



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño estructural de una edificación de ocho niveles dos sótanos  
con sistema de muros de ductilidad limitada, Urbanización Docentes  
Cajamarca

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :  
INGENIERO CIVIL**

#### **AUTORES:**

Celis Peralta Kevin Jampier (ORCID: 0000-0003-2732-5553)

Requelme Chávez Wilmer (ORCID: 0000-0002-0361-111X)

#### **ASESORES:**

Mg. Villar Quiroz Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

Dr. Valdivieso Velarde Alan Yordan (ORCID: 0000-0002-8179-2809)

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Construcción sostenible  
Diseño sísmico y estructural

**TRUJILLO – PERÚ**

2021

## **Dedicatoria**

En primer lugar, quiero dedicar esta investigación a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí y poder cumplir uno de mis sueños y a mis Padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; por su apoyo incondicional y su motivación constante a seguir luchando para alcanzar esta meta que me propuse, también a mis abuelos porque siempre me apoyaron en cada paso que doy.

## **Celis Peralta Kevin Jampier**

Este proyecto de investigación está dedicado principalmente a Dios porque él es quien me brindo la luz y esperanza en mi carrera Universitaria, además a mi madre Chávez Alvarado Rosa por apoyarme en toda mi formación académica.

Además, a mi familia materna Chávez Alvarado (Elvia, Martina, Bertila, Elusdina) por sus alientos en mi formación profesional

A mi prima Estela Fernández Chávez y esposo Octavio Infante Tocas por encomendar a Dios mis estudios.

## **Requelme Chávez, Wilmer**

## **Agradecimiento**

En primera instancia quiero expresar mi gratitud a Dios, por haberme dado las armas necesarias para poder seguir adelante, asimismo por el apoyo que me ha dado durante los años que he venido haciendo mi carrera profesional, porque sin su ayuda y la fe que tengo no lo hubiera logrado.

De igual manera a mi familia por enseñarme siempre el camino a seguir, gracias a sus consejos y a la misma vez su apoyo he llegado a consolidar mis metas, mi formación profesional, y como muestra de cariño y por todo el amor brindado, les agradezco la orientación que siempre me han otorgado.

## **Celis Peralta Kevin Jampier**

Gracias a nuestra casa superior de estudios Universidad César Vallejo por someterse a formar profesionales con sentido humanista, a mis docentes, en especial al Dr. Valdivieso Velarde Alan Yordan, y al Mg. Villar Quiroz Josualdo Carlos asesores de nuestro proyecto de investigación.

Así mismo a la empresa Fondo Social Michiquillay por brindarme el beneficio económico del Proyecto de soporte integral para la Educación superior (SIES)

## **Requelme Chávez, Wilmer**

## Índice de Contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas .....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Ecuaciones .....	xvii
Resumen.....	xxiii
Abstract.....	xxiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	11
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación .....	24
3.2. Variables y operacionalización .....	26
3.3. Población, muestra y muestra .....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	26
3.5. Procedimientos .....	30
3.6. Métodos de análisis de datos .....	64
3.7. Aspectos éticos.....	65
3.8. Desarrollo del proyecto .....	65
3.8.1. Estudio Topográfico.....	65
3.8.2. Estudio de mecánica de suelos .....	68
3.8.3. Diseño arquitectónico .....	69
3.8.4. Análisis sísmico .....	69



3.8.5.	Diseño estructural .....	79
IV.	RESULTADOS .....	156
4.1.	Estudio topográfico (perimétrico) .....	156
4.1.1.	Distancias .....	156
4.1.2.	Área de estudio.....	156
4.1.3.	Perímetro .....	156
4.1.4.	Ángulos.....	156
4.1.5.	Coordenadas UTM.....	157
4.2.	Estudio de mecánica de suelos .....	157
4.2.1.	Ángulo de rozamiento interno .....	157
4.2.2.	Capacidad portante del suelo .....	157
4.2.3.	Coefficiente de Balasto .....	157
4.2.4.	Cohesión.....	158
4.2.5.	Asentamientos .....	158
4.3.	Diseño arquitectónico .....	158
4.3.1.	Distribución de ambientes.....	158
4.3.2.	Cortes y elevaciones.....	160
4.4.	Análisis sísmico (modal espectral y verificación lineal y elástico Tiempo – Historia).....	160
4.4.1.	Combinación modal .....	160
4.4.2.	Cortante basal de diseño .....	163
4.4.3.	Espectro de aceleraciones.....	164
4.4.4.	Control de derivas (A.M.E Lineal) .....	167
4.4.5.	Escala de registro sísmico .....	176
4.4.6.	Control de derivas (T-H Lineal y elástico) .....	178
4.5.	Diseño estructural .....	187

4.5.1.	Diseño de losa maciza.....	187
4.5.2.	Diseño de sistema de transferencia.....	188
4.5.3.	Diseño de vigas peraltadas.....	189
4.5.4.	Diseño de muro de ductilidad limitada .....	190
4.5.5.	Diseño de muros de sótano .....	191
4.5.6.	Diseño de platea de cimentación.....	192
4.5.7.	Diseño de escalera .....	194
V.	DISCUSIÓN.....	195
V.	CONCLUSIONES .....	199
VII.	RECOMENDACIONES.....	201
	REFERENCIAS .....	201
	ANEXOS	

## Índice de Tablas

Tabla 1. Espectro de respuesta Norma E.030 – 2018.....	18
Tabla 2. Instrumento y validaciones .....	28
Tabla 3. Periodo fundamental de vibración modo 1 .....	74
Tabla 4. Periodo fundamental de vibración modo 2 .....	74
Tabla 5. Periodo fundamental de vibración modo 3 .....	75
Tabla 7. Diseño por flexión en dirección XX.....	84
Tabla 8. Diseño por flexión en dirección YY.....	85
Tabla 9. Diseño por corte en dirección XX.....	86
Tabla 10. Diseño por corte en dirección YY .....	86
Tabla 11. Diseño por flexión en la dirección XX.....	90
Tabla 12. Diseño por flexión en la dirección YY .....	91
Tabla 13. Diseño por flexión en la dirección YY .....	92
Tabla 14. Diseño por flexión en la dirección YY .....	93
Tabla 15. Diseño por flexión en la dirección XX.....	94
Tabla 16. Diseño por flexión en la dirección XX.....	95
Tabla 17. Diseño por flexión en la dirección YY .....	96
Tabla 18. Diseño por flexión en la dirección YY .....	97
Tabla 19. Diseño por flexión en la dirección YY .....	98
Tabla 20. Diseño por corte en un sentido para la dirección XX.....	99
Tabla 21. Diseño por corte en un sentido para la dirección YY.....	100
Tabla 22. Cálculo de resistencia a corte por parte del concreto para el diseño por punzonamiento en losa de transferencia.....	100
Tabla 23. Diseño de la viga peraltada por flexión, corte, capacidad y torsión .....	101
Tabla 24. Diseño de la viga peraltada por flexión.....	102

Tabla 25. Diseño de la viga peraltada por corte .....	106
Tabla 26. Diseño de la viga peraltada por capacidad.....	108
Tabla 27. Demanda por cada patrón de carga .....	110
Tabla 28. Combinaciones de diseño en dirección XX y YY para carga axial, momentos y cortantes .....	111
Tabla 29. Diagrama de interacción para el momento M33 en los ángulos 0° y 180° .....	111
Tabla 30. Diagrama de interacción para el momento M22 en los ángulos 90° y 270° .....	113
Tabla 31. Cálculo de acero horizontal y vertical mediante el diseño por corte .....	114
Tabla 32. Verificación de requerimiento de elementos de borde en placas ..	116
Tabla 33. Diseño por flexión en dirección YY.....	119
Tabla 34. Diseño por flexión en dirección YY.....	120
Tabla 35. Diseño por flexión en dirección XX.....	121
Tabla 36. Diseño por flexión en dirección XX.....	122
Tabla 37. Fuerzas laterales en dirección XX de naturaleza dinámica para la verificación de presiones .....	124
Tabla 38. Fuerzas laterales en dirección YY de naturaleza dinámica para la verificación de presiones .....	124
Tabla 39. Diseño por flexión en dirección XX.....	128
Tabla 40. Diseño por flexión en dirección XX.....	129
Tabla 41. Diseño por flexión en dirección XX.....	130
Tabla 42. Diseño por flexión en dirección XX.....	131
Tabla 43. Diseño por flexión en dirección XX.....	133
Tabla 44. Diseño por flexión en dirección XX.....	134
Tabla 45. Diseño por flexión en dirección YY.....	135

Tabla 46. Diseño por flexión en dirección YY .....	136
Tabla 47. Diseño por flexión en dirección XX.....	137
Tabla 48. Diseño por flexión en dirección YY .....	138
Tabla 49. ....	139
Tabla 50. Diseño por corte en un sentido en dirección YY .....	139
Tabla 51. Cálculo de la resistencia a corte en dos sentidos por parte del concreto .....	141
Tabla 52. Diseño por flexión en dirección XX.....	142
Tabla 53. Diseño por flexión en dirección XX (2) .....	143
Tabla 54. Diseño por flexión en dirección YY .....	144
Tabla 55. Diseño por flexión en dirección YY (2) .....	145
Tabla 56. Diseño por flexión en dirección YY.....	146
Tabla 57. Diseño por corte en un sentido en dirección XX.....	147
Tabla 58. Diseño por corte en un sentido en dirección YY.....	148
Tabla 59. Cálculo de la resistencia a corte en dos sentidos por parte del concreto .....	150
Tabla 60. Mitrados de cargas en la escalera.....	151
Tabla 61. Diseño de acero en la escalera - primer tramo.....	153
Tabla 62. Diseño por corte en la escalera – primer tramo.....	153
Tabla 63. Diseño de acero en la escalera - segundo tramo .....	154
Tabla 64. Diseño por corte de la escalera – segundo tramo .....	155
Tabla 65. Diseño del acero transversal .....	155
Tabla 66. Distancias.....	156
Tabla 67. Área de estudio .....	156
Tabla 68. Perímetro.....	156
Tabla 69. Ángulos .....	156

Tabla 70. Coordenadas UTM .....	157
Tabla 71. Angulo de rozamiento interno.....	157
Tabla 72. Capacidad portante del suelo.....	157
Tabla 73. Coeficiente de balasto.....	157
Tabla 74. Cohesión .....	158
Tabla 75. Asentamientos.....	158
Tabla 76. Distribución de ambientes .....	158
Tabla 77. Cortes y elevaciones .....	160
Tabla 78. Combinación modal.....	160
Tabla 79. Cortante de mínima de diseño en dirección XX .....	163
Tabla 80. Cortante de mínima de diseño en dirección YY .....	163
Tabla 81. Espectro de aceleraciones (E.030) en las direcciones “XX” y “YY” .....	164
Tabla 82. Control de derivas (A.M.E Lineal).....	167
Tabla 83. Control de derivas (T-H Lineal y elástico).....	178
Tabla 84. Matriz de operacionalización de variable.....	207
Tabla 85. Matriz de indicadores de variables .....	208

## Índice de Figuras

Figura 1. Plataforma del espectro de pseudo aceleraciones Norma E.030 -2018 .....	20
Figura 2. Esquema de Diseño Transversal .....	25
Figura 3. Procedimientos .....	30
Figura 4. Tabla de frecuencia de datos .....	64
Figura 5. Gráfico estadístico.....	65
Figura 6. Plano Catastral de la ciudad de Cajamarca .....	66
Figura 7. Análisis sísmico modal espectral en el programa automatizado ETABS v19 .....	71
Figura 8. Análisis Tiempo – Historia lineal y elástico en el programa automatizado ETABS v19 .....	71
Figura 9. Periodo fundamental de vibración dirección UY en el programa ETABS v19 .....	73
Figura 10. Periodo fundamental de vibración dirección RZ en el programa ETABS v19.....	74
Figura 11. Periodo fundamental de vibración dirección UX en el programa ETABS v19.....	75
Figura 12. Espectro de aceleraciones .....	76
Figura 13. Tabulación Este - Oeste.....	77
Figura 14. Tabulación Norte - Sur .....	78
Figura 15. Tabulación Arriba - Abajo.....	78
Figura 16. Esfuerzo a compresión en “bottom fase” (S11) para la dirección XX .....	81
Figura 17. Esfuerzo a compresión en “bottom fase” (S22) para la dirección YY .....	82
Figura 18. Esfuerzo a compresión en “top fase” (S11) para la dirección XX...82	

Figura 19. Esfuerzo a compresión en “top fase” (S22) para la dirección XX...	83
Figura 20. Diagrama de momentos flectores positivos en dirección XX.....	83
Figura 21. Diagrama de momentos flectores positivos en dirección YY.....	84
Figura 22. Cortante positivo V13 en dirección XX.....	85
Figura 23. Cortante positivo V23 en dirección YY.....	86
Figura 24. Esfuerzo a compresión actuante en “Bottom Face” (S11) en la losa de transferencia.....	87
Figura 25. Esfuerzo a compresión actuante en “Bottom Face” (S22) en la losa de transferencia.....	87
Figura 26. Esfuerzo a compresión actuante en “Top Face” (S11) en la losa de transferencia.....	88
Figura 27. Esfuerzo a compresión actuante en “Top Face” (S22) en la losa de transferencia.....	88
Figura 28. Acero de refuerzo superior en dirección XX (1) .....	89
Figura 29. Acero de refuerzo superior en dirección XX (2) .....	90
Figura 30. Acero de refuerzo superior en dirección YY (1) .....	91
Figura 31. Acero de refuerzo superior en dirección YY (2) .....	92
Figura 32. Acero de refuerzo inferior en dirección XX (1) .....	93
Figura 33. Acero de refuerzo inferior en dirección XX (2) .....	94
Figura 34. Acero de refuerzo inferior en dirección XX (1) .....	95
Figura 35. Acero de refuerzo inferior en dirección YY(1) .....	96
Figura 36. Acero de refuerzo inferior en dirección YY(2) .....	97
Figura 37. Acero de refuerzo inferior en dirección YY(3) .....	98
Figura 38. Cortante en un sentido en dirección XX.....	99
Figura 39. Cortante en un sentido en dirección YY.....	99
Figura 40. Muro de ductilidad limitada.....	110



Figura 41. Diagrama de interacción en eje local 33 para análisis en la dirección XX .....	112
Figura 42. Diagrama de interacción en eje local 22 para análisis en la dirección XX .....	112
Figura 43. Diagrama de interacción en eje local 33 para análisis en la dirección YY .....	113
Figura 44. Diagrama de interacción en eje local 22 para análisis en la dirección YY .....	114
Figura 45. Deformación unitaria del acero en la zona de tracción para $P_u=172.65\text{tonf}$ y $0^\circ$ .....	116
Figura 46. Deformación unitaria del acero en la zona de tracción para $P_u=172.65\text{ton}$ y $180^\circ$ .....	117
Figura 47. Modelamiento estructural de muro de sótano .....	118
Figura 48. Carga lateral de empuje de suelo considerando la sobrecarga sobre muro de sótano .....	118
Figura 49. Momento último positivo en el eje local 22.....	119
Figura 50. Momento último negativo en el eje local 22 .....	120
Figura 51. Momento último positivo en el eje local 11 .....	121
Figura 52. Momento último negativo en el eje local 11 .....	122
Figura 53. Modelamiento de platea de cimentación - 01 .....	123
Figura 54. Modelamiento de platea de cimentación - 02.....	123
Figura 55. Combinación de carga de servicio I En el programa SAFE versión 16.0.2 .....	125
Figura 56. Combinación de carga de servicio II En el programa SAFE versión 16.0.2 .....	126
Figura 57. Combinación de carga de servicio III En el programa SAFE versión 16.0.2 .....	126
Figura 58. Combinación de carga de servicio IV En el programa SAFE versión	

16.0.2 .....	127
Figura 59. Combinación de carga de servicio V En el programa SAFE versión 16.0.2 .....	127
Figura 60. Momento flector $Mu_{11}(-)$ en dirección XX .....	128
Figura 61. Momento flector $Mu_{11}(+)$ en dirección XX .....	129
Figura 62. Momento flector $Mu_{11}(-)$ en dirección XX (2).....	130
Figura 63. Momento flector $Mu_{11}(+)$ en dirección XX (2).....	131
Figura 64. Momento flector $Mu_{11}(-)$ en dirección XX (3).....	132
Figura 65. Momento flector $Mu_{11}(+)$ en dirección XX (3).....	133
Figura 66. Momento flector $Mu_{22}(-)$ en dirección YY .....	134
Figura 67. Momento flector $Mu_{22}(+)$ en dirección YY .....	135
Figura 68. Momento flector $Mu_{22}(-)$ en dirección YY (2).....	136
Figura 69. Momento flector $Mu_{22}(+)$ en dirección YY (2).....	137
Figura 70. Cortante en un sentido V13 (+) en dirección XX .....	138
Figura 71. Cortante en un sentido V23 (-) en dirección YY .....	139
Figura 72. Cortante en dos sentidos (Punzonamiento) .....	140
Figura 73. Cargas axiales exportadas de la superestructura a la platea de cimentación .....	140
Figura 74. Presión actuante en el suelo .....	141
Figura 75. Momento flector $Mu_{11}(-)$ en dirección XX .....	142
Figura 76. Momento flector $Mu_{11}(+)$ en dirección XX (2).....	143
Figura 77. Momento flector $Mu_{22}(-)$ en dirección YY .....	144
Figura 78. Momento flector $Mu_{22}(-)$ en dirección YY (2).....	145
Figura 79. Momento flector $Mu_{22}(+)$ en dirección YY .....	146
Figura 80. Cortante en un sentido V13 (-) en dirección XX .....	147
Figura 81. Cortante en un sentido V23 (-) en dirección YY .....	148

Figura 82. Cortante en dos sentidos (punzonamiento).....	149
Figura 83. Cargas axiales exportadas de la superestructura a la platea de cimentación .....	149
Figura 84. Presión actuante en el suelo .....	150
Figura 85. Modelamiento matemático en SAP 2000 V22 .....	151
Figura 86. Análisis estructural: DMF y DFC – primer tramo .....	152
Figura 87. Análisis estructural: DMF y DFC – segundo tramo.....	154
Figura 88. Plataforma Espectro E.030 – 2018 C vs T / Espectro E. 030 2018 Sa vs T .....	166
Figura 89. Espectro lineal / reducido de respuesta y registros directos .....	176
Figura 90. Espectro lineal de respuesta y registro resultante sin escalar.....	176
Figura 91. Registro resultante normalizado por factor de escala .....	177
Figura 92. Registros individuales normalizados mediante un factor de escala .....	177
Figura 93. Distribución de acero en la losa maciza .....	187
Figura 94. Distribución de acero en el sistema de transferencia .....	188
Figura 95. Distribución de acero en la viga D - E .....	189
Figura 96. Detalles de estribos de la viga D - E en los cortes A-A, B-B .....	189
Figura 97. Detalles del MDL en sección completa e = 20cm.....	190
Figura 98. Detalles del MDL en sección de en vacío e = 20cm.....	190
Figura 99. Detalles de acero en el muro de sótano e = 25cm .....	191
Figura 100. Distribución de acero Longitudinal en el nivel 01 de la platea de cimentación .....	192
Figura 101. Distribución de acero Longitudinal en el nivel 02 de la platea de cimentación .....	193
Figura 102. Detalle de acero longitudinal y transversal en el tramo uno de la escalera.....	194

Figura 103. Detalle de acero longitudinal y transversal en el tramo dos de la  
escalera.....194

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: Fórmula del espectro de respuesta .....	17
Ecuación 2. Cuantía mínima de vigas para $f'c$ menor a 310kgf/cm <sup>2</sup> .....	33
Ecuación 3. Cuantía mínima de vigas para $f'c$ mayor a 310kgf/cm <sup>2</sup> .....	33
Ecuación 4. Cuantía balanceada de vigas .....	33
Ecuación 5. Cuantía máxima de vigas .....	33
Ecuación 6. Recomendación de cuantía máxima de vigas en zonas altamente sísmica .....	34
Ecuación 7. Cuantías mínimas para columnas en espiral.....	34
Ecuación 8. Cuantía mínima para aligerado (viguetas).....	34
Ecuación 9. Cuantía máxima para aligerado (viguetas).....	34
Ecuación 10. Cuantía mínima para losas macizas con refuerzo de $f_y$ : 4200kgf/cm <sup>2</sup> .....	35
Ecuación 11. Cuantía mínima de elementos a flexión.....	35
Ecuación 12. Resistencia nominal a flexión .....	36
Ecuación 13. Condición para verificación de acero a compresión .....	36
Ecuación 14. Resistencia nominal requerida de una sección doblemente reforzada.....	36
Ecuación 15. Resistencia nominal requerida de una sección simplemente reforzada.....	36
Ecuación 16. Cuantía balanceada de vigas .....	36
Ecuación 17. Cuantía de una sección controlada a flexión .....	37
Ecuación 18. Condición de cumplimiento de resistencia a flexión .....	37
Ecuación 19. Momento nominal de una sección controlada a tracción.....	37
Ecuación 20. Momento nominal de una sección doblemente reforzada con acero a compresión.....	37
Ecuación 21. Momento nominal remanente de una sección con acero en	

compresión.....	38
Ecuación 22. Distancia de eje neutro desde la fibra exterior a compresión ....	38
Ecuación 23. Esfuerzo del refuerzo a compresión .....	38
Ecuación 24. Equivalencia de acero a compresión entre una sección completa y superpuesta.....	38
Ecuación 25. Acero a compresión de una sección doblemente reforzada .....	38
Ecuación 26. Superposición de acero de una sección doblemente reforzada	39
Ecuación 27. Acero a tracción de una sección doblemente reforzada .....	39
Ecuación 28. Distancia de eje neutro hasta la fibra exterior a compresión asumiendo que el acero a compresión fluye .....	39
Ecuación 29. Deformación unitaria del acero a compresión.....	39
Ecuación 30. Deformación unitaria del acero a tracción .....	40
Ecuación 31. Momento nominal resistente de una sección doblemente reforzada con acero a compresión asumiendo que este fluye .....	40
Ecuación 32. Distancia de eje neutro hasta la fibra a compresión asumiendo que el acero a compresión no fluye.....	40
Ecuación 33. Deformación unitaria del acero a compresión.....	40
Ecuación 34. Deformación unitaria del acero a tracción .....	40
Ecuación 35. Momento nominal resistente de una sección doblemente reforzada con acero a compresión asumiendo que este no fluye .....	41
Ecuación 36. Resistencia nominal a corte.....	41
Ecuación 37. Resistencia nominal a corte por parte del concreto .....	42
Ecuación 38. Resistencia nominal a corte por parte del acero.....	42
Ecuación 39. Resistencia nominal resistente a cortante .....	42
Ecuación 40. Condición de cumplimiento de resistencia a corte.....	42
Ecuación 41. Cortante isostática .....	43
Ecuación 42. Cortante hiperestática.....	43

