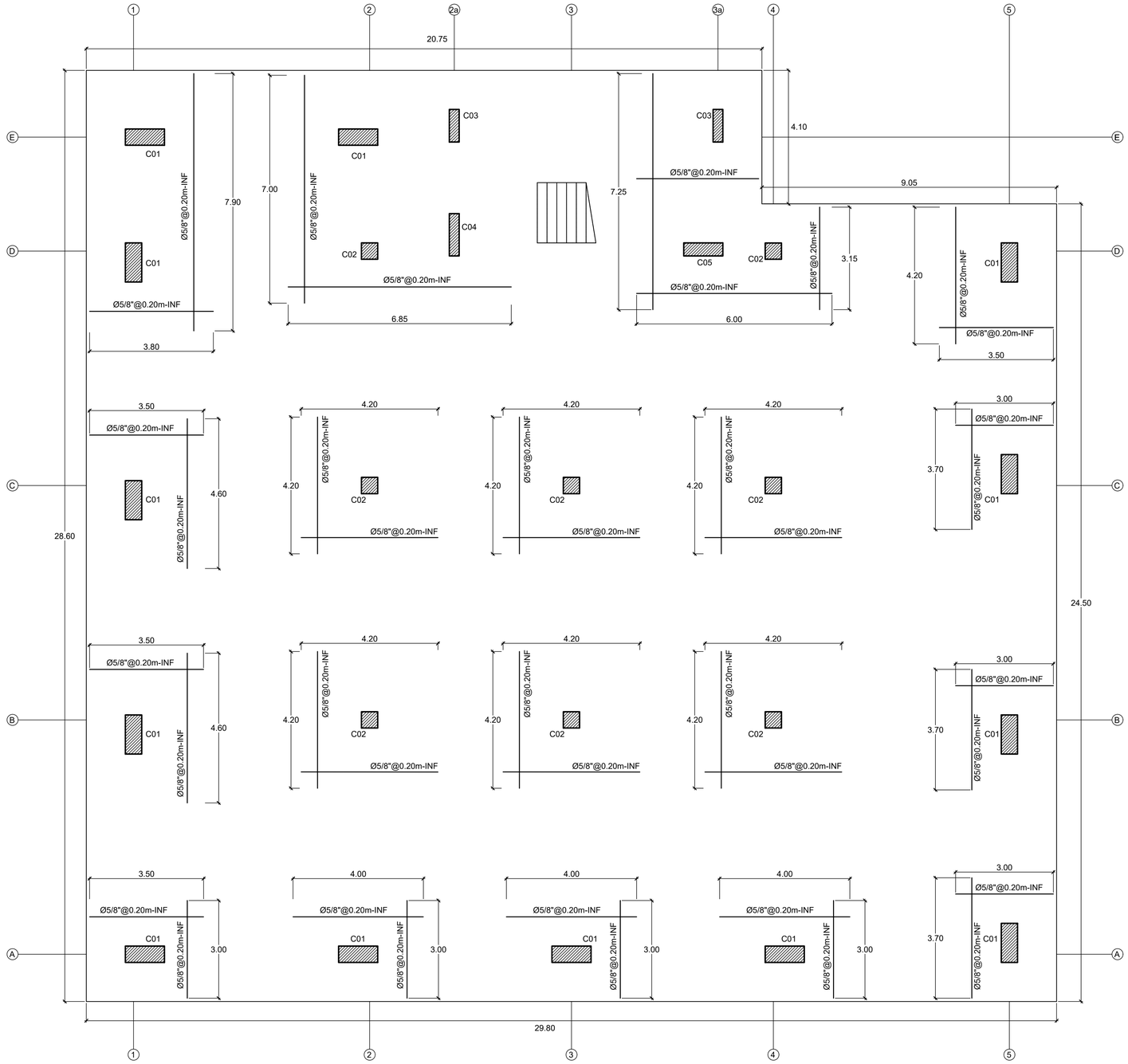
ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

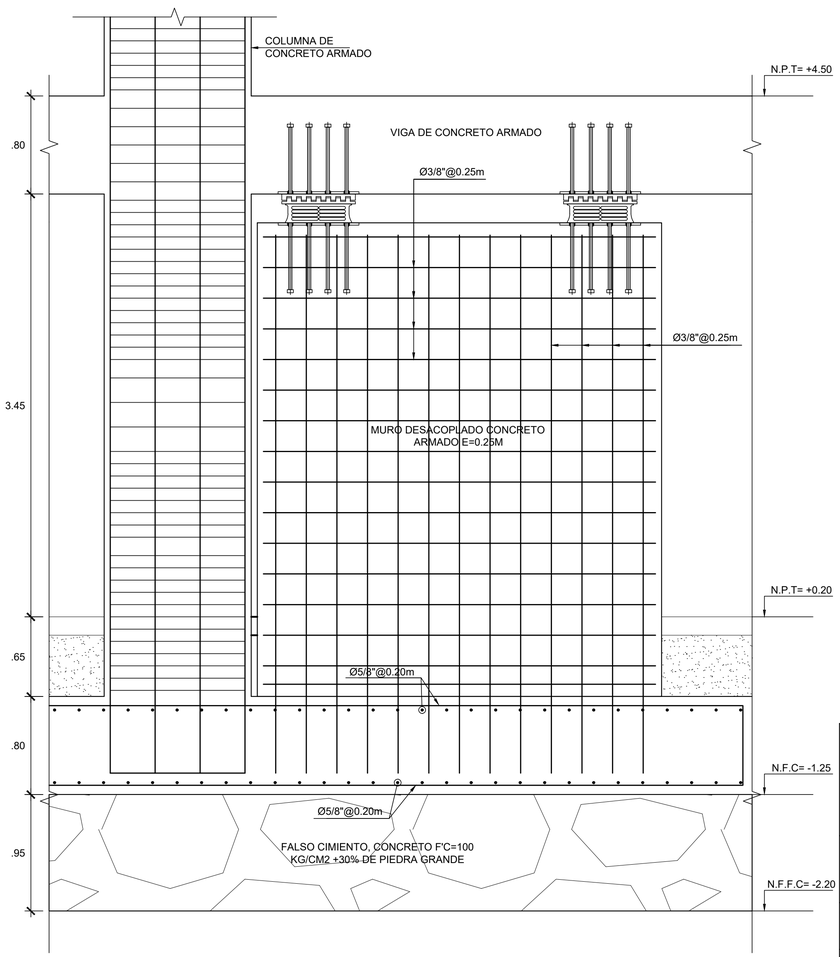
TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:

E-07

ANEXO 5. PLANOS DE ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DISEÑADO CON DISIPADORES SHEAR LINK BOZZO (SLB).





LOSA DE CIMENTACIÓN

N.P.T=+0.20, N.F.P=+0.15
LOSA CIMENTACIÓN H=0.80M
ESC: 1/75

TODA LA LOSA DE CIMENTACIÓN TIENE REFUERZO CONTINUO DOBLE MALLA DE Ø 3/4" @0.20M LOS REFUERZOS QUE DE MUESTRAN EN LA PLANTA CORRESPONDEN UNICAMENTE A REFUERZOS ADICIONALES

CUADRO DE COLUMNAS

ESC: 1/25

NIVEL	C01	C02	C03	C04	C05
2DO NIVEL Y 3ER NIVEL F'C=210 KG/CM2	↑	↑	↑	↑	↑
1ER NIVEL F'C=210 KG/CM2	↑	↑	↑	↑	↑
NIVEL DE AISLAMIENTO F'C=210 KG/CM2	.50 / 1.20 / 22Ø3/4" / 5[]Ø 3/8": 1@0.05, 13@0.10 Y RTO@0.20	.50 / .50 / 12Ø3/4" / 3[]Ø 3/8": 1@0.05, 13@0.10 Y RTO@0.20	.30 / 1.00 / 16Ø3/4" / 4[]Ø 3/8": 1@0.05, 13@0.10 Y RTO@0.20	.30 / 1.30 / 20Ø3/4" / 5[]Ø 3/8": 1@0.05, 13@0.10 Y RTO@0.20	.40 / 1.20 / 18Ø3/4" / 4[]Ø 3/8": 1@0.05, 13@0.10 Y RTO@0.20

TESIS :
ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:
BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:
20114502J

TUTOR:
ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:
JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:
ENERO 2024

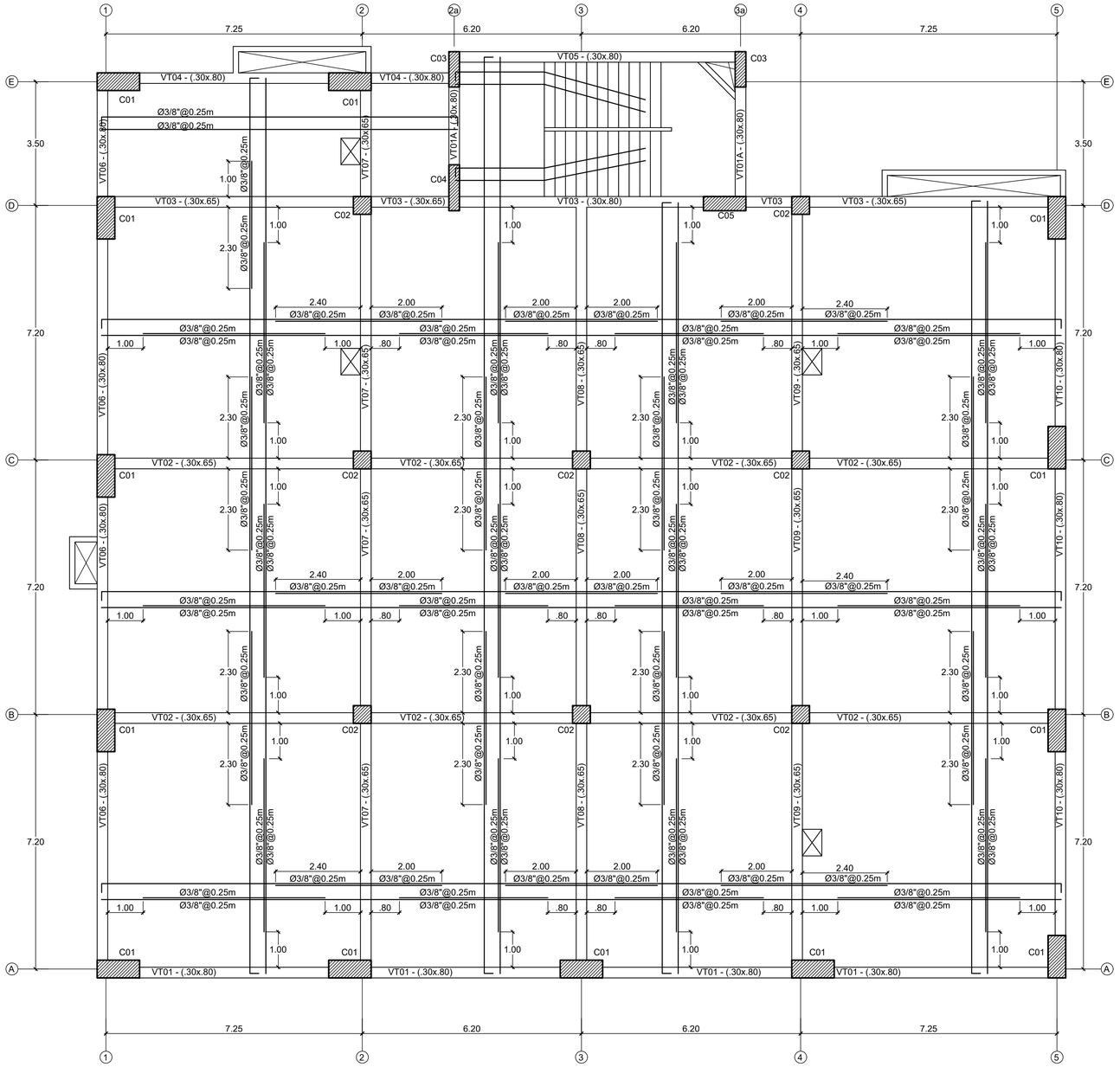
ESCALA:
INDICADA

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

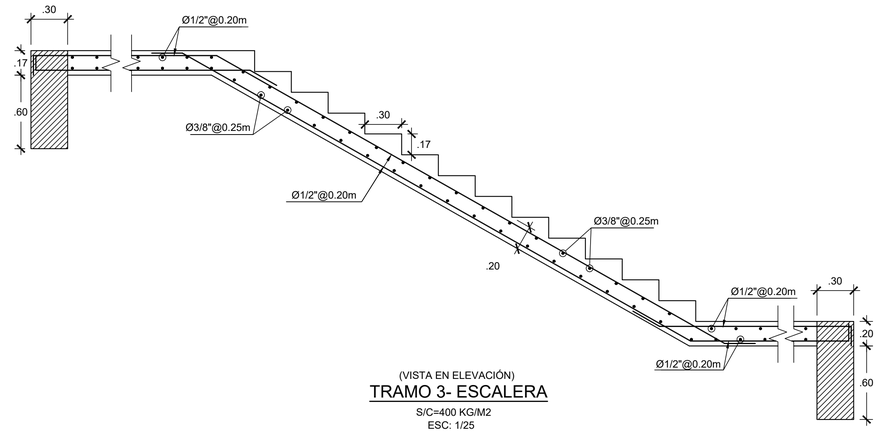
TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:
E-01



ENCOFRADO DE TECHO 1ER, 2DO Y 3ER NIVEL

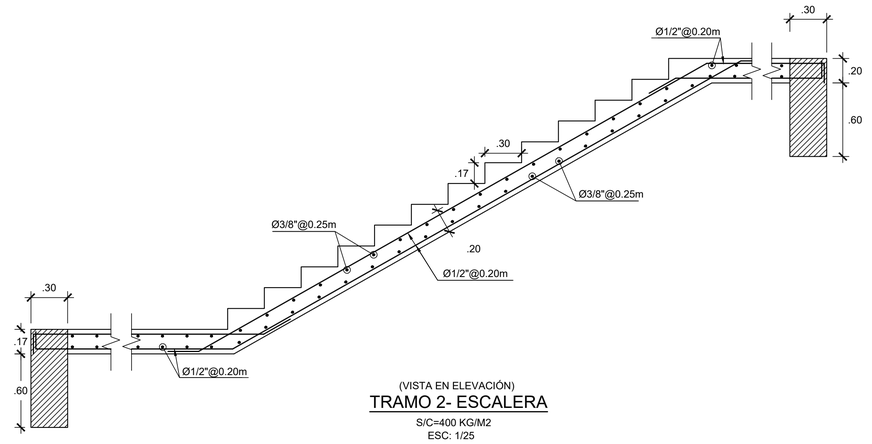
N.P.T=+4.50: ENCOFRADO TECHO 1ER NIVEL
N.P.T=+8.75: ENCOFRADO TECHO 2DO NIVEL
N.P.T=+13.00: ENCOFRADO TECHO 3ER NIVEL
LOSA MACIZA H=0.17m
S/C=.300 kg/m2 y 400 kg/m2
ESC: 1/75



(VISTA EN ELEVACIÓN)

TRAMO 3- ESCALERA

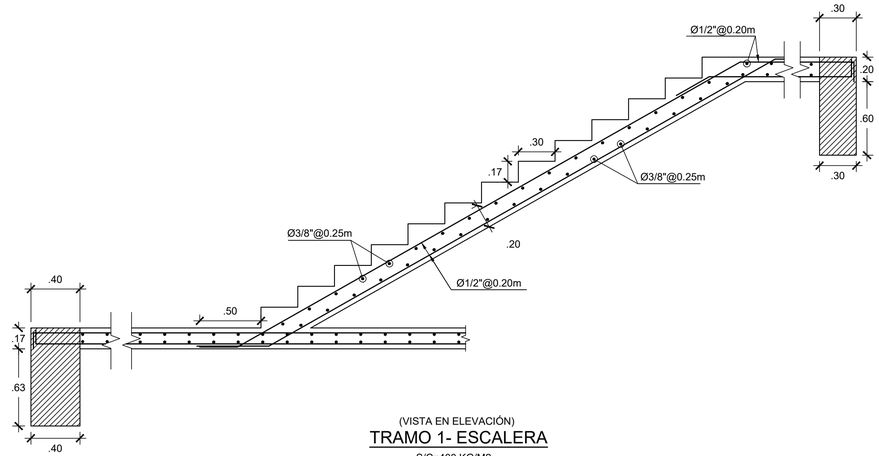
S/C=400 KG/M2
ESC: 1/25



(VISTA EN ELEVACIÓN)

TRAMO 2- ESCALERA

S/C=400 KG/M2
ESC: 1/25



(VISTA EN ELEVACIÓN)

TRAMO 1- ESCALERA

S/C=400 KG/M2
ESC: 1/25

TESIS :

ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:

BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:

20114502J

TUTOR:

ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:

JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:

ENERO 2024

ESCALA:

INDICADA

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

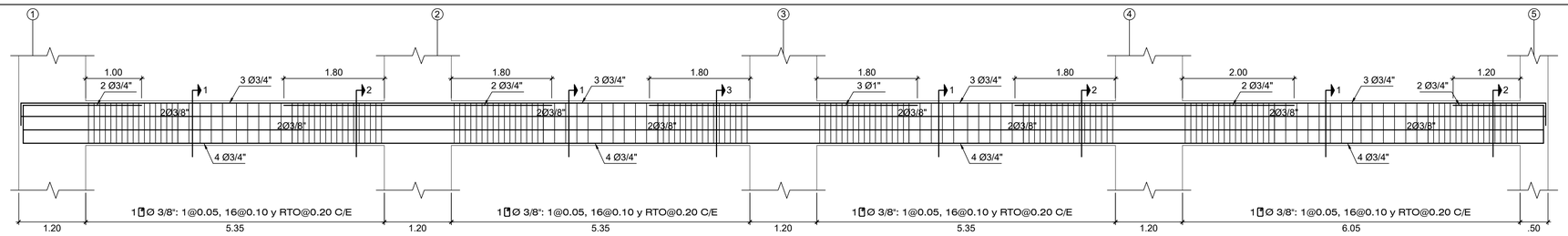
PLANO:

ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:

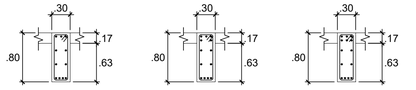
E-02



(VISTA EN ELEVACIÓN)

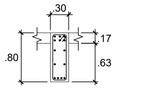
VIGA VT01-(.30x.80)

ESC: 1/50

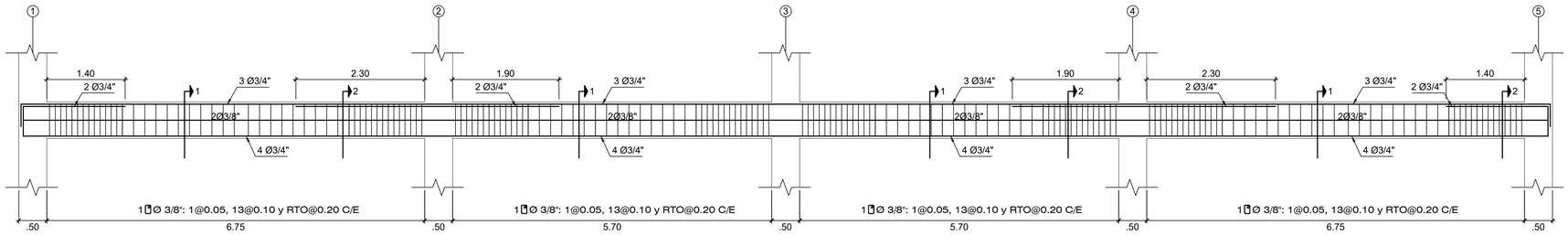


(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 1-1
ESCALA: 1/50

(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 2-2
ESCALA: 1/50



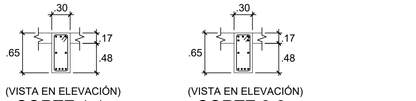
(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 3-3
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

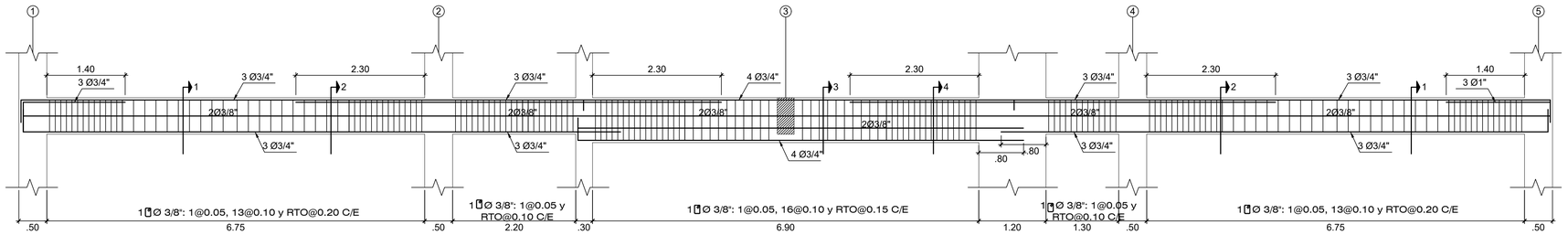
VIGA VT02-(.30x.65)

ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 1-1
ESCALA: 1/50

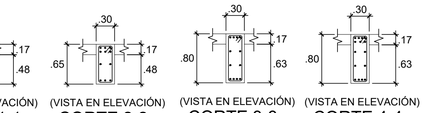
(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 2-2
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT03-(.30x.65)-(.30x.80)

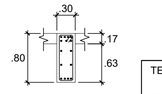
ESC: 1/50



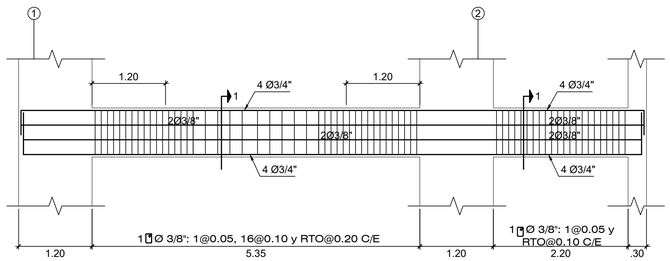
(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 1-1
ESCALA: 1/50

(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 2-2
ESCALA: 1/50

(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 3-3
ESCALA: 1/50



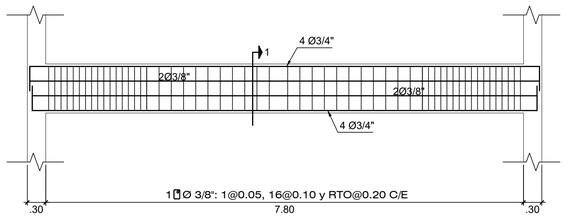
(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 4-4
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT04-(.30x.80)