Ecuación 43. Verificación de esbeltez para un elemento no arriostrado .....	44
Ecuación 44. Factor de esbeltez cuando el elemento no está arriostrado (1).	44
Ecuación 45: Factor de esbeltez cuando el elemento no está arriostrado (2).	44
Ecuación 46. Factor de amplificación de momentos (1).....	44
Ecuación 47. Carga crítica del Pandeo de Euler .....	45
Ecuación 48. Factor de amplificación de momentos (2).....	45
Ecuación 49. Verificación de apoyo del elemento (arriostrado o no).....	45
Ecuación 50. Momento magnificados en los extremos de la columna .....	46
Ecuación 51. Expresión de variación entre la distancia total de la sección y el núcleo confinado .....	46
Ecuación 52. Carga nominal a compresión.....	46
Ecuación 53. Excentricidad magnificada.....	46
Ecuación 54: Coeficiente de carga axial a compresión para determinar cuantía de acero .....	46
Ecuación 55. Coeficiente de momento magnificado para determinar cuantía de acero .....	47
Ecuación 56. Acero de columna teniendo en cuenta el efecto de esbeltez.....	47
Ecuación 57. Resistencia nominal a corte por parte del concreto para un elemento con carga axial .....	48
Ecuación 58. Resistencia nominal a corte por parte del acero para un elemento con carga axial .....	48
Ecuación 59. Cortante hiperestática.....	49
Ecuación 60. Acero requerido de una sección a flexión.....	49
Ecuación 61. Resistencia nominal requerida de una sección doblemente reforzada .....	50
Ecuación 62. Acero requerido .....	50
Ecuación 63. Espaciamiento del acero requerido .....	50

Ecuación 64. Condición de cumplimiento de cuantía requerida .....	50
Ecuación 65. Condición de cumplimiento de diseño a flexión .....	50
Ecuación 66. Esfuerzo admisible neto del terreno .....	51
Ecuación 67. Área de zapata neta .....	51
Ecuación 68. Espesor efectivo longitudinal de la zapata.....	51
Ecuación 69. Factor de amplificación de cargas de servicio a última.....	52
Ecuación 70. Resistencia nominal requerida de una sección simplemente reforzada .....	52
Ecuación 71. Peralte total de una zapata .....	52
Ecuación 72. Resistencia a corte del aporte de concreto.....	52
Ecuación 73. Acero de refuerzo longitudinal de la zapata.....	53
Ecuación 74. Espaciamiento del acero requerido .....	53
Ecuación 75. Momento máximo calculado en la cara de la columna .....	53
Ecuación 76. Factor de amplificación de cargas de servicio a última.....	53
Ecuación 77. Peralte efectivo requerido para momento máximo .....	53
Ecuación 78. Resistencia nominal requerida de una sección simplemente reforzada .....	54
Ecuación 79. Acero mínimo de una zapata .....	54
Ecuación 80. Peralte efectivo máximo determinado por el análisis en ambos casos.....	54
Ecuación 81. Relación entre peralte efectivo longitudinal y transversal .....	54
Ecuación 82. Demanda por cortante en dos sentidos (punzonamiento) .....	54
Ecuación 83. Resistencia nominal a corte del concreto en función a los lados de la zapata.....	55
Ecuación 84. Resistencia nominal a corte del concreto en función a la posición de la columna.....	55
Ecuación 85. Resistencia nominal a corte del concreto .....	55



Ecuación 86. Condición del cumplimiento de cortante .....	55
Ecuación 87. Cuantía requerida horizontal en placas .....	56
Ecuación 88. Cuantía requerida vertical en placas .....	56
Ecuación 89. Verificación para determinar si se requiere doble capa de refuerzo .....	56
Ecuación 90. Resistencia a corte por parte del acero .....	56
Ecuación 91. Resistencia a corte por parte del concreto .....	56
Ecuación 92. Relación entre altura y longitud del muro .....	57
Ecuación 93. Cuantía requerida horizontal en placas .....	57
Ecuación 94. Acero requerido horizontal en placas .....	57
Ecuación 95. Espaciamiento del refuerzo horizontal.....	57
Ecuación 96. Cuantía requerida vertical en placas .....	57
Ecuación 97. Acero requerido vertical en placas.....	58
Ecuación 98. Espaciamiento del refuerzo vertical .....	58
Ecuación 99. Esfuerzo actuante máximo a compresión.....	58
Ecuación 100. Profundidad de eje neutro hasta la fibra externa a compresión de la sección .....	58
Ecuación 101. Relación de carga axial entre la sección y cuantía mecánica..	59
Ecuación 102. Fuerza axial última sobre elementos de borde .....	59
Ecuación 103. Punto de compresión pura de superficie de interacción bi-axial .....	59
Ecuación 104. Requerimiento de acero transversal en elemento de borde (1) .....	60
Ecuación 105. Requerimiento de acero transversal en elemento de borde (2) .....	60
Ecuación 106. Espaciamiento del refuerzo horizontal.....	60
Ecuación 107. Espesor total de losa de escalera.....	61

Ecuación 108. Factores de modificación de apoyo en escaleras .....	61
Ecuación 109. Cuantía requerida de una sección a flexión.....	61
Ecuación 110. Resistencia nominal requerida de una sección doblemente reforzada .....	62
Ecuación 111. Acero requerido a flexión por metro lineal .....	62
Ecuación 112. Espaciamiento del refuerzo por metro lineal.....	62
Ecuación 113. Acero mínimo para escalera por metro lineal .....	62
Ecuación 114. Espaciamiento del refuerzo mínimo por metro lineal .....	62
Ecuación 115. Acero requerido a flexión por metro lineal .....	63

## Resumen

La presente investigación se elaboró en la ciudad de Cajamarca, Urbanización docentes, se diseñó la estructura de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, para ello se utilizó el diseño no experimental – descriptiva, la población y muestra fue la misma edificación además la recolección de datos fueron conformado mediante las técnicas de observación y análisis documental, el problema es que existen muchas deficiencias en el diseño estructural con el SMDL , como resultados principales tenemos 100 modos de vibración así mismo las derivas son menores a 0.005 en ambas direcciones, el espesor del muro de ductilidad limitada fue de .20m , con un  $f'c$  de 210kgf/cm<sup>2</sup> y un armado doble capa en ambos sentidos de  $\text{Ø}1/2''@.25\text{m}$ ; la losa de transferencia contó con espesores de hasta .30m y un valor de  $f'c$  de 280kgf/cm<sup>2</sup> y un armado en ambos sentidos doble malla con barras de hasta  $\text{Ø}5/8''$ ; una losa maciza contó con espesor de .15m y un valor de  $f'c$  de 210kgf/cm<sup>2</sup> un armado en una sola malla en ambos sentidos de  $\text{Ø}3/8''$  cada .15m

**Palabras clave:** Diseño estructural, Análisis sísmico Muros de ductilidad limitada.

## Abstract

This research was carried out in the city of Cajamarca, Urbanización docentes, the structure of an eight-story building with two basements was designed with a limited ductility wall system , a non-experimental - descriptive design was used for this purpose, the population and sample was the same building and the data collection was made by means of observation and documentary analysis techniques , the problem is that there are many deficiencies in the structural design with the limited ductility wall system , as main results we have 100 vibration modes and also the drifts are lower than 0.005 in both directions (6) the thickness of the limited ductility wall was .20m, with a  $f'_c$  of 210kgf/cm<sup>2</sup> and a double layer reinforcement in both directions of  $\text{Ø}1/2"@.25\text{m}$ ; the transfer slab had thicknesses up to .30m and a  $f'_c$  value of 280kgf/cm<sup>2</sup> and a reinforcement in both directions double mesh with bars up to  $\text{Ø}5/8"$ ; a solid slab had a thickness of .15m and a  $f'_c$  value of 210kgf/cm<sup>2</sup> and a reinforcement in a single mesh in both directions of  $\text{Ø}3/8"$  every .

**Keywords:** Structural design, Seismic analysis, Ductility limited walls.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

En el mundo, el desarrollo de los países se viene dando a través de la construcción, operación y mantenimiento de las estructuras, siendo estas viviendas, puentes, hospitales, colegios, etc., y es donde, la ingeniería Estructural participa en la realización de los proyectos estructurales. Si bien la estructura es la parte resistente de la construcción, esto lleva a ser vital para la utilidad de la misma, ahora en las edificaciones se da más énfasis en cuando al diseño estructural, siguen parámetros que ayudan a crear diseños que perduren a lo largo del tiempo. (De la Colina, 2000)

Por ejemplo, en Colombia, en el proyecto Bosques de Ciudad 2000-11, se realizó el diseño estructural con muros de ocho centímetros de espesor. Para la sección de prueba se realizaron cuatro muros con una longitud de 2300mm de altura, un ancho de 2400mm y el espesor de 80mm en aproximación, dichos muros fueron reforzadas con varios tipos de redes electrosoldadas de distintas cuantías, de modo que el muro M1 tuviera un mínimo de refuerzo con el M4 obteniendo el mayor refuerzo. A dichos muros se le concentraron un método de cargas, donde, la carga de la parte lateral, está orientada al desplazamiento de acuerdo al código FEMA-461, por otro lado, la carga vertical es un valor invariable de 20 tonf, siendo equivalente con el peso en término medio a un muro de un primer nivel sostendría 5 pisos de una estructura. (Quintana, 2013)

Por otro lado, en Venezuela, los diseños estructurales de muros de ductilidad limitada, se construyeron de forma masiva, primero porque el método para construir ya está debidamente industrializado y las ventajas en cuanto a rapidez y costo en la construcción son buenas. En Venezuela la modalidad de estos edificios se les conoce como sistema tipo túnel, los cuales son construidos con encofrados metálicos removibles, permitiendo el vaciado, el ensamble monolítico de muros y las losas de entrepiso. Incluso en la actualidad la construcción estatal se da a través de la Gran Misión Vivienda Venezuela (GMVV). Dichas estructuras están caracterizadas en el delgado espesos en sus muros que y la poca cuantía

de acero dentro del refuerzo longitudinal, esto puede ser una condición desfavorable para el desarrollo de resistencia, si su diseño no es el adecuado. (Lafuente, 2014)

Asimismo, en la ciudad de Guayaquil - Ecuador, se aplica el diseño estructural de muros de ductilidad limitada en viviendas de hasta 3 pisos, siendo sus muros el órgano principal de la estructura y a la vez conforman su arquitectura, así se elaboraron dentro diversos proyectos como son: Villas del Rey, La Joya en sus 2 etapas, Paraíso del Río (Mucho Lote), Victoria Real (Mucho Lote 2), Costalmar I, Central Park, Ciudad Victoria, Ciudad Santiago, Altos del Río, Vista Tower, Villas del Bosque, entre otros. (Vizconde, 2015)

Dentro de nuestro país, se tienen experiencia desde hace muchos años, pero en el año 2000 esto tomas más notoriedad y se han venido elaborando este tipo de estructuras, mérito a su simpleza que la industria ha generado este sistema, con la utilidad del encofrado metálico y el concreto premezclado siendo este más efectivo y económico la construcción de las edificaciones. El diseño estructural con sistema de muros de ductilidad limitada condujo que dentro de algunos casos se den soluciones estructurales con ideas atrevidas para diseñar los estilos exigentes de la arquitectura. Se han ejecutado algunos edificios de mediana altura de 8 a 10 pisos con muros de este tipo y con losas de transferencia para lograr salvar la discontinuidad de muros entre el nivel de los departamentos con el del estacionamiento. (Norma E.060, 2009)

En la ciudad de Cajamarca, las edificaciones de concreto armado, son en su mayoría de sistemas aporticados y duales, sin embargo, existen algunas edificaciones que fueron destinadas para uso de entidades. Donde se optaron por un diseño estructural con sistema de Muros de Ductilidad Limitada debido a la baja disponibilidad de niveles según lo plantea la especialidad de arquitectura, del requerimiento de obtener facilidades en su construcción y por ende para su pronto funcionamiento. Este sistema estructural resulta ser el adecuado ya que reduce significativamente el tiempo del proceso constructivo. (Norma E.060,

2009)

Dentro de nuestro país, tenemos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, la cual nos proporciona especificaciones para ejecutar edificaciones con dichos estándares, pero habla muy poco sobre el diseño estructural con sistema de Muros de Ductilidad Limitada detallándonos que se encuentran entre 10 a 12 cm de espesor y respecto al número de pisos nos determina hasta 8 pisos.

(QUISPE, 2019) Se encontró que la estructura diseñada por el Sistema Estructural de Durapanel presenta un 22.34% de mayor capacidad estructural y un 83.48% mayor en deformación dentro del punto máximo de la curva de capacidad a diferencia de los diseños estructurales con sistema de Muros de Ductilidad Limitada; por otro lado, el Sistema Estructural de Durapanel presenta un comportamiento estructural óptimo ante el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada; asimismo las edificaciones con el sistema estructural SED tiene un índice de daño de 0.1045 mientras el sistema estructural MDL tiene uno de 0.00041, esto quiere decir que el sistema SED tiene un daño moderado mientras el sistema MDL un daño leve.

(Sullca, y otros, 2018) Manifiestan en su tesis, que tanto el diseño estructural con sistema de Sistema Dual como el de Muros de Ductilidad Limitada, presentan un óptimo desempeño ante una carga sísmica ya que ambos cumplen con los estándares que plantea el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, pero también nos dice que el sistema con Muros de Ductilidad Limitada es recomendable para estructuras simétricas arquitectónicamente, así como en los costos, el más económico es el Sistema de Ductilidad Limitada con un monto de S./ 2,752,267.47 versus a S/. 3,002,267.03 del Sistema Dual.

(Carnero, 2019) Señaló que el diseño estructural con SMDL presenta un adecuado comportamiento lineal frente a una carga sísmica en comparación a un sistema de Albañilería confinada, presentado mejor esfuerzo a compresión en muros, no se observó fallas por pandeo, existe menos fuerza cortante por la reducción del peso y presenta menor

distorsión cumpliendo por lo determinado en la norma.

Es importante tener un estudio adecuado para utilizar en el diseño estructural, un Sistema de Muros de Ductilidad Limitada, ya que, se busca un buen desempeño estructural ante un sismo, y nuestro país se encuentra en una zona altamente sísmica a su vez, dicho sistema ayuda a optimizar recursos y adecuar parámetros arquitectónicos requeridos, este sistema a diferencia de otros, nos ayuda a reducir costos en la construcción requiriendo menos mano de obra.

La empresa COAM Contratistas S.A.C., es una constructora que cuenta con muchos proyectos ejecutados en el ámbito de infraestructura, dentro de dichos proyectos, han venido ejecutando diferentes sistemas estructurales, puesto que cada proyecto en sí, requiere de una elección estructural según el contexto, la necesidad y la exigencia del cliente, tales como los proyectos en habilitaciones urbanas, donde estas edificaciones son de niveles bajos, por ende se realizaron diseños estructurales con SMDL siendo este una solución para su futura construcción. Esta empresa, en muchos casos elabora el diseño estructural para posteriormente ejecutarlo; está ubicada en la ciudad de Trujillo y cuenta con RUC 20481146951, es una de las empresas constructoras líderes y cuenta también con una variedad de servicios dentro del mercado de construcción. Han trabajado con materiales de concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup> y acero de refuerzo convencional ASTM A615 Gr60 o acero de refuerzo de mallas electrosoldadas.

Constructora & Contratistas Generales Philadelphia S.A.C. – CONPHIL S.A.C., cuenta con RUC 20327154193; ejecuta proyectos de infraestructura, para diferentes usos, tales como, viviendas, oficinas, entre otros. Han realizado y ejecutado una multifamiliar de 8 pisos, en donde el diseño estructural fue con el sistema de muros de ductilidad limitada con concretos de 175 hasta 210kg/cm<sup>2</sup>, acero de refuerzo convencional ASTM A615 Gr60 o acero de refuerzo de mallas electrosoldadas; es una de las tantas empresas dedicadas brindar servicios de ejecución, pero también han realizado consultoría para sus propios proyectos de



edificaciones convencionales de bajos niveles. Esta empresa está ubicada en la ciudad de Lima, donde el SMDL es muy visto en varias construcciones.

El problema general de la presente investigación, se debe al planteamiento y diseño estructural del mismo, ¿cuál es el diseño estructural de una edificación con sistemas de muros de ductilidad limitada – Cajamarca 2021? A partir del problema planteado, podemos determinar que la investigación enfoca la realización de un adecuado diseño estructural con dicho sistema cumpliendo los parámetros establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma - E.060 “Diseño en Concreto Armado”, tales como el número máximo de pisos, el espesor mínimo de los muros, relación de altura y ancho del muro para caracterizar si el elemento es flexible o no, tipo de armado y en general todas las especificaciones técnicas para los materiales a usarse, tales como concreto y acero; así mismo, consideraciones de las investigaciones elaboradas para determinar el comportamiento de los SMDL a mediados del año 1998 hasta 2002, los cuales fueron materia de examinación para formulaciones actuales de la normativa y por ende para el diseño de este tipo de sistema estructural.

Así como el diseño estructural con SMDL tiene muchas ventajas en el mercado, hablamos de ahorro de dinero y tiempo; también existe una mala concepción de las principales características técnicas, tales como el espesor de los muros, los cuales fueron utilizados hasta 6cm, y de la cantidad de pisos, visualizándose en algunos casos hasta más de 12 niveles, estructuras que fueron sometidas y castigadas por eventos sísmicos pasados, donde se demostró que no contemplan el comportamiento adecuado a causa de la baja ductilidad que tenían. Esto llevó a que expertos como el Ing. Dr. Genner Villarreal comentara en una entrevista a mediados del año 2015, que estas edificaciones no vienen presentando un comportamiento estructural favorable, debido a que a mayor cantidad de pisos, esta empieza a sufrir agrietamientos, llevando desde el punto de vista sísmico y estructural la gran concentración de

esfuerzos a compresión en los bordes extremos de los muros, presentándose fallas por la falta de elementos estructurales denominados “elementos de borde”, los cuales aportan la ductilidad necesaria, como en el caso del sistema de Muros Estructurales.

La presente investigación tiene una importancia dentro de la construcción y más en nuestra ciudad de estudio que es Cajamarca que en los últimos años se ha venido impulsando distintas edificaciones, pero el sistema a preponderar es la de Albañilería Confinada, la cual no está mal, pero a diferencia de los diseños estructurales con sistema de Muros de Ductilidad Limitada, este sistema requiere de mayor costo para su ejecución.

En los últimos años el negocio de la construcción ha crecido de forma significativa, la necesidad de una vivienda genera la demanda, por ello se elaboran edificios multifamiliares y en este trabajo elaboraremos un diseño estructural utilizando este novedoso sistema que además de ser económico, es práctico en su elaboración y ayuda a que muchas familias tengan sus viviendas a corto plazo, y contando con una estructura eficiente.

Cabe recalcar que este sistema debe calcularse cumpliendo los parámetros establecidos en el RNE, así mismo se tomará en cuenta el comportamiento plástico y el refuerzo longitudinal y transversal de los MDL en el presente diseño estructural, así como algunas recomendaciones obtenidas a partir de los resultados que se obtuvieron de dichas investigaciones en el país por parte de ingenieros de rescatada trayectoria y expertos en el tema, tales como, el Ing. Ángel San Bartolomé y Ing. Adolfo Gálvez Villacorta.

Ante lo descrito previamente, el ingeniero civil como proyectista tiene un papel de suma importancia, siendo el responsable de diseñar edificaciones que garanticen la seguridad de vida ante cualquier acontecimiento sísmico y que a su vez sean económicas y de rápida ejecución; en base a este principio de filosofía, el diseño estructural a realizarse será con el SMDL, puesto que así también se deduce a partir de los exigente requerimientos por la especialidad de arquitectura.

## **1.2. Planteamiento del problema.**

¿Cuál es el Diseño estructural de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, Urbanización Docentes Cajamarca 2021?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación General**

Desde el punto de vista científico resulta beneficioso realizar el diseño estructural de la edificación con SMDL, debido a que este tipo de sistema estructural es versátil para cualquier configuración arquitectónica, y que en base a la necesidad de cumplir ese requerimiento, es que se establece que los cálculos que se puedan desarrollar en el diseño se lleguen a acoplar de forma idónea sin llegar a alterar la arquitectura inicial pero cumpliendo con los requerimientos establecidos por la normativa a fin de que no existan problemas estructurales posteriormente, entendiéndose que se deberá aprovechar la poca ductilidad de estos muros para obtener un adecuado comportamiento de esta edificación cuando esté siendo sometida a un evento sísmico.

El diseñar una edificación con SMDL, pasa por el interés de aprendizaje en este peculiar sistema; el conocer los detalles técnicos que se deben cumplir para brindarme a la estructura un adecuado comportamiento en los aspectos sísmicos y estructurales. Este sistema es novedoso y sobre todo eficaz en su ejecución, mayormente a nivel nacional el sistema que se utiliza es el sistema porticado, con muros de albañilería, pero resulta más costoso, por la mayor demanda de la mano de obra, etc., pero lo que poco se conoce de este sistema de muros de ductilidad limitada, son los beneficios que este conlleva, en esta investigación se elaborara el diseño estructural

Con esto queremos lograr el Diseño Estructural con Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada (SMDL) en Cajamarca, para así

aportar en una alternativa estética y eficaz en ejecución, pero sobre todo que cumple con los requerimientos planteados dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones, obteniendo un diseño factible y seguro ante un eventual sismo.

El propósito de la investigación comienza por dar a conocer cuáles son los procedimientos de diseño estructural que convencionalmente se siguen para lograr los entregables de una edificación con SMDL para uso de vivienda multifamiliar. Para bien institucional, se pensó en el gran impacto positivo que se puede rescatar al realizar el diseño de una edificación con SMDL en la ciudad de Cajamarca, ya que lo expuesto en la presente investigación dejaría una serie de procedimientos modelos para que se puedan ir implementando futuros diseños estructurales de este tipo, además, fomentar el correcto diseño de este sistema, que se ha visto opacado en múltiples ocasiones.

### **1.3.2. Justificación Teórica**

La investigación tiene justificación teórica, ya que busca contribuir con modernos diseños estructurales y salir de lo convencional, debido a que, al utilizar muros de ductilidad limitada, por ser estructuras de concreto armado proporciona suficiente resistencia y rigidez para soportar terremotos y cargas. Por otro lado, en el Perú ya se realizan este tipo de diseños, si bien es cierto este sistema es moderno y sobre todo muy económico se tomará en cuenta los requerimientos de diseño encontrados en el Reglamento Nacional de Edificaciones tales como, Normas E.020 donde nos detalla el tipo de cargas a utilizar, E.030 detalla los parámetros de Diseño Sismorresistente, E.050 referido a Suelos y Cimentaciones y E.060 enfocado a Concreto armado. Además, se realizará los estudios necesarios para la recolección de datos en campo, de acuerdo a las metodologías pertinentes y también se trabajará con los Software como ETABS y Excel.

### **1.3.3. Justificación Práctica**

De forma práctica podemos decir que el diseño estructural con Sistema de Muros de Ductilidad Limitada es un sistema aparte de económico, seguro para vivir; tal como el sistema convencional, el SMDL mantiene el diseño esbelto de la edificación, esto quiere decir que tiene más opción de mantener la arquitectura, aprovechando los espacios de esta. Además, los SMDL son sistemas estructurales con un comportamiento factible ante eventuales sismos, pero es importante el refuerzo de mallas electrosoldadas con acero corrugado en sus extremos para disminuir sus esfuerzos.

### **1.3.4. Justificación Metodológica**

El enfoque metodológico de la investigación es de naturaleza cuantitativa continua no experimental – descriptivo ya que el diseño de una edificación con Sistema de Muros de Ductilidad Limitada se realizará aplicando todos los parámetros asignados dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones. Dentro de las técnicas a utilizar se elaborará como primer punto el estudio de la mecánica de suelos utilizando herramientas para la extracción del suelo y posterior análisis en laboratorio, luego con ayuda el Software ETABS se realizará la obtención de resultados para el posterior diseño.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar la estructura de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, Urbanización Docentes Cajamarca 2021.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

O.E.1. Realizar el análisis sísmico en la edificación con SMDL en la urbanización Docentes Cajamarca 2021.

O.E.2. Realizar el diseño estructural de la subestructura en la Urbanización Docentes Cajamarca 2021.

O.E.3. Realizar el diseño estructural de la superestructura en la urbanización Docentes Cajamarca 2021.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

El diseño estructural de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, cumplirá con los requisitos del Reglamento Nacional de Edificación, específicamente las Normas E.020 “Cargas”, E.050 “Suelos y Cimentaciones”, E.030 “Diseño sismorresistente” y E.060 “Diseño en concreto armado” en la Urbanización Docentes Cajamarca 2021

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes

***“Estudio de la calidad en la construcción de viviendas con el Sistema Constructivo Muros De Ductilidad Limitada en la ciudad de Guayaquil y propuesta para su correcto funcionamiento”***

(Vizconde, 2015) Tuvo como objetivo realizar una evaluación de todos los factores que afectan la calidad de edificaciones de 3 pisos, en el cual, la construcción se basa en SMDL, generando una propuesta para el mejoramiento de la calidad en estas estructuras y plantear posibles alternativas de solución para su mejora constructiva. (Pag. 28)

La investigación es de tipo explicativa ya que busca relaciones de causa – efecto de las patologías detectadas, comparativa para contrastar las diversas normas de construcción con dicho proyecto, exploratoria pues busca descubrir fallas dentro del diseño (pág 33). En la investigación se logró demostrar la hipótesis plasmada ya que se probó la necesidad de cumplir con las normas técnicas de diseño además de una efectiva supervisión en la construcción (pág 171)

Dentro de esta investigación podemos observar la necesidad de mantener en la normativa los parámetros adecuados para el diseño estructural y así obtener mejores respuestas ante eventuales sismos.

***“Edificios de baja altura con sistemas estructurales de ductilidad limitada, tipo paredes portantes ante acciones sísmicas altas”***

(Valencia, 2020) Su objetivo fue realizar el diseño de estructuras bajas con el SMDL tipo paredes portantes para el cumplimiento de los requisitos normativos ante respuestas sísmicas. (pág. 18)

En conclusión, para esta investigación se determinó que con el diseño con SMDL se puede lograr un buen acabado arquitectónico

y estructural en cuanto a la distribución de muros, densidades adecuadas en sus muros tomando en cuenta ambas direcciones, aportando un óptimo desempeño en la parte sísmica. (pág. 78)

Cabe resaltar que gracias a la NEC y el ACI 318 – 14 se pueden lograr estos diseños logrando calcular los espesores adecuados y el requerimiento de acero poniendo en evidencia con el análisis a flexocompresión.

***“Estudio Comparativo De Costos, Programación, Diseño Sismorresistente, Entre El Sistema Dual Y Muros De Ductilidad Limitada De Un Edificio Multifamiliar De 7 Pisos Ubicado En Cerro Colorado - Arequipa.”***

(Sullca, y otros, 2018) El objetivo general fue comparar tanto los costos, la programación y el diseño estructural en una edificación de 7 pisos en Cerro Colorado – Arequipa. (pág. 20)

La investigación es de tipo no experimental y lo que se buscó es la relación entre las variables en estudio comparando los costos, diseño y programación, la población es una edificación multifamiliar de 7 pisos en la ciudad de Arequipa (pág. 25). Los instrumentos de medición presentados fueron el diseño arquitectónico, estructuración y diseño, etc. Teniendo como resultados en su comparación, que tanto el sistema MDL como el de SD, presentaron un adecuado comportamiento ante una fuerza sísmica cumpliendo con los requisitos requeridos por el Reglamento Nacional de Edificaciones y el Diseño Sismorresistente y Estructural. En este estudio se recomendó usar el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada en muros de forma regular, a su vez indicó que los muros diseñados con dicho sistema, presentó una mayor rigidez lateral, a nivel económico, el SMDL fue mucho más económico con una cotización de S/. 2,752,267.41 vs a S/. 3,002,2676.03 y en el tiempo de ejecución, se determinó que en este sistema tardaría 86 días útiles vs 169 días útiles en el Sistema Dual. (pág. 252).

La investigación proporciona un mejor panorama en 2 tipos de



sistemas de diseño, asimismo nos recomienda dotar a la estructura con SMDL, de una buena densidad de muros en ambas direcciones para evitar la excentricidad que puedan causar problemas de torsión en la estructura.

***“Análisis Dinámico comparativo Modal espectral Vs Tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa el Salvador- 2019.”***

(Ricalde, 2019) El objetivo principal fue comparar el análisis dinámico modal espectral VS tiempo historia en una estructura con SMDL en Villa el Salvador. (pág. 19)

Se utilizó el método científico, utilizando Software para la obtención de resultados; a su vez, nos concluye que el análisis tiempo historia tuvo un resultado positivo en cuanto al análisis dinámico tiempo historia gracias a sus valores más aproximados a los determinados a la norma E.030., pero se recomendó profundizar el estudio ya que en esa ciudad suelen suceder sismos de magnitudes grandes. (pág.68)

En la investigación podemos observar que al comparar análisis dinámicos modal espectral vs tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, podemos obtener un mejor panorama sobre diseño, aunque aún falta más por investigar.

***“Análisis y diseño estructural de un edificio de viviendas multifamiliares de 6 pisos con muros de ductilidad limitada”***

(Egoabil, 2019) El objetivo fue determinar todos los criterios estructurales para el diseño de una edificación de 6 pisos incorporando el Sistema de Muros de Ductilidad limitada como una alternativa de sistema estructural frente a las soluciones tanto estáticas como dinámicas tomando en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones. (pág. 24)

La metodología que se utilizó es cualitativa (pág. 26), además en su conclusión se determinó que tomando en cuenta una adecuada

configuración estructural y al respetar las condiciones dadas por el RNE E.060 (pág. 187), la altura máxima adecuada es de 2.4 y con una cantidad de 7 pisos y al existir una gran densidad en sus muros, debe existir una adecuada simetría y las estructuras con SMDL en su mayoría no requiere de una verificación de irregularidad por torsión debido a que sus derivas son menores al límite propuesto.

***“Comparación Del Comportamiento Estructural De Una Vivienda Multifamiliar Proyectada Mediante Los Sistemas De Muros De Ductilidad Limitada Y Albañilería Confinada En La Ciudad De Cajamarca”***

(Quiroz, 2016) Dentro de los objetivos se estableció comparar el comportamiento estructural de una vivienda con sistemas de muros de ductilidad limitada con una de albañilería confinada (pág. 19). En cuanto a la metodología utilizada fue el método descriptivo (pág. 21) En esta investigación se determinó que tanto el diseño estructural con SMDL como el de albañilería confinada presentó un óptimo desempeño sísmico cumpliendo con lo determinado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, pero en cuanto a las deformaciones los MDL obtuvieron menos deformaciones llegando a 0.0016 versus un 0.0035 en el diseño de Albañilería Confinada. (pág. 198)

Una vez más la presente investigación nos ayuda a ampliar los horizontes para la realización de esta investigación, captando todos los parámetros establecidos en el estudio y entendiendo los procesos de diseño.

## **2.2. Bases teóricas**

### **Diseño Estructural**

Es el proceso creativo mediante el cual se determina y caracteriza la estructura, comprometiéndose las etapas de estructuración, análisis y dimensionamiento

Para poder obtener un panorama más claro con respecto al diseño de hablará de las etapas que conlleva realizar:

- **Estructuración:** Se define como el sistema estructural que, en forma global, brindará a la construcción resistencia y rigidez para lograr una respuesta satisfactoria ante agentes externos sometidos.
- **Análisis:** Aquí no se requiere de experiencia previa del ingeniero, solo la de estructuración, ya que se realizarán actividades parecidas a otros proyectos. En esta etapa, las tareas a realizar será la evaluación de la respuesta estructural ante hechos que se puedan prevenir, aquí se deberán asignar magnitudes y distribuciones de acciones, las cuales se aplicaran en un modelo analítico con la finalidad de determinar una respuesta a deformaciones y distribución de fuerzas de los elementos.
- **Dimensionamiento:** Aquí se realizará la selección de todas las dimensiones además de las características de los elementos estructurales con la finalidad de que esta tenga una respuesta segura y funcional a las acciones predeterminadas. (La Ingeniería Estructural, 2000)

### **Análisis Sísmico**

Conforme a las disposiciones de la (Norma E.030, 2018), establece que describe condiciones mínimas para el diseño sísmo resistente de las estructuras, principalmente edificaciones, así mismo, la aplicación de esta es obligatoria para el diseño edificaciones nuevas y para el reforzamiento de las existentes. Filosóficamente pretende evitar pérdida de vida humana, asegurar que los servicios básicos continúen después de un acontecimiento sísmico y minimizar los daños en las estructuras.

Los principios utilizados son tres; a) una estructura no debe colapsar ni causar daños significativos a las personas, b) una estructura debe soportar sismos moderados que en lo desfavorable pueden ser reparados dentro de los límites aceptables, c) una edificación esencial debe permanecer en condiciones operativas luego de un sismo.

Los criterios de diseño sísmico establecen que el Perú está dividido en cuatro zonas de riesgo sísmico, las cuales se muestran como porcentajes de aceleración, para el caso máximo (costa) es del 45%, tomando en cuenta que se trata de un sismo severo de periodo de retorno de  $\pm 475$  años y una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años, que generalmente se entiende como la vida útil de la edificación (Norma E.030, 2018).

### **Cortante Basal de diseño**

Resulta ser una fuerza de fluencia para el cual está diseñada la edificación, obtenida a partir del espectro de aceleraciones establecidas en la norma, para ello se dispone de la construcción de esta plataforma y mediante la intercepción del periodo de vibración de la estructural obtener un valor de aceleración que al ser multiplicado por un porcentaje de la masa lo cual lo establece procedimientos de estadística denominados “Combinación modal” es que tiene la cortante dinámica. Cabe señalar que esta cortante dinámica antes descrita debe ser escalada con la cortante estática para así finalmente determinar el valor del cortante de diseño (Norma E.030, 2018).

### **Combinación Modal**

Con la utilización del método de superposición modal, se determinan las respuestas en cada modo de vibración, por otro lado, para encontrar las respuesta resultante se debe utilizar un criterio de combinación modal, existen muchos criterios considerados en las normas de diseño sismorresistente para país, estas son literariamente denominadas como: Máximo valor probable (ABS), Doble suma, Combinación cuadrática completa (CQC), Superposición directa, entre otras (Falconi, 2008)

La normativa peruana establece dos tipos de criterios de combinación modal, el primero resulta ser una sumatoria de los porcentajes de los criterios del Valor Máximo Probable y de Superposición Directa, la segunda propuesta es mediante la Combinación cuadrática completa (CQC) (Norma E.030, 2018).

### **Combinación Direccional**

No se establece directamente el tipo de combinación direccional, sin embargo, se suele trabajar para estructuras tridimensionales con una combinación denominada Raíz Cuadrada de la Suma de las Respuestas al Cuadrado tomando la fuerza sísmica principal como el 100% y la otra en dirección simultánea en un 30% (Falconi, 2008).

### **Espectro de aceleraciones**

El modelo de masas concentradas resulta ser la metodología más empleada para realizar todos los procesos de la dinámica estructural sobre estructuras que contienen una componente de amortiguamiento, logrando así resolver la ecuación fundamental de movimiento (Chopra, 2012).

El análisis modal espectral parte del cálculo de los periodos naturales, masas participativas según el modo de vibración predominante, señalada en la norma de diseño sismorresistente, donde por cada dirección se toma en cuenta los modos de vibración cuya adición de las masas efectivas sean en un promedio el 90% de la masa total, tomándose como mínimo los tres principales modos que lleguen a sobresalir en cada dirección de análisis, siendo usualmente, traslacionales y rotacionales respecto a su eje (Norma E.030, 2018).

El cálculo del espectro de respuesta objetivo se realiza mediante la expresión siguiente:

**Ecuación 1:** *Fórmula del espectro de respuesta*

$$S_a = \frac{ZUCS}{R_0 I_a I_p} * g$$

Dicha plataforma de aceleraciones está en unidades de gals o su

equivalente  $\text{cm/s}^2$ ; los factores que se visualizan en la fórmula anterior son aplicables para el desarrollo del análisis lineal al igual que para el análisis sísmico estático. El valor de la aceleración correspondiente en conjunto con la combinación modal utilizada y el peso de la edificación, dan cabida a la fuerza basal de naturaleza pseudo dinámica. A continuación, apreciaremos el cambio de los espectros de pseudo aceleraciones utilizando el coeficiente de amplificación “C” para cada perfil de suelo “S” según como lo estima el código (Norma E.030, 2018).

El cambio en el análisis modal con la combinación cuadrática completa que ha venido presentando la Norma E.030 se puede interpretar de la siguiente manera: [...] cuando las frecuencias están ampliamente separadas, este criterio proporciona valores semejantes al del criterio del máximo valor probable (Aguilar, 2008)

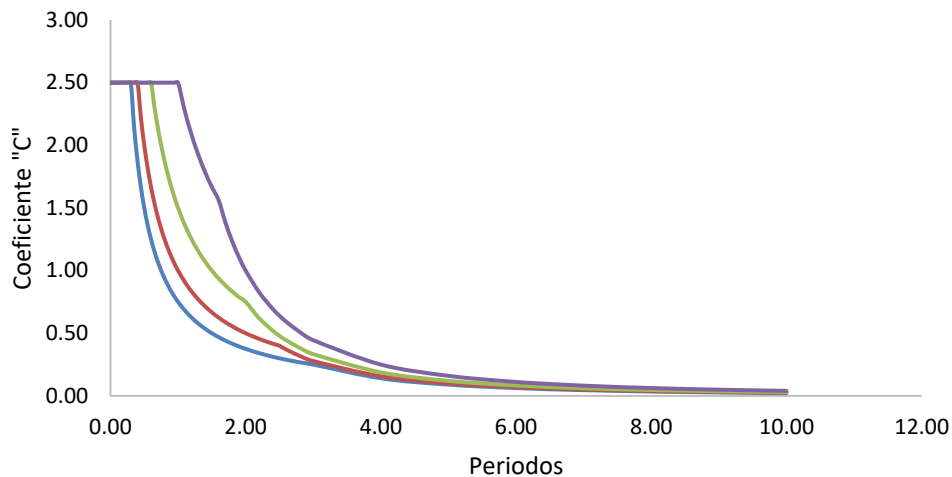
**Tabla 1.** Espectro de respuesta Norma E.030 – 2018

<b>NORMA "Diseño Sismorresistente" E.030-2018</b>				
T	C - So	C - S1	C - S2	C - S3
	Tp=0.3	Tp=0.4	Tp=0.6	Tp=1.0
	TL=3.0	TL=2.5	TL=2.0	TL=1.6
0	2.5	2.5	2.5	2.5
0.02	2.5	2.5	2.5	2.5
0.04	2.5	2.5	2.5	2.5
0.06	2.5	2.5	2.5	2.5
0.08	2.5	2.5	2.5	2.5
0.1	2.5	2.5	2.5	2.5
0.12	2.5	2.5	2.5	2.5
0.14	2.5	2.5	2.5	2.5
0.16	2.5	2.5	2.5	2.5
0.18	2.5	2.5	2.5	2.5
0.2	2.5	2.5	2.5	2.5
0.25	2.5	2.5	2.5	2.5
0.3	2.5	2.5	2.5	2.5
0.35	2.14	2.5	2.5	2.5
0.4	1.88	2.5	2.5	2.5
0.45	1.67	2.22	2.5	2.5
0.5	1.5	2	2.5	2.5

0.55	1.36	1.82	2.5	2.5
0.6	1.25	1.67	2.5	2.5
0.65	1.15	1.54	2.31	2.5
0.7	1.07	1.43	2.14	2.5
0.75	1	1.33	2	2.5
0.8	0.94	1.25	1.88	2.5
0.85	0.88	1.18	1.76	2.5
0.9	0.83	1.11	1.67	2.5
0.95	0.79	1.05	1.58	2.5
1	0.75	1	1.5	2.5
1.1	0.68	0.91	1.36	2.27
1.2	0.63	0.83	1.25	2.08
1.3	0.58	0.77	1.15	1.92
1.4	0.54	0.71	1.07	1.79
1.5	0.5	0.67	1	1.67
1.6	0.47	0.63	0.94	1.56
1.7	0.44	0.59	0.88	1.38
1.8	0.42	0.56	0.83	1.23
1.9	0.39	0.53	0.79	1.11
2	0.38	0.5	0.75	1
2.2	0.34	0.45	0.62	0.83
2.4	0.31	0.42	0.52	0.69
2.5	0.3	0.4	0.48	0.64
2.6	0.29	0.37	0.44	0.59
2.8	0.27	0.32	0.38	0.51
3	0.25	0.28	0.33	0.44
4	0.14	0.16	0.19	0.25
5	0.09	0.1	0.12	0.16
6	0.06	0.07	0.08	0.11
7	0.05	0.05	0.06	0.08
8	0.04	0.04	0.05	0.06
9	0.03	0.03	0.04	0.05
10	0.02	0.03	0.03	0.04

**Fuente:** Norma E.030 Diseño sismorresistente.

## ESPECTROS DE RESPUESTA OBJETIVO



**Figura 1.** Plataforma del espectro de pseudo aceleraciones Norma E.030 -2018

La plataforma del espectro de aceleraciones describe una función distinta de acuerdo a la variación del factor de suelo, y es que cuando se trata de suelos blandos o cohesivos, la aceleración sísmica incrementa, esto se traduce finalmente en una mayor fuerza de diseño para los elementos estructurales.

### Control de derivas

Esta limitación de distorsiones relativas se debe a que los sistemas estructurales empleados para la configuración estructural de las edificaciones, tengan un punto máximo exigido de tal forma que lleguen a ser reparadas, es decir en caso estas derivas sobrepasen las establecidas por la norma, cabe la posibilidad de no ser factible el hecho de ser reparada y/o reforzada. Cabe señalar, que estas distorsiones están en función de la altura y los desplazamientos multiplicado por un porcentaje del 75% al 85% del factor de ductilidad o reducción sísmica, provenientes de un análisis elástico no lineal. La norma establece también que en base a estos valores se tendrá que realizar la verificación de las irregularidades en planta y altura, siendo las que comprometen a las distorsiones, las irregularidades de torsión y piso blando (Norma E.030, 2018).



## **Análisis Estructural**

Es la etapa en la que se desarrollan el cálculo de las fuerzas internas de todos los elementos, así mismo, de las deformaciones en cada nodo teniendo como base teórica las deformaciones axiales, de torsión, cortantes y de flexión (Panca, 2015).

Dentro del análisis estructural no se determinan métodos exactos para llegar a la solución, los programas más sofisticados que trabajan con el método de elementos finitos, no logran proporcionar resultados "exactos", esto se debe a que existe demasiada incertidumbre en la sollicitación sísmica y desde ya en la modelación de la estructura (Bartolomé, 1998)

## **Diseño de Losa Maciza**

En función de múltiples investigaciones se considera que el diseño de la losa maciza depende de su comportamiento estructural en edificaciones para uso de vivienda, sin embargo se ha realizado investigaciones donde se ha visualizado que el diseño de estos elementos no dependen únicamente del diseño por flexión sino que también se debe tener en cuenta el control de deformaciones verticales, el agrietamiento por contracción y la permeabilidad, lo cual implica que el concreto deba ser denso y duradero, sin embargo en las construcciones no se dan estas condiciones, por lo que se evidencia diversos problemas estructurales (Estudio del comportamiento estructural, 2011)

La norma peruana de diseño en concreto armado establece que las losas macizas deben llevar como mínimo acero de temperatura con una cuantía de 0.0018 para cuando el acero de refuerzo tenga un esfuerzo de fluencia de 4200kg/cm<sup>2</sup> (Norma E.060, 2009)

## **Diseño de sistema de transferencia**

Este tipo de sistemas son definidos específicamente como parrillas, losas y elementos verticales de soporte (Norma E.060, 2009).

Los requisitos para el diseño de un sistema de transferencia de cargas, están dadas en el código de diseño en concreto armado, en el que especifica lo siguiente: a) en edificaciones donde exista muros discontinuos pero que sean denominados técnicamente como Muros de Ductilidad Limitada se deberá diseñar con un factor de ductilidad igual al empleado en la edificación dividido entre 1.5, b) en edificaciones con muros descontinuos que descansen en el sistema de transferencia deberán ser diseñados por medio de un análisis a flexión bi-axial, en el que los valores de “Mn” y “Pu” se amplificarán por 1.2 y se usarán en las combinaciones de diseño en las que se incluirán también las cargas directamente aplicadas en el nivel de transferencia (Norma E.060, 2009).

### **Sistema de Muros de Ductilidad Limitada**

Según (Quiroz, 2016) define al Sistema de Muros de Ductilidad Limitada como el método en el que la resistencia centralmente de ambas direcciones contra las cargas sísmicas y de gravedad, vienen dadas por muros de concreto armado que realizan desplazamientos inelásticos importantes. Estos muros pueden ser de espesores pequeños, posicionados por extremos confinados y todo el esfuerzo vertical está determinado por una hilera. En los pisos, están compuestos por losas macizas o losas aligeradas, que deben cumplir la función de diafragma rígido.

### **Diseño de muro (MDL)**

Este sistema estructural llevará refuerzo electrosoldado por medio de mallas con acero ASTM A 497M cuando la edificación sea hasta 3 pisos, en caso esta sea de mayor número de pisos solo se colocará mallas electrosoldadas a los pisos superiores, de lo contrario se puede utilizar refuerzo convencional ASTM A615 Gr 60. El esfuerzo a la compresión del concreto deberá ser como mínimo  $210\text{kg/cm}^2$  para todos aquellos elementos que estén inducidos por fuerzas sísmicas muy a pesar de que experimentalmente pueda utilizarse un esfuerzo menor de hasta  $175\text{kg/cm}^2$ . El espesor mínimo de estos elementos será de 10cm como mínimo, a pesar de que experimentalmente puedan diseñarse y

construirse con espesores menores. Se deberá tener en cuenta las consideraciones utilizadas para el diseño de muros estructurales de concreto armado. No se presentan en su configuración estructural vigas de borde (planas). Para el empalme por traslape de todo el acero vertical de los muros por piso deberá ser como mínimo 2 veces la longitud de desarrollo calculada (Norma E.060, 2009)

### **Diseño de Muros de sótano**

El diseño de muros de sótano será como el de elemento exterior de contención, su espesor mínimo será de 20cm y deberá considerarse las acciones perpendiculares a su plano por parte del empuje de tierras y acción sísmica (Norma E.060, 2009)

### **Platea de Cimentación**

Una losa de cimentación, a la que se suele llamar en muchas ocasiones como “placa o platea de cimentación”, es una zapata combinada que logra cubrir toda el área debajo de una estructura que soporta elementos verticales, sea columnas o muros. En algunas ocasiones, una zapata ensanchada tendría que cubrir más de la mitad del área neta de la propiedad y las losas de cimentación podrían llegar a ser más económicas. Actualmente se utilizan varios tipos de losas de cimentación, están son: 1) losa de espesor uniforme, 2) losa con mayor espesor considerable bajo columnas, 3) losa con vigas en ambas direcciones y las columnas se ubican en la intercepción de las vigas, 4) losas planas con pedestales y 5) losas con muros de sótano como parte de la platea (Braja, 2011)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Enfoque de investigación:**

El presente trabajo es de enfoque cuantitativo, (Hernandez, y otros, 2014), se estipula que por lo general en este enfoque se realizan ideas, problemas, elaborar un marco y realizar anticipadamente hipótesis, además de recolectar datos en una base para una posterior medición numérica o análisis con métodos estadísticos con la finalidad de determinar factores del comportamiento de la variable.