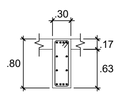
ESC: 1/50



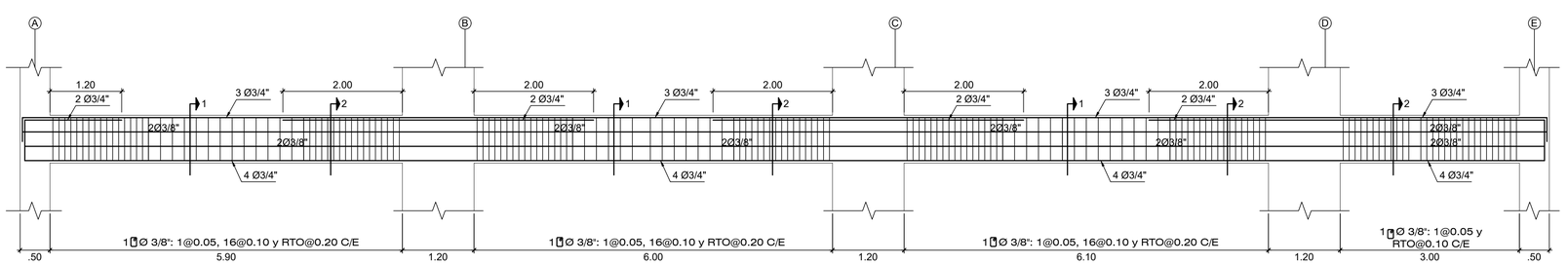
(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT05-(.30x.80)

ESC: 1/50



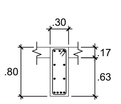
(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 1-1
ESCALA: 1/50



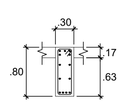
(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT06-(.30x.80)

ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 1-1
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)
CORTE 2-2
ESCALA: 1/50

TESIS :
ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:
BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:
20114502J

TUTOR:
ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:
JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:
ENERO 2024

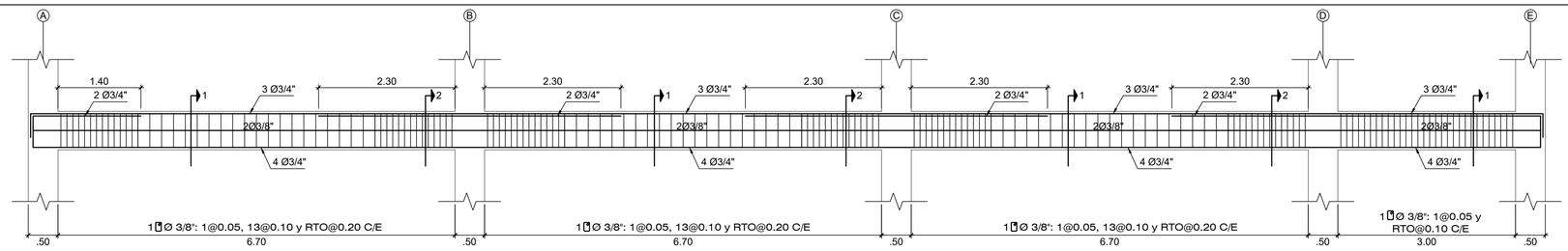
ESCALA:
INDICADA

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

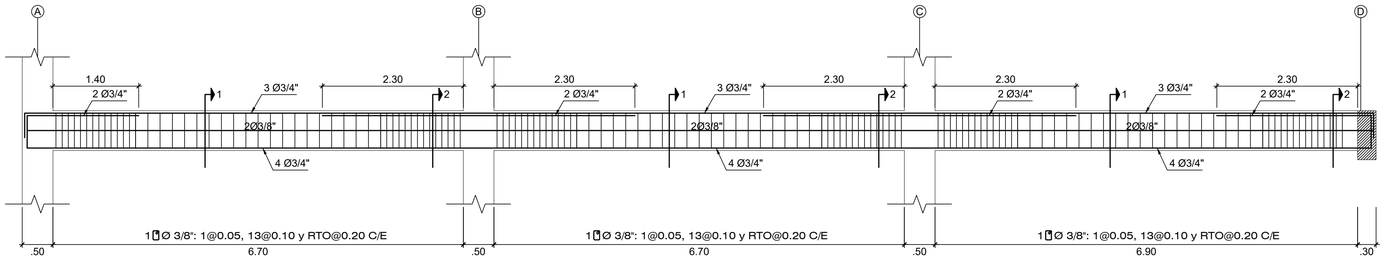
LAMINA:
E-03



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT07-(.30x.65)

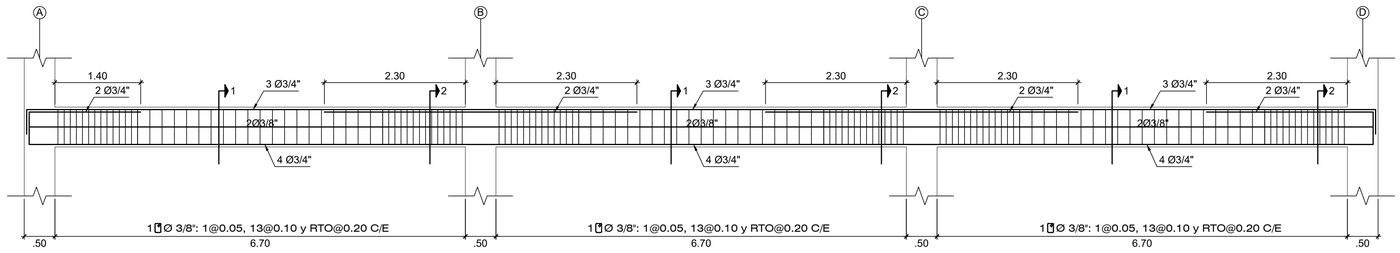
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT08-(.30x.65)

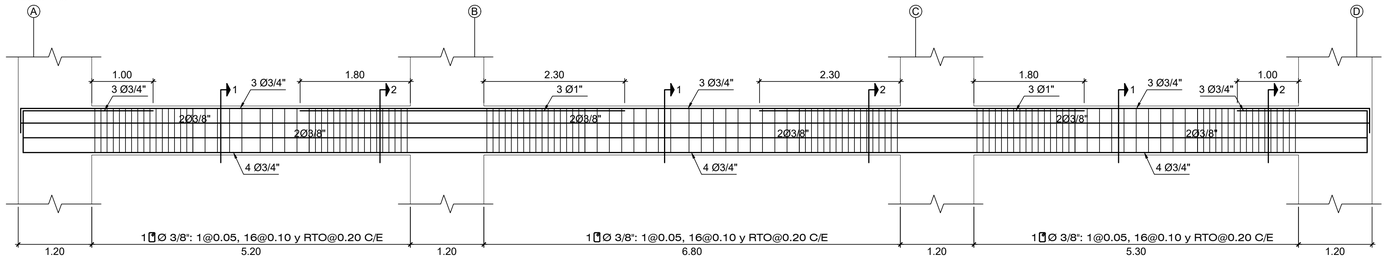
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT09-(.30x.65)

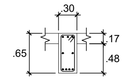
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

VIGA VT10-(.30x.80)

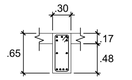
ESC: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

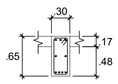
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

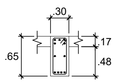
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

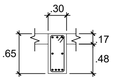
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

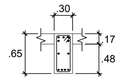
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

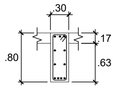
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

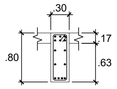
ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 1-1

ESCALA: 1/50



(VISTA EN ELEVACIÓN)

CORTE 2-2

ESCALA: 1/50

TESIS :

ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:

BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:

20114502J

TUTOR:

ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:

JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:

ENERO 2024

ESCALA:

INDICADA

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

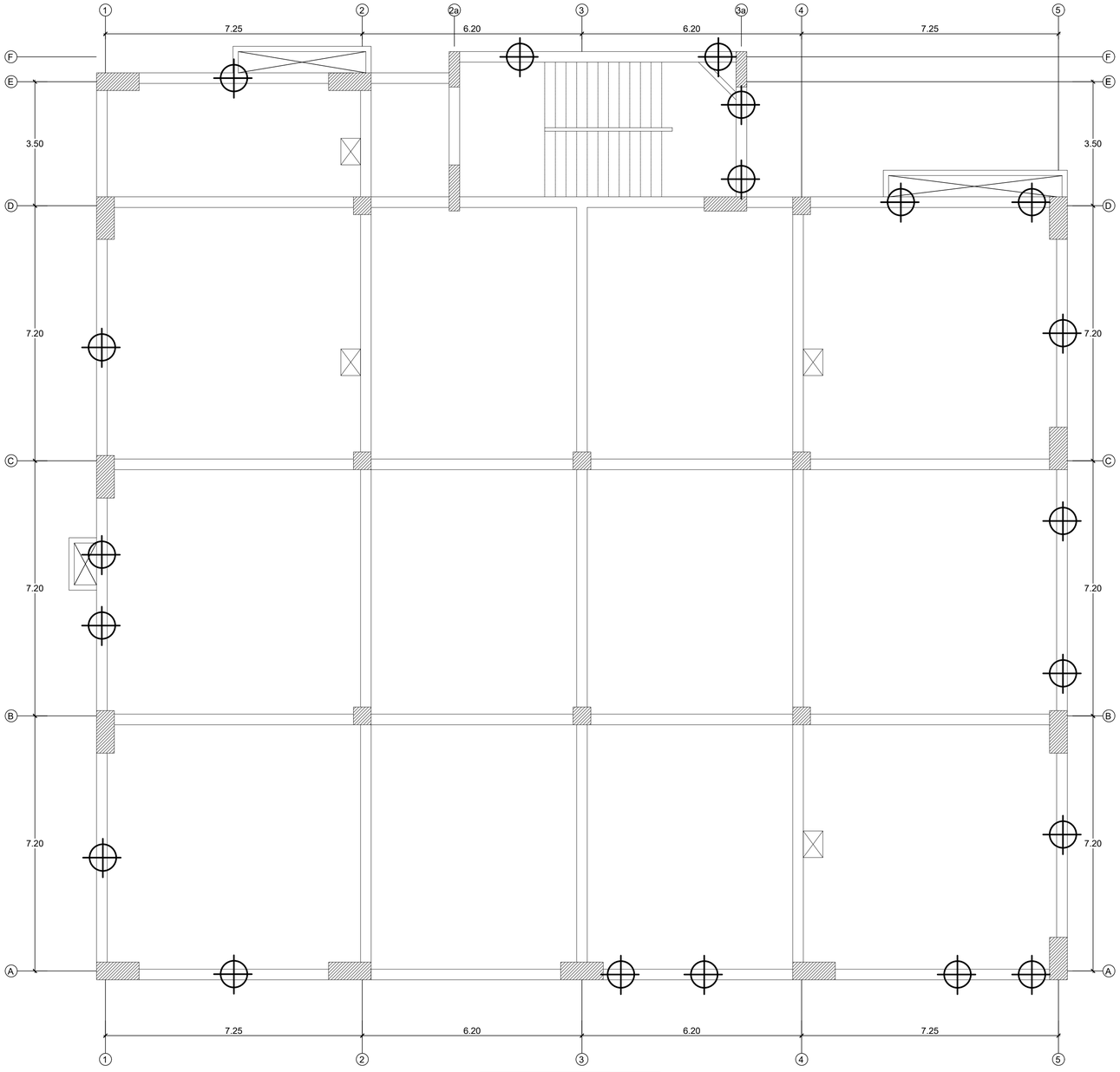
PLANO:

ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:

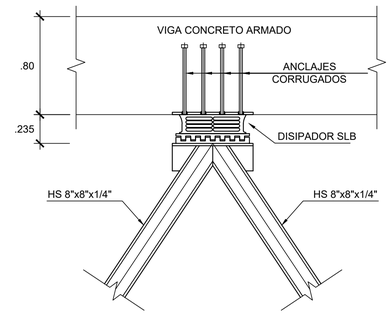
E-04



UBICACIÓN DE LOS DISIPADORES SLB

ESC: 1/75

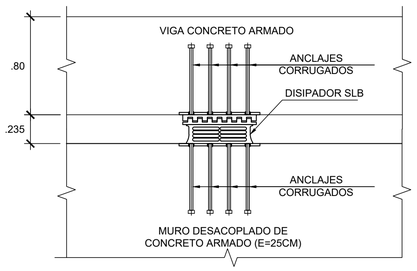
DISIPADOR SLB



(VISTA EN ELEVACIÓN)

DETALLE TIPICO CONEXIÓN DISIPADOR SLB CON PARTE INFERIOR DE VIGA EN ARRIOSTRE TIPO CHEVRON

ESC: 1/25

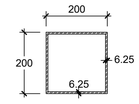


(VISTA EN ELEVACIÓN)

DETALLE TIPICO CONEXIÓN DISIPADOR SLB CON PARTE INFERIOR DE VIGA EN MURO DESACOPLADO

ESC: 1/25

SECCION METALICA



HS 8"x8"x1/4"

ESCALA: 1/10

TESIS :
ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:
BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:
20114502J

TUTOR:
ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:
JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:
ENERO 2024

ESCALA:
INDICADA

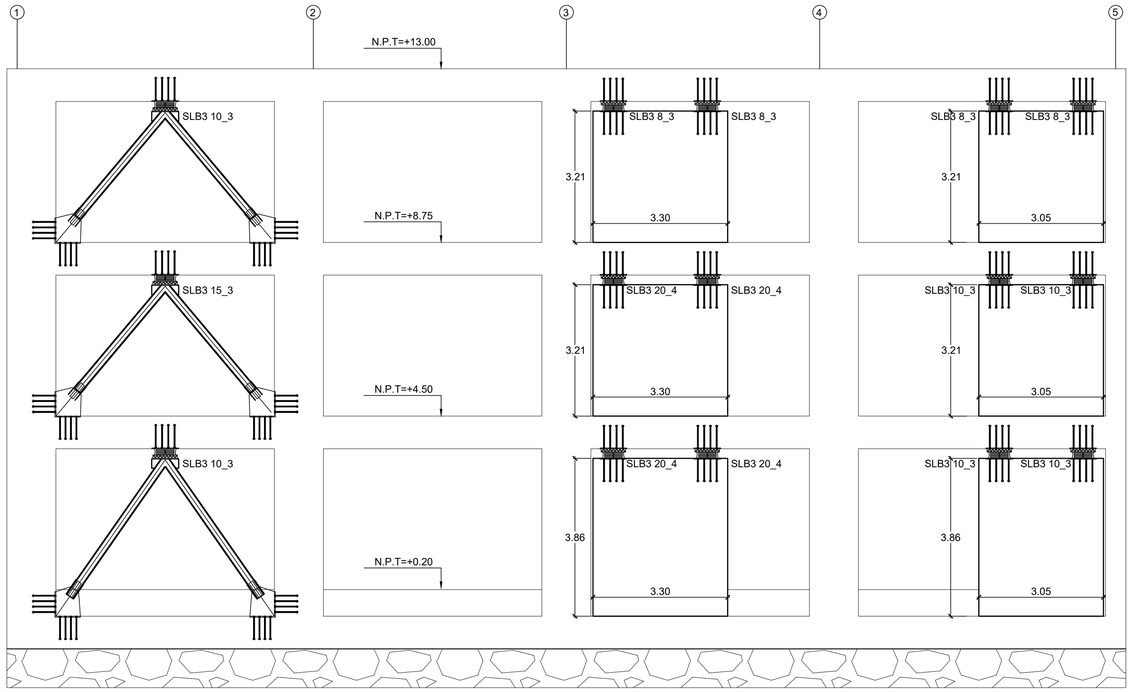
ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:

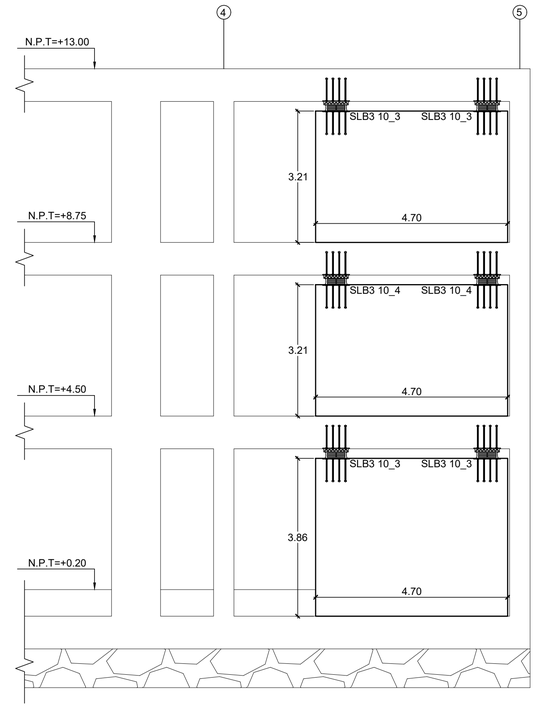
E-05



(VISTA EN ELEVACIÓN)

ELEVACIÓN DEL EJE A

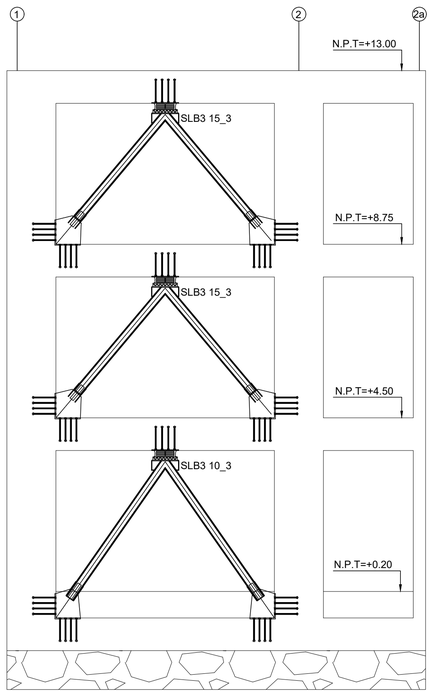
ESC: 1/75



(VISTA EN ELEVACIÓN)

ELEVACIÓN DEL EJE D

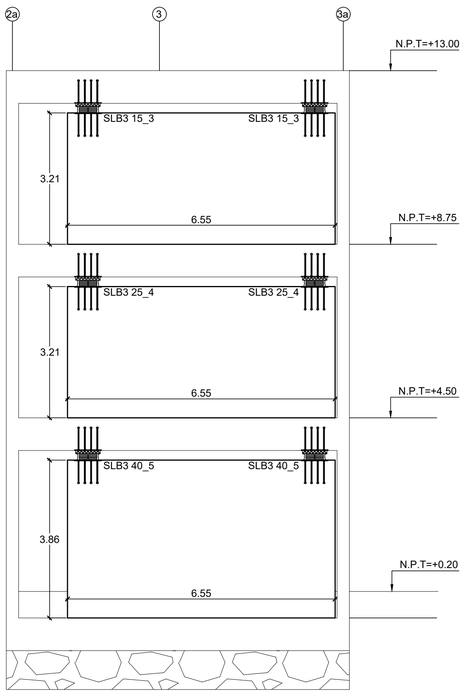
ESC: 1/75



(VISTA EN ELEVACIÓN)

ELEVACIÓN DEL EJE E

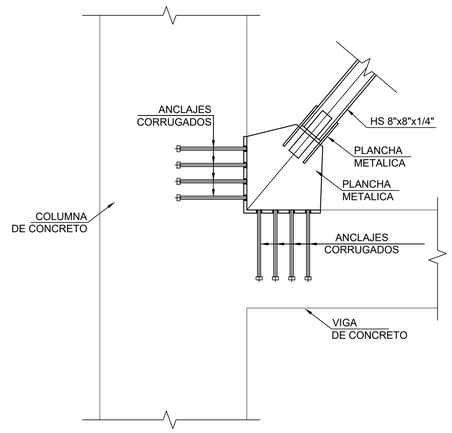
ESC: 1/75



(VISTA EN ELEVACIÓN)

ELEVACIÓN DEL EJE F

ESC: 1/75



(VISTA EN ELEVACIÓN)

DETALLE TIPICO CONEXIÓN ARRIOSTRE METALICO CON UNION DEL NUDO VIGA-COLUMNA

ESC: 1/25

TESIS :

ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:

BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:

20114502J

TUTOR:

ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:

JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:

ENERO 2024

ESCALA:

INDICADA

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

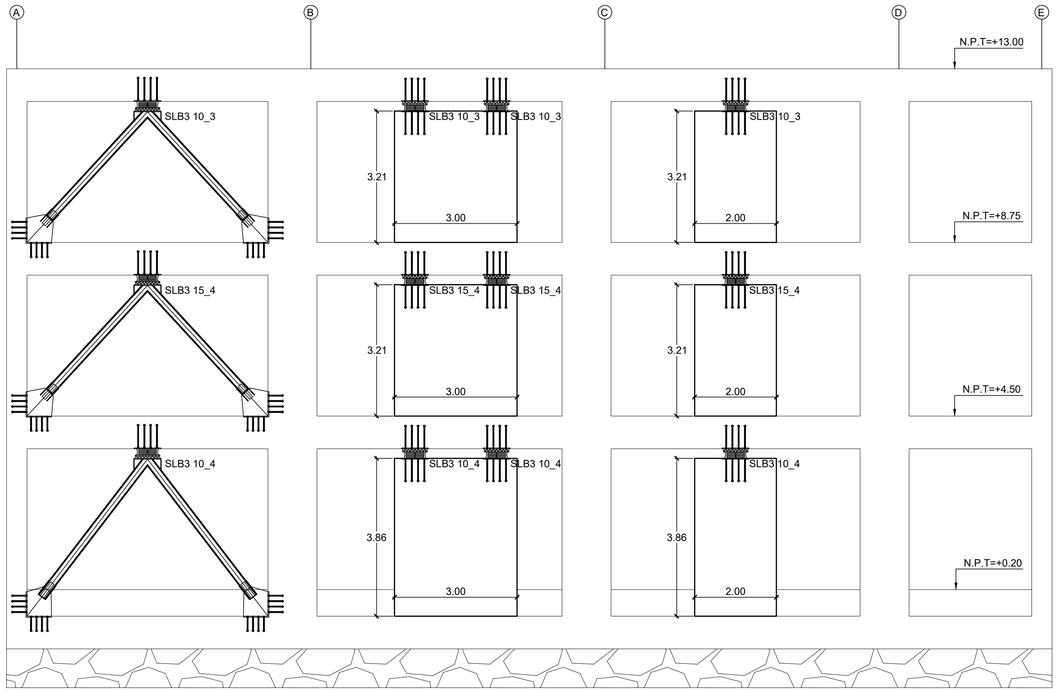
PLANO:

ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:

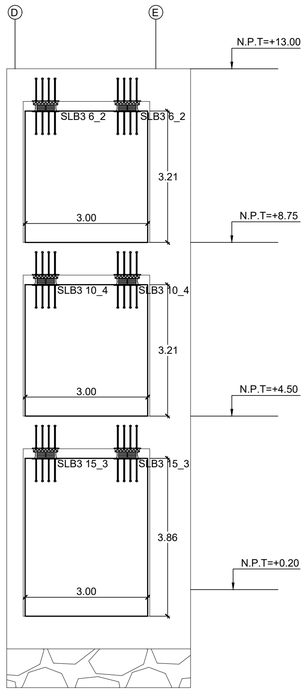
E-06



(VISTA EN ELEVACIÓN)

ELEVACIÓN DEL EJE 1

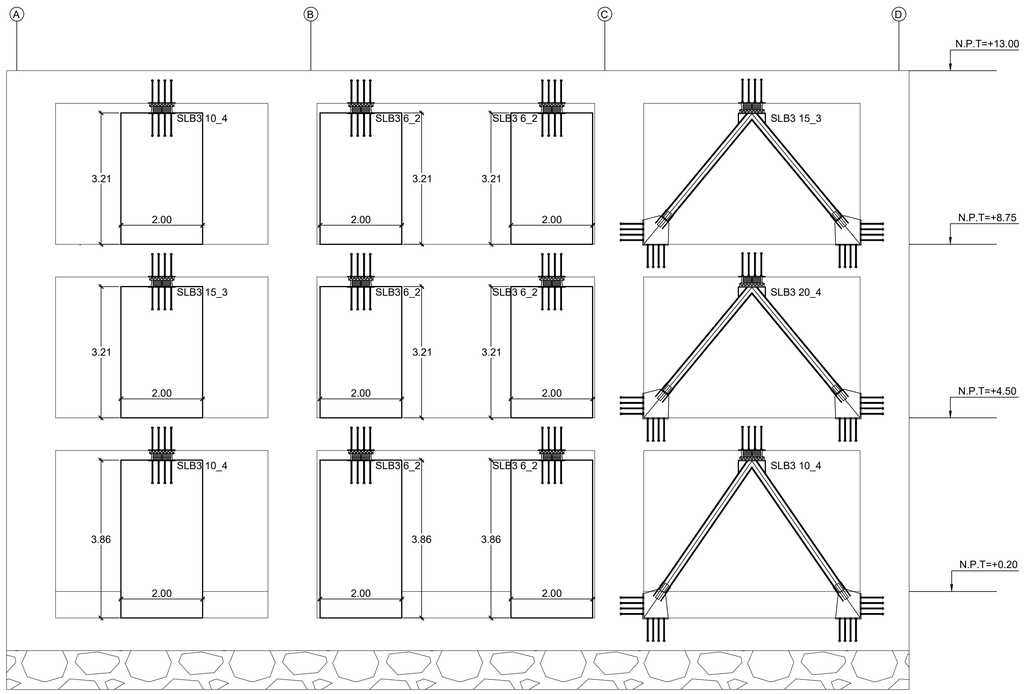
ESC: 1/75



(VISTA EN ELEVACIÓN)

ELEVACIÓN DEL EJE 3a

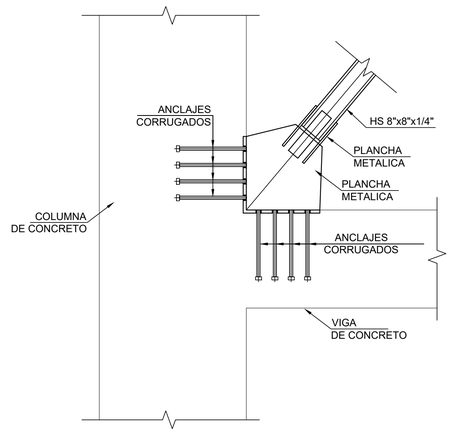
ESC: 1/75



(VISTA EN ELEVACIÓN)

ELEVACIÓN DEL EJE 5

ESC: 1/75



(VISTA EN ELEVACIÓN)

DETALLE TIPICO CONEXIÓN ARRIOSTRE METALICO CON UNION DEL NUDO VIGA-COLUMNA

ESC: 1/25

TESIS :

ANALISIS Y DISEÑO SISMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLB APLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO

TESISTA:

BACH. JULIO BERNARDO ZEVALLOS

CODIGO:

20114502J

TUTOR:

ING. MARIBEL BURGOS NAMUCHE

UBICACION:

JULIACA- SAN ROMAN - PUNO

FECHA:

ENERO 2024

ESCALA:

INDICADA

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

PLANO:

ENCOFRADO TECHO-EDIFICIO CON AISLADORES LRB

TODA INFORMACIÓN GRÁFICA O ESCRITA EN ESTE PLANO TIENE DERECHO DE AUTOR. ESTÁ PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE DICHA INFORMACIÓN, SALVO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL TESISTA

LAMINA:

E-07

ANEXO 6. METRADOS DE ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DISEÑADO CON AISLADORES LRB.

RESUMEN DE HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCION	Und.	METRADO
01	EDIFICIO CON AISLADORES LRB		
01.01	ESTRUCTURAS		
01.01.01	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
01.01.01.01	COLUMNAS		
01.01.01.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	145
01.01.01.01.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN COLUMNAS	kg	33,414
01.01.01.01.03	ENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	922
01.01.01.02	VIGAS-SUPERESTRUCTURA		
01.01.01.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	137
01.01.01.02.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN VIGAS	kg	29,136
01.01.01.02.03	ENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	889
01.01.01.03	VIGAS-NIVEL DE AISLAMIENTO		
01.01.01.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	68
01.01.01.03.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN VIGAS	kg	13,410
01.01.01.03.03	ENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	356
01.01.01.04	LOSA MACIZA-SUPERESTRUCTURA		
01.01.01.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN LOSA MACIZA (E=17cm)	m3	296
01.01.01.04.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN LOSA MACIZA	kg	16,283
01.01.01.04.03	ENCOFRADO NORMAL EN LOSA MACIZA	m2	1,742
01.01.01.05	LOSA MACIZA- NIVEL DE AISLAMIENTO		
01.01.03.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN LOSA MACIZA (E=17cm)	m3	95
01.01.03.05.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN LOSA MACIZA	kg	5,213
01.01.03.05.03	ENCOFRADO NORMAL EN LOSA MACIZA	m2	558
01.01.01.06	LOSA DE CIMENTACIÓN		
01.01.01.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 EN LOSA CIMENTACIÓN (E=80cm)	m3	634
01.01.01.06.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN LOSA CIMENTACIÓN	kg	38,016
01.01.01.06.03	ENCOFRADO NORMAL EN LOSA CIMENTACIÓN	m2	92.00
01.01.01.07	MURO DE CONCRETO ARMADO		
01.01.01.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 EN MURO DE CONCRETO ARMADO	m3	44
01.01.01.07.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN MURO DE CONCRETO ARMADO	kg	3715
01.01.01.07.03	ENCOFRADO NORMAL EN MURO DE CONCRETO ARMADO	m2	219

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
01	EDIFICIO CON AISLADORES LRB												
01.01	ESTRUCTURAS												
	COLUMNAS												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3											145
	EJE A												
	C01	m3	5.00	1.20	0.50	12.80				38.40			
	EJE B												
	C01	m3	2.00	1.20	0.50	12.80				15.36			
	C02	m3	3.00	0.50	0.50	12.80				9.60			
	EJE C												
	C01	m3	2.00	1.20	0.50	12.80				15.36			
	C02	m3	3.00	0.50	0.50	12.80				9.60			
	EJE D												
	C01	m3	2.00	1.20	0.50	12.80				15.36			
	C02	m3	2.00	0.50	0.50	12.80				6.40			
	C04	m3	1.00	1.30	0.30	12.80				4.99			
	C05	m3	1.00	1.20	0.40	13.80				6.62			
	EJE E												
	C01	m3	2.00	1.20	0.50	12.80				15.36			
	C03	m3	2.00	1.00	0.30	12.80				7.68			
	VIGAS - SUPERESTRUCTURA												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN VIGAS	m3											137
	EJE A												
	VT01-(.30x.80)	m3	3.00	22.10	0.30	0.80	1			15.91			
	EJE B												
	VT02-(.30x.65)	m3	3.00	24.90	0.30	0.65	1			14.57			
	EJE C												
	VT02-(.30x.65)	m3	3.00	24.90	0.30	0.65	1			14.57			
	EJE D												
	VT03-(.30x.65)-(EJES 1 Y 2)	m3	3.00	8.95	0.30	0.65	1			5.24			
	VT03-(.30x.80)-(EJE 3)	m3	3.00	6.90	0.30	0.80	1			4.97			
	VT03-(.30x.65)-(EJES 4 Y 5)	m3	3.00	8.05	0.30	0.65	1			4.71			
	EJE E												
	VT04-(.30x.80)	m3	3.00	7.55	0.30	0.80	1			5.44			
	VT05-(.30x.80)	m4	3.00	7.80	0.30	0.80	1			5.62			
	EJE 1												
	VT06-(.30x.80)	m3	3.00	21.00	0.30	0.80	1			15.12			
	EJE 2												
	VT07-(.30x.65)	m3	3.00	23.00	0.30	0.65	1			13.46			
	VT01A-(.30x.80)	m4	3.00	2.20	0.30	0.80	1			1.58			
	EJE 3												
	VT08-(.30x.65)	m3	3.00	20.30	0.30	0.65	1			11.88			
	EJE 4												
	VT09-(.30x.65)	m3	3.00	20.10	0.30	0.65	1			11.76			
	EJE 5												
	VT10-(.30x.80)	m3	3.00	17.30	0.30	0.80	1			12.46			
	VIGAS - NIVEL DE AISLAMIENTO												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN VIGAS	m3											68
	EJE A												
	VS01-(.40x.80)	m3	1.00	22.10	0.40	0.80	1			7.07			
	EJE B												
	VS02-(..40x.80)	m3	1.00	24.90	0.40	0.80	1			7.97			
	EJE C												
	VS02-(..40x.80)	m3	1.00	24.90	0.40	0.80	1			7.97			
	EJE D												

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	VS03-(.40x.80)-(EJES 1 Y 2)	m3	1.00	8.95	0.40	0.80	1			2.86			
	VS03-(.40x.80)-(EJE 3)	m3	1.00	6.90	0.40	0.80	1			2.21			
	VS03-(.40x.80)-(EJES 4 Y 5)	m3	1.00	8.05	0.40	0.80	1			2.58			
	EJE E												
	VS04-(.40x.80)	m3	1.00	7.55	0.40	0.80	1			2.42			
	VS05-(.30x.80)	m4	1.00	7.80	0.30	0.80	1			1.87			
	EJE 1												
	VS06-(.40x.80)	m3	1.00	21.00	0.40	0.80	1			6.72			
	EJE 2												
	VS07-(.40x.80)	m3	1.00	23.00	0.40	0.80	1			7.36			
	VS01A-(.30x.80)	m4	1.00	2.20	0.30	0.80	1			0.53			
	EJE 3												
	VS08-(.40x.80)	m3	1.00	20.30	0.40	0.80	1			6.50			
	EJE 4												
	VS09-(.40x.80)	m3	1.00	20.10	0.40	0.80	1			6.43			
	EJE 5												
	VS10-(.40x.80)	m3	1.00	17.30	0.40	0.80	1			5.54			
	LOSA MACIZA - SUPERESTRUCTURA												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN LOSA MACIZA (E=17cm)	**m3**											**296**
		m3	3		580.50	0.17	1			296.06			
	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN LOSA MACIZA	**kg**											**16283**
					kg/m3								
		kg	1	296.06	55.00						16283.03		
	LOSA MACIZA - NIVEL DE AISLAMIENTO												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN LOSA MACIZA (E=17cm)	**m3**											**95**
		m3	1		557.50	0.17	1			94.78			
	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN LOSA MACIZA	**kg**											**5213**
					kg/m3								
		kg	1	94.78	55.00						5212.63		

	LOSA DE CIMENTACIÓN												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 EN LOSA CIMENTACIÓN (E=80CM)	**m3**											**634**
		m3	1		792.00	0.80	1			633.60			
	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN LOSA CIMENTACIÓN	**kg**											**38016**
					kg/m3								
		kg	1	633.60	60.00						38016.00		

	MURO DE CONCRETO ARMADO												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 EN MURO DE CONCRETO ARMADO	**m3**											**44**
		m3	1	115.00	1.90	0.20	1			43.70			
	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN MURO DE CONCRETO ARMADO	**kg**											**3715**
					kg/m3								
		kg	1	43.70	85.00						3714.50		