##### **3.1.2. Tipo de investigación:**

La presente investigación es de tipo transversal o transeccional. Según (Hernandez, y otros, 2014), una investigación transversal recolecta datos en un solo instante, en un momento único, con el propósito de describir variables y analizar la incidencia e interrelación de esta en un lapso de tiempo dado.

##### **3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito**

La investigación es de propósito aplicada, y es entendida como la aplicación de los conocimientos dentro de la práctica para luego poder aplicarlas dentro del estudio. (Vargas, 2009)

##### **3.1.2.2. Tipo de investigación por el diseño**

La investigación es de tipo no experimental - descriptiva ya que no se manipula deliberadamente la variable de estudio y solo se limita a analizar los fenómenos de esta.

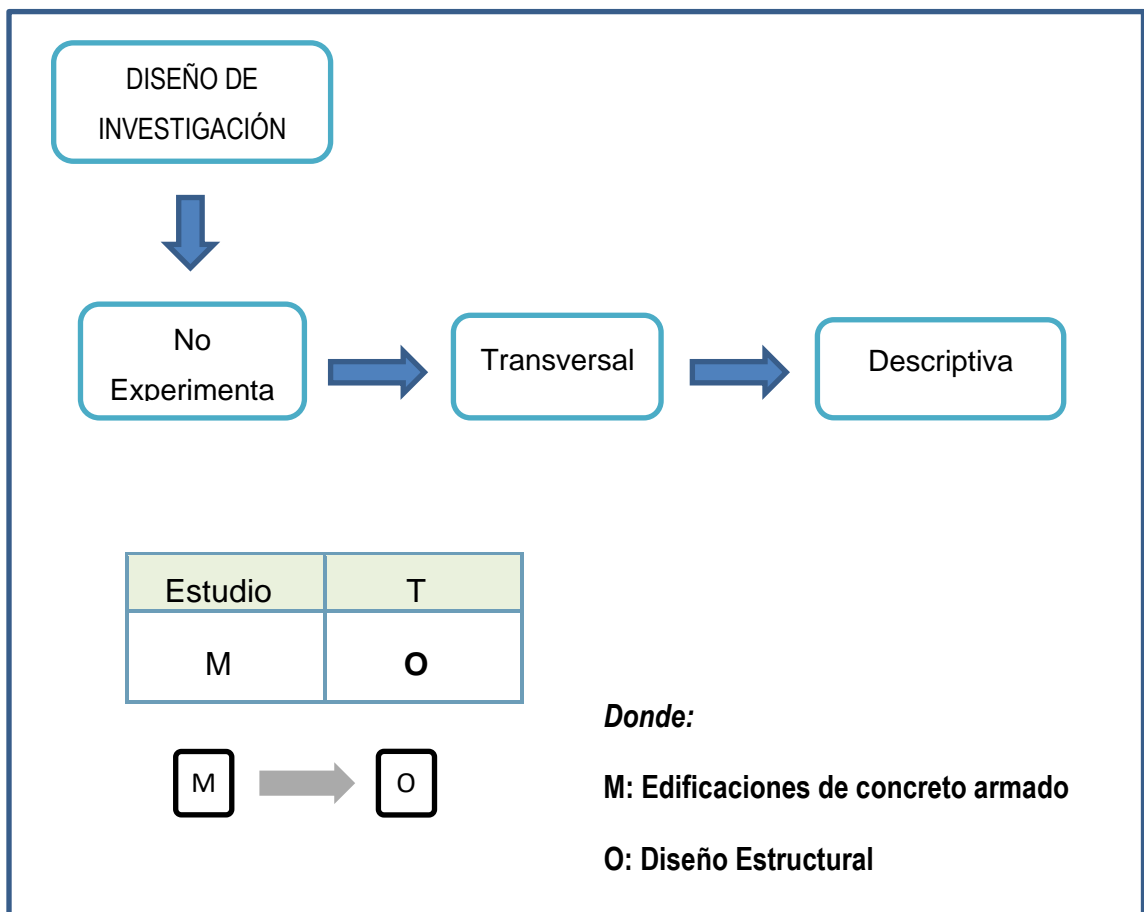
##### **3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel**

La investigación es de nivel descriptivo, y Hernández (2010), define esto como establecer los estudios descriptivos buscando detallar las propiedades, características y los riesgos más resaltantes de lo que se esté analizando. Esto determina que solo se desea recolectar información de forma

independiente o colectiva de acuerdo a los conceptos o variables en estudio.

### 3.1.3. Diseño de investigación:

Este estudio es de diseño no experimental y según (Hernandez, y otros, 2014), determina que, el diseño de investigación no experimental, no manipula la o las variables, es transversal porque no se realiza la recolección de datos se realiza en un tiempo determinado y finalmente es descriptiva ya que busca describir el diseño estructural de una edificación con sistemas de muros de ductilidad limitada.



**Figura 2.** Esquema de Diseño Transversal

## **3.2. Variables y operacionalización**

### **3.2.1. Variable**

#### **Diseño Estructural**

(Janampa, 2018) Según el autor el diseño estructural encierra actividades que el proyectista analiza para determinar con precisión las características, dimensiones y la forma del modelado, todo esto se refiere a actividades del ingeniero proyectista al realizar el diseño de acuerdo con el RNE.

### **3.2.2. Matriz de Operacionalización de variable (Anexo 3.1)**

## **3.3. Población, muestra y muestra**

### **3.3.1. Población**

La población determinada en la presente investigación es una edificación de ocho niveles dos sótanos con Sistema de Muros de Ductilidad Limitada, Urbanización Docentes Cajamarca 2021.

(López, 2004) Se define a población como un conjunto o grupo de personas o cosas a las cuales se realizará el estudio.

### **3.3.2. Muestra**

Para la muestra se determinó a una edificación de ocho niveles dos sótanos con Sistema de Muros de Ductilidad Limitada, Urbanización Docentes Cajamarca 2021.

Según LÓPEZ 2004 determina al muestreo como una pequeña parte de la población a la cual se le realizará el estudio.

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

### **3.4.1. Técnica de recolección de datos**

En la presente investigación se aplicará la observación directa y participativa además de la revisión documental como técnicas de recolección de datos ya que se realizará la visita a campo y la revisión documental por parte de normativas para extraer información. Las técnicas de recolección de datos nos ayudan a

conducir a la verificación de un determinado problema ya establecido. (Behar, 2008)

### **3.4.2. Instrumento de recolección de datos**

(Niño, 2011) El instrumento de recolección de datos se define como cualquier recurso en el cual el investigador pueda valerse para extraer la información que necesita

Teniendo en cuenta las técnicas aplicadas para la recolección de datos en la investigación, siendo estas la observación y revisión documental, se tomará como instrumentos de recolección de datos la guía de observación y fichas de resumen:

Dentro del estudio topográfico se utilizará la Guía de Observación N° 01 (anexo 4.1) la cual permitirá recoger información para el estudio, además de equipos topográficos como GPS y Estación total la cual tendrá la validación profesional respectiva adjuntando el certificado de calibración; para las cartas topográficas, el Instituto Geofísico Nacional realizará la validación.

De la misma forma, dentro del estudio de suelos se realizará un ensayo de laboratorio la cual estará validada por la Norma ASTM y se tomará una ficha de recolección de datos N°01(anexo 4.2) validada por juicio de expertos; el diseño arquitectónico se realizará mediante el programa AutoCAD 2022 English tomando en cuenta los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Por otro lado, el análisis sísmico se realizará con una Guía de Observación N°02 (Anexo 4.3), la que nos permitirá la recolección de datos para la modelación estructural, y será validado por juicio de expertos y la Norma técnica E.030 correspondiente a Diseño sismorresistente. Para el diseño estructural se trabajará con Guía de Observación N° 01 y 02; y las Fichas de recolección de datos N°01 y 02, además de programas como Excel y AutoCAD 2020 English; estos instrumentos serán validados por el juicio de expertos en el área en estudio además de la Norma Técnica E.020 correspondiente a Cargas y la Norma técnica E.060 enfocada al

concreto armado

**Tabla 2.** *Instrumento y validaciones*

<b>Etapas de la investigación</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Validación/Confiabilidad</b>
Estudio topográfico (perimétrico)	Guía de observación N°01	Juicio de expertos
Estudio de mecánica de suelos	Ficha de recolección de datos N°01	Juicio de Expertos
Diseño arquitectónico	Ficha de Recolección de datos N° 02	Norma A.010 y A.020
Análisis sísmico (modal espectral)	Guía de Observación N°01. Ficha de Recolección de datos N° 01 y N°02	Juicio de expertos
Diseño estructural	Guía de observación N° 01, Ficha de recolección de datos N° 01, 02	Juicio de expertos

### **3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos**

Niño 2011 determina que la validez es aquel instrumento que se utiliza para medir una variable siendo de forma precisa y determinada (pág. 87).

En la presente investigación se trabajará con guías de observación y fichas de resumen como instrumentos de recolección de datos, los cuales serán evaluado y analizado por expertos en dicha área de estudios.

- Guías de observación: Para este instrumento de recolección de datos, en la guía de observación N° 01 será validado a través de juicio de experto a cargo del Ingeniero Josualdo Villar Quiroz, cuyo CIP 106997. (Anexo 5.1), La Guía de Observación N° 02 (Anexo 5.2) serán validadas por el Ingeniero Valdivieso Velarde Alan



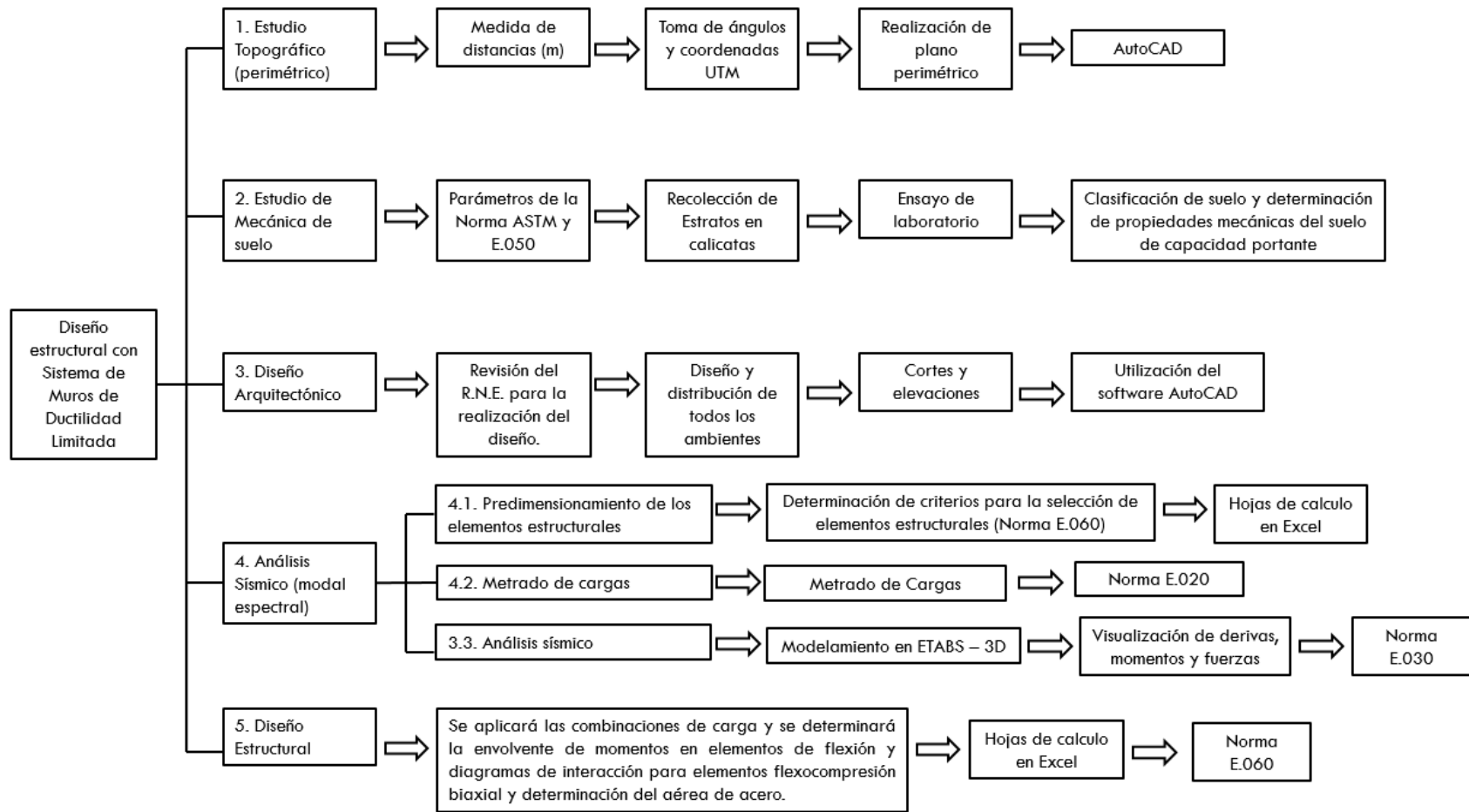
Yordan con CIP: 94733

- Ficha de Recolección de Datos: Para este instrumento, la Ficha de Recolección Datos N° 01 (Anexo 5.3) será validada por el laboratorio de Mecánica de Suelos y por el Ingeniero Tejada Miguel Luis Henry con CIP: 228195

#### **3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos**

- Los equipos que se utilizarán durante el estudio topográfico tendrán la máxima garantía en su confiabilidad ya que cuenta con el certificado de calibración respectivo otorgada por el laboratorio a cargo del levantamiento. (Anexo 5.5)
- La mecánica de suelos tendrá la confiabilidad garantizada por el laboratorio de suelos a cargo. (Anexo 5.6)

### 3.5. Procedimientos



**Figura 3.** Procedimientos

### **3.5.1. Estudio de Mecánica de Suelos**

Para Terzaghi, La mecánica de suelos aplica todas las leyes tanto de la mecánica y como de la hidráulica, además de los problemas de ingeniería que involucran los sedimentos entre otras acumulaciones que no son consolidadas con partículas sólidas y se producen por una desintegración químicas u otros factores mecánicos que sufre las rocas. En Mecánica de Suelos (MS) se analiza y estudia las distintas propiedades y sobre todo el comportamiento que manifiesta el suelo para posteriormente ser utilizado como un material de construcción o un soporte estructural el cual permite compartir cargas; y se realiza mediante una recolección de muestras en el cual a través de procesos en el laboratorio, se obtienen resultados los cuales nos proporcionan características físicas, mecánicas y una reacción del mismo ante la aplicación de cargas para posteriormente aplicarlas en el diseño ingenieril. (Cruz, 2018)

### **3.5.2. Estudio Topográfico**

Son los principios y métodos recurridos con la finalidad de establecer las locaciones relativas de puntos de encuentro en el plano, usando los tres elementos del espacio, siendo dos de ellos la distancia y una la altura. La topografía constituye una aplicación de la geometría por lo que no se podría efectuar con cierta obligación asignada sin conocimientos geométricos; asimismo a la topografía se le atribuye a ser una herramienta básica en la Ingeniería Civil. (Sánchez, 2017)

### **3.5.3. Diseño Arquitectónico**

Según (Zárate, 2013), la arquitectura como ciencia contempla la tendencia del quehacer arquitectónico hasta el punto de la investigación, en el que teóricamente es un proceso de decisión en base a un fenómeno real, por lo que pretende generar un sistema estructurado mediante alineamientos de investigación fácticos y objetivos. La complejidad hoy en día a favorecido la existencia de una masa de usuarios cuyas demandas deben ser satisfechas, a consecuencia es que

se desarrollaron procesos arquitectónicos basados en una metodología de diseño. Este método se transmite mediante tres enfoques que generalmente se tienen en cuenta cuando se realiza una distribución arquitectónica: a) enfoque convencional, que está caracterizada por la aplicación de técnicas y soluciones históricas sin embargo, no es de entera aplicación puesto que va en contra de la dinámica representada por la investigación en diseño, sino por el contrario, puede ser tomada en cuenta para criterios simplificados; b) enfoque de observación, que está orientada a lo analítico y analógico, mediante el cual se estudian las posibles soluciones, siempre y cuando estén siendo utilizadas en circunstancias similares; c) enfoque sistemático, que se basa en conceptos de sistemas teóricos generales los cuales se aplican directamente al problema particular mediante procesos derivados, dicho enfoque permite combinar otros que también estén basados en el método científico.

Así también (Marulanda, 2018), presenta una decisión más técnica del diseño arquitectónico, refiriéndose a este como un esquema, bosquejo o boceto realizado mentalmente o plasmado en un material, antes de llevarlo a la producción concreta. También se considera como una representación mental llevada al punto de ser una idea plasmada en algún gráfico visual con la finalidad de mostrar el cómo y las características que se planea realizar dicho proyecto.

### **Diseño Estructural**

La norma de diseño en concreto armado estima valores de cuantías mínimas en los elementos estructurales, evitando que los elementos no lleguen a un estado de fisuración debido al fenómeno de contracción, A continuación, se da a conocer las cuantías mínimas, deseables y máximas reglamentarias encontradas en la Norma E.060 del año 2009, aclarando que estas fórmulas son aplicables para todos los elementos independientemente de que sistema estructural se trabaje.

La cuantía mínima en vigas está condicionada al tipo de concreto a

utilizar; si se igualan ambas expresiones se concluye que para esfuerzos a la compresión del concreto mayores a 310kgf/cm<sup>2</sup> se debe emplear la fórmula siguiente:

**Ecuación 2.** *Cuantía mínima de vigas para f'c menor a 310kgf/cm<sup>2</sup>*

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y}$$

En caso el valor de esfuerzo a la compresión sea menor a 310kgf/cm<sup>2</sup>, la ecuación adecuada para calcular el porcentaje de acero mínimo es:

**Ecuación 3.** *Cuantía mínima de vigas para f'c mayor a 310kgf/cm<sup>2</sup>*

$$\rho_{\text{mín}} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

La cuantía balanceada de un elemento sometido a flexión, específicamente de una viga, es producto de la condición de deformación última teórica del concreto como del acero en tracción llegan a la fluencia al mismo tiempo, es decir, para cuando el concreto llegue a su capacidad máxima de aplastamiento, 0.003 y el acero en tracción llegue a su capacidad de fluencia, 0.002:

**Ecuación 4.** *Cuantía balanceada de vigas*

$$\rho_b = \beta_1 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

El valor de la cuantía máxima no debe ser mayor al 75% de la cuantía balanceada.

**Ecuación 5.** *Cuantía máxima de vigas*

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75\rho_b$$

En caso el elemento sea diseñado por sismo, se permite reducir ese porcentaje a 50% de la cuantía balanceada, traduciéndose como el

incremento de una mayor deformación del acero a favor de que el elemento sea más dúctil.

**Ecuación 6.** *Recomendación de cuantía máxima de vigas en zonas altamente sísmica*

$$\rho_{\text{máx}} = 0.50\rho_b$$

La cuantía mínima de elementos verticales sometidos a carga axial, específicamente columnas, es de 1% y la cuantía mínima es de 6%, sin embargo, el código señala que para cuantías mayores a 4% se debe realizar una representación gráfica de detalle del armado en los nodos. Para columnas con espirales, debe contarse con una cuantía volumétrica de refuerzo en espiral no menor de:

**Ecuación 7.** *Cuantías mínimas para columnas en espiral*

$$\rho_{\text{smín}} = 0.45 \left( \frac{A_g}{A_{\text{ch}}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} \quad ; \quad \rho_{\text{smín}} = 0.12 \frac{f'_c}{f_y}$$

Para el caso de viguetas o vigas T, y el cálculo especifica que este elemento se comporta como un elemento rectangular, el acero mínimo será el mismo para un elemento en flexión, como es el caso de una viga peraltada.

**Ecuación 8.** *Cuantía mínima para aligerado (viguetas)*

$$\rho_{\text{mín}} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

El valor de la cuantía máxima resulta ser el 75% de la cuantía balanceada.

**Ecuación 9.** *Cuantía máxima para aligerado (viguetas)*

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75\rho_b$$

De acuerdo al código las losas macizas deben contar con un refuerzo longitudinal tendido mínimo para evitar la contracción, siendo esta cuantía mínima, equivalente a:

**Ecuación 10.** *Cuantía mínima para losas macizas con refuerzo de  $f_y$ : 4200kg/cm<sup>2</sup>*

$$\rho = 0.0018 \rightarrow f_y = 4200\text{kg/cm}^2$$

Para otros elementos sometidos a flexión, la cuantía mínima resulta ser igual a:

**Ecuación 11.** *Cuantía mínima de elementos a flexión*

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y}$$

Según (Blasco, 1994) y (Morales, 2016), el diseño de elementos en concreto armado está fundamentado por el conjunto de procedimientos de cálculo mediante dos enfoques, teórico y normativo, los cuales siguen el presente orden:

La metodología utilizada para el diseño de vigas es por resistencia, para ello se obtiene la capacidad resistente en base a el acero de refuerzo que se le otorgue, en el caso del diseño por flexión, el termino  $\phi M_n$  debe ser mayor o igual a la demanda denotada como  $M_u$ .