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			N° de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
01	EDIFICIO CON AISLADORES LRB											
01.01	ESTRUCTURAS											
01.01.01	COLUMNAS											
01.01.01.01	ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60											33414
01.01.01.01.01	NIVEL SISTEMA DE AISLAMIENTO(-2.70 a +0.20m)	kg										
	COLUMNA 01				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 18 Ø3/4" |_____	kg	13	2.80	0.30	0.00	18	725.40		2.24	1624.90	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	13	2.80	0.30	0.00	4	161.20		3.98	641.58	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	13	3.30		0.00	19	815.10		0.56	456.46	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	13	1.70		0.00	19	419.90		0.56	235.14	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	13	1.90		0.00	19	469.30		0.56	262.81	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	13	1.60		0.00	19	395.20		0.56	221.31	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	13	1.60		0.00	19	395.20		0.56	221.31	
	COLUMNA 02				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 8 Ø3/4" |_____	kg	8	2.80	0.30	0.00	8	198.40		2.24	444.42	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	8	2.80	0.30	0.00	4	99.20		3.98	394.82	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	8	1.90		0.00	19	288.80		0.56	161.73	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	8	1.40		0.00	19	212.80		0.56	119.17	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	8	1.40		0.00	19	212.80		0.56	119.17	
	COLUMNA 03				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 12 Ø3/4" |_____	kg	2	2.80	0.30	0.00	12	74.40		2.24	166.66	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	2	2.80	0.30	0.00	4	24.80		3.98	98.70	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	2	2.50		0.00	19	95.00		0.56	53.20	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	19	39.90		0.56	22.34	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	19	39.90		0.56	22.34	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	19	39.90		0.56	22.34	
	COLUMNA 04				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 16 Ø3/4" |_____	kg	1	2.80	0.30	0.00	16	49.60		2.24	111.10	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	1	2.80	0.30	0.00	4	12.40		3.98	49.35	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	1	3.00		0.00	19	57.00		0.56	31.92	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	19	19.00		0.56	10.64	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	19	19.00		0.56	10.64	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	19	19.00		0.56	10.64	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	19	19.00		0.56	10.64	
	COLUMNA 05				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 14 Ø3/4" |_____	kg	1	2.80	0.30	0.00	14	43.40		2.24	97.22	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	1	2.80	0.30	0.00	4	12.40		3.98	49.35	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	1	3.00		0.00	19	57.00		0.56	31.92	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	19	22.80		0.56	12.77	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	19	22.80		0.56	12.77	
	ESTRIBO 19 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	19	22.80		0.56	12.77	
01.01.01.01.02	PRIMER NIVEL(+4.50 m)	kg										
	COLUMNA 01				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 18 Ø3/4" |_____	kg	13	4.30	0.00	0.00	18	1006.20		2.24	2253.89	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	13	4.30	0.00	0.00	4	223.60		3.98	889.93	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	3.30		0.00	34	1458.60		0.56	816.82	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.70		0.00	34	751.40		0.56	420.78	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.90		0.00	34	839.80		0.56	470.29	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.60		0.00	34	707.20		0.56	396.03	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.60		0.00	34	707.20		0.56	396.03	
	COLUMNA 02				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 8 Ø3/4" |_____	kg	8	4.30	0.00	0.00	8	275.20		2.24	616.45	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	8	4.30	0.00	0.00	4	137.60		3.98	547.65	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	8	1.90		0.00	34	516.80		0.56	289.41	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	8	1.40		0.00	34	380.80		0.56	213.25	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	8	1.40		0.00	34	380.80		0.56	213.25	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
					gancho	empal				kg/m		
	COLUMNA 03											
	ACERO VERTICAL 12 Ø3/4" |_____	kg	2	4.30	0.00	0.00	12	103.20		2.24	231.17	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	2	4.30	0.00	0.00	4	34.40		3.98	136.91	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	2.50		0.00	34	170.00		0.56	95.20	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	34	71.40		0.56	39.98	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	34	71.40		0.56	39.98	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	34	71.40		0.56	39.98	
	COLUMNA 04				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 16 Ø3/4" |_____	kg	1	4.30	0.00	0.00	16	68.80		2.24	154.11	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	1	4.30	0.00	0.00	4	17.20		3.98	68.46	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	3.00		0.00	34	102.00		0.56	57.12	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	COLUMNA 05				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 14 Ø3/4" |_____	kg	1	4.30	0.00	0.00	14	60.20		2.24	134.85	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	1	4.30	0.00	0.00	4	17.20		3.98	68.46	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	3.00		0.00	34	102.00		0.56	57.12	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	34	40.80		0.56	22.85	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	34	40.80		0.56	22.85	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	34	40.80		0.56	22.85	
01.01.01.01.03	**SEGUNDO NIVEL(+8.75 m)**	**kg**										
	COLUMNA 01				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 18 Ø3/4" |_____	kg	13	4.25	0.00	0.75	18	1170.00		2.24	2620.80	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	13	4.25	0.00	1.30	4	288.60		3.98	1148.63	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	3.30		0.00	34	1458.60		0.56	816.82	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.70		0.00	34	751.40		0.56	420.78	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.90		0.00	34	839.80		0.56	470.29	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.60		0.00	34	707.20		0.56	396.03	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.60		0.00	34	707.20		0.56	396.03	
	COLUMNA 02				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 8 Ø3/4" |_____	kg	8	4.25	0.00	0.75	8	320.00		2.24	716.80	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	8	4.25	0.00	1.30	4	177.60		3.98	706.85	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	8	1.90		0.00	34	516.80		0.56	289.41	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	8	1.40		0.00	34	380.80		0.56	213.25	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	8	1.40		0.00	34	380.80		0.56	213.25	
	COLUMNA 03				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 12 Ø3/4" |_____	kg	2	4.25	0.00	0.75	12	120.00		2.24	268.80	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	2	4.25	0.00	1.30	4	44.40		3.98	176.71	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	2.50		0.00	34	170.00		0.56	95.20	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	34	71.40		0.56	39.98	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	34	71.40		0.56	39.98	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	34	71.40		0.56	39.98	
	COLUMNA 04				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 16 Ø3/4" |_____	kg	1	4.25	0.00	0.75	16	80.00		2.24	179.20	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	1	4.25	0.00	1.30	4	22.20		3.98	88.36	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	3.00		0.00	34	102.00		0.56	57.12	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	COLUMNA 05				gancho	empal				kg/m		
	ACERO VERTICAL 14 Ø3/4" |_____	kg	1	4.25	0.00	0.75	14	70.00		2.24	156.80	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	1	4.25	0.00	1.30	4	22.20		3.98	88.36	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	3.00		0.00	34	102.00		0.56	57.12	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	34	40.80		0.56	22.85	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	34	40.80		0.56	22.85	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	34	40.80		0.56	22.85	
01.01.01.01.04	**TERCER NIVEL(+13.00 m)**	**kg**										
	COLUMNA 01				**gancho**	**empal**				**kg/m**		
	ACERO VERTICAL 18 Ø3/4" |_____	kg	13	4.21	0.30	0.00	18	1055.34		2.24	2363.96	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	13	4.21	0.30	0.00	4	234.52		3.98	933.39	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	3.30		0.00	34	1458.60		0.56	816.82	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.70		0.00	34	751.40		0.56	420.78	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.90		0.00	34	839.80		0.56	470.29	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.60		0.00	34	707.20		0.56	396.03	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	13	1.60		0.00	34	707.20		0.56	396.03	
	COLUMNA 02				**gancho**	**empal**				**kg/m**		
	ACERO VERTICAL 8 Ø3/4" |_____	kg	8	4.21	0.30	0.00	8	288.64		2.24	646.55	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	8	4.21	0.30	0.00	4	144.32		3.98	574.39	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	8	1.90		0.00	34	516.80		0.56	289.41	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	8	1.40		0.00	34	380.80		0.56	213.25	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	8	1.40		0.00	34	380.80		0.56	213.25	
	COLUMNA 03				**gancho**	**empal**				**kg/m**		
	ACERO VERTICAL 12 Ø3/4" |_____	kg	2	4.21	0.30	0.00	12	108.24		2.24	242.46	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	2	4.21	0.30	0.00	4	36.08		3.98	143.60	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	2.50		0.00	34	170.00		0.56	95.20	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	34	71.40		0.56	39.98	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	34	71.40		0.56	39.98	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	2	1.05		0.00	34	71.40		0.56	39.98	
	COLUMNA 04				**gancho**	**empal**				**kg/m**		
	ACERO VERTICAL 16 Ø3/4" |_____	kg	1	4.21	0.30	0.00	16	72.16		2.24	161.64	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	1	4.21	0.30	0.00	4	18.04		3.98	71.80	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	3.00		0.00	34	102.00		0.56	57.12	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.00		0.00	34	34.00		0.56	19.04	
	COLUMNA 05				**gancho**	**empal**				**kg/m**		
	ACERO VERTICAL 14 Ø3/4" |_____	kg	1	4.21	0.30	0.00	14	63.14		2.24	141.43	
	ACERO VERTICAL 4 Ø1" |_____	kg	1	4.21	0.30	0.00	4	18.04		3.98	71.80	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	3.00		0.00	34	102.00		0.56	57.12	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	34	40.80		0.56	22.85	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	34	40.80		0.56	22.85	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	34	40.80		0.56	22.85	
	ESTRIBO 34 Ø3/8"	kg	1	1.20		0.00	34	40.80		0.56	22.85	
01.01.02	**VIGAS - SUPERESTRUCTURA**											
01.01.02.01	**ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60**											
01.01.02.01.02	**PRIMER NIVEL(+4.50 m)**	**kg**										**29136**
	VIGA VT01-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	3	93.66		3.98	372.77	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	3	93.66		3.98	372.77	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -3 Ø1" _____	kg	1	4.80		0.00	3	14.40		3.98	57.31	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 3- 3 Ø1" _____	kg	1	4.80		0.00	3	14.40		3.98	57.31	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 3 Ø1" _____	kg	1	5.00		0.00	3	15.00		3.98	59.70	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-3 Ø1'" |_____	kg	1	1.66	0.45	0.00	3	6.33		3.98	25.19	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 2-3	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 3-4	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	VIGA VT02-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	4	242.96		2.24	544.23	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	27.32	0.40	1.35	2	116.28		0.56	65.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	4	242.96		2.24	544.23	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -2 Ø1" |_____	kg	2	1.86	0.45	0.00	2	9.24		3.98	36.78	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -2 Ø1" _____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		3.98	74.82	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 3- 2 Ø1" _____	kg	2	4.30		0.00	2	17.20		3.98	68.46	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 2 Ø1" _____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		3.98	74.82	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-2 Ø1'" |_____	kg	2	1.86	0.45	0.00	2	9.24		3.98	36.78	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 1-2	kg	2	1.88		0.00	45	169.20		0.56	94.75	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 2-3	kg	2	1.88		0.00	40	150.40		0.56	84.22	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 3-4	kg	2	1.88		0.00	40	150.40		0.56	84.22	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 4-5	kg	2	1.88		0.00	45	169.20		0.56	94.75	
	VIGA VT03-(.30x.65)-(.30x.80)											
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	3	93.66		3.98	372.77	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____	kg	1	7.96	0.20	0.00	2	16.32		0.56	9.14	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____	kg	1	10.71	0.45	1.30	3	37.38		3.98	148.77	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____	kg	1	8.00	0.45	0.00	3	25.35		3.98	100.89	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" _____|	kg	1	9.85	0.45	1.30	3	34.80		3.98	138.50	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -3 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	3	6.93		3.98	27.58	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -3 Ø1" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		3.98	90.74	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 3 Ø1" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		3.98	90.74	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-3 Ø1'" _____|	kg	1	1.86	0.45	0.00	3	6.93		3.98	27.58	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 20 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	1.88		0.00	20	37.60		0.56	21.06	
	ESTRIBO 20 Ø3/8" EJE 2'-3	kg	1	2.18		0.00	20	43.60		0.56	24.42	
	ESTRIBO 20 Ø3/8" EJE 3-3'	kg	1	2.18		0.00	20	43.60		0.56	24.42	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ESTRIBO 10 Ø3/8" EJE 3'-4	kg	1	1.88		0.00	10	18.80		0.56	10.53	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	VIGA VT04-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	10.17	0.90	1.00	3	36.21		3.98	144.12	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	10.17	0.90	1.00	3	36.21		3.98	144.12	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-3 Ø1" |_____	kg	1	2.36	0.45	0.00	3	8.43		3.98	33.55	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2-3 Ø1" |_____	kg	1	4.86	0.45	0.00	3	15.93		3.98	63.40	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 20 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	2.18		0.00	20	43.60		0.56	24.42	
	VIGA VT05-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 2a-3a	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	VIGA VT06-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	25.52	0.90	3.00	3	88.26		3.98	351.27	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	25.52	0.90	3.00	3	88.26		3.98	351.27	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-3 Ø1" |_____	kg	1	1.66	0.45	0.00	3	6.33		3.98	25.19	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-3 Ø1" _____	kg	1	5.20		0.00	3	15.60		3.98	62.09	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-3 Ø1" _____	kg	1	5.20		0.00	3	15.60		3.98	62.09	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-3 Ø1" |_____	kg	1	6.66	0.45	0.00	3	21.33		3.98	84.89	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	2.18		0.00	30	65.40		0.56	36.62	
	VIGA VT07-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" _____	kg	1	6.26	0.45	0.00	2	13.42		3.98	53.41	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	1.88		0.00	30	56.40		0.56	31.58	
	VIGA VT08-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" |_____	kg	1	2.56	0.45	0.00	2	6.02		3.98	23.96	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	VIGA VT09-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" |_____	kg	1	2.76	0.45	0.00	2	6.42		3.98	25.55	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	VIGA VT10-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.00	3	74.76		3.98	297.54	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.00	3	74.76		3.98	297.54	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	VIGA VT01A-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16	
	ESTRIBO 20 Ø3/8" EJE D-E	kg	2	2.18		0.00	20	87.20		0.56	48.83	
01.01.02.01.03	**SEGUNDO NIVEL (+8.75 m)**	**kg**										
	VIGA VT01-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	3	93.66		3.98	372.77	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	3	93.66		3.98	372.77	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -3 Ø1" _____	kg	1	4.80		0.00	3	14.40		3.98	57.31	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 3- 3 Ø1" _____	kg	1	4.80		0.00	3	14.40		3.98	57.31	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 3 Ø1" _____	kg	1	5.00		0.00	3	15.00		3.98	59.70	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-3 Ø1"' |_____	kg	1	1.66	0.45	0.00	3	6.33		3.98	25.19	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 2-3	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 3-4	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	VIGA VT02-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	4	242.96		2.24	544.23	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	27.32	0.40	1.35	2	116.28		0.56	65.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	4	242.96		2.24	544.23	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -2 Ø1" |_____	kg	2	1.86	0.45	0.00	2	9.24		3.98	36.78	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -2 Ø1" _____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		3.98	74.82	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 3- 2 Ø1" _____	kg	2	4.30		0.00	2	17.20		3.98	68.46	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 2 Ø1" _____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		3.98	74.82	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-2 Ø1'" |_____	kg	2	1.86	0.45	0.00	2	9.24		3.98	36.78	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 1-2	kg	2	1.88		0.00	45	169.20		0.56	94.75	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 2-3	kg	2	1.88		0.00	40	150.40		0.56	84.22	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 3-4	kg	2	1.88		0.00	40	150.40		0.56	84.22	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 4-5	kg	2	1.88		0.00	45	169.20		0.56	94.75	
	VIGA VT03-(.30x.65)-(.30x.80)											
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	3	93.66		3.98	372.77	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____	kg	1	7.96	0.20	0.00	2	16.32		0.56	9.14	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____	kg	1	10.71	0.45	1.00	3	36.48		3.98	145.19	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____	kg	1	8.00	0.45	0.00	3	25.35		3.98	100.89	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" _____|	kg	1	9.85	0.45	1.00	3	33.90		3.98	134.92	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -3 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	3	6.93		3.98	27.58	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -3 Ø1" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		3.98	90.74	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 3 Ø1" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		3.98	90.74	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-3 Ø1'" _____|	kg	1	1.86	0.45	0.00	3	6.93		3.98	27.58	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 20 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	1.88		0.00	20	37.60		0.56	21.06	
	ESTRIBO 25 Ø3/8" EJE 2'-3	kg	1	2.18		0.00	25	54.50		0.56	30.52	
	ESTRIBO 25 Ø3/8" EJE 3-3'	kg	1	2.18		0.00	25	54.50		0.56	30.52	
	ESTRIBO 10 Ø3/8" EJE 3'-4	kg	1	1.88		0.00	10	18.80		0.56	10.53	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	VIGA VT04-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	10.17	0.90	1.00	3	36.21		3.98	144.12	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	10.17	0.90	1.30	3	37.11		3.98	147.70	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-3 Ø1" |_____	kg	1	2.36	0.45	0.00	3	8.43		3.98	33.55	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2-3 Ø1" |_____	kg	1	4.86	0.45	0.00	3	15.93		3.98	63.40	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 20 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	2.18		0.00	20	43.60		0.56	24.42	
	VIGA VT05-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72	
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE 2a-3a	kg	1	2.18		0.00	42	91.56		0.56	51.27	
	VIGA VT06-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	25.52	0.90	3.00	3	88.26		3.98	351.27	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	25.52	0.90	3.00	3	88.26		3.98	351.27	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-3 Ø1" |_____	kg	1	1.66	0.45	0.00	3	6.33		3.98	25.19	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-3 Ø1" _____	kg	1	5.20		0.00	3	15.60		3.98	62.09	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-3 Ø1" _____	kg	1	5.20		0.00	3	15.60		3.98	62.09	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-3 Ø1" |_____	kg	1	6.66	0.45	0.00	3	21.33		3.98	84.89	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	2.18		0.00	30	65.40		0.56	36.62	
	VIGA VT07-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" _____	kg	1	6.26	0.45	0.00	2	13.42		3.98	53.41	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	1.88		0.00	30	56.40		0.56	31.58	
	VIGA VT08-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" |_____	kg	1	2.56	0.45	0.00	2	6.02		3.98	23.96	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	VIGA VT09-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" |_____	kg	1	2.76	0.45	0.00	2	6.42		3.98	25.55	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	VIGA VT10-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.00	3	74.76		3.98	297.54	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.60	3	76.56		3.98	304.71	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	VIGA VT01A-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16	
	ESTRIBO 20 Ø3/8" EJE D-E	kg	2	2.18		0.00	20	87.20		0.56	48.83	
01.01.02.01.04	**TERCER NIVEL(+13.00 m)**	**kg**										
	VIGA VT01-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	3	93.66		3.98	372.77	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	3	93.66		3.98	372.77	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -3 Ø1" _____	kg	1	4.80		0.00	3	14.40		3.98	57.31	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 3- 3 Ø1" _____	kg	1	4.80		0.00	3	14.40		3.98	57.31	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 3 Ø1" _____	kg	1	5.00		0.00	3	15.00		3.98	59.70	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-3 Ø1'" |_____	kg	1	1.66	0.45	0.00	3	6.33		3.98	25.19	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 2-3	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 3-4	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	VIGA VT02-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	4	242.96		2.24	544.23	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	27.32	0.40	1.35	2	116.28		0.56	65.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	4	242.96		2.24	544.23	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -2 Ø1" |_____	kg	2	1.86	0.45	0.00	2	9.24		3.98	36.78	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -2 Ø1" _____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		3.98	74.82	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 3- 2 Ø1" _____	kg	2	4.30		0.00	2	17.20		3.98	68.46	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 2 Ø1" _____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		3.98	74.82	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-2 Ø1'" |_____	kg	2	1.86	0.45	0.00	2	9.24		3.98	36.78	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 1-2	kg	2	1.88		0.00	45	169.20		0.56	94.75	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 2-3	kg	2	1.88		0.00	40	150.40		0.56	84.22	
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE 3-4	kg	2	1.88		0.00	42	157.92		0.56	88.44	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 4-5	kg	2	1.88		0.00	45	169.20		0.56	94.75	
	VIGA VT03-(.30x.65)-(.30x.80)											
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	3	93.66		3.98	372.77	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____	kg	1	7.96	0.20	0.00	2	16.32		0.56	9.14	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____	kg	1	10.71	0.45	1.00	3	36.48		3.98	145.19	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____	kg	1	8.00	0.45	0.00	3	25.35		3.98	100.89	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" _____|	kg	1	9.85	0.45	1.00	3	33.90		3.98	134.92	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -3 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	3	6.93		3.98	27.58	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -3 Ø1" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		3.98	90.74	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 3 Ø1" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		3.98	90.74	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-3 Ø1"" _____|	kg	1	1.86	0.45	0.00	3	6.93		3.98	27.58	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 20 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	1.88		0.00	20	37.60		0.56	21.06	
	ESTRIBO 25 Ø3/8" EJE 2'-3	kg	1	2.18		0.00	25	54.50		0.56	30.52	
	ESTRIBO 25 Ø3/8" EJE 3-3'	kg	1	2.18		0.00	25	54.50		0.56	30.52	
	ESTRIBO 10 Ø3/8" EJE 3'-4	kg	1	1.88		0.00	10	18.80		0.56	10.53	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	VIGA VT04-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	10.17	0.90	1.00	3	36.21		3.98	144.12	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	10.17	0.90	1.30	3	37.11		3.98	147.70	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-3 Ø1" |_____	kg	1	2.36	0.45	0.00	3	8.43		3.98	33.55	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2-3 Ø1" |_____	kg	1	4.86	0.45	0.00	3	15.93		3.98	63.40	
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49	
	ESTRIBO 22 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	2.18		0.00	20	43.60		0.56	24.42	
	VIGA VT05-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72	
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE 2a-3a	kg	1	2.18		0.00	42	91.56		0.56	51.27	
	VIGA VT06-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	25.52	0.90	3.00	3	88.26		3.98	351.27	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	25.52	0.90	3.90	3	90.96		3.98	362.02	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-3 Ø1" |_____	kg	1	1.66	0.45	0.00	3	6.33		3.98	25.19	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-3 Ø1" _____	kg	1	5.20		0.00	3	15.60		3.98	62.09	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-3 Ø1" _____	kg	1	5.20		0.00	3	15.60		3.98	62.09	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-3 Ø1" |_____	kg	1	6.66	0.45	0.00	3	21.33		3.98	84.89	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94	
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	2.18		0.00	30	65.40		0.56	36.62	
	VIGA VT07-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" _____	kg	1	6.26	0.45	0.00	2	13.42		3.98	53.41	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	1.88		0.00	30	56.40		0.56	31.58	
	VIGA VT08-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" |_____	kg	1	2.56	0.45	0.00	2	6.02		3.98	23.96	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	VIGA VT09-(.30x.65)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.02	0.80	1.50	4	97.28		2.24	217.91	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" |_____	kg	1	2.76	0.45	0.00	2	6.42		3.98	25.55	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	45	84.60		0.56	47.38	
	VIGA VT10-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.00	3	74.76		3.98	297.54	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.00	3	74.76		3.98	297.54	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83	
	VIGA VT01A-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16	
	ESTRIBO 20 Ø3/8" EJE D-E	kg	2	2.18		0.00	20	87.20		0.56	48.83	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
01.01.02	VIGAS - NIVEL DE AISLAMIENTO											
01.01.02.01	ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60											
01.01.02.01.01	NIVEL SISTEMA DE AISLAMIENTO(+0.20m)	kg										13410
	VIGA VS01-(.40x.80)											
					gancho	empal				kg/m		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	4	124.88		3.98	497.02	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.90	4	128.48		3.98	511.35	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -3 Ø1" _____	kg	1	4.80		0.00	3	14.40		3.98	57.31	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 3- 3 Ø1" _____	kg	1	4.80		0.00	3	14.40		3.98	57.31	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 3 Ø1" _____	kg	1	5.00		0.00	3	15.00		3.98	59.70	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-3 Ø1'" |_____	kg	1	1.66	0.45	0.00	3	6.33		3.98	25.19	
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.38		0.00	43	102.34		0.56	57.31	
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 2-3	kg	1	2.38		0.00	43	102.34		0.56	57.31	
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 3-4	kg	1	2.38		0.00	43	102.34		0.56	57.31	
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	2.38		0.00	47	111.86		0.56	62.64	
	VIGA VS02-(.40x.80)											
					gancho	empal				kg/m		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	2	27.32	0.90	3.00	4	249.76		3.98	994.04	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	27.32	0.40	1.35	2	116.28		0.56	65.12	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	27.32	0.40	1.35	2	116.28		0.56	65.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	2	27.32	0.90	3.00	4	249.76		3.98	994.04	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -2 Ø1" |_____	kg	2	1.86	0.45	0.00	2	9.24		3.98	36.78	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -2 Ø1" _____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		3.98	74.82	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 3- 2 Ø1" _____	kg	2	4.30		0.00	2	17.20		3.98	68.46	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 2 Ø1" _____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		3.98	74.82	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-2 Ø1'" |_____	kg	2	1.86	0.45	0.00	2	9.24		3.98	36.78	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE 1-2	kg	2	2.38		0.00	50	238.00		0.56	133.28	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 2-3	kg	2	2.38		0.00	45	214.20		0.56	119.95	
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 3-4	kg	2	2.38		0.00	45	214.20		0.56	119.95	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE 4-5	kg	2	2.38		0.00	50	238.00		0.56	133.28	
	VIGA VS03-(.40x.80)											
					gancho	empal				kg/m		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	4	124.88		3.98	497.02	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	27.32	0.90	3.00	4	124.88		3.98	497.02	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1 -2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2 -2' 2 Ø1" _____	kg	1	7.60		0.00	2	15.20		3.98	60.50	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4- 2 Ø1" _____	kg	1	7.60		0.00	2	15.20		3.98	60.50	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-2 Ø1"' |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.38		0.00	40	95.20		0.56	53.31	
	ESTRIBO 22 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	2.38		0.00	22	52.36		0.56	29.32	
	ESTRIBO 27 Ø3/8" EJE 2'-3	kg	1	2.38		0.00	27	64.26		0.56	35.99	
	ESTRIBO 27 Ø3/8" EJE 3-3'	kg	1	2.38		0.00	27	64.26		0.56	35.99	
	ESTRIBO 13 Ø3/8" EJE 3'-4	kg	1	2.38		0.00	13	30.94		0.56	17.33	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	2.38		0.00	50	119.00		0.56	66.64	
	VIGA VS04-(.40x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	10.17	0.90	1.00	4	48.28		3.98	192.15	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	10.17	0.90	1.00	4	48.28		3.98	192.15	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-2 Ø1" |_____	kg	1	2.36	0.45	0.00	2	5.62		3.98	22.37	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2-2 Ø1" |_____	kg	1	4.86	0.45	0.00	2	10.62		3.98	42.27	
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.38		0.00	43	102.34		0.56	57.31	
	ESTRIBO 22 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	2.38		0.00	22	52.36		0.56	29.32	
	VIGA VS05-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 5 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	5	45.60		2.24	102.14	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 5 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	5	45.60		2.24	102.14	
	ESTRIBO 55 Ø3/8" EJE 2a-3a	kg	1	2.18		0.00	55	119.90		0.56	67.14	
	VIGA VS06-(.40x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	25.52	0.90	3.00	4	117.68		3.98	468.37	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	25.52	0.90	3.00	4	117.68		3.98	468.37	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-3 Ø1" |_____	kg	1	1.66	0.45	0.00	3	6.33		3.98	25.19	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-3 Ø1" _____	kg	1	5.20		0.00	3	15.60		3.98	62.09	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-3 Ø1" _____	kg	1	5.20		0.00	3	15.60		3.98	62.09	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-3 Ø1" |_____	kg	1	6.66	0.45	0.00	3	21.33		3.98	84.89	
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.38		0.00	47	111.86		0.56	62.64	
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.38		0.00	47	111.86		0.56	62.64	
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.38		0.00	47	111.86		0.56	62.64	
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	2.38		0.00	30	71.40		0.56	39.98	
	VIGA VS07-(.40x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	25.52	0.90	3.00	4	117.68		3.98	468.37	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	25.52	0.90	3.00	4	117.68		3.98	468.37	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" |_____	kg	1	6.26	0.45	0.00	2	13.42		3.98	53.41	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.38		0.00	50	119.00		0.56	66.64	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.38		0.00	50	119.00		0.56	66.64	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.38		0.00	50	119.00		0.56	66.64	
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	2.38		0.00	30	71.40		0.56	39.98	
	VIGA VS08-(.40x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.00	4	99.68		3.98	396.73	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.60	4	102.08		3.98	406.28	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" |_____	kg	1	2.56	0.45	0.00	2	6.02		3.98	23.96	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.38		0.00	50	119.00		0.56	66.64	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.38		0.00	50	119.00		0.56	66.64	
	ESTRIBO 51 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.38		0.00	51	121.38		0.56	67.97	
	VIGA VS09-(.40x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO				Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.00	4	99.68		3.98	396.73	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.60	4	102.08		3.98	406.28	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø1" |_____	kg	1	1.86	0.45	0.00	2	4.62		3.98	18.39	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø1" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		3.98	40.60	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø1" |_____	kg	1	2.76	0.45	0.00	2	6.42		3.98	25.55	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.38		0.00	50	119.00		0.56	66.64	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.38		0.00	50	119.00		0.56	66.64	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.38		0.00	50	119.00		0.56	66.64	
	VIGA VS10-(.40x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.00	4	99.68		3.98	396.73	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.02	0.40	0.90	2	46.64		0.56	26.12	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø1" |_____|	kg	1	22.02	0.90	2.60	4	102.08		3.98	406.28	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-3 Ø1" |_____	kg	1	2.16	0.45	0.00	3	7.83		3.98	31.16	
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.38		0.00	42	99.96		0.56	55.98	
	ESTRIBO 50 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.38		0.00	50	119.00		0.56	66.64	
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.38		0.00	43	102.34		0.56	57.31	
	VIGA VS01A-(.30x.80)											
					gancho	**empal**				**kg/m**		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16	
	ESTRIBO 21 Ø3/8" EJE D-E	kg	2	2.18		0.00	21	91.56		0.56	51.27	

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
01	EDIFICIO CON AISLADORES LRB												
01.01	ENCOFRADO NORMAL												
	COLUMNAS												
	ENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2											922
	EJE A						perimetro						
	C01	m2	5.00	1.20	0.50	12.80	3			217.60			
	EJE B												
	C01	m2	2.00	1.20	0.50	12.80	3			87.04			
	C02	m2	3.00	0.50	0.50	12.80	2			76.80			
	EJE C												
	C01	m2	2.00	1.20	0.50	12.80	3			87.04			
	C02	m2	3.00	0.50	0.50	12.80	2			76.80			
	EJE D												
	C01	m2	2.00	1.20	0.50	12.80	3			87.04			
	C02	m2	2.00	0.50	0.50	12.80	2			51.20			
	C04	m2	1.00	1.30	0.30	12.80	3			40.96			
	C05	m2	1.00	1.20	0.40	13.80	3			44.16			
	EJE E												
	C01	m2	2.00	1.20	0.50	12.80	3			87.04			
	C03	m2	2.00	1.00	0.30	12.80	3			66.56			
	VIGAS - SUPERESTRUCTURA												
	ENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2											889
	EJE A						perimetro						
	VT01-(.30x.80)	m2	3.00	22.10	0.30	0.80	1.56			103.43			
	EJE B												
	VT02-(.30x.65)	m2	3.00	24.90	0.30	0.65	1.26			94.12			
	EJE C												
	VT02-(.30x.65)	m2	3.00	24.90	0.30	0.65	1.26			94.12			
	EJE D												
	VT03-(.30x.65)-(EJES 1 Y 2)	m2	3.00	8.95	0.30	0.65	1.26			33.83			
	VT03-(.30x.80)-(EJE 3)	m2	3.00	6.90	0.30	0.80	1.56			32.29			
	VT03-(.30x.65)-(EJES 4 Y 5)	m2	3.00	8.05	0.30	0.65	1.26			30.43			
	EJE E												
	VT04-(.30x.80)	m2	3.00	7.55	0.30	0.80	1.56			35.33			
	VT05-(.30x.80)	m4	3.00	7.80	0.30	0.80	1.56			36.50			
	EJE 1												
	VT06-(.30x.80)	m2	3.00	21.00	0.30	0.80	1.56			98.28			
	EJE 2												
	VT07-(.30x.65)	m2	3.00	23.00	0.30	0.65	1.26			86.94			
	VT01A-(.30x.80)	m2	3.00	2.20	0.30	0.80	1.56			10.30			
	EJE 3												
	VT08-(.30x.65)	m2	3.00	20.30	0.30	0.65	1.26			76.73			
	EJE 4												
	VT09-(.30x.65)	m2	3.00	20.10	0.30	0.65	1.26			75.98			
	EJE 5												
	VT10-(.30x.80)	m2	3.00	17.30	0.30	0.80	1.56			80.96			
	VIGAS - NIVEL DE AISLAMIENTO												
	ENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2											356
	EJE A						perimetro						
	VS01-(.40x.80)	m2	1.00	22.10	0.40	0.80	1.66			36.69			

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	EJE B												
	VS02-(..40x.80)	m2	1.00	24.90	0.40	0.80	1.66			41.33			
	EJE C												
	VS02-(..40x.80)	m2	1.00	24.90	0.40	0.80	1.66			41.33			
	EJE D												
	VS03-(.40x.80)-(EJES 1 Y 2)	m2	1.00	8.95	0.40	0.80	1.66			14.86			
	VS03-(.40x.80)-(EJE 3)	m2	1.00	6.90	0.40	0.80	1.66			11.45			
	VS03-(.40x.80)-(EJES 4 Y 5)	m2	1.00	8.05	0.40	0.80	1.66			13.36			
	EJE E												
	VS04-(.40x.80)	m2	1.00	7.55	0.40	0.80	1.66			12.53			
	VS05-(.30x.80)	m4	1.00	7.80	0.30	0.80	1.56			12.17			
	EJE 1												
	VS06-(.40x.80)	m2	1.00	21.00	0.40	0.80	1.66			34.86			
	EJE 2												
	VS07-(.40x.80)	m2	1.00	23.00	0.40	0.80	1.66			38.18			
	VS01A-(.30x.80)	m4	1.00	2.20	0.30	0.80	1.56			3.43			
	EJE 3												
	VS08-(.40x.80)	m2	1.00	20.30	0.40	0.80	1.66			33.70			
	EJE 4												
	VS09-(.40x.80)	m2	1.00	20.10	0.40	0.80	1.66			33.37			
	EJE 5												
	VS10-(.40x.80)	m2	1.00	17.30	0.40	0.80	1.66			28.72			
	LOSA MACIZA - SUPERESTRUCTURA												
	ENCOFRADO NORMAL EN LOSA MACIZA	**m2**											**1742**
		m2	3		580.50	1.00	1			1741.50			
	LOSA MACIZA - NIVEL DE AISLAMIENTO												
	ENCOFRADO NORMAL EN LOSA MACIZA	**m2**											**558**
		m2	1		557.50	1.00	1			557.50			
	LOSA DE CIMENTACIÓN												
	ENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE CIMENTACION	**m2**											**92**
		m2	1	115.00	1.00	1.00	0.8			92.00			
	MURO DE CONCRETO ARMADO												
	ENCOFRADO NORMAL EN MURO DE CONCRETO ARMADO	**m2**											**219**
		m2	1	115.00	1.90	1.00	1			218.50			

ANEXO 7. METRADOS DE ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DISEÑADO CON DISIPADORES SLB.