Se procura contar con una deformación del acero en tracción de  $\varepsilon_{yt} = 0.0021$ , de esta forma se dice que el acero está fluyendo y que la falla es del elemento es dúctil. La otra situación de falla, es de fragilidad y ocurre cuando el aplastamiento del concreto es igual a 0.003 antes de que el acero a tracción fluya. La falla dúctil del elemento sometido a flexión se presentará según el código cuando este cuente con una deformación unitaria de  $\varepsilon_t \geq 0.005$  tal como lo indica el diseño unificado; el momento de resistencia nominal multiplicada por el factor correspondiente es: (McCormac y Brown, 2011)

**Ecuación 12.** Resistencia nominal a flexión

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

Se debe tener en cuenta el punto 21.5.2.2. de la Norma E.060 de Diseño en Concreto Armado con la finalidad de calcular la envolvente de diseño: inicialmente consiste en verificar si la sección de la viga está controlada en tracción o compresión para ello se debe tener en cuenta la siguiente expresión:

**Ecuación 13.** Condición para verificación de acero a compresión

$$R_n > R_{nt}$$

Donde  $R_n$  representa:

**Ecuación 14.** Resistencia nominal requerida de una sección doblemente reforzada

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2}$$

Y  $R_{nt}$ :

**Ecuación 15.** Resistencia nominal requerida de una sección simplemente reforzada

$$R_{nt} = \rho_t f_y \left( 1 - 0.59 \rho_t \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

Siendo  $\rho_t$ :

**Ecuación 16.** Cuantía balanceada de vigas

$$\rho_t = \frac{0.85 f'_c \beta_1 0.003}{(\epsilon_t + 0.003) f_y}$$

En lo que sigue, se desea evaluar si la viga está controlada a compresión o tracción, para la primera condición se debe cumplir con  $R_n > R_{nt}$ , caso



contrario la cuantía requerida se debe calcular con la siguiente expresión:

**Ecuación 17.** *Cuantía de una sección controlada a flexión*

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}} \right)$$

Una vez calculado el valor de la cuantía se determina la cantidad de acero como  $\rho bd$ , luego se calcula la deformación unitaria del acero a tracción verificando que dicho valor sea mayor o igual a 0.005, de esta forma también "Ø" es igual a 0.90

**Ecuación 18.** *Condición de cumplimiento de resistencia a flexión*

$$\phi M_n \geq M_u$$

Seguidamente, determinamos el momento  $M_{nt}$  generado solo por el acero en tracción de una viga doblemente reforzada originada a partir de una superposición de las secciones, simple y doblemente reforzada:

**Ecuación 19.** *Momento nominal de una sección controlada a tracción*

$$M_{nt} = \rho_t f_y \left( 1 - 0.59 \rho_t \frac{f_y}{f'_c} \right) b d^2$$

De esta forma logramos obtener el momento a compresión denotado como  $M'_n$ , deducido de la sección original con respecto a las otras secciones superpuestas:

**Ecuación 20.** *Momento nominal de una sección doblemente reforzada con acero a compresión*

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = M_{nt} + M'_n$$

Que, despejando el valor de interés, resulta ser:

**Ecuación 21.** *Momento nominal remanente de una sección con acero en compresión*

$$M'_n = \frac{M_u}{\phi} - M_{nt}$$

Luego, calculamos el valor de la distancia de profundidad del eje neutro medido desde la cara superior de la viga, denotado como "c'":

**Ecuación 22.** *Distancia de eje neutro desde la fibra exterior a compresión*

$$c' = \frac{0.003 d}{\epsilon_t + 0.003}$$

Determinamos el esfuerzo a la compresión de las barras de acero "f'<sub>s</sub>", de forma que el valor obtenido sea igual o menor al esfuerzo "f<sub>y</sub>":

**Ecuación 23.** *Esfuerzo del refuerzo a compresión*

$$f'_s = 0.003 \left( \frac{c - d'}{c} \right) E_s \leq f_y$$

Obteniendo el esfuerzo a compresión de las barras comprimidas, se procede a calcular la cantidad de acero que corresponde al momento remanente a compresión, para el se realiza la sumatoria de momentos en el punto donde actúa el acero a tracción de la propia sección de tal manera que se tenga:

**Ecuación 24.** *Equivalencia de acero a compresión entre una sección completa y superpuesta*

$$A'_s \text{sección real} = A'_s \text{sección superpuesta}$$

Entonces, el acero a compresión se calculará como:

**Ecuación 25.** *Acero a compresión de una sección doblemente reforzada*

$$A'_s \text{sección real} = \frac{M'_n}{f'_s (d - d')}$$

Para el caso de la obtención del acero a tracción, se tiene en cuenta que la relación que se cumple es:  $A'sf'_s = Asf_y$  adicionando el acero en tracción de la sección superpuesta, por tanto:

**Ecuación 26.** *Superposición de acero de una sección doblemente reforzada*

$$A_{S_{\text{sección real}}} = A_{S_{1_{\text{s. superpuesta}}}} + A_{S_{2_{\text{s. superpuesta}}}}$$

Entonces:

**Ecuación 27.** *Acero a tracción de una sección doblemente reforzada*

$$A_{S_{\text{sección real}}} = \rho b d + \frac{M'_n}{f_y (d - d')}$$

El siguiente paso es saber si el acero a compresión está fluyendo o no, para ello realizamos suposiciones las cuales nos permitirán calcular con las fórmulas los valores requeridos; se sabrá si el acero está fluyendo cuando la deformación  $\epsilon'_s$  es mayor o igual a 0.002 y cuando no fluye si la deformación  $\epsilon'_s$  es menor a 0.002.

Asumiendo que el acero a compresión fluye, tenemos que el valor de "c" es igual a:

**Ecuación 28.** *Distancia de eje neutro hasta la fibra exterior a compresión asumiendo que el acero a compresión fluye*

$$c = \frac{(A_s - A'_s)f_y}{0.85f'_c b \beta_1}$$

Y  $\epsilon'_s$  deberá ser:

**Ecuación 29.** *Deformación unitaria del acero a compresión*

$$\epsilon'_s = \frac{c - d'}{c} 0.003 \geq 0.0021$$

También se debe cumplir que:

**Ecuación 30.** *Deformación unitaria del acero a tracción*

$$\varepsilon_t = \frac{0.003d}{c} - 0.003 \geq 0.005$$

De manera que el valor de “Ø” sea 0.9. Entonces,  $\phi M_n$  está expresada como:

**Ecuación 31.** *Momento nominal resistente de una sección doblemente reforzada con acero a compresión asumiendo que este fluye*

$$\phi M_n = A'_s f_y \left( \frac{a}{2} - d' \right) + A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

Asumiendo que el acero a compresión no fluye, el valor de “c” es igual a:

**Ecuación 32.** *Distancia de eje neutro hasta la fibra a compresión asumiendo que el acero a compresión no fluye*

$$c = \frac{(A_s f_y - A'_s 0.003 E_s) \pm \sqrt{(A_s f_y - A'_s 0.003 E_s)^2 + 4(0.85 f'_c \beta_1 b)(A'_s 0.003 E_s d')}}{2(0.85 f'_c \beta_1 b)}$$

Y “ $\varepsilon'_s$ ” será:

**Ecuación 33.** *Deformación unitaria del acero a compresión*

$$\varepsilon'_s = \frac{c - d'}{c} 0.003 \geq 0.0021$$

También debe cumplirse que:

**Ecuación 34.** *Deformación unitaria del acero a tracción*

$$\varepsilon_t = \frac{0.003d}{c} - 0.003 \geq 0.005$$

De manera que el valor de “Ø” sea 0.9. Entonces,  $\phi M_n$  tiene la siguiente expresión:

**Ecuación 35.** *Momento nominal resistente de una sección doblemente reforzada con acero a compresión asumiendo que este no fluye*

$$\phi M_n = \phi A'_s f'_s \left( \frac{a}{2} - d' \right) + A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

La Norma E.060 de Diseño en Concreto Armado, divide los sistemas estructurales en dos grupos, muros estructurales y pórticos - duales.

A continuación, se realiza el procedimiento para el diseño de vigas a corte según muros estructurales.

Se designa una distancia a cada extremo denominadas zonas de confinamiento “2h”, que comprende un espaciamiento más reducido que en la zona central o también conocida como zona no confinada. Además, para barras longitudinales hasta 5/8” de diámetro, el estribo puede ser de 8mm, si las barras longitudinales son hasta 1” de diámetro el estribo puede ser de 3/8” y si las barras longitudinales son de 1 1/2” de diámetro el estribo puede ser de 1/2”.

Seguidamente, identificamos un espaciamiento para las zonas confinadas, donde se elige la distancia de espaciamiento más corta: a).  $d/4$ , b).  $10\phi_{long.}$  de menor diámetro, c).  $24\phi_{est.}$  y d). 30cm, así mismo se determina el espaciamiento para la zona central o zona fuera de confinamiento. En esta última zona de la viga, el espaciamiento no debe ser mayor que  $0.5d$  y/o al acero mínimo por cortante.

Se debe contar con una resistencia nominal a cortante producto del aporte del concreto y del acero, donde:

**Ecuación 36.** *Resistencia nominal a corte*

$$V_n = V_c + V_s$$

Donde  $V_c$  es igual a:

**Ecuación 37.** Resistencia nominal a corte por parte del concreto

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}bd$$

Y  $V_s$ :

**Ecuación 38.** Resistencia nominal a corte por parte del acero

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S}$$

El valor de  $A_v$  se toma como cada área designada para resistir la fuerza por cortante, generalmente para estribos comunes se considera como dos veces el área de la barra en posición vertical y  $S$  significa el espaciamiento obtenido inicialmente. El valor de "Ø", toma un valor de 0.85, por tanto:

El valor de " $A_v$ " resulta ser el área de los ramales o grapas suplementarias que cumple con la finalidad de ser el refuerzo a corte. El espaciamiento del acero transversal proviene preliminarmente del diseño por confinamiento.

**Ecuación 39.** Resistencia nominal resistente a cortante

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$

Una vez hallado la resistencia nominal a corte, se debe verificar que se cumpla la siguiente expresión:

**Ecuación 40.** Condición de cumplimiento de resistencia a corte

$$\phi V_n \geq V_u$$

El espaciamiento puede reducirse hasta donde sea conveniente cumplir con  $\phi V_n \geq V_u$  para los dos casos de verificación, se está permitido cambiar el área del estribo para aumentar el cortante o aumentar el

espaciamiento.

El diseño por capacidad de vigas en un sistema de muros estructurales, es el resultado de multiplicar el momento nominal obtenido del diseño a flexión por 25%, dicho procedimiento se realiza con la finalidad de que la viga tenga más probabilidad de fallar por flexión que por corte. Con este cálculo verificaremos los espaciamientos obtenidos del diseño por confinamiento o cortante, o si fuera necesario disminuir la separación de los estribos.

Este diseño inicia con asignar una carga última repartida linealmente sobre la viga y multiplicarla por un factor de ampliación de 1.25, después se calcula la cortante isostática, expresada de la siguiente manera:

**Ecuación 41.** *Cortante isostática*

$$V \text{ isostática} = \frac{w_u l_n}{2}$$

Al cual se le adiciona la cortante hiperestática determinada de la siguiente forma:

**Ecuación 42.** *Cortante hiperestática*

$$V \text{ hiperestática} = \frac{(M_{nd} + M_{ni})}{l_n}$$

El valor de " $V_u$ " resulta ser la sumatoria de la cortante isostática y la cortante hiperestática.

En general, para diseñar columnas, se debe realizar una verificación por esbeltez, continuando por un diseño por flexocompresión, finalmente, diseño por corte y capacidad

El código establece una relación de verificación de esbeltez para cuando la columna no está arriostrada, sino más bien cuenta con

desplazamientos laterales, esta expresión es la siguiente:

**Ecuación 43.** Verificación de esbeltez para un elemento no arriostrado

$$\frac{kl_u}{r} < 22$$

El radio de giro de la sección dependerá de su geometría, si esta es rectangular "r" será 0.3h, si es circular "r" será 0.25d. El valor de "k" para momentos magnificados se halla con los nomogramas de Jackson y Moreland, sin embargo, existe ecuaciones que otorgan valores más exactos.

Si  $\psi_m < 2$

**Ecuación 44.** Factor de esbeltez cuando el elemento no está arriostrado (1)

$$k = \frac{20 - \psi_m}{20} \sqrt{1 + \psi_m}$$

Si  $\psi_m > 2$

**Ecuación 45:** Factor de esbeltez cuando el elemento no está arriostrado (2)

$$k = 0.9\sqrt{1 + \psi_m}$$

Donde  $\psi_m$  es el promedio de  $\psi_b$  y  $\psi_t$ .

Los momentos por cargas laterales serán denotados como  $M_{1s}$  y  $M_{2s}$ , quienes se encuentran propensos a amplificarse debido a los efectos  $P\Delta$ . Los momentos producidos por cargas axiales no generan desplazamiento lateral importante, denotándose como  $M_{1ns}$  y  $M_{2ns}$ .

Luego, se calcula el factor de amplificación de momentos de sismo, expresado como:

**Ecuación 46.** Factor de amplificación de momentos (1)



$$\delta_s = \frac{1}{\frac{\sum P_u}{0.75 \sum P_c}} \geq 1$$

Donde  $\sum P_u$  es la sumatoria de todas las cargas verticales amplificadas en el nivel estudiado y  $P_c$  es la suma de cargas de pandeo de Euler denotada como:

**Ecuación 47.** *Carga crítica del Pandeo de Euler*

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kl_u)^2}$$

Alternativamente se puede utilizar la siguiente ecuación:

**Ecuación 48.** *Factor de amplificación de momentos (2)*

$$\delta_s = \frac{1}{1 - Q} \geq 1$$

El valor de Q es el resultado de la siguiente expresión:

**Ecuación 49.** *Verificación de apoyo del elemento (arriostrado o no)*

$$Q = \frac{(\sum P_u) \Delta_0}{V_{us} h_e} \geq 1$$

Donde el valor de " $\Delta_0$ " es la deformación relativa entre el nivel superior e inferior del entrepiso considerado multiplicado por 0.75 o 0.85 de R, " $V_{us}$ " es la fuerza cortante amplificada actuante en el entrepiso y " $h_e$ " es la altura en el entrepiso medida de piso a piso.

Continuando, se procede a determinar los momentos magnificados considerando finalmente el efecto de esbeltez:

**Ecuación 50.** *Momentos magnificados en los extremos de la columna*

$$M_1 = M_{1ns} + \delta_s M_{1s}$$

$$M_2 = M_{2ns} + \delta_s M_{2s}$$

Con estos momentos se determina la cantidad de acero requerido, para ello se utilizan los ábacos de diagramas de interacción presentados en el documento del código ACI318 – 14 “The Reinforced Concrete Design Handbook”, Volume 3: Design Aids SP-17(14). Contando con los ábacos, se debe hallar:

**Ecuación 51.** *Expresión de variación entre la distancia total de la sección y el núcleo confinado*

$$\gamma = \frac{h - 2(\text{rec} + \emptyset_e + \frac{\emptyset_1}{2})}{h}$$

Hallando la carga axial nominal:

**Ecuación 52.** *Carga nominal a compresión*

$$P_n = \frac{P_u}{\emptyset}$$

La excentricidad es tomada como:

**Ecuación 53.** *Excentricidad magnificada*

$$e = \frac{(M_1 \text{ ó } M_2)_{\text{máx}}}{P_u}$$

Entonces el valor de  $K_n$  es el siguiente:

**Ecuación 54:** *Coeficiente de carga axial a compresión para determinar cuantía de acero*

$$K_n = \frac{P_n}{f'_c A_g}$$

Y para  $R_n$  es:

**Ecuación 55.** *Coeficiente de momento magnificado para determinar cuantía de acero*

$$R_n = \frac{P_n \cdot e}{f'_c A_g h}$$

Realizando una interpolación de " $\gamma$ " con los diagramas indicados, se obtiene finalmente la cuantía necesaria:

**Ecuación 56.** *Acero de columna teniendo en cuenta el efecto de esbeltez*

$$A_{s_c} = \rho b h$$

El diseño por flexocompresión, se realiza mediante una superficie de interacción, esta a su vez resulta ser un conjunto de diagramas y a su vez un conjunto de puntos, según sea la variación de la carga axial adoptándose la cuantía longitudinal de la verificación por esbeltez, en caso sea más la requerida, se aumentará, pero no podrá disminuir.

Del programa se extrae la demanda sísmica, que está dada por "CM", "CV", "SXX" y "SYY" para los tipos de carga axial y momentos. Luego se obtiene los diagramas de interacción para los ejes con ángulos de  $0^\circ$  y  $180^\circ$  para el eje local 33, así mismo  $90^\circ$  y  $270^\circ$  para el eje local 22.

Se generan los combos de diseño, con las ecuaciones de las combinaciones de diseño y la demanda antes mencionada, y se pasa a verificar que dichos puntos caigan dentro de los diagramas ya predeterminados.

A continuación, se realiza el análisis por corte para columnas en sistemas con muros estructurales.

Para columnas con estribos, se calcula la resistencia del concreto con la siguiente ecuación:

**Ecuación 57.** *Resistencia nominal a corte por parte del concreto para un elemento con carga axial*

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}\left(1 + \frac{N_u}{140A_g}\right)bd$$

La resistencia aportada por el acero es:

**Ecuación 58.** *Resistencia nominal a corte por parte del acero para un elemento con carga axial*

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S}$$

Se determina los tramos de confinamiento “Lo” y “So” para ambos extremos del elemento, a partir de las caras de las vigas hacia el centro de luz de la columna, los espaciamientos para “Lo” no debe ser menor que el mayor entre:

- a).  $L_n/6$ .
- b). la máxima sección del elemento.
- c). 50cm.

Para “So” no debe exceder al menor que:

- a).  $8\emptyset_{long}$ .
- b). la mitad de la menor sección del elemento.
- c). 10cm.

El espaciamiento en la zona no confinada no debe ser menor que:

- a).  $16\emptyset_{long}$ .
- b).  $48\emptyset_{est}$ .
- c). la menor sección transversal del elemento.
- d).  $d/2$  o e). 30cm.

Se debe cumplir la siguiente expresión considerando los espaciamientos escogidos:  $\phi V_n \geq V_u$ .

Para columnas en un sistema de muros estructurales, la norma expone dos consideraciones, la primera, se debe realizar el análisis estructural considerando un factor de incremento de 3 y la segunda, se debe realizar un diseño por capacidad, el que sea menor. Para ello se explica el diseño por capacidad en columnas:

Se obtiene los momentos nominales del diagrama de interacción multiplicado por 25% más, y se procede a calcular el nuevo cortante, donde  $V_u$  es igual a la cortante hiperestática:

**Ecuación 59.** *Cortante hiperestática*

$$V_{\text{hiperestática}} = \frac{(M_{ni} + M_{ns})}{hn}$$

Con dicho diseño se garantiza que el elemento no falle por corte.

El diseño de losas macizas se da con el diseño por flexión y corte, para ello se toman los momentos máximos a la cada del apoyo y el cortante en un sentido desde de la cara interior del apoyo a una distancia equivalente al peralte efectivo.

Se puede determinar los valores de  $M_u$  para un metro de franja, esto es viable y se puede analizar como si fuera una viga.

Luego, se procede a calcular la cuantía requerida producto de la tracción del concreto:

**Ecuación 60.** *Acero requerido de una sección a flexión*

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}} \right)$$

Donde  $R_n$  es expresada mediante la siguiente ecuación:

**Ecuación 61.** Resistencia nominal requerida de una sección doblemente reforzada

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2}$$

Tercer paso, calcular el “As” con la ecuación de:

**Ecuación 62.** Acero requerido

$$As = \rho b t$$

Debido a que se está trabajando por un metro de ancho, se divide el área de una barra sobre el acero requerido total por metro lineal, que por lo general suelen ser barras de Ø3/8” a Ø1/2”:

**Ecuación 63.** Espaciamiento del acero requerido

$$S = \frac{As_{\text{barra}}(\text{cm}^2) * 1\text{m}}{As_{\text{total requerido}}(\text{cm}^2)}$$

Es necesario tener en cuenta que la cuantía utilizada esté dentro del rango siguiente:

**Ecuación 64.** Condición de cumplimiento de cuantía requerida

$$\rho_{\text{mínima}}=0.0018 < \rho_{\text{utilizada}} < \rho_{\text{máxima}}=0.75\rho_b$$

Al optar por dicha cantidad de acero colocado a tracción, la probabilidad de llegar la resistencia nominal es segura, cumpliéndose:

**Ecuación 65.** Condición de cumplimiento de diseño a flexión

$$\phi M_n \geq M_u$$

Respecto a zapatas combinadas y plateas de cimentación, el diseño completo por flexión, corte y punzonamiento se da en el siguiente procedimiento e inicia con:

Obtener el  $\sigma_{adn}$ , valor resultante de la resta entre la carga vertical que cae sobre el nivel del terreno menos las cargas que no son consideradas en el modelo estructural, que generalmente son el peso por el relleno de suelo sobre el área de la zapata, el tramo de concreto de la columna, la sobrecarga y el espesor de la losa.

**Ecuación 66.** *Esfuerzo admisible neto del terreno*

$$\sigma_{adn} = \sigma_{terreno} - \left[ \left( \frac{\gamma_s + \gamma_c}{2} \right) D_f + s/c \right]$$

Después, determinar la longitud de la zapata combinada " $L_z$ ", de esta manera lograremos adquirir el valor de " $B_z$ ", producto de la siguiente ecuación:

**Ecuación 67.** *Área de zapata neta*

$$A_z = \frac{P_{s1} + P_{s2}}{\sigma_{neto}}$$

En caso existan más cargas, si se tratara de una platea de cimentación, estas siguen adicionándose, hasta obtener el valor real del área de la fundación. Seguidamente, se calcula el peralte efectivo del cimiento con los diagramas de cortante y momentos a partir del desarrollo del análisis estructural con la presión última:

**Ecuación 68.** *Espesor efectivo longitudinal de la zapata*

$$d_{longitudinal} = \sqrt{\frac{M_u \text{ máx}}{\phi b R_n}}$$

Para obtener  $M_{u\text{ máx}}$  se multiplicará el momento de servicio (si se utilizó la presión de servicio para desarrollar el análisis estructural) por un factor resultante de la primera combinación de cargas estáticas sobre la carga de servicio como tal, que fácilmente podría estimarse como 1.5.

**Ecuación 69.** *Factor de amplificación de cargas de servicio a última*

$$f = \frac{1.4CM + 1.7CV}{CM + CV}$$

Continuando con el diseño, se comprueba que el valor del peralte efectivo obtenido por el diseño a flexión, cumpla también con el diseño por cortante en dos sentidos o también conocido como punzonamiento.

Previamente se debe calcular el valor de  $R_n$ :

**Ecuación 70.** *Resistencia nominal requerida de una sección simplemente reforzada*

$$R_n = \rho f_y \left(1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f_c}\right)$$

El valor de la profundidad de la zapata, será igual a la sumatoria del peralte efectivo del elemento más 7.5cm (recubrimiento).

**Ecuación 71.** *Peralte total de una zapata*

$$Z = d + \text{rec.}$$

La verificación por cortante en un sentido se realiza a una distancia “d”, el cual debe ser menor que la resistencia nominal aportada por el concreto.

**Ecuación 72.** *Resistencia a corte del aporte de concreto*

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} bd$$

En continuación con el diseño por flexión de la fundación, el acero longitudinal correspondiente será equivalente a:



**Ecuación 73.** *Acero de refuerzo longitudinal de la zapata*

$$A_s = \rho L_z d$$

Se asigna un cierto número y diámetro de la barra longitudinal de forma que se obtiene un espaciamiento ideal representado por:

**Ecuación 74.** *Espaciamiento del acero requerido*

$$S = \frac{L_z - 2(\text{rec} + \frac{\emptyset_{\text{long}}}{2})}{n_{\text{barras}} - 1}$$

Técnicamente el valor de  $M_{u \text{ máx}}$ , está dado por el volado que se encuentra a flexión, la base de la fundación y la presión por cargas de servicio neta obtenida preliminarmente.

**Ecuación 75.** *Momento máximo calculado en la cara de la columna*

$$M_{u \text{ máx}} = f_{q_{\text{adn}}} B_z \frac{v^2}{2}$$

Adicionando a la anterior expresión el factor de amplitud a carga última.

**Ecuación 76.** *Factor de amplificación de cargas de servicio a última*

$$f = \frac{1.4CM + 1.7CV}{CM + CV}$$

Procedemos a determinar el valor del dimensionamiento del peralte de la fundación:

**Ecuación 77.** *Peralte efectivo requerido para momento máximo*

$$d_{\text{transversal}} = \sqrt{\frac{M_{u \text{ máx}}}{\emptyset b R_n}}$$

Calculamos previamente el valor de  $R_n$ :

**Ecuación 78.** Resistencia nominal requerida de una sección simplemente reforzada

$$R_n = \rho f_y \left(1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

Acero mínimo es visto como:

**Ecuación 79.** Acero mínimo de una zapata

$$A_{s_{\text{mín}}} = \frac{14}{f_y} bd \quad ; \quad A_{s_{\text{mín}}} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} bd$$

Hasta este punto del diseño, se cuenta con dos valores del peralte efectivo del elemento, eligiéndose como óptimo el mayor de ambos.