RESUMEN DE HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCION	Und.	METRADO
01	EDIFICIO CON AISLADORES DISIPADORES SLB		
01.01	ESTRUCTURAS		
01.01.01	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
01.01.01.01	COLUMNAS		
01.01.01.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	152
01.01.01.01.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN COLUMNAS	kg	27,505
01.01.01.01.03	ENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	980
01.01.01.02	VIGAS		
01.01.01.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	137
01.01.01.02.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN VIGAS	kg	22,666
01.01.01.02.03	ENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	889
01.01.01.03	LOSA MACIZA		
01.01.01.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN LOSA MACIZA (E=17cm)	m3	296
01.01.01.03.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN LOSA MACIZA	kg	16,283
01.01.01.03.03	ENCOFRADO NORMAL EN LOSAS MACIZAS	m2	1,742
01.01.01.04	LOSA DE CIMENTACIÓN		
01.01.01.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 EN LOSA CIMENTACIÓN (E=80cm)	m3	634
01.01.01.04.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN LOSA CIMENTACIÓN	kg	34,848
01.01.01.04.03	ENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE CIMENTACION	m2	92
01.01.01.05	MUROS DESACOPLADOS		
01.01.01.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 EN MUROS DESACOPLADOS	m3	81
01.01.01.05.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN MURO DE CONCRETO ARMADO	kg	5,688
01.01.01.05.03	ENCOFRADO NORMAL EN MUROS DESACOPLADOS	m2	701

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
01	EDIFICIO CON DISIPADORES SLB												
01.01	ESTRUCTURAS												
	OBRAS DE CONCRETO ARMADO												
	COLUMNAS												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3											152
	EJE A												
	C01	m3	5.00	1.20	0.50	13.45				40.35			
	EJE B												
	C01	m3	2.00	1.20	0.50	13.45				16.14			
	C02	m3	3.00	0.50	0.50	13.45				10.09			
	EJE C												
	C01	m3	2.00	1.20	0.50	13.45				16.14			
	C02	m3	3.00	0.50	0.50	13.45				10.09			
	EJE D												
	C01	m3	2.00	1.20	0.50	13.45				16.14			
	C02	m3	2.00	0.50	0.50	13.45				6.73			
	C04	m3	1.00	1.30	0.30	13.45				5.25			
	C05	m3	1.00	1.20	0.40	13.45				6.46			
	EJE E												
	C01	m3	2.00	1.20	0.50	13.45				16.14			
	C03	m3	2.00	1.00	0.30	13.45				8.07			
	VIGAS												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN VIGAS	m3											137
	EJE A												
	VT01-(.30x.80)	m3	3.00	22.10	0.30	0.80	1			15.91			
	EJE B												
	VT02-(.30x.65)	m3	3.00	24.90	0.30	0.65	1			14.57			
	EJE C												
	VT02-(.30x.65)	m3	3.00	24.90	0.30	0.65	1			14.57			
	EJE D												
	VT03-(.30x.65)-(EJES 1 Y 2)	m3	3.00	8.95	0.30	0.65	1			5.24			
	VT03-(.30x.80)-(EJE 3)	m3	3.00	6.90	0.30	0.80	1			4.97			
	VT03-(.30x.65)-(EJES 4 Y 5)	m3	3.00	8.05	0.30	0.65	1			4.71			
	EJE E												
	VT04-(.30x.80)	m3	3.00	7.55	0.30	0.80	1			5.44			
	VT05-(.30x.80)	m4	3.00	7.80	0.30	0.80	1			5.62			
	EJE 1												
	VT06-(.30x.80)	m3	3.00	21.00	0.30	0.80	1			15.12			
	EJE 2												
	VT07-(.30x.65)	m3	3.00	23.00	0.30	0.65	1			13.46			
	VT01A-(.30x.80)	m4	3.00	2.20	0.30	0.80	1			1.58			
	EJE 3												
	VT08-(.30x.65)	m3	3.00	20.30	0.30	0.65	1			11.88			
	EJE 4												
	VT09-(.30x.65)	m3	3.00	20.10	0.30	0.65	1			11.76			
	EJE 5												
	VT10-(.30x.80)	m3	3.00	17.30	0.30	0.80	1			12.46			
	LOSA MACIZA												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 EN LOSA MACIZA (E=17cm)	m3											296
		m3	3		580.50	0.17	1			296.06			
	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN LOSA MACIZA	kg											16283
		kg	1	296.06	kg/m3	55.00							
	LOSA DE CIMENTACIÓN												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 EN LOSA CIMENTACIÓN (E=80CM)	m3											634

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
		m3	1		792.00	0.80	1			633.60			
	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN LOSA CIMENTACIÓN	**kg**											**34848**
		kg	1	633.60	**kg/m3**	55.00							

	MUROS DESACOPLADOS												
	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=280 kg/cm2 EN MUROS DESACOPLADOS	**m3**											**81**
		m3		325.00	0.25	1.00				81.25			
	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2 EN MURO DE CONCRETO ARMADO	**kg**											**5687.50**
		kg	1	81.25	**kg/m3**	70.00							

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
01	EDIFICIO CON DISIPADORES SLB												
01.01	ESTRUCTURAS												
01.01.01	COLUMNAS												
01.01.01.01	ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60												
01.01.01.01.01	PRIMER NIVEL(+4.50m)	kg											27505
	COLUMNA 01				gancho	empal				kg/m			
	ACERO VERTICAL 22 Ø3/4" |_____	kg	13	4.98	0.40	0.00	22	1537.25		2.24	3443.44		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	3.38		0.00	36	1581.84		0.56	885.83		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.82		0.00	36	851.76		0.56	476.99		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.94		0.00	36	907.92		0.56	508.44		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.70		0.00	36	795.60		0.56	445.54		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.70		0.00	36	795.60		0.56	445.54		
	COLUMNA 02				gancho	empal				kg/m			
	ACERO VERTICAL 12 Ø3/4" |_____	kg	8	4.98	0.40	0.00	12	516.00		2.24	1155.84		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	8	1.98		0.00	36	570.24		0.56	319.33		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	8	1.50		0.00	36	432.00		0.56	241.92		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	8	1.50		0.00	36	432.00		0.56	241.92		
	COLUMNA 03				gancho	empal				kg/m			
	ACERO VERTICAL 16 Ø3/4" |_____	kg	2	4.98	0.40	0.00	16	172.00		2.24	385.28		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	2.58		0.00	36	185.76		0.56	104.03		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	1.14		0.00	36	82.08		0.56	45.96		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	1.14		0.00	36	82.08		0.56	45.96		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	1.14		0.00	36	82.08		0.56	45.96		
	COLUMNA 04				gancho	empal				kg/m			
	ACERO VERTICAL 20 Ø3/4" |_____	kg	1	4.98	0.40	0.00	20	107.50		2.24	240.80		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	3.18		0.00	36	114.48		0.56	64.11		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	COLUMNA 05				gancho	empal				kg/m			
	ACERO VERTICAL 18 Ø3/4" |_____	kg	1	4.98	0.40	0.00	18	96.75		2.24	216.72		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	3.18		0.00	36	114.48		0.56	64.11		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.38		0.00	36	49.68		0.56	27.82		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.38		0.00	36	49.68		0.56	27.82		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.38		0.00	36	49.68		0.56	27.82		
01.01.01.01.02	SEGUNDO NIVEL(+8.75m)	kg											
	COLUMNA 01				gancho	empal				kg/m			
	ACERO VERTICAL 22 Ø3/4" |_____	kg	13	4.25	0.00	0.75	22	1430.00		2.24	3203.20		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	3.38		0.00	36	1581.84		0.56	885.83		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.82		0.00	36	851.76		0.56	476.99		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.94		0.00	36	907.92		0.56	508.44		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.70		0.00	36	795.60		0.56	445.54		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.70		0.00	36	795.60		0.56	445.54		
	COLUMNA 02				gancho	empal				kg/m			
	ACERO VERTICAL 12 Ø3/4" |_____	kg	8	4.25	0.00	0.75	12	480.00		2.24	1075.20		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	8	1.98		0.00	36	570.24		0.56	319.33		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	8	1.50		0.00	36	432.00		0.56	241.92		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	8	1.50		0.00	36	432.00		0.56	241.92		
	COLUMNA 03				gancho	empal				kg/m			
	ACERO VERTICAL 16 Ø3/4" |_____	kg	2	4.25	0.00	0.75	16	160.00		2.24	358.40		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	2.58		0.00	36	185.76		0.56	104.03		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	1.14		0.00	36	82.08		0.56	45.96		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	1.14		0.00	36	82.08		0.56	45.96		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	1.14		0.00	36	82.08		0.56	45.96		

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	COLUMNA 04				**gancho**	**empal**				**kg/m**			
	ACERO VERTICAL 20 Ø3/4" |_____	kg	1	4.25	0.00	0.75	20	100.00		2.24	224.00		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	3.18		0.00	36	114.48		0.56	64.11		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	COLUMNA 05				**gancho**	**empal**				**kg/m**			
	ACERO VERTICAL 18 Ø3/4" |_____	kg	1	4.25	0.00	0.75	18	90.00		2.24	201.60		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	3.18		0.00	36	114.48		0.56	64.11		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.38		0.00	36	49.68		0.56	27.82		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.38		0.00	36	49.68		0.56	27.82		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.38		0.00	36	49.68		0.56	27.82		
01.01.01.01.03	**TERCER NIVEL(+13.00m)**	**kg**											
	COLUMNA 01				**gancho**	**empal**				**kg/m**			
	ACERO VERTICAL 22 Ø3/4" |_____	kg	13	4.21	0.40	0.00	22	1318.46		2.24	2953.35		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	3.38		0.00	36	1581.84		0.56	885.83		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.82		0.00	36	851.76		0.56	476.99		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.94		0.00	36	907.92		0.56	508.44		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.70		0.00	36	795.60		0.56	445.54		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	13	1.70		0.00	36	795.60		0.56	445.54		
	COLUMNA 02				**gancho**	**empal**				**kg/m**			
	ACERO VERTICAL 12 Ø3/4" |_____	kg	8	4.21	0.40	0.00	12	442.56		2.24	991.33		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	8	1.98		0.00	36	570.24		0.56	319.33		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	8	1.50		0.00	36	432.00		0.56	241.92		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	8	1.50		0.00	36	432.00		0.56	241.92		
	COLUMNA 03				**gancho**	**empal**				**kg/m**			
	ACERO VERTICAL 16 Ø3/4" |_____	kg	2	4.21	0.40	0.00	16	147.52		2.24	330.44		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	2.58		0.00	36	185.76		0.56	104.03		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	1.14		0.00	36	82.08		0.56	45.96		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	1.14		0.00	36	82.08		0.56	45.96		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	2	1.14		0.00	36	82.08		0.56	45.96		
	COLUMNA 04				**gancho**	**empal**				**kg/m**			
	ACERO VERTICAL 20 Ø3/4" |_____	kg	1	4.21	0.40	0.00	20	92.20		2.24	206.53		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	3.18		0.00	36	114.48		0.56	64.11		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.14		0.00	36	41.04		0.56	22.98		
	COLUMNA 05				**gancho**	**empal**				**kg/m**			
	ACERO VERTICAL 18 Ø3/4" |_____	kg	1	4.21	0.40	0.00	18	82.98		2.24	185.88		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	3.18		0.00	36	114.48		0.56	64.11		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.38		0.00	36	49.68		0.56	27.82		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.38		0.00	36	49.68		0.56	27.82		
	ESTRIBO 36 Ø3/8"	kg	1	1.38		0.00	36	49.68		0.56	27.82		
01.01.02	**VIGAS**												
01.01.02.01	**ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60**												
01.01.02.01.01	**PRIMER NIVEL(+4.50m)**	**kg**											**22666**
	VIGA VT01-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	27.32	0.80	2.25	3	91.11		2.24	204.09		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	27.32	0.80	2.25	4	121.48		2.24	272.12		

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-2 Ø3/4" |_____	kg	1	2.16	0.40	0.00	2	5.12		2.24	11.47		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2-2 Ø3/4" |_____	kg	1	4.80		0.00	2	9.60		2.24	21.50		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 3- 3 Ø1" _____	kg	1	4.80		0.00	3	14.40		3.98	57.31		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4-2 Ø3/4" |_____	kg	1	5.00		0.00	2	10.00		2.24	22.40		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.66	0.40	0.00	2	4.12		2.24	9.23		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 2-3	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 3-4	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		
	VIGA VT02-(.30x.65)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	3	182.22		2.24	408.17		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	27.32	0.40	1.35	2	116.28		0.56	65.12		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	4	242.96		2.24	544.23		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-2 Ø3/4" |_____	kg	2	1.86	0.40	0.00	2	9.04		2.24	20.25		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2-2 Ø3/4" |_____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		2.24	42.11		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4-2 Ø3/4" |_____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		2.24	42.11		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-2 Ø3/4" |_____	kg	2	1.86	0.40	0.00	2	9.04		2.24	20.25		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 1-2	kg	2	1.88		0.00	47	176.72		0.56	98.96		
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE 2-3	kg	2	1.88		0.00	42	157.92		0.56	88.44		
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE 3-4	kg	2	1.88		0.00	42	157.92		0.56	88.44		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 4-5	kg	2	1.88		0.00	47	176.72		0.56	98.96		
	VIGA VT03-(.30x.65)-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	27.32	0.80	2.25	3	91.11		2.24	204.09		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 1 Ø3/4" |_____|	kg	1	7.70	0.80	0.00	1	8.50		2.24	19.04		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	7.96	0.40	0.00	2	16.72		0.56	9.36		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" |_____	kg	1	10.71	0.40	0.75	3	35.58		2.24	79.70		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	7.96	0.80	0.00	4	35.04		2.24	78.49		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" _____|	kg	1	9.81	0.40	0.75	3	32.88		2.24	73.65		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-3 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	3	6.78		2.24	15.19		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR EJE2-3 Ø3/4" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		2.24	51.07		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR EJE4-3 Ø3/4" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		2.24	51.07		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-3 Ø1" _____|	kg	1	1.86	0.45	0.00	3	6.93		3.98	27.58		

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 22 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	1.88		0.00	22	41.36		0.56	23.16		
	ESTRIBO 27 Ø3/8" EJE 2'-3	kg	1	2.18		0.00	27	58.86		0.56	32.96		
	ESTRIBO 27 Ø3/8" EJE 3-3'	kg	1	2.18		0.00	27	58.86		0.56	32.96		
	ESTRIBO 13 Ø3/8" EJE 3'-4	kg	1	1.88		0.00	13	24.44		0.56	13.69		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	VIGA VT04-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	10.17	0.80	0.75	4	46.88		2.24	105.01		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	10.17	0.80	0.75	4	46.88		2.24	105.01		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 22 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	2.18		0.00	22	47.96		0.56	26.86		
	VIGA VT05-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72		
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 2a-3a	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94		
	VIGA VT06-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	3	85.71		2.24	191.99		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.66	0.40	0.00	2	4.12		2.24	9.23		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.20		0.00	2	10.40		2.24	23.30		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.20		0.00	2	10.40		2.24	23.30		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø3/4" |_____	kg	1	6.66	0.40	0.00	2	14.12		2.24	31.63		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	2.18		0.00	30	65.40		0.56	36.62		
	VIGA VT07-(.30x.65)												

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
					gancho	empal				kg/m			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	3	85.71		2.24	191.99		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	2	4.52		2.24	10.12		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø3/4" |_____	kg	1	6.26	0.40	0.00	2	13.32		2.24	29.84		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	1.88		0.00	30	56.40		0.56	31.58		
	VIGA VT08-(.30x.65)												
					gancho	empal				kg/m			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	3	73.08		2.24	163.70		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	4	97.44		2.24	218.27		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	2	4.52		2.24	10.12		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-2 Ø3/4" |_____	kg	1	2.56	0.40	0.00	2	5.92		2.24	13.26		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 48 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	48	90.24		0.56	50.53		
	VIGA VT09-(.30x.65)												
					gancho	empal				kg/m			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	3	73.08		2.24	163.70		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	4	97.44		2.24	218.27		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	2	4.52		2.24	10.12		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-2 Ø3/4" |_____	kg	1	2.76	0.40	0.00	2	6.32		2.24	14.16		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 48 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	48	90.24		0.56	50.53		

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	VIGA VT10-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	3	73.08		2.24	163.70		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	4	97.44		2.24	218.27		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-3 Ø3/4" |_____	kg	1	2.16	0.40	0.00	3	7.68		2.24	17.20		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-3 Ø3/4" |_____	kg	1	2.16	0.40	0.00	3	7.68		2.24	17.20		
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	42	91.56		0.56	51.27		
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	VIGA VT01A-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16		
	ESTRIBO 21 Ø3/8" EJE D-E	kg	2	2.18		0.00	21	91.56		0.56	51.27		
01.01.02.01.02	**SEGUNDO NIVEL(+8.75m)**	**kg**											
	VIGA VT01-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	27.32	0.80	2.25	3	91.11		2.24	204.09		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	27.32	0.80	2.25	4	121.48		2.24	272.12		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-2 Ø3/4" |_____	kg	1	2.16	0.40	0.00	2	5.12		2.24	11.47		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2-2 Ø3/4" |_____	kg	1	4.80		0.00	2	9.60		2.24	21.50		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 3- 3 Ø1" _____	kg	1	4.80		0.00	3	14.40		3.98	57.31		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4-2 Ø3/4" |_____	kg	1	5.00		0.00	2	10.00		2.24	22.40		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.66	0.40	0.00	2	4.12		2.24	9.23		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 2-3	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 3-4	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	VIGA VT02-(.30x.65)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	3	182.22		2.24	408.17		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	27.32	0.40	1.35	2	116.28		0.56	65.12		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	4	242.96		2.24	544.23		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-2 Ø3/4" |_____	kg	2	1.86	0.40	0.00	2	9.04		2.24	20.25		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2-2 Ø3/4" |_____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		2.24	42.11		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4-2 Ø3/4" |_____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		2.24	42.11		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-2 Ø3/4" |_____	kg	2	1.86	0.40	0.00	2	9.04		2.24	20.25		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 1-2	kg	2	1.88		0.00	47	176.72		0.56	98.96		
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE 2-3	kg	2	1.88		0.00	42	157.92		0.56	88.44		
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE 3-4	kg	2	1.88		0.00	42	157.92		0.56	88.44		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 4-5	kg	2	1.88		0.00	47	176.72		0.56	98.96		
	VIGA VT03-(.30x.65)-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	27.32	0.80	2.25	3	91.11		2.24	204.09		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 1 Ø3/4" |_____|	kg	1	7.70	0.80	0.00	1	8.50		2.24	19.04		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	7.96	0.40	0.00	2	16.72		0.56	9.36		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" |_____	kg	1	10.71	0.40	0.75	3	35.58		2.24	79.70		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	7.96	0.80	0.00	4	35.04		2.24	78.49		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" _____|	kg	1	9.81	0.40	0.75	3	32.88		2.24	73.65		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-3 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	3	6.78		2.24	15.19		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR EJE2-3 Ø3/4" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		2.24	51.07		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR EJE4-3 Ø3/4" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		2.24	51.07		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-3 Ø1" _____|	kg	1	1.86	0.45	0.00	3	6.93		3.98	27.58		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 22 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	1.88		0.00	22	41.36		0.56	23.16		
	ESTRIBO 27 Ø3/8" EJE 2'-3	kg	1	2.18		0.00	27	58.86		0.56	32.96		
	ESTRIBO 27 Ø3/8" EJE 3-3'	kg	1	2.18		0.00	27	58.86		0.56	32.96		
	ESTRIBO 13 Ø3/8" EJE 3'-4	kg	1	1.88		0.00	13	24.44		0.56	13.69		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	VIGA VT04-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	10.17	0.80	0.75	4	46.88		2.24	105.01		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34		

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	10.17	0.80	0.75	4	46.88		2.24	105.01		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 22 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	2.18		0.00	22	47.96		0.56	26.86		
	VIGA VT05-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72		
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 2a-3a	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94		
	VIGA VT06-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	3	85.71		2.24	191.99		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.66	0.40	0.00	2	4.12		2.24	9.23		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.20		0.00	2	10.40		2.24	23.30		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.20		0.00	2	10.40		2.24	23.30		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø3/4" |_____	kg	1	6.66	0.40	0.00	2	14.12		2.24	31.63		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	2.18		0.00	30	65.40		0.56	36.62		
	VIGA VT07-(.30x.65)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	3	85.71		2.24	191.99		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	2	4.52		2.24	10.12		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø3/4" |_____	kg	1	6.26	0.40	0.00	2	13.32		2.24	29.84		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	1.88		0.00	30	56.40		0.56	31.58		
	VIGA VT08-(.30x.65)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	3	73.08		2.24	163.70		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	4	97.44		2.24	218.27		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	2	4.52		2.24	10.12		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-2 Ø3/4" |_____	kg	1	2.56	0.40	0.00	2	5.92		2.24	13.26		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 48 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	48	90.24		0.56	50.53		
	VIGA VT09-(.30x.65)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	3	73.08		2.24	163.70		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	4	97.44		2.24	218.27		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	2	4.52		2.24	10.12		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-2 Ø3/4" |_____	kg	1	2.76	0.40	0.00	2	6.32		2.24	14.16		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 48 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	48	90.24		0.56	50.53		
	VIGA VT10-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	3	73.08		2.24	163.70		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	4	97.44		2.24	218.27		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-3 Ø3/4" |_____	kg	1	2.16	0.40	0.00	3	7.68		2.24	17.20		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-3 Ø3/4" |_____	kg	1	2.16	0.40	0.00	3	7.68		2.24	17.20		

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	42	91.56		0.56	51.27		
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	VIGA VT01A-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16		
	ESTRIBO 21 Ø3/8" EJE D-E	kg	2	2.18		0.00	21	91.56		0.56	51.27		
01.01.02.01.03	**TERCER NIVEL(+13.00m)**	**kg**											
	VIGA VT01-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	27.32	0.80	2.25	3	91.11		2.24	204.09		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	27.32	0.80	2.25	4	121.48		2.24	272.12		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-2 Ø3/4" |_____	kg	1	2.16	0.40	0.00	2	5.12		2.24	11.47		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2-2 Ø3/4" |_____	kg	1	4.80		0.00	2	9.60		2.24	21.50		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 3- 3 Ø1" _____	kg	1	4.80		0.00	3	14.40		3.98	57.31		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4-2 Ø3/4" |_____	kg	1	5.00		0.00	2	10.00		2.24	22.40		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.66	0.40	0.00	2	4.12		2.24	9.23		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 2-3	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 3-4	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		
	VIGA VT02-(.30x.65)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	3	182.22		2.24	408.17		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	27.32	0.40	1.35	2	116.28		0.56	65.12		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	2	27.32	0.80	2.25	4	242.96		2.24	544.23		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-2 Ø3/4" |_____	kg	2	1.86	0.40	0.00	2	9.04		2.24	20.25		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 2-2 Ø3/4" |_____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		2.24	42.11		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 4-2 Ø3/4" |_____	kg	2	4.70		0.00	2	18.80		2.24	42.11		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-2 Ø3/4" |_____	kg	2	1.86	0.40	0.00	2	9.04		2.24	20.25		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 1-2	kg	2	1.88		0.00	47	176.72		0.56	98.96		

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE 2-3	kg	2	1.88		0.00	42	157.92		0.56	88.44		
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE 3-4	kg	2	1.88		0.00	42	157.92		0.56	88.44		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 4-5	kg	2	1.88		0.00	47	176.72		0.56	98.96		
	VIGA VT03-(.30x.65)-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	27.32	0.80	2.25	3	91.11		2.24	204.09		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 1 Ø3/4" |_____|	kg	1	7.70	0.80	0.00	1	8.50		2.24	19.04		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	27.32	0.40	1.35	2	58.14		0.56	32.56		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	7.96	0.40	0.00	2	16.72		0.56	9.36		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" |_____	kg	1	10.71	0.40	0.75	3	35.58		2.24	79.70		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	7.96	0.80	0.00	4	35.04		2.24	78.49		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" _____|	kg	1	9.81	0.40	0.75	3	32.88		2.24	73.65		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 1-3 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	3	6.78		2.24	15.19		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR EJE2-3 Ø3/4" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		2.24	51.07		
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR EJE4-3 Ø3/4" _____	kg	1	7.60		0.00	3	22.80		2.24	51.07		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE 5-3 Ø1" _____|	kg	1	1.86	0.45	0.00	3	6.93		3.98	27.58		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 22 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	1.85		0.00	22	40.70		0.56	22.79		
	ESTRIBO 27 Ø3/8" EJE 2'-3	kg	1	2.18		0.00	27	58.86		0.56	32.96		
	ESTRIBO 27 Ø3/8" EJE 3-3'	kg	1	2.18		0.00	27	58.86		0.56	32.96		
	ESTRIBO 13 Ø3/8" EJE 3'-4	kg	1	1.88		0.00	13	24.44		0.56	13.69		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE 4-5	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	VIGA VT04-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	10.17	0.80	0.75	4	46.88		2.24	105.01		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	10.17	0.40	0.45	2	22.04		0.56	12.34		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	10.17	0.80	0.75	4	46.88		2.24	105.01		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE 1-2	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	ESTRIBO 22 Ø3/8" EJE 2-2'	kg	1	2.18		0.00	22	47.96		0.56	26.86		
	VIGA VT05-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	8.32	0.40	0.00	2	17.44		0.56	9.77		

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	8.32	0.80	0.00	4	36.48		2.24	81.72		
	ESTRIBO 45 Ø3/8" EJE 2a-3a	kg	1	2.18		0.00	45	98.10		0.56	54.94		
	VIGA VT06-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	3	85.71		2.24	191.99		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.66	0.40	0.00	2	4.12		2.24	9.23		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.20		0.00	2	10.40		2.24	23.30		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.20		0.00	2	10.40		2.24	23.30		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø3/4" |_____	kg	1	6.66	0.40	0.00	2	14.12		2.24	31.63		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	47	102.46		0.56	57.38		
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	2.18		0.00	30	65.40		0.56	36.62		
	VIGA VT07-(.30x.65)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	3	85.71		2.24	191.99		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	25.52	0.40	1.35	2	54.54		0.56	30.54		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	25.52	0.80	2.25	4	114.28		2.24	255.99		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	2	4.52		2.24	10.12		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-E-2 Ø3/4" |_____	kg	1	6.26	0.40	0.00	2	13.32		2.24	29.84		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 30 Ø3/8" EJE D-E	kg	1	1.88		0.00	30	56.40		0.56	31.58		
	VIGA VT08-(.30x.65)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	3	73.08		2.24	163.70		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	4	97.44		2.24	218.27		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	2	4.52		2.24	10.12		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		

HOJA DE METRADOS :

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-2 Ø3/4" |_____	kg	1	2.56	0.40	0.00	2	5.92		2.24	13.26		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 48 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	48	90.24		0.56	50.53		
	VIGA VT09-(.30x.65)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	3	73.08		2.24	163.70		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	4	97.44		2.24	218.27		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-2 Ø3/4" |_____	kg	1	1.86	0.40	0.00	2	4.52		2.24	10.12		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-2 Ø3/4" _____	kg	1	5.10		0.00	2	10.20		2.24	22.85		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-2 Ø3/4" |_____	kg	1	2.76	0.40	0.00	2	6.32		2.24	14.16		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 47 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	1.88		0.00	47	88.36		0.56	49.48		
	ESTRIBO 48 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	1.88		0.00	48	90.24		0.56	50.53		
	VIGA VT10-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	3	73.08		2.24	163.70		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	1	22.06	0.40	0.90	2	46.72		0.56	26.16		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 4 Ø3/4" |_____|	kg	1	22.06	0.80	1.50	4	97.44		2.24	218.27		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE A-3 Ø3/4" |_____	kg	1	2.16	0.40	0.00	3	7.68		2.24	17.20		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE B-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE C-3 Ø1" _____	kg	1	5.30		0.00	3	15.90		3.98	63.28		
	ACERO BASTON SUPERIOR EJE D-3 Ø3/4" |_____	kg	1	2.16	0.40	0.00	3	7.68		2.24	17.20		
	ESTRIBO 42 Ø3/8" EJE A-B	kg	1	2.18		0.00	42	91.56		0.56	51.27		
	ESTRIBO 40 Ø3/8" EJE B-C	kg	1	2.18		0.00	40	87.20		0.56	48.83		
	ESTRIBO 43 Ø3/8" EJE C-D	kg	1	2.18		0.00	43	93.74		0.56	52.49		
	VIGA VT01A-(.30x.80)												
					gancho	**empal**				**kg/m**			
	ACERO LONGITUDINAL SUPERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80		
	ACERO LOGITUDINAL INTERMEDIO 2 Ø3/8" |_____|	kg	2	4.42	0.40	0.00	2	19.28		0.56	10.80		
	ACERO LONGITUDINAL INFERIOR 3 Ø3/4" |_____|	kg	2	4.42	0.80	0.00	3	31.32		2.24	70.16		
	ESTRIBO 21 Ø3/8" EJE D-E	kg	2	2.18		0.00	21	91.56		0.56	51.27		

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN		Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
					Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
01	EDIFICIO CON AISLADORES DISIPADORES SLB													
01.01	ESTRUCTURAS													
	ENCOFRADO NORMAL													
	COLUMNAS													
	ENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS		m2											980
		EJE A						perimetro						
		C01	m2	5.00	1.20	0.50	13.65	3.40			232.05			
		EJE B												
		C01	m2	2.00	1.20	0.50	13.65	3.40			92.82			
		C02	m2	3.00	0.50	0.50	13.65	2.00			81.90			
		EJE C												
		C01	m2	2.00	1.20	0.50	13.65	3.40			92.82			
		C02	m2	3.00	0.50	0.50	13.65	2.00			81.90			
		EJE D												
		C01	m2	2.00	1.20	0.50	13.65	3.40			92.82			
		C02	m2	2.00	0.50	0.50	13.65	2.00			54.60			
		C04	m2	1.00	1.30	0.30	13.65	3.20			43.68			
		C05	m2	1.00	1.20	0.40	13.65	3.20			43.68			
		EJE E												
		C01	m2	2.00	1.20	0.50	13.65	3.40			92.82			
		C03	m2	2.00	1.00	0.30	13.65	2.60			70.98			
	VIGAS													
	ENCOFRADO NORMAL EN VIGAS		m2											889
		EJE A						perimetro						
		VT01-(.30x.80)	m2	3.00	22.10	0.30	0.80	1.56			103.43			
		EJE B												
		VT02-(.30x.65)	m2	3.00	24.90	0.30	0.65	1.26			94.12			
		EJE C												
		VT02-(.30x.65)	m2	3.00	24.90	0.30	0.65	1.26			94.12			
		EJE D												
		VT03-(.30x.65)-(EJES 1 Y 2)	m2	3.00	8.95	0.30	0.65	1.26			33.83			
		VT03-(.30x.80)-(EJE 3)	m2	3.00	6.90	0.30	0.80	1.56			32.29			
		VT03-(.30x.65)-(EJES 4 Y 5)	m2	3.00	8.05	0.30	0.65	1.26			30.43			
		EJE E												
		VT04-(.30x.80)	m2	3.00	7.55	0.30	0.80	1.56			35.33			
		VT05-(.30x.80)	m4	3.00	7.80	0.30	0.80	1.56			36.50			
		EJE 1												
		VT06-(.30x.80)	m2	3.00	21.00	0.30	0.80	1.56			98.28			
		EJE 2												
		VT07-(.30x.65)	m2	3.00	23.00	0.30	0.65	1.26			86.94			
		VT01A-(.30x.80)	m4	3.00	2.20	0.30	0.80	1.56			10.30			
		EJE 3												
		VT08-(.30x.65)	m2	3.00	20.30	0.30	0.65	1.26			76.73			
		EJE 4												
		VT09-(.30x.65)	m2	3.00	20.10	0.30	0.65	1.26			75.98			
		EJE 5												
		VT10-(.30x.80)	m2	3.00	17.30	0.30	0.80	1.56			80.96			
	LOSA MACIZA													
	ENCOFRADO NORMAL EN LOSA MACIZA (E=17cm)		m2											1742
			m2	3		580.50	1.00	1			1741.50			
	LOSA DE CIMENTACIÓN													
	ENCOFRADO NORMAL EN LOSA CIMENTACIÓN (E=80CM)		m2											92
			m2	1		115.20	0.80	1			92.16			

HOJA DE METRADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	Elem. Simil.	DIMENSIONES			Nº de Veces	METRADO					Total
				Largo	Ancho	Alto		Lon.	Área	Vol.	Kg.	Und.	
	MUROS DESACOPLADOS												
	ENCOFRADO NORMAL EN MUROS DESACOPLADOS	m2											701
		m2		325.00	2.00	1.00				650.00			
				205.00	0.25					51.25			

ANEXO 8. COTIZACIÓN DE LOS AISLADORES LRB Y LOS DISIPADORES SLB.

INFORMACIÓN CON FINES ACADÉMICOS

Lima, 13 de Enero del 2024

PARA : Julio Bernardo Zevallos
(TESISTA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA)

ATENCIÓN : Ing. Maribel Burgos Namuche
(ASESOR DE TESIS)

8 deslizadores sísmicos planos (Sliders):	$ 9000.00 (Precio Unitario) $ 72000.00(Precio Parcial)
17 Aisladores sísmicos LRB:	$ 15000.00 (Precio Unitario) $ 255000.00(Precio Parcial)
PRECIO GLOBAL:	**$ 327 000.00 + IGV**

CONSIDERACIONES:

1. La presente información se entrega para fines de desarrollo de la tesis: ANÁLISIS Y DISEÑO SÍSMICO COMPARATIVO ENTRE AISLADORES LRB Y DISIPADORES SLBAPLICADOS EN UN EDIFICIO HOSPITALARIO".
2. CDV está colaborando con la presente tesis mediante la emisión de costos referenciales de los dispositivos previamente diseñados por el tesista. CDV no asume ninguna responsabilidad por el diseño y las metodologías empleadas en el desarrollo de la misma.
3. El precio de los aisladores es muy sensible con las cantidades que se requieren, elprecio variará si se modifican dichas cantidades.
4. Estos precios no son fijos en el tiempo, por lo tanto, no podrán ser usados para trabajos académicos posteriores a estas fechas. La actualización de precios muchasveces se da mensualmente.
5. La información presentada es únicamente para fines educativos, no podrá ser usadao tomada como referencia oficial por alguna empresa o entidad, tampoco para el desarrollo de otra investigación. Se prohíbe la difusión cuyo objetivo sea diferente alos fines de la presente tesis.

NOTAS:

6. Los precios NO incluyen impuestos de ley.
7. Precios dados en US$ dólares USA
8. Las cantidades y características de los aisladores usadas para la presente cotización fueron tomadas en base a *INFORMACIÓN ENTREGADA POR EL TESISTA*.

ACADÉMICOS - SOLO PARA FINES ACADÉMICOS - SOLO PARA FINES ACADÉMICOS - SOLO PARA FINES ACADÉMICOS - SOLO PARA FINES

18 de Enero de 2024

INFORMACIÓN CON FINES ACADÉMICOS

SEÑOR
Julio Bernardo Zevallos (TESISTA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA)

Presente

Presupuesto: Disipadores de Energía para Proyecto Edificio Hospitalario.

Por medio de la presente tenemos a bien ofrecerle la cotización de 60 disipadores sísmicos SLB de Terc era Generación con co nector tipo peine superior e inferior.

Esta generación de disipadores está avalada por ensayos según protocolo AISC Seismic Provision 2016 y FEMA 461 en laboratorio homologado de la Universidad de Cantabria.

PRECIO UNITARIO US$ 860.00
PRECIO TOTAL US$ 51,600.00

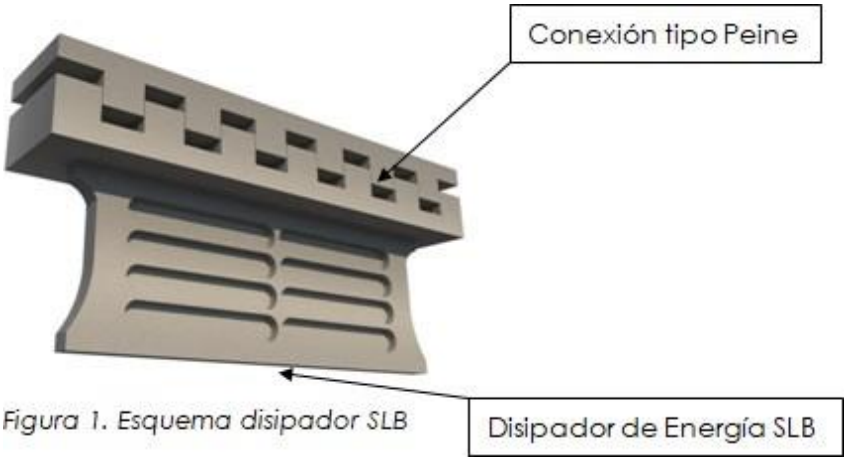
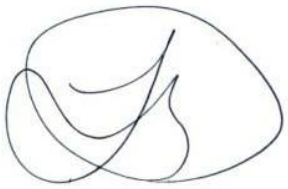


Figura 1. Esquema disipador SLB

Términos y condiciones del pedido:

1. Cotización en Dólares Americanos
2. Importe total: US$ 51,600.00 + IGV. Incluye:
    1.1. Disipadores sísmicos SLB
    1.2. Conector tipo peine superior e inferior
    1.3. Certificado de calidad del material ensayado a tracción (Fy real)
3. Unidades entregadas en pallets de madera.
4. Forma de Pago:
    60% Adelanto con la confirmación del pedido
    40% Previo a la entrega
5. ENTREGA: 90 días después de realizado el anticipo.

Validez de la Oferta: 30 días



SLB Devices PERU SAC.
Luis Miguel Bozzo Rotondo, Msc., PhD.
Director Técnico

Barcelona, 18 Enero, 2024

ANEXO 9. SUSTENTO DE PRECIOS CONCRETO, ACERO ENCOFRADO – REVISTA COSTOS.

1 PRECIOS UNITARIOS DE PARTIDAS

OBRAS DE EDIFICACION (OE) Y HABILITACION URBANA (HU)