**Ecuación 80.** Peralte efectivo máximo determinado por el análisis en ambos casos

$$d_{\text{diseño}} = (d_{\text{longitudinal}}, d_{\text{transversal}})_{\text{máx}}$$

Donde casi siempre se cumple la relación:

**Ecuación 81.** Relación entre peralte efectivo longitudinal y transversal

$$d_{\text{longitudinal}} > d_{\text{transversal}}$$

La verificación por punzonamiento de la zapata combinada, se realiza a “d/2” de la cara de la columna (área crítica), donde la cortante  $V_u$ , debe ser estimada como:

**Ecuación 82.** Demanda por cortante en dos sentidos (punzonamiento)

$$V_u = q'_{\text{adn}} A_{\text{col}} - q'_{\text{adn}} \left( \left( bc + \frac{d}{2} \right) (bc + d) \right)$$

Luego calculamos la resistencia a corte por parte del concreto, que para

fundaciones casi siempre se toma como la resistencia nominal del elemento. La Norma E.060 nos brinda tres ecuaciones, se deberá escoger la mínima:

**Ecuación 83.** Resistencia nominal a corte del concreto en función a los lados de la zapata

$$\phi V_n = \phi 0.53 \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \sqrt{f'_c} b d$$

**Ecuación 84.** Resistencia nominal a corte del concreto en función a la posición de la columna

$$\phi V_n = \phi 0.27 \left( \frac{\alpha_s d}{b_0} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b d$$

**Ecuación 85.** Resistencia nominal a corte del concreto

$$\phi V_n = \phi 1.06 \sqrt{f'_c} b_0 d$$

Finalmente se debe cumplir la siguiente relación de resistencia:

**Ecuación 86.** Condición del cumplimiento de cortante

$$\phi V_n \geq V_u$$

El diseño de placas se caracteriza por el diseño a flexocompresión, puesto que estos elementos se encuentran sometidos a cargas de flexión y axial (generalmente a compresión), y estará ligada a las deformaciones que pueda desarrollar, dependiendo de su altura y longitud.

Según la Norma E.060 de Diseño en Concreto Armado – 2009, establece una cuantía horizontal de:

**Ecuación 87.** *Cuantía requerida horizontal en placas*

$$\rho_h = \frac{V_s}{A_{cw}f_y} \geq 0.0025$$

Donde el espaciamiento del refuerzo horizontal no debe ser mayor que tres veces el espesor del muro ni de .40m.

Las placas de concreto armado deben contar con una cuantía vertical equivalente a:

**Ecuación 88.** *Cuantía requerida vertical en placas*

$$\rho_v = 0.0025 + 0.5 \left( 2.5 - \frac{H_m}{L_m} \right) (\rho_h - 0.0025) \geq 0.0025$$

La Norma E.060 de Diseño en Concreto Armado – 2009, especifica que placas mayores de .20m, debe proporcionarse acero longitudinal en ambas caras y en ambos sentidos:

**Ecuación 89.** *Verificación para determinar si se requiere doble capa de refuerzo*

$$V_u \geq 0.53A_{cw}\sqrt{f'_c}$$

Iniciando con el procedimiento del diseño de una placa, se determina mediante la ecuación de resistencia, despejando el valor de la cortante otorgada por el acero horizontal.

**Ecuación 90.** *Resistencia a corte por parte del acero*

$$\emptyset V_s = V_u - \emptyset V_c$$

Donde la resistencia debido al concreto se halla de la siguiente forma:

**Ecuación 91.** *Resistencia a corte por parte del concreto*

$$\emptyset V_c = \emptyset \alpha_c \sqrt{f'_c} A_{cw}$$

El valor de  $\alpha_c$  depende de la relación existente entre la altura total del muro y su longitud total. En caso esa relación sea mayor a 2.00, se debe tomar dicho valor en el cálculo:

**Ecuación 92.** *Relación entre altura y longitud del muro*

$$\frac{H_m}{L_m} \leq 1.50 \rightarrow \alpha_c = 0.80 \quad \text{ó} \quad \frac{H_m}{L_m} \geq 2.00 \rightarrow \alpha_c = 0.53$$

Se procede a calcular la cuantía horizontal siempre y cuando se cumpla la ecuación límite de refuerzo:

**Ecuación 93.** *Cuantía requerida horizontal en placas*

$$\rho_h = \frac{V_s}{A_{cw}f_y} \geq 0.0025$$

Tenemos en cuenta que el valor de la cuantía mínima horizontal es 0.0025. Con la cuantía requerida se procede a calcular el acero por un metro lineal, así como se expresa a continuación:

**Ecuación 94.** *Acero requerido horizontal en placas*

$$A_{sh} = \rho_h 100t$$

Determinamos el espaciamiento del refuerzo horizontal como:

**Ecuación 95.** *Espaciamiento del refuerzo horizontal*

$$S = \frac{A_v}{A_{sv}/m}$$

Este valor de espaciamiento dependerá de cuantas capas se vaya a utilizar, teniendo en cuenta con la verificación inicial, si se dispone de una placa con .20m o más, se debe utilizar dos veces el área de barra.

**Ecuación 96.** *Cuantía requerida vertical en placas*

$$\rho_v = 0.0025 + 0.5 \left( 2.5 - \frac{H_m}{L_m} \right) (\rho_h - 0.0025) \geq 0.0025$$

Recordando que el valor de la cuantía en vertical mínima es de 0.0025.

Con la cuantía requerida se procede a calcular el acero por un metro lineal, así como se expresa a continuación:

**Ecuación 97.** *Acero requerido vertical en placas*

$$A_{sh} = \rho_v 100t$$

Este valor de espaciamiento dependerá de cuantas capas se vaya a utilizar, teniendo en cuenta con la verificación inicial, si se dispone de una placa con .20m o más, se debe utilizar dos veces el área de barra.

**Ecuación 98.** *Espaciamiento del refuerzo vertical*

$$S = \frac{A_v}{A_{sv}/m}$$

La revisión de si el elemento requiere elementos de borde o no será conforme a la relación que existe entre su altura y su longitud, si este está controlado por deformaciones por corte, se calculará el ( $\sigma_{comp\ máx}$ ), el cual deberá ser mayor a  $0.20f'_c$  (exigiendo elementos de borde):

**Ecuación 99.** *Esfuerzo actuante máximo a compresión*

$$\sigma_{comp\ máx} = \frac{P}{A} \pm \frac{Mc}{I}$$

Prontamente, calculamos el valor de “c” que tiende a variar debido a la posición del eje neutro:

**Ecuación 100.** *Profundidad de eje neutro hasta la fibra externa a compresión de la sección*

$$c = \left( \frac{\alpha + \omega}{0.85\beta_1 + 2\omega} \right) l_w$$

Donde el valor de  $\alpha$  y  $\omega$  son:

**Ecuación 101.** *Relación de carga axial entre la sección y cuantía mecánica*

$$\alpha = \frac{N_u}{h l_w f'_c} \quad \text{y} \quad \omega = \rho_v \frac{f_y}{f'_c}$$

Los núcleos de borde son en general: la dimensión en vertical que puede iniciar en “t” y la dimensión en horizontal que puede deducirse como “2t” o “0.1Lm”, dentro de esta distancia horizontal el conjunto de acero que se encuentra en el extremo deberá ser confinado como si se tratara de una columna.

Estos elementos de borde pueden contar con una cuantía mínima de 1% en caso se les de la configuración de columnas, es decir estos elementos deben contemplar un refuerzo transversal.

Se puede determinar una carga axial de forma manual sobre los elementos de borde equivalente a:

**Ecuación 102.** *Fuerza axial última sobre elementos de borde*

$$P_{u \text{ conf}} = \frac{P_u}{2} + \frac{M_u}{L}$$

Como medida de generar una resistencia a carga axial de los elementos de borde, estos extremos de la placa deben contar con una resistencia axial obtenida con:

**Ecuación 103.** *Punto de compresión pura de superficie de interacción bi-axial*

$$\phi P_n = 0.80 \phi [0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

Donde la relación debe cumplirse que  $\phi P_n \geq P_{u \text{ conf}}$  y el factor de “ $\phi$ ” para elementos que trabajan a cargas axiales con estribos será de 0.7.

La Norma E.060 especifica que el armado del confinamiento de los elementos de borde debe realizarse con las siguientes ecuaciones, estas ecuaciones están generalmente ligadas a la carga axial actuante. No se debe colocar menos que lo indicado con las siguientes expresiones:

**Ecuación 104.** *Requerimiento de acero transversal en elemento de borde (1)*

$$A_{sh} = 0.3Sb_c \frac{f'_c}{f_y} \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

**Ecuación 105.** *Requerimiento de acero transversal en elemento de borde (2)*

$$A_{sh} = 0.09Sb_c \frac{f'_c}{f_y}$$

El valor de  $A_{ch}$  es el área de la sección transversal medida entre los bordes exteriores del refuerzo transversal.

Puede obtenerse un valor mínimo de separación con la siguiente ecuación:

**Ecuación 106.** *Espaciamiento del refuerzo horizontal*

$$S = \min \left( \frac{t_{\min}}{4}, 8d_b, .20 \right) m$$

Se debe cumplir que las ramas de acero transversal colocadas en ambas direcciones de los elementos de borde " $Ash_{ramas}$ " sean mayores que los " $Ash$ " calculados anteriormente.

El diseño por flexocompresión, se realiza mediante una superficie de interacción, esta a su vez resulta ser un conjunto de diagramas y a su vez un conjunto de puntos, según sea la variación de la carga axial adoptándose la cuantía longitudinal de la verificación por esbeltez, en caso sea más la requerida, se aumentará, pero no podrá disminuir.

Del programa se extrae la demanda sísmica, que está dada por "CM",



“CV”, “SXX” y “SYY” para los tipos de carga axial y momentos. Luego se obtiene los diagramas de interacción para los ejes con ángulos de 0° y 180° para el eje local 33, así mismo 90° y 270° para el eje local 22.

Se generan los combos de diseño, con las ecuaciones de las combinaciones de diseño y la demanda antes mencionada, y se pasa a verificar que dichos puntos caigan dentro de los diagramas ya predeterminados.

El diseño de escaleras consiste por el diseño a flexión y corte, en lo siguiente se describe el procedimiento para su diseño a flexión:

Se calcula “h<sub>m</sub>”, que, en similitud al espesor de una losa, este representa el espesor total de la rampa de la escalera.

**Ecuación 107.** *Espesor total de losa de escalera*

$$h_m = \frac{(\sqrt{P^2 + CP^2})t}{P \cos \theta} + \frac{CP}{2}$$

Debido a que no existe un empotramiento perfecto en los apoyos de la escalera, es que se plantea modificar las fuerzas de momentos en función a su tipo. Estos factores que se muestran, son empíricas puesto que para desarrollar el cálculo del elemento basta con considerar que sus apoyos son articulaciones:

**Ecuación 108.** *Factores de modificación de apoyo en escaleras*

$$\alpha = \left\{ \begin{array}{l} 1.0 \rightarrow \text{Muros de albañilería, vigas chatas y losas.} \\ 0.9 \rightarrow \text{Vigas peraltadas} \\ 0.8 \rightarrow \text{Muros de concreto armado} \end{array} \right\}$$

La cuantía a utilizar para el acero longitudinal es la siguiente:

**Ecuación 109.** *Cuantía requerida de una sección a flexión*

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}} \right)$$

Donde  $R_n$  es expresada mediante la siguiente ecuación:

**Ecuación 110.** Resistencia nominal requerida de una sección doblemente reforzada

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2}$$

El acero longitudinal requerido para 1m de losa, se halla mediante:

**Ecuación 111.** Acero requerido a flexión por metro lineal

$$A_s = \rho 100d$$

Y el espaciamiento del acero se calcula como:

**Ecuación 112.** Espaciamiento del refuerzo por metro lineal

$$S = \frac{2A_b}{A_{req./m}}$$

El acero transversal requerido para 1m de losa, se halla con una cuantía mínima,  $\rho = 0.0018$ , expresada como:

**Ecuación 113.** Acero mínimo para escalera por metro lineal

$$A_s = \rho 100d$$

Y el espaciamiento del acero se calcula como:

**Ecuación 114.** Espaciamiento del refuerzo mínimo por metro lineal

$$S = \frac{2A_b}{A_{req./m}}$$

El diseño del muro de semi-sótano o sótano está sujeto a cargas transversales a su plano, producto del suelo y la sobrecarga. Para el cálculo de la presión activa, se tiene en cuenta la forma de la carga del empuje del suelo, que por lo general para suelos granulares, es triangular, mientras que, para suelos cohesivos, esta tiende a variar entre trapecios o valor constante. El cálculo del coeficiente de presión activa se rige por la teoría de Rankine, quien no considera la fricción que tiene el suelo sobre el muro de sótano.

Existen dos formas de diseñar dicho elemento, el primero es considerando el paño completo del muro de sótano o sencillamente un metro de franja y analizarse como si fuera una viga, para ello se le asignará al muro las condiciones de entorno en sus extremos para simular el pseudo - empotramiento. El diseño por flexión de estos elementos es como se describe a continuación:

El acero a tracción se comparará con la cuantía mínima especificada en la parte superior de los procedimientos, y con la máxima de ambas se aplicará la siguiente expresión:

**Ecuación 115.** *Acero requerido a flexión por metro lineal*

$$A_s = \rho 100d$$

Para calcular la separación del refuerzo longitudinal, se debe ver si se requiere doble capa o solo una; con la ecuación siguiente se puede calcular dicho espaciamiento:

**Ecuación 116.** *Espaciamiento del refuerzo por metro lineal*

$$S = \frac{2A_b}{A_{req./m}}$$

### 3.6. Métodos de análisis de datos

#### 3.6.1. Técnicas de análisis de datos

La presente investigación es de tipo no experimental, por lo cual se utilizará la siguiente técnica de estudio:

##### 3.6.1.1. Estadística descriptiva

Por ser la variable cuantitativa y la investigación de tipo no experimental transversal, se realizará una estadística descriptiva. Para realizar el diseño estructural se utilizará gráficos estadísticos en donde se recolectará la información y se procesará en el software Excel para realizar los cálculos respectivos.

Mapa para el estudio de la contaminación	Fecha _____	Río _____	Nombre del investigador _____
	Hora _____		

■ Fábricas  
 Los lugares de recolección están separados por tramos iguales de río, haga un gráfico de los usos de la tierra (emplee el código de quebradas) y marque los drenajes.

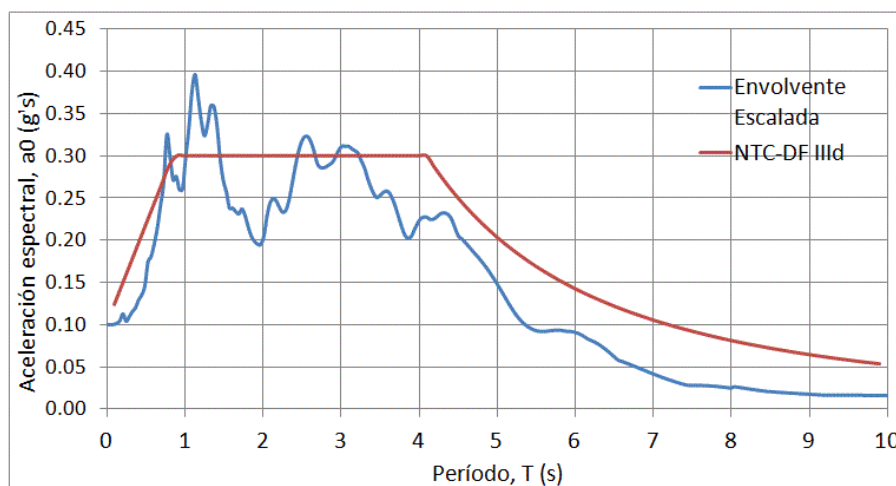
	RTE	TSD	SS <sup>+</sup>	DBO	Caudal	Aspecto	pH
Lugar 1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

	Animales indicadores								%
	Elimera	Pleopleros	Potamo-	Quitón-	Bulino	Psicóidos	Tubificos	Ninguno	
	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	
Lugar 1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

**Figura 4.** Tabla de frecuencia de datos

**Nota:** La figura muestra una tabla de recolección de datos topográficos



**Figura 5.** Gráfico estadístico

**Nota:** La figura muestra un gráfico que plasma el espectro de aceleraciones

### 3.7. Aspectos éticos

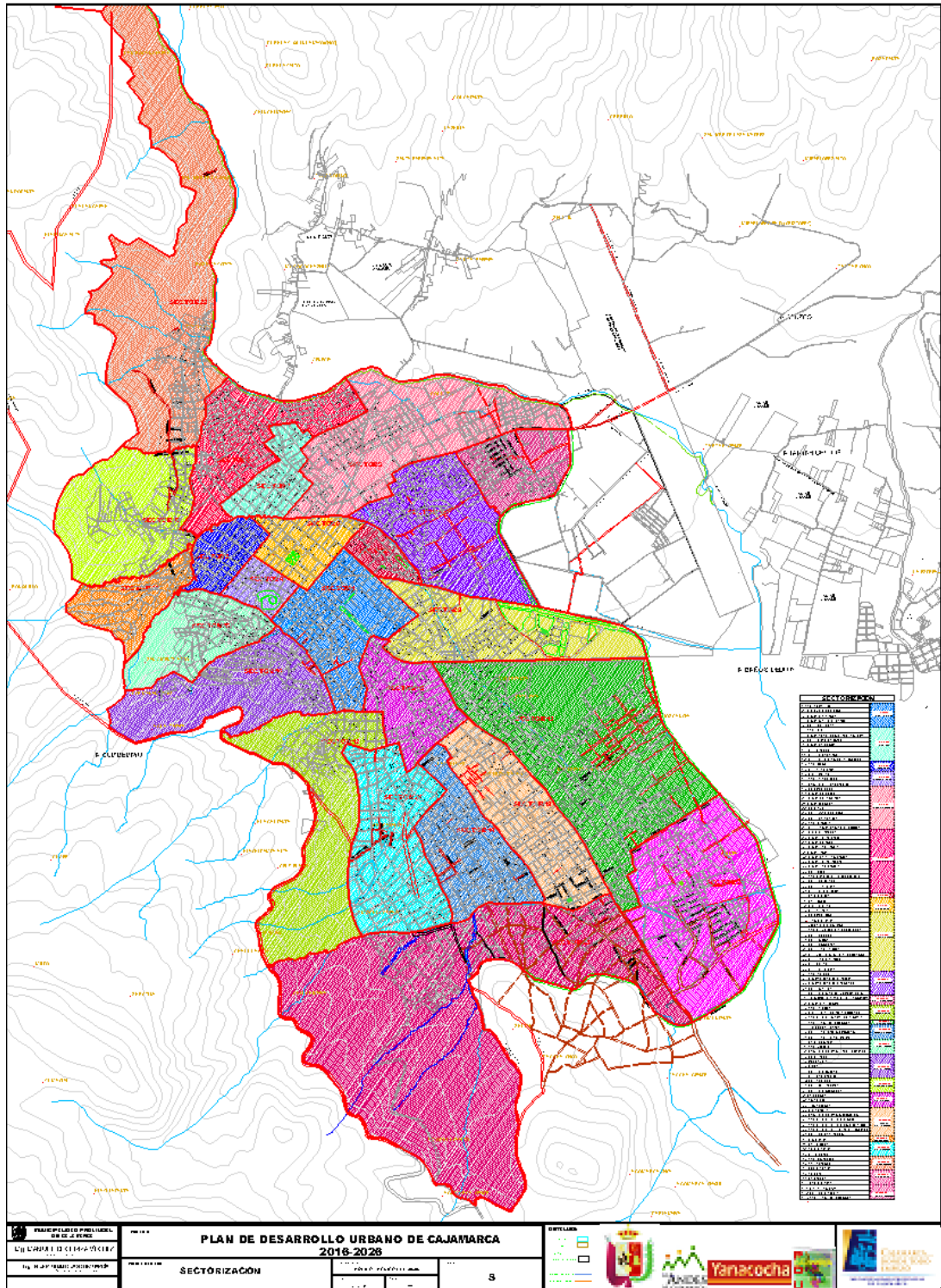
La presente investigación cuenta con diversos aspectos éticos ya que fue creada y direccionada por profesionales con alta capacidad de enfoque dentro del área en estudio, además de la buena relación entre el investigador y el área en el que se aplicó la investigación; generando resultados satisfactorios. Por otro lado, la ética dentro de la investigación genera fiabilidad, si bien, se realizó recolección de datos de otras investigaciones previas, por su puesto de fuente confiables y verificadas. Todo ha sido referenciado, debidamente citado, basándonos en el Manual ISO 690 y 690 – 2; además de realizar la similitud de la investigación a través del programa TURNITIN 19% (Anexo 6)

### 3.8. Desarrollo del proyecto

#### 3.8.1. Estudio Topográfico

Para realizar el estudio de topografía, específicamente la planimetría del terreno que consistió en una poligonal cerrada, se utilizó presencialmente un dispositivo de GPS, así mismo, la hoja de registro de datos en Microsoft Excel; dichas coordenadas y distancias, fueron exportados al software AutoCAD Civil 3D

English, donde finalmente se terminó por complementar y su presentación fue en un plano perimétrico ver en el (Anexo 9). Todo este procedimiento fue verificado con el plano catastral de la ciudad de Cajamarca.



**Figura 6.** Plano Catastral de la ciudad de Cajamarca

**Fuente:** Municipalidad Provincial de Cajamarca

Como objetivo se buscó obtener información del terreno, como coordenadas UTM y distancias delimitantes con cada uno de los linderos.

Se procedió a delimitar el terreno en todo su perímetro roseando yeso, de manera que facilite la visualización de los puntos de intercepción. Una vez designado los vértices del terreno se procedió a asignarles una letra, con la finalidad de tener un registro en el croquis manual realizado in situ. Además, se midió las distancias entre cada punto con la finalidad de corroborar las distancias según se tengan al ingresar las coordenadas UTM, de esta manera se evita tener un margen de error, que usualmente tiene el dispositivo GPS.

El levantamiento topográfico (perimétrico) se realizó con los siguientes instrumentos:

-GPS manual Garmin GPSmap 62S.

-Cinta métrica KAMASA KM-914 (50m).

Con el bosquejo realizado, se procedió a ingresar de forma individual cada una de las coordenadas UTM según el vértice del terreno al software AutoCAD, además se verificaron las distancias obtenidas del levantamiento a wincha. Se identificó el centroide, perímetro y área del terreno, de igual forma se acotaron los vértices obteniéndose los ángulos según corresponda. Finalmente se acotó las dimensiones y se adicionaron algunos complementos como la cuadrícula y otros.

### **3.8.2. Estudio de mecánica de suelos**

Los datos se obtuvieron utilizando la ficha de recolección de datos en la cual se colocó la información de tres calicatas ubicadas de manera técnica dentro del área de estudio. Se cumplió con lo establecido por la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones, considerando tres calicatas por 800m<sup>2</sup> para edificaciones de categoría C “viviendas”. Se procedió a ensayar las muestras partiendo del análisis granulométrico por tamizado, capacidad portante y asentamientos.

El propósito de realizar el estudio de suelos, es para conocer las características mecánicas y el comportamiento según el tipo de suelo; esto permitió calcular objetivamente lo correspondiente a la cimentación.

Se procedió a identificar el terreno y estratégicamente se designaron los puntos donde se iban a realizar las calicatas, para ello nos guiamos tentativamente de un pequeño esquema de estructuración conforme lo requería la arquitectura. De igual manera, la profundidad de las perforaciones dependió de la profundidad estimada de la cimentación por debajo de los niveles de semisótano y sótano. Se procedió a realizar las excavaciones con ayuda de maquinaria a una profundidad de 6.00m. De forma manual se recolectaron las muestras, en bolsas plásticas a las que se le asignaron de forma escrita la calicata correspondiente y la profundidad por cada uno de sus estratos.