CÓD.	PARTIDA	UND	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.
OE	**OBRAS DE EDIFICACIÓN**					
OE.1	**OBRASPROVISIONALES,TRABAJOSPRELIMINARES,SEGURIDADYSALUD**					
OE.1.1	**OBRASPROVISIONALESYTRABAJOSPRELIMINARES**					
OE.1.1.1	**CONSTRUCCIONES PROVISIONALES**					
OE.1.1.1.01*	OFICINAS, ALMACENES, CASETA GUARDIANÍA, COMEDORES, VESTUARIOS Y SERVICIOS HIGIÉNICOS	M2	105.64	55.93	46.91	2.80
OE.1.1.1.07	CERCO C/TRIPLAY H=2.40M	M	129.39	28.78	100.61	0.00
OE.1.1.1.08	CARTEL DE OBRA 3.60X7.20 M. (MADERA)	PZA	4,205.42	1,241.18	2,716.00	248.24
OE.1.1.2	**INSTALACIONES PROVISIONALES**					
OE.1.1.2.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	MES	2,751.04	234.43	0.00	2,516.61
OE.1.1.2.11*	CISTERNA PROVISIONAL P/AGUA CONSTRUC. DE ALBANILERIA (4 M3)	PZA	1,007.10	371.49	617.04	18.57
OE.1.1.3	**OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES**					
OE.1.1.3.01*	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	M2	4.68	4.46	0.00	0.22
OE.1.1.3.02*	LIMPIEZA DEL TERRENO C/EQUIPO	M2	2.57	0.60	0.00	1.97
OE.1.1.3.03*	ELIMINACION DE BASURA Y ELEMENTOS SUELTOS LIVIANOS	M3	37.68	36.58	0.00	1.10
OE.1.1.3.04*	ELIMINACION DE BASURA Y ELEMENTOS SUELTOS PESADOS	M3	64.01	60.96	0.00	3.05
OE.1.1.4	**ELIMINACIÓN DE OBSTRUCCIONES**					
OE.1.1.4.01	ELIMINACION DE ARBOL	PZA	109.73	104.50	0.00	5.23
OE.1.1.4.11*	ELIMINACION DE POSTE DE LUZ	PZA	72.01	68.58	0.00	3.43
OE.1.1.5	**REMOCIONES**					
OE.1.1.5.11*	DESMONTAJE DE PUERTA	M2	26.44	25.18	0.00	1.26
OE.1.1.5.12*	DESMONTAJE DE VENTANAS	M2	10.37	10.07	0.00	0.30
OE.1.1.5.13*	DESMONTAJE DE TABIQUE DE MADERA	M2	20.74	20.14	0.00	0.60
OE.1.1.5.14*	DESMONTAJE DE VIGUETA DE MADERA	M2	8.30	8.06	0.00	0.24
OE.1.1.5.15*	DESMONTAJE DE COLUMNAS DE MADERA H=4.00M	PZA	72.01	68.58	0.00	3.43
OE.1.1.5.16*	DESMONTAJE DE TIJERAL DE MADERA L=14.00M	PZA	340.75	296.30	0.00	44.45
OE.1.1.5.17*	DESMONTAJE DE TECHO ETERNIT CALAMINA	M2	6.91	6.71	0.00	0.20
OE.1.1.5.18*	DESMONTAJE DE TECHO DE CANALON	M2	4.52	4.30	0.00	0.22
OE.1.1.5.19*	DESMONTAJE DE PORTON METALICO (3.00X2.40)M	PZA	153.67	139.82	0.00	13.85
OE.1.1.5.20*	RETIRO DE CANTONERA DE ALUMINIO	M	3.14	3.05	0.00	0.09
OE.1.1.5.21*	DESMONTAJE DE APARATOS SANITARIOS	PZA	35.72	34.02	0.00	1.70
OE.1.1.5.22*	DESMONTAJE DE ARTEFACTOS DE ILUMINACION	PZA	33.42	32.45	0.00	0.97
OE.1.1.6	**DEMOLICIONES**					
OE.1.1.6.11*	DEMOLICION CIMIENTOS ARMADOS C/EQUIPO	M3	415.60	81.14	0.00	334.46
OE.1.1.6.12*	DEMOLICION SOBRECIMIENTOS ARMADOS C/EQUIPO	M3	388.55	54.09	0.00	334.46
OE.1.1.6.13*	DEMOLICION COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO C/EQUIPO	M3	551.54	105.58	0.00	445.96
OE.1.1.6.14*	DEMOLICION MUROS DE CONCRETO ARMADO C/EQUIPO	M3	399.37	64.91	0.00	334.46
OE.1.1.6.15*	DEMOLICION CIMIENTOS MANUAL	M3	640.05	609.57	0.00	30.48
OE.1.1.6.16*	DEMOLICION DE COLUMNAS CONCRETO ARMADO MANUAL	M3	768.06	731.49	0.00	36.57
OE.1.1.6.17*	DEMOLICION DE CONCRETO SIMPLE MANUAL R=0.6 M3/D	M3	320.03	304.79	0.00	15.24
OE.1.1.6.20*	PICADO DE CONCRETO PARA ANCLAJE DE COLUMNAS	M3	470.90	457.18	0.00	13.72
OE.1.1.6.21*	PICADO DE TARRAJEO EN MUROS	M2	20.93	20.32	0.00	0.61
OE.1.1.6.22*	PICADO DE FISURAS EN MURO TARRAJ.(PARA 1M2 DE MURO P/RESANAR	M2	1.57	1.52	0.00	0.05
OE.1.1.6.23*	PICADO EN GRIETAS DE MUROS	M	10.45	10.15	0.00	0.30
OE.1.1.6.31*	DEMOLICION DE MUROS DE LADRILLO KK CABEZA	M2	23.55	22.86	0.00	0.69
OE.1.1.6.32*	DEMOLICION DE MUROS DE LADRILLO KK SOGA	M2	15.70	15.24	0.00	0.46
OE.1.1.6.33*	DEMOLICION DE MUROS DE LADRILLO KK CANTO	M2	11.48	11.15	0.00	0.33
OE.1.1.6.41*	DEMOLICION DE MUROS DE ADOBE E=0.4M	M2	7.81	7.58	0.00	0.23
OE.1.1.6.42*	DEMOLICION DE MUROS DE ADOBE E=0.6M	M2	11.14	10.82	0.00	0.32
OE.1.1.6.43*	DEMOLICION DE MUROS DE ADOBE E=1.0M	M2	18.84	18.29	0.00	0.55
OE.1.1.6.51*	RASQUETEO Y DESMANCHADO DE MURO PARA TARRAJEAR	M2	2.66	1.82	0.66	0.18
OE.1.1.6.61*	DEMOLICION PISO DE CONCRETO INCLUYE FALSO PISO C/EQUIPO	M2	41.57	8.12	0.00	33.45
OE.1.1.6.62*	DEMOLICION - ROTURA DE CONTRAPISO E=4" MANUAL	M2	18.84	18.29	0.00	0.55
OE.1.1.6.63*	DEMOLICION PISO LOSETA MANUAL	M2	15.70	15.24	0.00	0.46
OE.1.1.6.64*	DEMOLICION PISO DE MADERA MACHIHEMBRADA MANUAL	M2	11.45	9.96	0.00	1.49
OE.1.1.8	**APUNTALAMIENTO DE CONSTRUCCIONES EXISTENTES**					
OE.1.1.8.11*	APUNTALAMIENTO DE MURO DE CONTENCION	M2	34.50	13.43	20.67	0.40
OE.1.1.9	**TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO**					
OE.1.1.9.11*	TRAZADO Y REPLANTEO S/EQUIPO	M2	3.85	1.86	1.93	0.06
OE.1.1.9.12*	TRAZADO Y REPLANTEO C/EQUIPO	M	1.43	0.91	0.30	0.22
OE.1.1.9.13*	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	3.70	2.05	1.14	0.51
OE.1.1.9.14*	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	M2	3.70	2.05	1.14	0.51
OE.2	**ESTRUCTURAS**					
OE.2.1	**MOVIMIENTODETIERRAS**					
OE.2.1.1	**NIVELACIÓN DE TERRENO**					
OE.2.1.1.11*	CORTE O RELLENO DE TERRENO HASTA 0.20 M. DE PROF. SIN APISON	M2	11.04	10.51	0.00	0.53
OE.2.1.1.12*	REFINE, NIVEL.Y COMPACT./TERRENO NORMAL/CON PISON MANUAL	M2	7.27	6.40	0.31	0.56
OE.2.1.1.13*	REFINE, NIVEL.Y COMPACT./TERRENO NORMAL/CON COMPACTADORA	M2	6.02	2.96	0.31	2.75
OE.2.1.2	**EXCAVACIONES**					
OE.2.1.2.11*	EXCAV. ZANJAS P/CIMIENTOS MAT.SUEL.H=1.00 M.	M3	48.01	45.72	0.00	2.29
OE.2.1.2.12*	EXCAV. ZANJAS P/CIMIENTOS MAT.SUEL.H=1.40 M.	M3	54.86	52.25	0.00	2.61
OE.2.1.2.13*	EXCAV. ZANJAS P/CIMIENTOS MAT.SUEL.H=1.70 M.	M3	64.01	60.96	0.00	3.05
OE.2.1.2.21*	EXCAV. ZANJAS P/CIMIENTOS ROC/SUEL.H=1.00 M.	M3	154.20	117.51	0.00	36.69
OE.2.1.2.31*	EXCAV. ZANJAS P/CIMIENTOS ROC/FIJA H=1 M	M3	179.64	129.15	0.00	50.49
OE.2.1.2.41*	EXCAV. ZAPATAS MAT.SUELTO H=1.00 M	M3	54.86	52.25	0.00	2.61
OE.2.1.2.42*	EXCAV. ZAPATAS MAT.SUELTO H=1.40 M.	M3	64.01	60.96	0.00	3.05
OE.2.1.2.43*	EXCAV. ZAPATAS MAT.SUELTO H=1.70 M.	M3	76.81	73.15	0.00	3.66
OE.2.1.2.51*	EXCAV.CALZADURA MAT.SUELTO ANCHO PROMEDIO 1.40 M	M3	54.86	52.25	0.00	2.61
OE.2.1.2.56*	EXCAV.CALZADURA MAT. COMPACTO ANCHO PROMEDIO 1.40 M	M3	62.79	60.96	0.00	1.83
OE.2.1.2.61*	EXCAVACION P/POZO DE TIERRA	M3	54.86	52.25	0.00	2.61
OE.2.1.2.66*	EXC.MEC.MAT.SUELTO H=1.00 MT C/TRAC.D6D	M3	8.53	1.23	0.00	7.30
OE.2.1.2.67*	EXC.MEC.MAT.SUELTO H=1.00 MT C/RETRO	M3	7.38	1.62	0.00	5.76
OE.2.1.2.71*	EXCAVACION P/CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS C/ EQUIPO	M3	14.73	3.22	0.00	11.51
OE.2.1.4	**RELLENOS**					
OE.2.1.4.1	**RELLENO CON MATERIAL PROPIO**					
OE.2.1.4.1.11*	RELLENO COMPACTADO A MANO - MAT. PROPIO, R=7M3/D C/PISON	M3	27.44	26.13	0.00	1.31
OE.2.1.4.1.12*	RELLENO COMPACTADO C/COMPACTADORA 4 HP-MAT. PROPIO,C/AGUA	M3	76.84	49.59	0.74	26.51
OE.2.1.4.1.13*	RELLENO COMPACTADO C/COMPACTADORA 5.8HP-MAT. PROPIO	M3	62.60	43.22	0.74	18.64
OE.2.1.4.1.14*	RELLENO COMPACTADO C/COMPACTADORA 7 HP-MAT. PROPIO,C/AGUA	M3	39.33	25.94	0.74	12.65
OE.2.1.4.1.51*	RELLENO MASIVO CON MOTON., RODILLO Y CISTERNA	M3	13.19	0.46	0.00	12.73
OE.2.1.4.2	**RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO**					
OE.2.1.4.2.21*	RELLENO MANUAL CON MATERIAL DE PRESTAMO,C/ COMPACT.4 HP	M3	144.00	49.59	67.90	26.51
OE.2.1.4.2.22*	RELLENO MANUAL CON MATERIAL DE PRESTAMO,C/ COMPACT.5.8HP	M3	114.76	29.76	67.90	17.10
OE.2.1.4.2.23*	RELLENO MANUAL CON MATERIAL DE PRESTAMO,C/ COMPACT.7 HP	M3	100.08	19.84	67.90	12.34
OE.2.1.5	**ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE**					
OE.2.1.5.11*	ELIMINACION MATERIAL - MANUAL DH=30 M.(DISTANCIA PROMEDIO)	M3	32.00	30.48	0.00	1.52
OE.2.1.5.21*	ELIMIN. MAT. CARGUIO MANUAL/VOLQUET 4 M3 DM=5 KM.	M3	100.72	32.62	0.00	68.10
OE.2.1.5.22*	ELIM.MAT.CARG.MANUAL/VOLQUETE 6 M3,V=30 D= 5 KMS.	M3	84.31	32.18	0.00	52.13
OE.2.1.5.23*	ELIM.MAT.CARG.MANUAL/VOLQUETE 6 M3,V=30 D=10 KMS.	M3	105.37	40.22	0.00	65.15
OE.2.1.5.31*	ELIM.MAT.CARG.125 HP/VOLQUETE 6 M3,V=30 D=05 KM	M3	23.73	0.99	0.00	22.74
OE.2.1.5.32*	ELIM.MAT.CARG.125 HP/VOLQUETE 6 M3,V=30 D=10 KM	M3	37.87	1.57	0.00	36.30
OE.2.2	**OBRASDECONCRETOSIMPLE**					
OE.2.2.1	**CIMIENTOS CORRIDOS**					
OE.2.2.1.11*	CONCRETO CICLOPEO 1:6(C:H)+30% P.G.-CIMIENTOS CORRIDOS	M3	249.88	85.86	152.36	11.66
OE.2.2.1.12*	CONCRETO CICLOPEO 1:8(C:H)+30% P.G.-CIMIENTOS CORRIDOS	M3	246.86	85.86	147.63	13.37
OE.2.2.1.13*	CONCRETO CICLOPEO 1:10(C:H)+30% P.G.-CIMIENTO CORRIDOS	M3	227.95	85.86	128.72	13.37
OE.2.2.1.31*	CONCRETO F'C 80 KG/CM2-CIMIENTOS CORRIDOS	M3	301.47	85.86	203.95	11.66
OE.2.2.1.32*	CONCRETO F'C 100 KG/CM2-CIMIENTOS CORRIDOS	M3	312.78	85.86	215.26	11.66
OE.2.2.1.52*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 100 KG/CM2 - CMTO. CORRIDO	M3	282.79	59.71	218.88	4.20
OE.2.2.1.53*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 120 KG/CM2 - CMTO. CORRIDO	M3	356.33	59.71	292.42	4.20
OE.2.2.1.54*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 140 KG/CM2 - CMTO. CORRIDO	M3	287.94	59.71	224.03	4.20
OE.2.2.1.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL P. CIMIENTOS	M2	44.37	20.96	22.36	1.05
OE.2.2.2	**FALSA ZAPATA**					
OE.2.2.2.11*	CONCRETO 1: 6 (C:H) FALSA ZAPATA	M3	299.97	85.86	202.45	11.66
OE.2.2.3	**SOLADO**					
OE.2.2.3.11*	CONCRETO C:H 1:10 E=2"-SOLADO	M2	32.46	21.47	7.65	3.34
OE.2.2.3.12*	CONCRETO C:H 1:12 E=2"-SOLADO	M2	31.55	21.47	6.74	3.34
OE.2.2.3.52*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 100 KG/CM2 - SOLADO	M3	245.51	24.87	218.88	1.76
OE.2.2.3.54*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 140 KG/CM2 - SOLADO	M3	250.66	24.87	224.03	1.76
OE.2.2.4	**BASES DE CONCRETO**					
OE.2.2.4.34*	CONCRETO F'C=140 KG/CM2 BASES E=0.10M	M3	330.72	85.86	236.52	8.34
OE.2.2.5	**ESTRUCTURAS DE SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES**					
OE.2.2.5.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 + 30% P.G.-CALZADURAS	M3	231.49	117.52	110.44	3.53
OE.2.2.5.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL DE CALZADURAS	M2	131.84	40.28	89.55	2.01
OE.2.2.6	**SOBRECIMIENTOS**					
OE.2.2.6.11*	CONCRETO 1:6 (C:H) + 25% P.M.-SOBRECIMIENTOS	M3	369.79	178.89	166.62	24.28
OE.2.2.6.12*	CONCRETO 1:8 (C:H) + 25% P.M.-SOBRECIMIENTOS	M3	341.42	178.89	138.25	24.28
OE.2.2.6.32*	CONCRETO F'C 100 KG/CM2-SOBRECIMIENTOS	M3	449.57	198.01	217.58	33.98
OE.2.2.6.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTOS	M2	52.58	26.21	25.58	0.79

CÓD.	PARTIDA	UND	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.
OE.2.2.7	**GRADAS**					
OE.2.2.7.11*	CONCRETO 1:10 (C:H) GRADAS Y RAMPAS	M3	310.78	143.11	145.38	22.29
OE.2.2.7.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 GRADAS Y RAMPAS	M3	423.35	158.40	237.76	27.19
OE.2.2.7.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 GRADAS Y RAMPAS	M3	456.45	158.40	270.86	27.19
OE.2.2.7.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL GRADAS Y RAMPAS	M2	89.79	69.86	16.44	3.49
OE.2.2.9	**FALSO PISO**					
OE.2.2.9.11*	FALSOPISO DE 3" CON MEZC.1:6 C:H	M2	32.93	14.66	15.72	2.55
OE.2.2.9.12*	FALSOPISO DE 3" CON MEZC.1:8 C:H	M2	30.44	14.66	13.23	2.55
OE.2.2.9.21*	FALSOPISO DE 4" CON MEZC.1:6 C:H	M2	40.36	16.67	20.80	2.89
OE.2.2.9.22*	FALSOPISO DE 4" CON MEZC.1:8 C:H	M2	40.80	20.18	17.95	2.67
OE.2.2.9.52*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 100 KG/CM2 - FALSO PISO	M3	272.12	49.74	218.88	3.50
OE.2.2.9.53*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 120 KG/CM2 - FALSO PISO	M3	345.66	49.74	292.42	3.50
OE.2.2.9.54*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 140 KG/CM2 - FALSO PISO	M3	277.27	49.74	224.03	3.50
OE.2.2.9.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE FALSO PISO	M2	45.55	26.21	18.03	1.31
OE.2.3	**OBRASDECONCRETOARMADO**					
OE.2.3.1	**CIMIENTOS REFORZADOS**					
OE.2.3.1.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 CIMIENTO REFORZADO	M3	347.55	95.04	236.20	16.31
OE.2.3.1.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 CIMIENTO REFORZADO	M3	380.65	95.04	269.30	16.31
OE.2.3.1.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 CIMIENTO REFORZADO	M3	399.56	95.04	288.21	16.31
OE.2.3.1.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 - CMTO REFORZADO	M3	261.74	24.87	235.11	1.76
OE.2.3.1.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 - CMTO REFORZADO	M3	266.84	24.87	240.21	1.76
OE.2.3.1.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 - CMTO REFORZADO	M3	278.06	24.87	251.43	1.76
OE.2.3.1.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 - CMTO REFORZADO	M3	289.28	24.87	262.65	1.76
OE.2.3.1.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 - CMTO REFORZADO	M3	305.60	24.87	278.97	1.76
OE.2.3.1.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 - CMTO REFORZADO	M3	323.45	24.87	296.82	1.76
OE.2.3.1.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 - CMTO REFORZADO	M3	342.32	24.87	315.69	1.76
OE.2.3.1.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL CIMIENTO REFORZADO	M2	41.19	20.96	19.18	1.05
OE.2.3.2	**ZAPATAS**					
OE.2.3.2.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 ZAPATA	M3	347.55	95.04	236.20	16.31
OE.2.3.2.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 ZAPATA	M3	380.65	95.04	269.30	16.31
OE.2.3.2.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 ZAPATA	M3	399.56	95.04	288.21	16.31
OE.2.3.2.37*	CONCRETO F'C 245 KG/CM2 ZAPATA	M3	453.93	95.04	342.58	16.31
OE.2.3.2.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL ZAPATA	M2	84.71	52.40	29.69	2.62
OE.2.3.3	**VIGAS DE CIMENTACIÓN**					
OE.2.3.3.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 VIGA CIMENTACION	M3	375.97	118.80	236.78	20.39
OE.2.3.3.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 VIGA CIMENTACION	M3	409.07	118.80	269.88	20.39
OE.2.3.3.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 VIGA CIMENTACION	M3	427.98	118.80	288.79	20.39
OE.2.3.3.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 - VIGA CIMENTACION	M3	261.74	24.87	235.11	1.76
OE.2.3.3.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 - VIGA CIMENTACION	M3	266.84	24.87	240.21	1.76
OE.2.3.3.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 - VIGA CIMENTACION	M3	278.06	24.87	251.43	1.76
OE.2.3.3.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 - VIGA CIMENTACION	M3	289.28	24.87	262.65	1.76
OE.2.3.3.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 - VIGA CIMENTACION	M3	305.60	24.87	278.97	1.76
OE.2.3.3.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 - VIGA CIMENTACION	M3	323.45	24.87	296.82	1.76
OE.2.3.3.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 - VIGA CIMENTACION	M3	342.32	24.87	315.69	1.76
OE.2.3.3.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGA DE CIMENTACION	M2	73.05	52.40	18.03	2.62
OE.2.3.4	**LOSAS DE CIMENTACIÓN**					
OE.2.3.4.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 LOSA CIMENTACION	M3	363.06	108.00	236.52	18.54
OE.2.3.4.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 LOSA CIMENTACION	M3	396.16	108.00	269.62	18.54
OE.2.3.4.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 LOSA CIMENTACION	M3	415.07	108.00	288.53	18.54
OE.2.3.4.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 -LOSA CIMENTACION	M3	259.70	22.97	235.11	1.62
OE.2.3.4.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 -LOSA CIMENTACION	M3	264.80	22.97	240.21	1.62
OE.2.3.4.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 -LOSA CIMENTACION	M3	276.02	22.97	251.43	1.62
OE.2.3.4.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 -LOSA CIMENTACION	M3	287.24	22.97	262.65	1.62
OE.2.3.4.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 -LOSA CIMENTACION	M3	303.56	22.97	278.97	1.62
OE.2.3.4.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 -LOSA CIMENTACION	M3	321.41	22.97	296.82	1.62
OE.2.3.4.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 -LOSA CIMENTACION	M3	340.28	22.97	315.69	1.62
OE.2.3.4.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL LOSA DE CIMENTACION	M2	73.05	52.40	18.03	2.62
OE.2.3.5	**SOBRECIMIENTOS REFORZADOS**					
OE.2.3.5.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 SOBRECIMIENTO REFORZADO	M3	468.40	195.81	238.72	33.87
OE.2.3.5.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 SOBRECIMIENTO REFORZADO	M3	501.50	195.81	271.82	33.87
OE.2.3.5.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 SOBRECIMIENTO REFORZADO	M3	520.41	195.81	290.73	33.87
OE.2.3.5.37*	CONCRETO F'C 245 KG/CM2 SOBRECIMIENTO REFORZADO	M3	574.78	195.81	345.10	33.87
OE.2.3.5.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 - SOBREC. REFORZADO	M3	285.37	47.13	235.11	3.13
OE.2.3.5.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 - SOBREC. REFORZADO	M3	290.47	47.13	240.21	3.13
OE.2.3.5.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 - SOBREC. REFORZADO	M3	301.69	47.13	251.43	3.13
OE.2.3.5.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 - SOBREC. REFORZADO	M3	312.91	47.13	262.65	3.13
OE.2.3.5.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 - SOBREC. REFORZADO	M3	329.23	47.13	278.97	3.13
OE.2.3.5.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 - SOBREC. REFORZADO	M3	347.08	47.13	296.82	3.13
OE.2.3.5.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 - SOBREC. REFORZADO	M3	365.95	47.13	315.69	3.13
OE.2.3.5.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL SOBRECIMIENTO REFORZADO	M2	53.10	26.21	25.58	1.31
OE.2.3.6	**MUROS REFORZADOS**					
OE2.3.6.1	**MUROS DE CONTENCIÓN**					
OE.2.3.6.1.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 MURO SOSTENIMIENTO	M3	585.10	272.91	272.27	39.92
OE.2.3.6.1.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 MURO SOSTENIMIENTO	M3	604.01	272.91	291.18	39.92
OE.2.3.6.1.37*	CONCRETO F'C 245 KG/CM2 MURO SOSTENIMIENTO	M3	658.38	272.91	345.55	39.92
OE.2.3.6.1.38*	CONCRETO F'C 280 KG/CM2 MURO SOSTENIMIENTO	M3	693.84	272.91	381.01	39.92
OE.2.3.6.1.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL MURO DE SOSTENIMIENTO	M2	63.33	34.94	26.64	1.75
OE.2.3.6.1.82*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA MURO DE SOSTENIMIENTO	M2	70.36	41.92	26.34	2.10
OE2.3.6.2	**MUROS DE CONCRETO, TABIQUES DE CONCRETO Y PLACAS**					
OE.2.3.6.2.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 TABIQUE Y PLACA	M3	704.40	375.25	274.26	54.89
OE.2.3.6.2.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 TABIQUE Y PLACA	M3	723.31	375.25	293.17	54.89
OE.2.3.6.2.37*	CONCRETO F'C 245 KG/CM2 TABIQUE Y PLACA	M3	777.68	375.25	347.54	54.89
OE.2.3.6.2.38*	CONCRETO F'C 280 KG/CM2 TABIQUE Y PLACA	M3	813.14	375.25	383.00	54.89
OE.2.3.6.2.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 - TABIQUE Y PLACA	M3	332.02	59.71	268.11	4.20
OE.2.3.6.2.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 - TABIQUE Y PLACA	M3	337.12	59.71	273.21	4.20
OE.2.3.6.2.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 - TABIQUE Y PLACA	M3	348.34	59.71	284.43	4.20
OE.2.3.6.2.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 - TABIQUE Y PLACA	M3	359.56	59.71	295.65	4.20
OE.2.3.6.2.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 - TABIQUE Y PLACA	M3	375.88	59.71	311.97	4.20
OE.2.3.6.2.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 - TABIQUE Y PLACA	M3	393.73	59.71	329.82	4.20
OE.2.3.6.2.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 - TABIQUE Y PLACA	M3	412.60	59.71	348.69	4.20
OE.2.3.6.2.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL TABIQUE Y PLACA	M2	75.53	41.92	31.51	2.10
OE.2.3.6.2.82*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA TABIQUE Y PLACA	M2	78.12	49.31	26.34	2.47
OE.2.3.7	**COLUMNAS**					
OE.2.3.7.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 COLUMNA	M3	583.82	300.20	239.70	43.92
OE.2.3.7.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 COLUMNA	M3	616.92	300.20	272.80	43.92
OE.2.3.7.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 COLUMNA	M3	635.83	300.20	291.71	43.92
OE.2.3.7.37*	CONCRETO F'C 245 KG/CM2 COLUMNA	M3	690.20	300.20	346.08	43.92
OE.2.3.7.38*	CONCRETO F'C 280 KG/CM2 COLUMNA	M3	725.66	300.20	381.54	43.92
OE.2.3.7.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 - COLUMNAS	M3	321.35	49.74	268.11	3.50
OE.2.3.7.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 - COLUMNAS	M3	326.45	49.74	273.21	3.50
OE.2.3.7.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 - COLUMNAS	M3	337.67	49.74	284.43	3.50
OE.2.3.7.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 - COLUMNAS	M3	348.89	49.74	295.65	3.50
OE.2.3.7.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 - COLUMNAS	M3	365.21	49.74	311.97	3.50
OE.2.3.7.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 - COLUMNAS	M3	383.06	49.74	329.82	3.50
OE.2.3.7.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 - COLUMNAS	M3	401.93	49.74	348.69	3.50
OE.2.3.7.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL COLUMNA	M2	76.79	41.92	32.77	2.10
OE.2.3.7.82*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA COLUMNA	M2	100.13	63.97	32.96	3.20
OE.2.3.8	**VIGAS**					
OE.2.3.8.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 VIGA	M3	408.84	150.10	236.78	21.96
OE.2.3.8.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 VIGA	M3	441.94	150.10	269.88	21.96
OE.2.3.8.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 VIGA	M3	460.85	150.10	288.79	21.96
OE.2.3.8.37*	CONCRETO F'C 245 KG/CM2 VIGA	M3	515.22	150.10	343.16	21.96
OE.2.3.8.38*	CONCRETO F'C 280 KG/CM2 VIGA	M3	550.68	150.10	378.62	21.96
OE.2.3.8.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 - VIGAS	M3	294.74	24.87	268.11	1.76
OE.2.3.8.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 - VIGAS	M3	299.84	24.87	273.21	1.76
OE.2.3.8.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 - VIGAS	M3	311.06	24.87	284.43	1.76
OE.2.3.8.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 - VIGAS	M3	322.28	24.87	295.65	1.76
OE.2.3.8.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 - VIGAS	M3	338.60	24.87	311.97	1.76
OE.2.3.8.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 - VIGAS	M3	356.45	24.87	329.82	1.76
OE.2.3.8.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 - VIGAS	M3	375.32	24.87	348.69	1.76
OE.2.3.8.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL VIGAS RECTAS	M2	87.31	44.76	40.31	2.24
OE.2.3.8.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA VIGAS RECTAS	M2	88.85	52.40	33.83	2.62
OE.2.3.9	**LOSAS**					
OE2.3.9.1	**LOSAS MACIZAS**					
OE.2.3.9.1.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 LOSA MACIZA	M3	408.84	150.10	236.78	21.96
OE.2.3.9.1.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 LOSA MACIZA	M3	441.94	150.10	269.88	21.96
OE.2.3.9.1.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 LOSA MACIZA	M3	460.85	150.10	288.79	21.96
OE.2.3.9.1.37*	CONCRETO F'C 245 KG/CM2 LOSA MACIZA	M3	515.22	150.10	343.16	21.96
OE.2.3.9.1.38*	CONCRETO F'C 280 KG/CM2 LOSA MACIZA	M3	550.68	150.10	378.62	21.96
OE.2.3.9.1.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 - LOSA MACIZA	M3	294.74	24.87	268.11	1.76
OE.2.3.9.1.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 - LOSA MACIZA	M3	299.84	24.87	273.21	1.76
OE.2.3.9.1.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 - LOSA MACIZA	M3	311.06	24.87	284.43	1.76
OE.2.3.9.1.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 - LOSA MACIZA	M3	322.28	24.87	295.65	1.76
OE.2.3.9.1.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 - LOSA MACIZA	M3	338.60	24.87	311.97	1.76
OE.2.3.9.1.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 - LOSA MACIZA	M3	356.45	24.87	329.82	1.76
OE.2.3.9.1.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 - LOSA MACIZA	M3	375.32	24.87	348.69	1.76
OE.2.3.9.1.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL LOSA MACIZA	M2	67.05	34.94	30.36	1.75