Una vez obtenido las muestras, se procedió a realizar el análisis granulométrico por tamizado conforma a AASHTO T-27 ASTM D 422, límites de consistencia conforme a AASHTO T-90 – ASTM D 4318, la capacidad portante y finalmente el ensayo de corte directo ASTM D 3080.



### **3.8.3. Diseño arquitectónico**

Se realizó el diseño arquitectónico que considere una distribución de ambientes conforme lo requiera el cliente; como parte de la solución a dicha demanda, se planteó la disposición de niveles para estacionamiento en la zona inferior del nivel de terreno, así mismo, departamentos para convivencia desde dicho nivel hasta la parte superior de la edificación. Se utilizó para el diseño del plano de arquitectura, la Normas A.010 y A.020. Se otorgó la iluminación necesaria a los ambientes y se consideró un cierto porcentaje de vacíos solo para la parte superior de la edificación (en los departamentos). (Ver anexo 9)

El propósito de realizar el diseño arquitectónico, fue brindar una alternativa de proyección en base a un modelo de edificación con cierta configuración y distribución de ambientes, siendo esta solución arquitectónica el adecuado según el contexto, que finalmente, se tradujo en un plano preliminar para su posterior diseño estructural.

Se utilizaron programas digitales para poder representar esta proyección arquitectónica, para ello se hizo uso del software AutoCAD 2022 English. Una vez obtenido en planta la configuración ideal, se procedió a realizar los cortes y elevaciones, con la finalidad de representar la complejidad de algunos detalles que no se logran ver cuando se dibuja en planta el corte imaginario a una distancia de 1.20m. También se adicionaron los cuadros de vanos con la finalidad de recrear los vacíos producto de las puertas y ventanas.

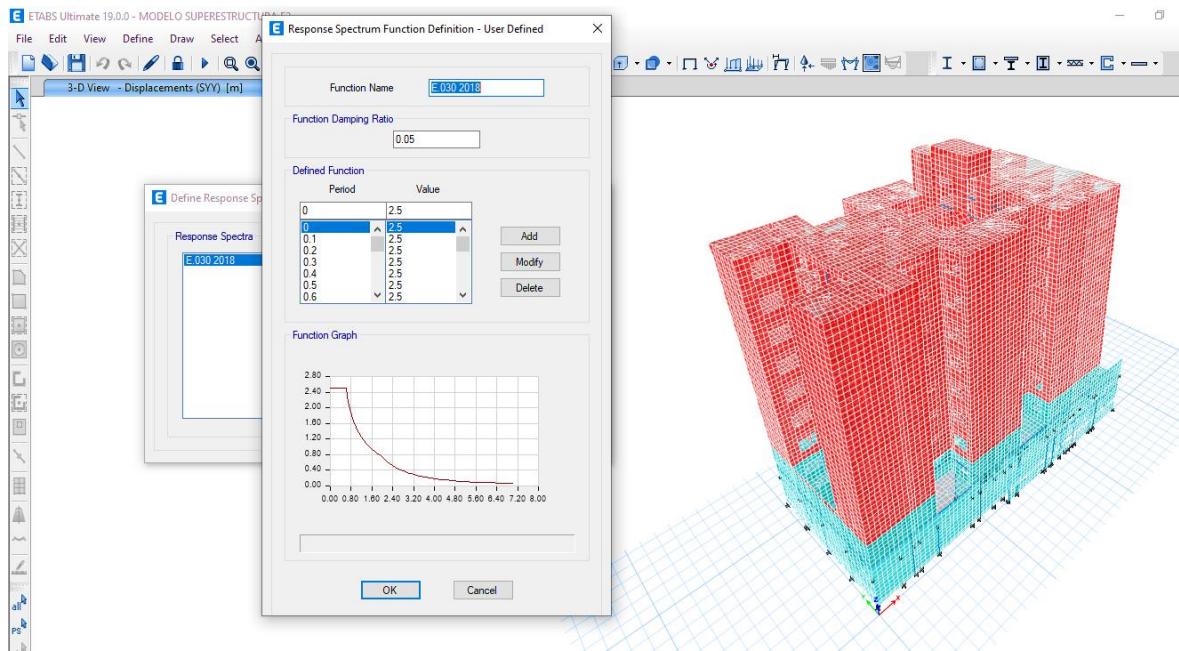
### **3.8.4. Análisis sísmico**

Se realizó el análisis sísmico modal espectral y la verificación del análisis Tiempo – Historia dentro de un rango lineal. Con ambos

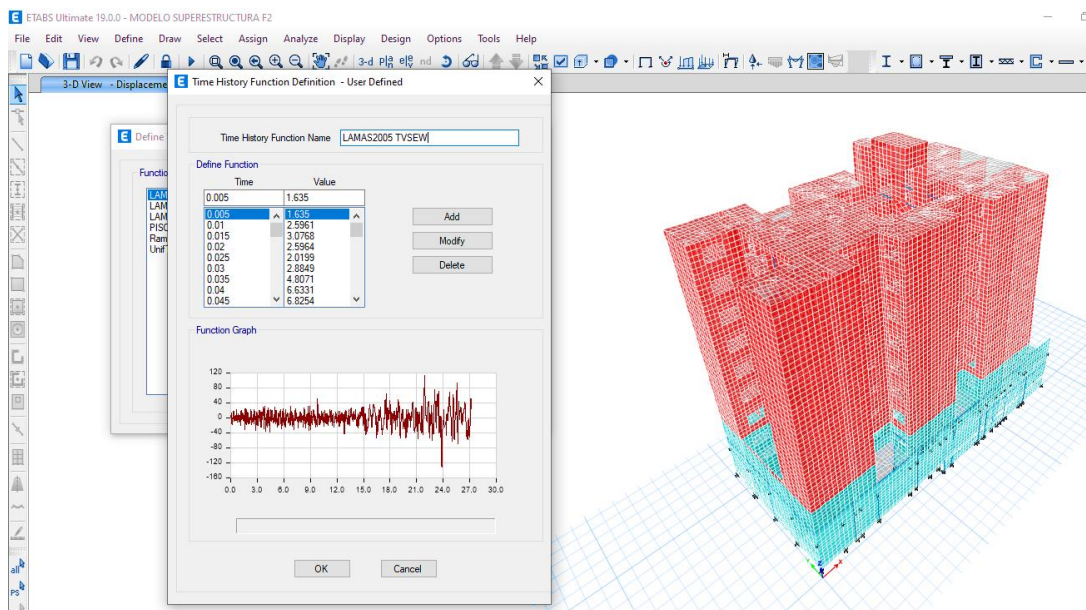
análisis se llegó a obtener valores importantes, partiendo por el periodo fundamental de vibración, el tipo de sistema estructural planteado, la cortante de diseño y las derivas por cada entrepiso. Se utilizó la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente, para regular dichos valores, es decir, limitarlos y acondicionarlos a nuestra realidad.

El motivo de desarrollar el análisis sísmico parte por ser un análisis previo de demanda ante cargas estáticas y dinámicas, como carga muerta, viva y de sismo, respectivamente. Con ello se logró obtener las fuerzas en cada uno de los elementos, lo que en líneas generales conocemos como el proceso de análisis estructural.

Se procedió en identificar los coeficientes sísmicos, de zonificación (Z), amplificación sísmica (C), uso (U), perfil de suelo (S) y coeficiente de reducción sísmica (R). Con ello se logró obtener la plataforma del espectro que en combinación con el análisis modal dado por el software ETABS, generó una cierta demanda previa. Luego, se verifica las derivas con el caso de análisis dinámico, de forma que se sepa si la estructuración planteada es conforme o requiere algunos cambios. Secuencialmente, se verifica si existen irregularidades en planta o altura. Una vez obtenido esta cierta cortante en la base, se procede a escalar en base a un porcentaje normativo (80% o 90%) del análisis estático, según las condiciones de regularidad o irregularidad de la edificación. De este modo, se logra calcular la cortante de diseño producto de la demanda por cargas eventuales.



**Figura 7.** Análisis sísmico modal espectral en el programa automatizado ETABS v19



**Figura 8.** Análisis Tiempo – Historia lineal y elástico en el programa automatizado ETABS v19

Para el análisis Tiempo – Historia, se adquirió un registro sísmico real de la página del CISMID, este sismo real, ocurrió en Lamas, y presentaba similar aceleración y demás aspectos sísmicos respecto a lo que establecía la demanda por el análisis modal espectral.

### **Masa participativa**

Los porcentajes de masa participativa que se visualizan, describen la captación de masa traslacional y/o rotacional a la cual se ve implicada la vibración de la estructura, es decir la manera principal en la que esta podría vibrar ante un evento sísmico.

El primer modo de vibración especifica que la masa predominante es traslacional en dirección YY con un 57.68%; en el caso del segundo modo de vibración, la masa predominante es rotacional en dirección ZZ con un 49.82%; en el tercer modo de vibración, la dirección predominante es traslacional con un 56.59%. Realizando un breve análisis de los resultados, se entiende que la estructura sufre rotaciones considerables en las direcciones XX y YY, producto de los sistemas de transferencia, lo que conlleva que la estructura pueda sufrir posibles problemas de volteo. Para ello se tomaron medidas en cuanto a la calidad de concreto y lógicamente se realizó una pequeña verificación por volteo.

En la dirección XX y ZZ, en traslacional y rotacional, respectivamente, no se logró contar con el 90% de masa participativa, debido a la existencia de los sistemas de transferencias, que como se mencionó anteriormente, generaron rotaciones importantes, típico en edificaciones donde los elementos verticales existentes en la parte superior no llegan a la fundación. De todas formas, los valores tomados para la masa acumulada en las tres direcciones son del 80.24% como mínimo. La norma estipula que los valores de la masa participativa en las direcciones traslacionales deben ser por lo menos 90%, como se visualiza el porcentaje mínimo es del 85.07%, que representa un 94.5% de lo requerido.

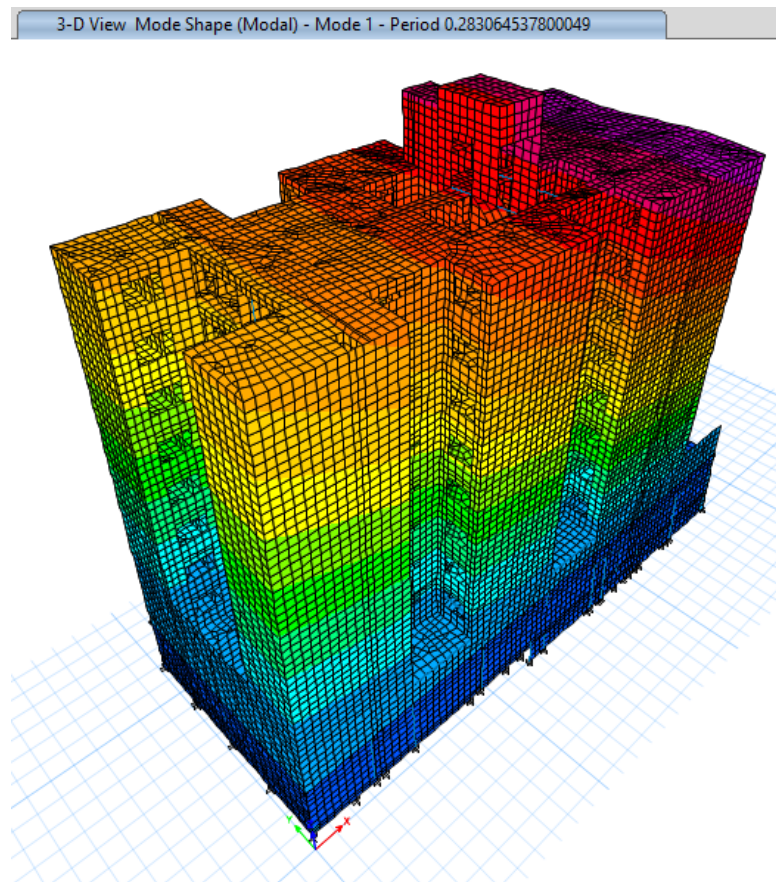
### **Combinación modal**

No se estableció una mayor cantidad de modos de vibración,

puesto que el análisis modal por eigen vectores teoriza que solo los primeros modos con porcentajes importantes deben ser tomados en cuenta en el análisis sísmico, sin embargo, con la intención de cumplir la normativa es que se optó por una numeración considerable de cien modos de vibración. Esquemáticamente, los tres primeros modos de vibración se ven de la siguiente forma:

### **Espectro de aceleraciones**

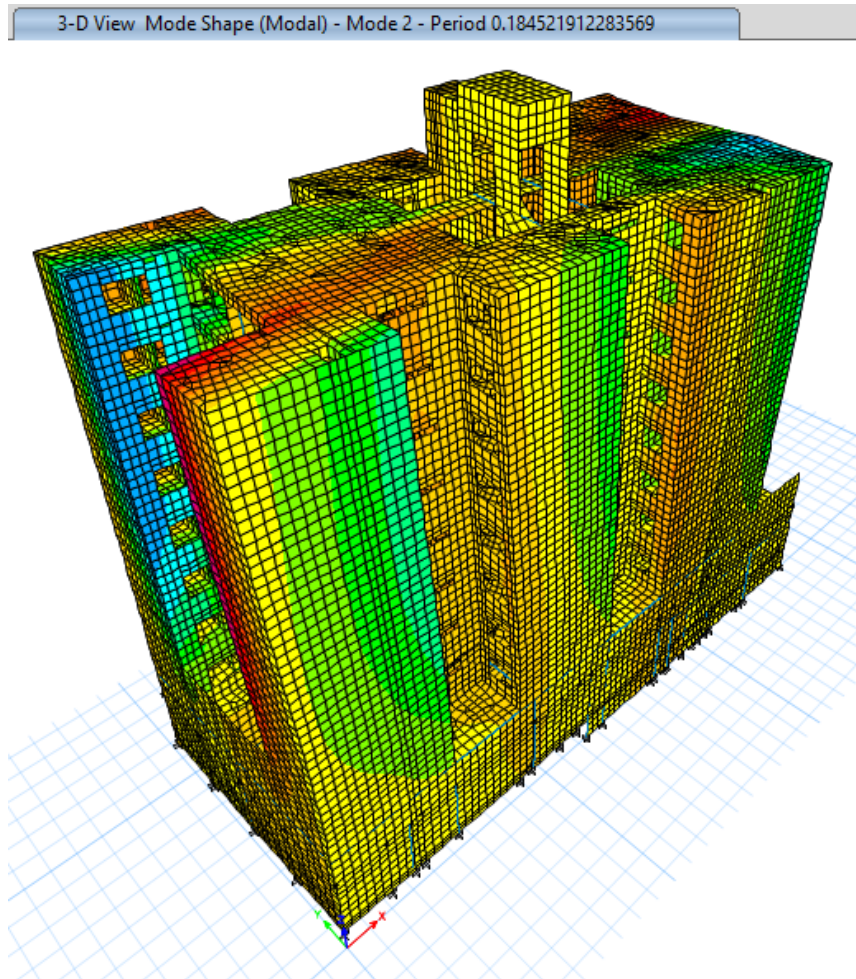
El espectro de aceleraciones considerado en el presente estudio, tuvo como máxima ordenada un valor de  $3.23 \text{ m/s}^2$ , lo que conlleva que para los periodos de vibración de 0.283seg y 0.147seg (dirección YY y XX, respectivamente), las aceleraciones correspondientes para el diseño son de 325gals para ambos casos.



**Figura 9.** Periodo fundamental de vibración dirección UY en el programa ETABS v19

**Tabla 3.** *Periodo fundamental de vibración modo 1*

MODO	Periodo	DIRECCIÓN
	"T"seg.	
1	0.28	UY

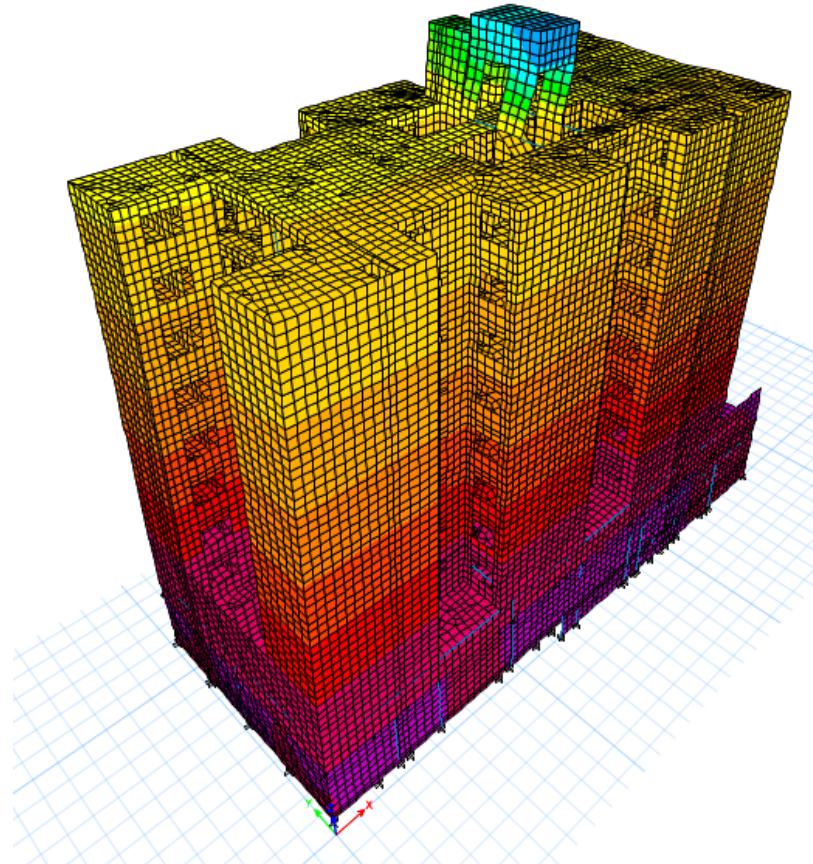


**Figura 10.** Periodo fundamental de vibración dirección RZ en el programa ETABS v19

**Tabla 4.** *Periodo fundamental de vibración modo 2*

MODO	Periodo	DIRECCIÓN
	"T" seg.	
2	0.19	RZ





**Figura 11.** Periodo fundamental de vibración dirección UX en el programa ETABS v19

**Tabla 5.** Periodo fundamental de vibración modo 3

MODO	Periodo	DIRECCIÓN
	"T" seg.	
3	0.15	UX

### **Cortante basal de diseño**

La fuerza total mínima de diseño fue calculada teniendo en cuenta la naturaleza del sismo dinámico pero la magnitud de un 90% del cortante estático, el análisis se llevó a cabo en las dos direcciones, siendo el sismo de diseño 1148.17ton para ambos sentidos.

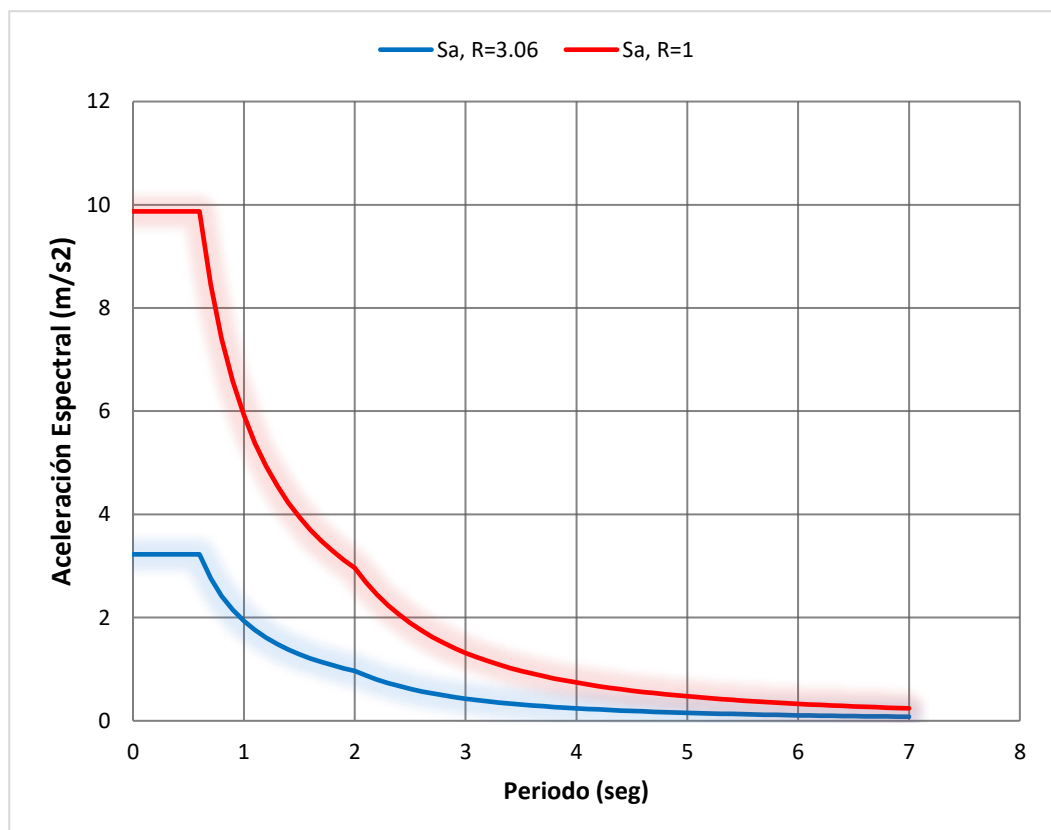
### **Control de derivas (A.M.E lineal)**

Según la normativa la deriva máxima permisible es del 5/1000

para edificaciones con sistema de muros de ductilidad limitada, en lo trabajado, se tuvo derivas muy pequeñas debido a la alta rigidez de la estructura, teniendo en cuenta que los muros de baja ductilidad tienen espesores de veinte centímetros. La deriva máxima fue de 0.0013.