CÓD.	PARTIDA	UND	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.
OE.2.3.9.1.82*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA LOSA MACIZA	M2	75.40	41.92	31.38	2.10
OE2.3.9.2	**LOSAS ALIGERADAS CONVENCIONALES**					
OE.2.3.9.2.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 LOSA ALIGERADA	M3	373.84	120.08	236.20	17.56
OE.2.3.9.2.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 LOSA ALIGERADA	M3	406.94	120.08	269.30	17.56
OE.2.3.9.2.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 LOSA ALIGERADA	M3	433.31	126.99	288.41	17.91
OE.2.3.9.2.37*	CONCRETO F'C 245 KG/CM2 LOSA ALIGERADA	M3	487.48	126.99	342.58	17.91
OE.2.3.9.2.38*	CONCRETO F'C 280 KG/CM2 LOSA ALIGERADA	M3	522.94	126.99	378.04	17.91
OE.2.3.9.2.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	M3	294.74	24.87	268.11	1.76
OE.2.3.9.2.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	M3	299.84	24.87	273.21	1.76
OE.2.3.9.2.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	M3	311.06	24.87	284.43	1.76
OE.2.3.9.2.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	M3	322.28	24.87	295.65	1.76
OE.2.3.9.2.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	M3	338.60	24.87	311.97	1.76
OE.2.3.9.2.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	M3	356.45	24.87	329.82	1.76
OE.2.3.9.2.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA	M3	375.32	24.87	348.69	1.76
OE.2.3.9.2.71*	LADRILLO ARCILLA PARA TECHO 12X30X30 CM	PZA	2.54	0.82	1.70	0.02
OE.2.3.9.2.72*	LADRILLO ARCILLA PARA TECHO 15X30X30 CM	PZA	2.82	1.04	1.75	0.03
OE.2.3.9.2.73*	LADRILLO ARCILLA PARA TECHO 20X30X30 CM	PZA	4.87	1.27	3.56	0.04
OE.2.3.9.2.74*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL LOSA ALIGERADA	M2	55.49	27.94	26.15	1.40
OE.2.3.10	**ESCALERAS**					
OE.2.3.10.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 ESCALERA	M3	601.97	317.49	239.70	44.78
OE.2.3.10.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 ESCALERA	M3	635.07	317.49	272.80	44.78
OE.2.3.10.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 ESCALERA	M3	653.98	317.49	291.71	44.78
OE.2.3.10.37*	CONCRETO F'C 245 KG/CM2 ESCALERA	M3	696.53	317.49	334.26	44.78
OE.2.3.10.38*	CONCRETO F'C 280 KG/CM2 ESCALERA	M3	743.81	317.49	381.54	44.78
OE.2.3.10.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 - ESCALERA	M3	321.35	49.74	268.11	3.50
OE.2.3.10.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 - ESCALERA	M3	326.45	49.74	273.21	3.50
OE.2.3.10.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 - ESCALERA	M3	337.67	49.74	284.43	3.50
OE.2.3.10.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 - ESCALERA	M3	348.89	49.74	295.65	3.50
OE.2.3.10.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 - ESCALERA	M3	365.21	49.74	311.97	3.50
OE.2.3.10.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 - ESCALERA	M3	383.06	49.74	329.82	3.50
OE.2.3.10.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 - ESCALERA	M3	401.93	49.74	348.69	3.50
OE.2.3.10.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL ESCALERA	M2	115.64	69.86	42.29	3.49
OE.2.3.10.82*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA ESCALERA	M2	130.75	83.84	42.72	4.19
OE.2.3.11	**CAJA DE ASCENSOR Y SIMILARES**					
OE.2.3.11.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 CAJA DE ASCENSOR	M3	727.09	396.86	274.26	55.97
OE.2.3.11.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 CAJA DE ASCENSOR	M3	746.00	396.86	293.17	55.97
OE.2.3.11.37*	CONCRETO F'C 245 KG/CM2 CAJA DE ASCENSOR	M3	800.37	396.86	347.54	55.97
OE.2.3.11.38*	CONCRETO F'C 280 KG/CM2 CAJA DE ASCENSOR	M3	835.83	396.86	383.00	55.97
OE.2.3.11.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL CAJA DE ASCENSOR	M2	73.43	41.92	29.41	2.10
OE.2.3.12	**CISTERNAS SUBTERRÁNEAS**					
OE.2.3.12.34*	CONCRETO F'C 140 KG/CM2 CISTERNA	M3	601.97	317.49	239.70	44.78
OE.2.3.12.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 CISTERNA	M3	635.07	317.49	272.80	44.78
OE.2.3.12.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 CISTERNA	M3	653.98	317.49	291.71	44.78
OE.2.3.12.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 - CISTERNAS SUBTERRANEAS	M3	288.35	49.74	235.11	3.50
OE.2.3.12.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 - CISTERNAS SUBTERRANEAS	M3	293.45	49.74	240.21	3.50
OE.2.3.12.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 - CISTERNAS SUBTERRANEAS	M3	304.67	49.74	251.43	3.50
OE.2.3.12.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 - CISTERNAS SUBTERRANEAS	M3	315.89	49.74	262.65	3.50
OE.2.3.12.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 - CISTERNAS SUBTERRANEAS	M3	332.21	49.74	278.97	3.50
OE.2.3.12.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 - CISTERNAS SUBTERRANEAS	M3	350.06	49.74	296.82	3.50
OE.2.3.12.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 - CISTERNAS SUBTERRANEAS	M3	368.93	49.74	315.69	3.50
OE.2.3.12.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL CISTERNA	M2	62.08	34.94	25.39	1.75
OE.2.3.12.82*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA CISTERNA	M2	79.06	49.31	28.27	1.48
OE.2.3.13	**TANQUES ELEVADOS**					
OE.2.3.13.35*	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 TANQUE ELEVADO	M3	635.07	317.49	272.80	44.78
OE.2.3.13.36*	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 TANQUE ELEVADO	M3	653.98	317.49	291.71	44.78
OE.2.3.13.37*	CONCRETO F'C 245 KG/CM2 TANQUE ELEVADO	M3	708.35	317.49	346.08	44.78
OE.2.3.13.38*	CONCRETO F'C 280 KG/CM2 TANQUE ELEVADO	M3	743.81	317.49	381.54	44.78
OE.2.3.13.55*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 175 KG/CM2 - TANQUES ELEVADOS	M3	321.35	49.74	268.11	3.50
OE.2.3.13.56*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 210 KG/CM2 - TANQUES ELEVADOS	M3	326.45	49.74	273.21	3.50
OE.2.3.13.57*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 245 KG/CM2 - TANQUES ELEVADOS	M3	337.67	49.74	284.43	3.50
OE.2.3.13.58*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 280 KG/CM2 - TANQUES ELEVADOS	M3	348.89	49.74	295.65	3.50
OE.2.3.13.59*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 315 KG/CM2 - TANQUES ELEVADOS	M3	365.21	49.74	311.97	3.50
OE.2.3.13.60*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 350 KG/CM2 - TANQUES ELEVADOS	M3	383.06	49.74	329.82	3.50
OE.2.3.13.61*	CONCRETO PREMEZCLADO F'C 420 KG/CM2 - TANQUES ELEVADOS	M3	401.93	49.74	348.69	3.50
OE.2.3.13.81*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL TANQUE ELEVADO	M2	67.05	34.94	30.36	1.75
OE.2.3.13.82*	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA TANQUE ELEVADO	M2	67.26	41.92	23.24	2.10
OE.2.3.81*	**ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2**					
OE.2.3.81.01*	ACERO FY=4,200 KG/CM2 REND:200 KG/DIA	KG	6.54	2.09	4.21	0.24
OE.2.3.81.02*	ACERO FY=4,200 KG/CM2 REND:250 KG/DIA	KG	6.08	1.68	4.21	0.19
OE.2.3.81.03*	ACERO FY=4,200 KG/CM2 REND:300 KG/DIA	KG	5.77	1.40	4.21	0.16
OE.2.3.81.04*	ACERO FY=4,200 KG/CM2 REND:350 KG/DIA	KG	5.54	1.20	4.21	0.13

CÓD.	PARTIDA	UND	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.
OE.3	**ARQUITECTURA**					
03.01	**MUROSYTABIQUESDEALBAÑILERIA**					
OE.3.1.1	**MUROS DE LADRILLO KING KONG DE ARCILLA**					
OE.3.1.1.11*	MURO LADR.K.K. MEZC.C:A 1:5, TIPO IV, P.TARRAJ. DE CABEZA	M2	127.55	54.09	70.76	2.70
OE.3.1.1.12*	MURO LADR.K.K. MEZC.C:A 1:5, TIPO IV, P.TARRAJ. DE SOGA	M2	77.23	36.06	39.37	1.80
OE.3.1.1.13*	MURO LADR.K.K. MEZC.C:A 1:5, TIPO IV, P.TARRAJ. DE CANTO	M2	59.77	29.50	28.79	1.48
OE.3.1.1.14*	MURO LADR.K.K. MEZC.C:A 1:4, TIPO IV, P.TARRAJ. DE CABEZA	M2	129.57	54.09	72.78	2.70
OE.3.1.1.15*	MURO LADR.K.K. MEZC.C:A 1:4, TIPO IV, P.TARRAJ. DE SOGA	M2	78.14	36.06	40.28	1.80
OE.3.1.1.16*	MURO LADR.K.K. MEZC.C:A 1:4, TIPO IV, P.TARRAJ. DE CANTO	M2	59.70	29.50	29.31	0.89
OE.3.1.1.17*	MURO LADR.K.K. MEZC.C:C:A 1:2:9, TIPO IV, P.TARRAJ. DE CABEZA	M2	129.91	54.09	73.12	2.70
OE.3.1.1.18*	MURO LADR.K.K. MEZC.C:C:A 1:2:9, TIPO IV, P.TARRAJ. DE SOGA	M2	78.29	36.06	40.43	1.80
OE.3.1.1.19*	MURO LADR.K.K. MEZC.C:C:A 1:2:9, TIPO IV, P.TARRAJ. DE CANTO	M2	60.38	29.50	29.40	1.48
OE.3.1.1.20*	MURO LADR. K.K.MEZC.C:A 1:5 TIPO IV C.V., DE CABEZA	M2	141.93	63.64	75.11	3.18
OE.3.1.1.21*	MURO LADR. K-K DE CABEZA MEZC.C:A 1:4 C.V., TIPO IV	M2	143.44	63.64	76.62	3.18
OE.3.1.1.22*	MURO LADR. K.K. MEZC.C:C:A 1:2:9 ,TIPO IV C.V. DE CABEZA	M2	143.72	63.64	76.90	3.18
OE.3.1.1.23*	MURO LADR. K-K DE CANTO MEZC.C:A 1:5 C.V., TIPO IV	M2	69.16	36.06	31.30	1.80
OE.3.1.1.24*	MURO LADR. K-K DE CANTO MEZC.C:A 1:4 C.V., TIPO IV	M2	68.41	36.06	30.55	1.80
OE.3.1.1.25*	MURO LADR. K-K DE CANTO MEZC.C:C:A 1:2:9 C.V.,TIPO IV	M2	68.47	36.06	30.61	1.80
OE.3.1.1.26*	MURO LADR. K-K DE SOGA MEZC.C:A 1:5 C.V., TIPO IV	M2	89.01	45.08	41.68	2.25
OE.3.1.1.27*	MURO LADR. K-K DE SOGA MEZC.C:A 1:4 C.V., TIPO IV	M2	89.69	45.08	42.36	2.25
OE.3.1.1.28*	MURO LADR. K-K DE SOGA MEZC.C:C:A 1:2:9 C.V.,TIPO IV	M2	89.61	45.08	42.28	2.25
OE.3.1.2	**MUROS DE LADRILLO CORRIENTE DE ARCILLA**					
OE.3.1.2.11*	MURO LADR. CORRIENTE DE CABEZA MEZC.C:A 1:5, TIPO IV	M2	176.05	64.91	107.89	3.25
OE.3.1.2.12*	MURO LADR. CORRIENTE DE SOGA MEZC.C:A 1:5, TIPO IV	M2	105.81	49.93	53.38	2.50
OE.3.1.2.13*	MURO LADR. CORRIENTE DE CANTO MEZC.C:A 1:5, TIPO IV	M2	73.65	40.57	31.05	2.03
OE.3.1.2.14*	MURO LADR. CORRIENTE DE CABEZA MEZC.C:A 1:4, TIPO IV	M2	178.58	64.91	110.42	3.25
OE.3.1.2.15*	MURO LADR. CORRIENTE DE SOGA MEZC.C:A 1:4, TIPO IV	M2	109.86	49.93	57.43	2.50
OE.3.1.2.16*	MURO LADR. CORRIENTE DE CANTO MEZC.C:A 1:4, TIPO IV	M2	74.01	40.57	31.41	2.03
OE.3.1.2.17*	MURO LADR. CORRIENTE DE CAB.MEZC.C:C:A 1:2:9, TIPO IV	M2	179.02	64.91	110.86	3.25
OE.3.1.2.18*	MURO LADR. CORRIENTE DE SOG.MEZC.C:C:A 1:2:9, TIPO IV	M2	110.04	49.93	57.61	2.50
OE.3.1.2.19*	MURO LADR. CORRIENTE DE CAN.MEZC.C:C:A 1:2:9, TIPO IV	M2	74.08	40.57	31.48	2.03
OE.3.1.2.20*	MURO LADR. CORRIENTE DE CABEZA MEZC.C:A 1:5 1C.V.,TIPO I	M2	203.21	81.14	118.01	4.06
OE.3.1.2.21*	MURO LADR. CORRIENTE DE SOGA MEZC.C:A 1:5 1C.V.,TIPO I	M2	123.23	59.01	61.27	2.95
OE.3.1.2.22*	MURO LADR. CORRIENTE DE CANTO MEZC.C:A 1:5 1C.V.,TIPO I	M2	83.01	47.73	32.89	2.39
OE.3.1.2.23*	MURO LADR. CORRIENTE DE CABEZA MEZC.C:A 1:4 1C.V.,TIPO I	M2	205.13	81.14	119.93	4.06
OE.3.1.2.24*	MURO LADR. CORRIENTE DE SOGA MEZC.C:A 1:4 1C.V.,TIPO I	M2	124.05	59.01	62.09	2.95
OE.3.1.2.25*	MURO LADR. CORRIENTE DE CANTO MEZC.C:A 1:4 1C.V.,TIPO I	M2	83.27	47.73	33.15	2.39
OE.3.1.2.26*	MURO LADR. CORRIENTE DE CAB.MEZ.C:C:A 1:2:9 1C.V.,TIPO I	M2	205.46	81.14	120.26	4.06
OE.3.1.2.27*	MURO LADR. CORRIENTE DE SOG.MEZ.C:C:A 1:2:9 1C.V.,TIPO I	M2	124.18	59.01	62.22	2.95
OE.3.1.2.28*	MURO LADR. CORRIENTE DE CAN.MEZ.C:C:A 1:2:9 1C.V.,TIPO I	M2	83.31	47.73	33.19	2.39
OE.3.1.2.29*	MURO LADR. CORRIENTE DE CABEZA MEZC.C:A 1:5 2C.V.,TIPO I	M2	215.38	92.73	118.01	4.64
OE.3.1.2.30*	MURO LADR. CORRIENTE DE CANTO MEZC.C:A 1:5 2C.V.,TIPO I	M2	93.74	57.95	32.89	2.90
OE.3.1.2.31*	MURO LADR. CORRIENTE DE SOGA MEZC.C:A 1:5 2C.V.,TIPO IV	M2	137.01	72.13	61.27	3.61
OE.3.1.2.32*	MURO LADR. CORRIENTE DE CABEZA MEZC.C:A 1:4 2C.V.,TIPO I	M2	217.30	92.73	119.93	4.64
OE.3.1.2.33*	MURO LADR. CORRIENTE DE SOGA MEZC.C:A 1:4 2C.V.,TIPO I	M2	137.83	72.13	62.09	3.61
OE.3.1.2.34*	MURO LADR. CORRIENTE DE CANTO MEZC.C:A 1:4 2C.V.,TIPO I	M2	94.00	57.95	33.15	2.90
OE.3.1.2.35*	MURO LADR. CORRIENTE DE CAB.MEZ.C:C:A 1:2:9 2C.V.,TIPO I	M2	217.63	92.73	120.26	4.64
OE.3.1.2.36*	MURO LADR.CORRIENTE DE CAN.MEZ.C:C:A 1:2:9 2C.V.,TIPO I	M2	94.04	57.95	33.19	2.90
OE.3.1.2.37*	MURO LADR. CORRIENTE DE SOG.MEZ.C:C:A 1:2:9 2C.V.,TIPO IV	M2	137.96	72.13	62.22	3.61
OE.3.1.3	**MUROS DE LADRILLO PANDERETA DE ARCILLA**					
OE.3.1.3.11*	MURO LADR.PANDERETA DE CABEZA MEZC.C:A 1:5 P/ TARRAJEAR	M2	110.52	59.01	48.56	2.95
OE.3.1.3.12*	MURO LADR.PANDERETA DE SOGA MEZC.C:A 1:5 P/ TARRAJEAR	M2	63.36	36.06	25.50	1.80
OE.3.1.3.13*	MURO LADR.PANDERETA DE CANTO MEZC.C:A 1:5 P/ TARRAJEAR	M2	49.06	28.22	19.43	1.41
OE.3.1.3.14*	MURO LADR.PANDERETA DE CABEZA MEZC.C:A 1:4 P/ TARRAJEAR	M2	112.64	59.01	50.68	2.95
OE.3.1.3.15*	MURO LADR.PANDERETA DE SOGA MEZC.C:A 1:4 P/ TARRAJEAR	M2	64.25	36.06	26.39	1.80

Tipo de Cambio US$ 1.00 = 3,712

Los espacios en blanco en las columnas M.O., MAT. y EQU. significa S/.0.00