### Escala de registro sísmico

Esta verificación se hizo utilizando un espectro de aceleraciones con un factor de reducción de fuerza sísmica igual a uno, puesto que se requería un análisis lineal. En un inicio se realizó la comparación de espectros, donde se logra ver que la ordenada espectral considerando  $R=1$ , es poco más de tres veces la ordenada espectral considerando  $R=3.06$ ; en lo siguiente se presenta las gráficas de las pseudo aceleraciones:

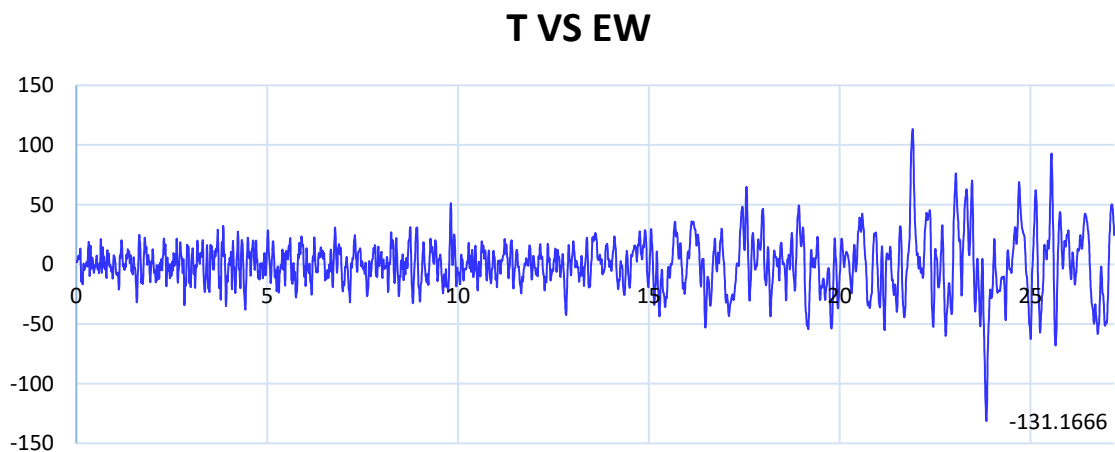


**Figura 12.** Espectro de aceleraciones



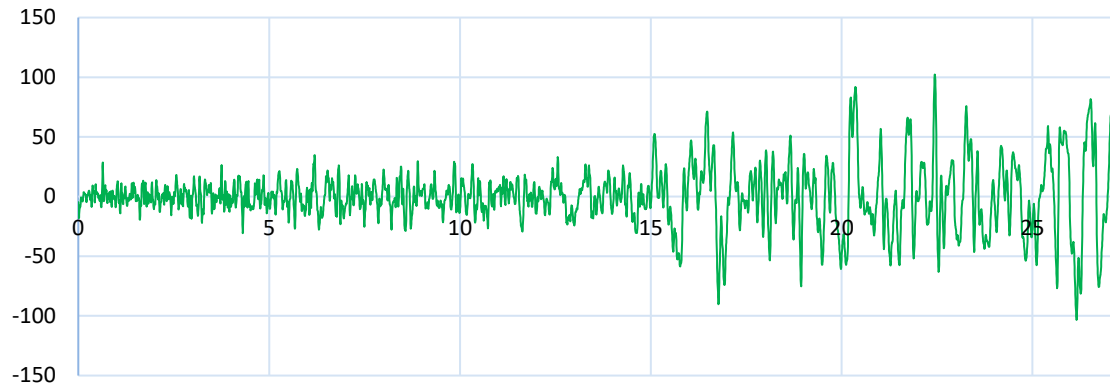
Seguidamente, se utilizó un registro directo que en su defecto haya ocurrido cerca de la zona (3) así mismo, haya sido registrado por un dispositivo ubicado en alrededores del proyecto. Se tuvo en cuenta también que la magnitud de este sismo fue de  $-131.36 \text{ cm/s}^2$ , donde si se realiza un breve análisis considerando que el 35% de la aceleración de gravedad sería  $343.35 \text{ cm/s}^2$ , se deduce que el registro trabajado pertenece a un sismo de nivel menor al sismo moderado establecido por la Norma E.070, el cual indica que es la mitad del sismo severo (0.45g). El sismo escogido para el análisis de verificación es de Lamas, Moyobamba – San Martín de fecha 25/09/2005. Esta información fue recopilada por CISMID en convenio con la Universidad Nacional de Ingeniería. El registro directo le pertenece al Instituto Geofísico del Perú.

Tabulando los registros sísmicos, tuvimos tres señales sísmicas, orientadas por las direcciones EW (Este – Oeste), NS (Norte – Sur) y UD (Arriba – Abajo).



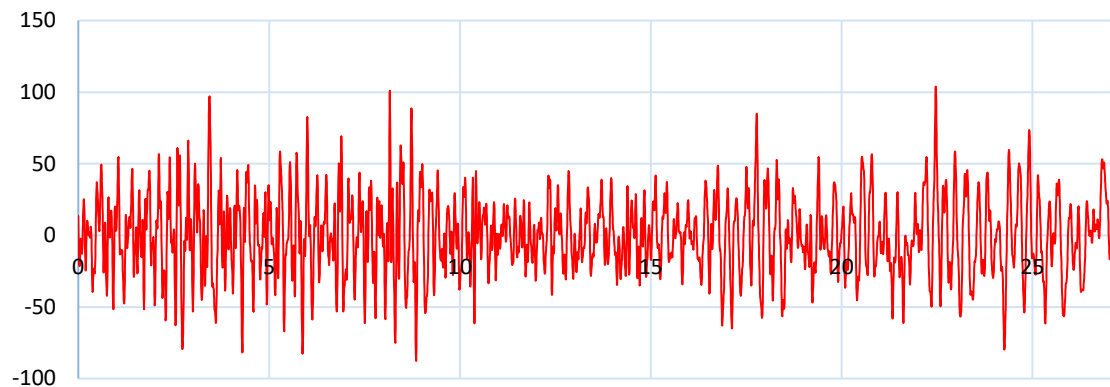
**Figura 13.** Tabulación Este - Oeste

### T VS NS



**Figura 14.** Tabulación Norte - Sur

### T VS UD



**Figura 15.** Tabulación Arriba - Abajo

Posteriormente, se realizó la conversión de la aceleración vista anteriormente a un espectro de pseudo aceleraciones de tal forma que la comparáramos con el espectro objetivo de diseño, para ello se utilizó la metodología de la Norma E.030, en el punto 30.1.3. donde se señala que los registros en direcciones ortogonales deben fusionarse para obtener una resultante haciendo uso de la SRSS (Raíz de la suma de los cuadrados).

Una vez obtenido la resultante de ambas componentes traslacionales, se escaló con un factor proporcionalmente de 5.1313, de tal forma que en el intervalo de los periodos  $0.2T$  y

1.5T, la gráfica del espectro de color verde quede por encima de las ordenadas espectrales dadas por la Norma. Finalmente, se estableció la separación de los espectros de pseudo aceleraciones traslacionales, realizándose la verificación de derivas.

#### **Control de derivas (T-H Lineal y elástico)**

Las derivas encontradas siguen siendo menores a la deriva máxima permisible (5/1000).

#### **3.8.5. Diseño estructural**

Se desarrollo el diseño estructural de la edificación, el cual permitió saber la cantidad de refuerzo de acero requerido y la resistencia necesaria conforme a la demanda. Se trabajó con las disposiciones de la Norma E.060 de Concreto Armado.

El motivo de realizar el diseño estructural de los elementos, parte de conocer la armadura de refuerzo necesario y las verificaciones de las secciones que teórica y técnicamente quedaron como ideales según el análisis sísmico modal espectral para cada uno de los elementos estructurales que conforman la edificación; así mismo, este procedimiento de desarrollo permite otorgarle a los elementos estructurales la adecuada resistencia respecto a la demanda de fuerzas, según sea el tipo de elemento y la naturaleza de las acciones, tales como: flexión, carga axial y flexión, cortante, torsión, entre otros.

Se identificó los diagramas de fuerzas producto del análisis estructural previo, según el patrón de carga, ya sea carga muerta, viva o de sismo, para trabajar con las combinaciones de carga establecidas por la normativa. El diseño de cada uno de los elementos se realizó genéricamente de la siguiente manera:

-El diseño de vigas: se estableció una deformación unitaria y se hizo la verificación para determinar si se requería acero por compresión o no, luego se procede a calcular la cuantía requerida, del mismo modo, la cuantía mínima, deseable y máxima. Se colocan las barras de acero longitudinales y posteriormente se determina la resistencia por flexión. El diseño por corte resulta ser a verificación del diseño por confinamiento, para ello se utilizó un diseño por capacidad, el cual restringe que se coloque acero longitudinal en exceso, disminuyendo la separación de estribos.

-El diseño de columnas: se estableció una cuantía mínima del 1% y se genera la superficie de interacción luego de haber establecido los combos de diseño, se pasa a visualizar si esta demanda se encuentra dentro de la resistencia; al que en las vigas el diseño por cortante resulta ser la comprobación del diseño por confinamiento por medio de un diseño por capacidad.

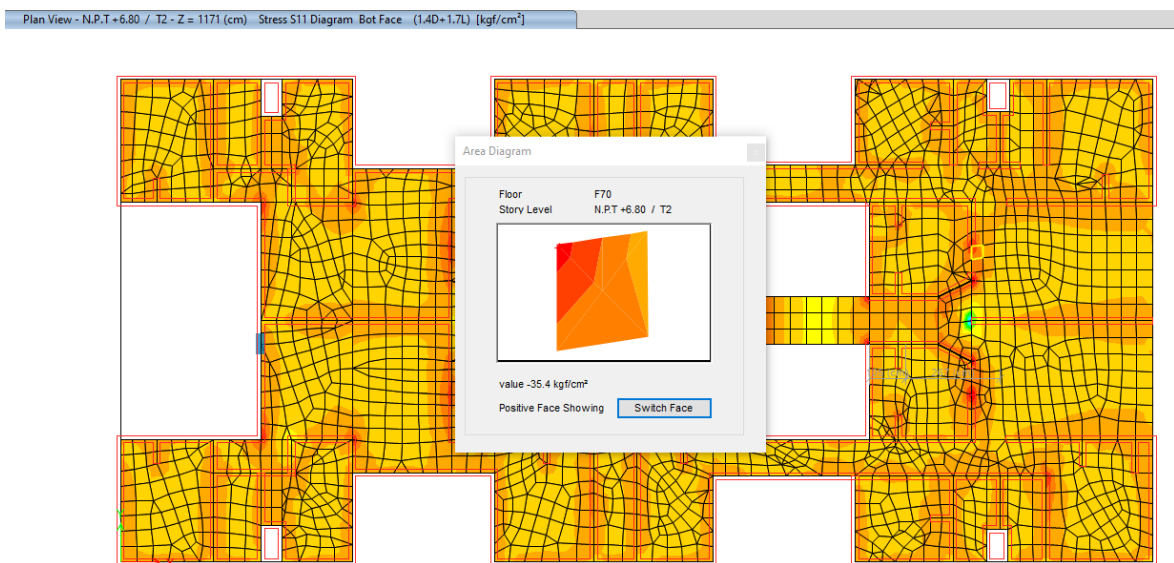
-El diseño de muros de ductilidad limitada: Se establece una cuantía mínima de  $2.5/1000$  para el refuerzo vertical, al igual que el diseño de columnas, al realizar el análisis de flexocompresión bi-axial se verifica si la demanda se encuentra dentro de la resistencia o no. Para el acero transversal se realizó un incremento del cortante actuante por un factor que proviene de la relación del momento nominal con un valor de esfuerzo de fluencia por 1.25 entre el momento último actuante, de esta manera conseguimos el armado requerido.

-El diseño de platea: Se utilizó la presión del suelo que surge de las cargas gravitacionales, como carga última de diseño, multiplicado por un factor que resulta de la relación entre la primera combinación de cargas estáticas y la sumatoria de cargas. De esta manera obtenemos los momentos y cortantes actuantes. El diseño por cortante en dos sentidos (punzonamiento), se realizó considerando la carga axial que cae en el elemento vertical empotrado en la cimentación y la carga puntual de la presión actuante debajo de la cimentación en la

sección crítica.

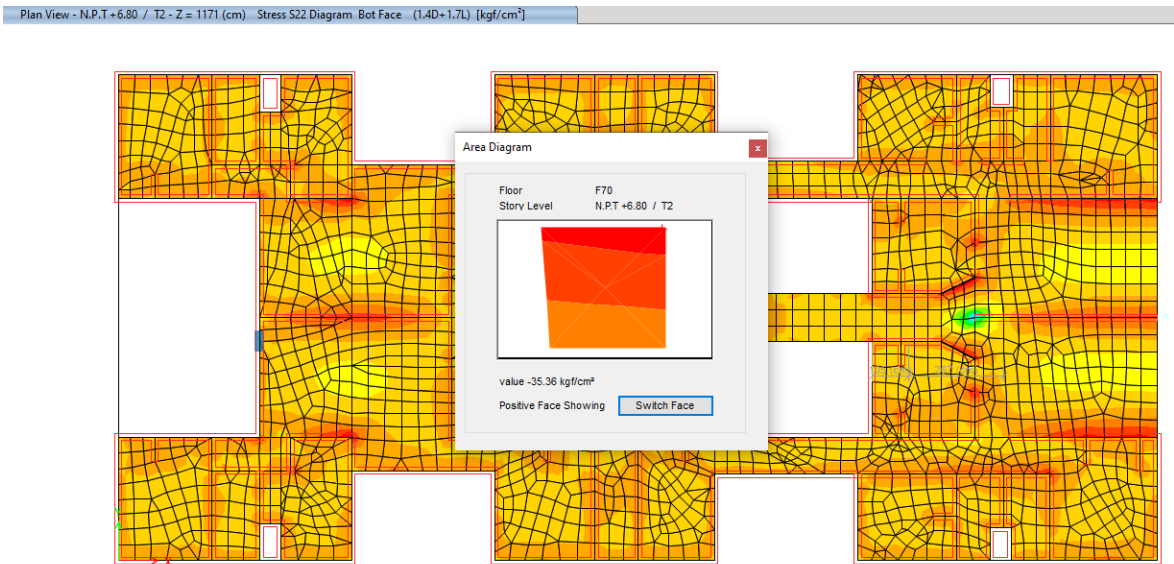
### Diseño de losa maciza

Se realizó el diseño de la losa maciza, con un espesor de .15m, un valor de  $f'_c$  de 210kg/cm<sup>2</sup> y un esfuerzo a la fluencia de 4200kg/cm<sup>2</sup>, así mismo, el factor de reducción de resistencia a flexión fue de 0.9 y de corte de 0.85. Para iniciar, se presenta el procedimiento para el diseño de este elemento, comenzando por la verificación típica a compresión:



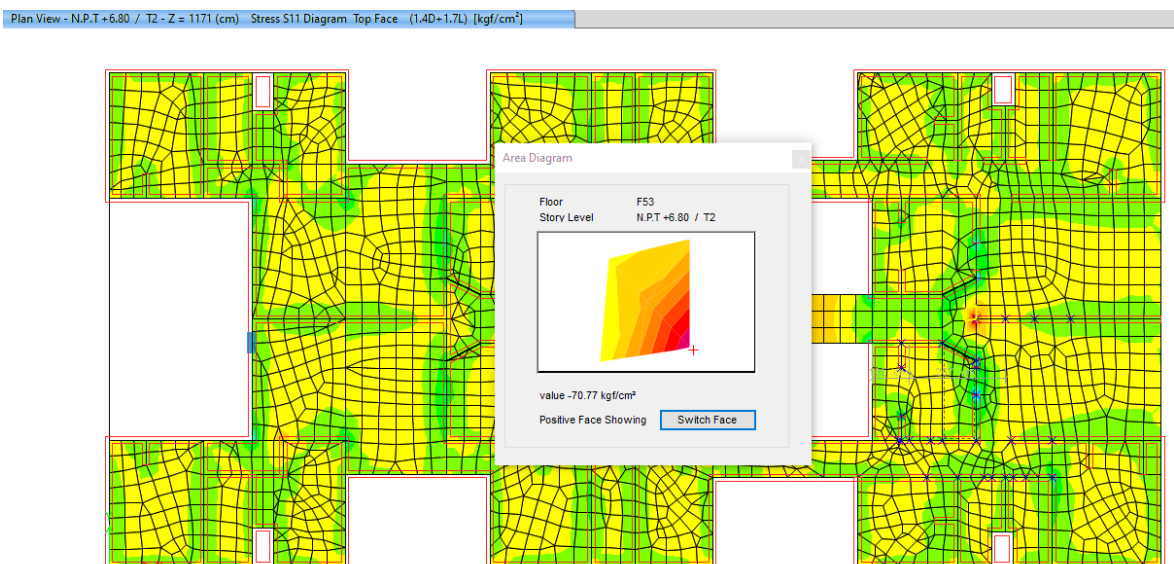
**Figura 16.** Esfuerzo a compresión en “bottom fase” (S11) para la dirección XX

$$f'_c = 35.4 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$



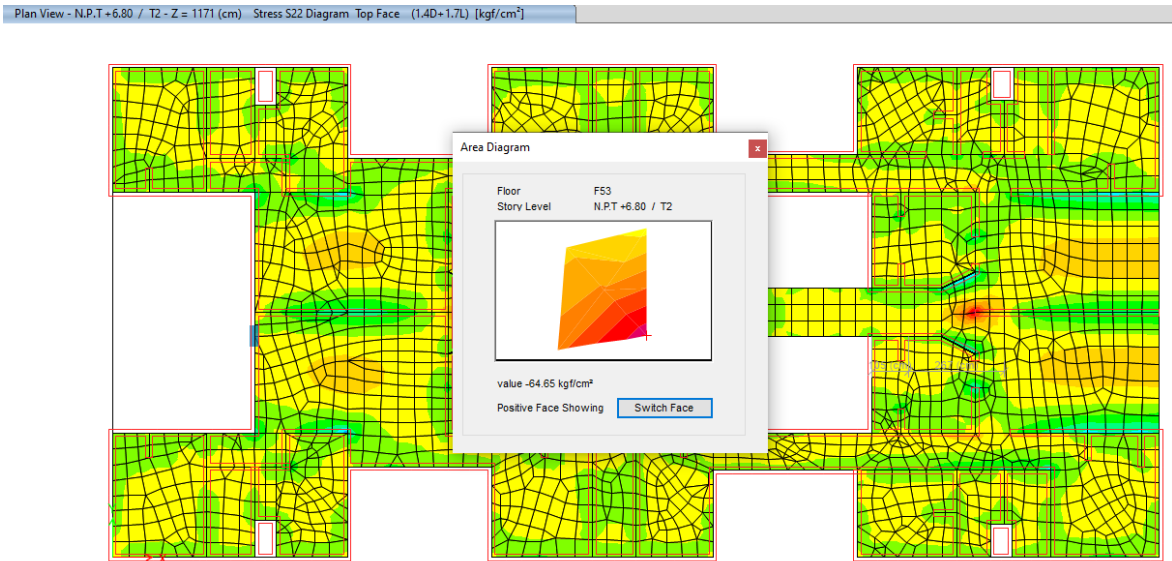
**Figura 17.** Esfuerzo a compresión en “bottom fase” (S22) para la dirección YY

$$f_c = 35.36 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$



**Figura 18.** Esfuerzo a compresión en “top fase” (S11) para la dirección XX

$$f_c = 70.77 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

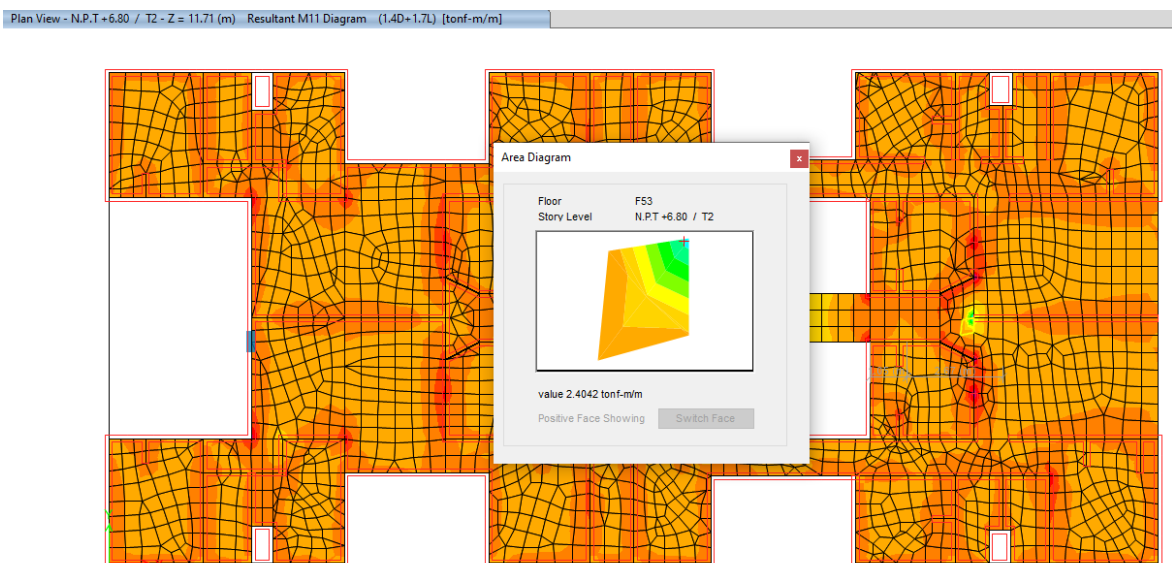


**Figura 19.** Esfuerzo a compresión en “top fase” (S22) para la dirección XX

$$f_c = 64.65 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

El diseño a flexión se desarrolló considerando la combinación de cargas gravitacionales de 1.4CM+1.7CV, puesto que en estos niveles la losa no se encontraba expuesta a elementos verticales discontinuos; a continuación, se presenta el cálculo realizado:

Para Mu 11(+):

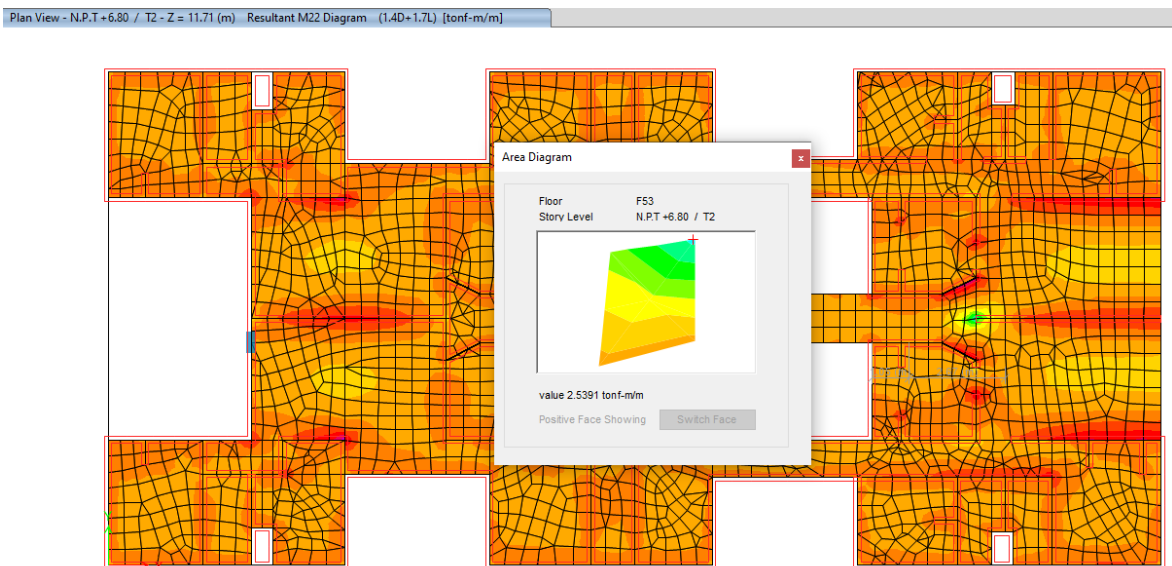


**Figura 20.** Diagrama de momentos flectores positivos en dirección XX

**Tabla 7. Diseño por flexión en dirección XX**

$f'_c =$	2100	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
d:	0.120	m	
b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9		
Mu:	2.40	ton-m/m	
Rn=	184.78	ton/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.004654	/m	
As req =	5.60	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	2.16428	cm <sup>2</sup> /m	
Ø3/8"	0.71	cm <sup>2</sup>	
S =	0.127	m	
Usar:			
S =	0.100	m	
As real =	7.10	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.02	m	
ØMn =	3.00	ton-m	<b>OK</b>

Para Mu 22(+):



**Figura 21.** Diagrama de momentos flectores positivos en dirección YY

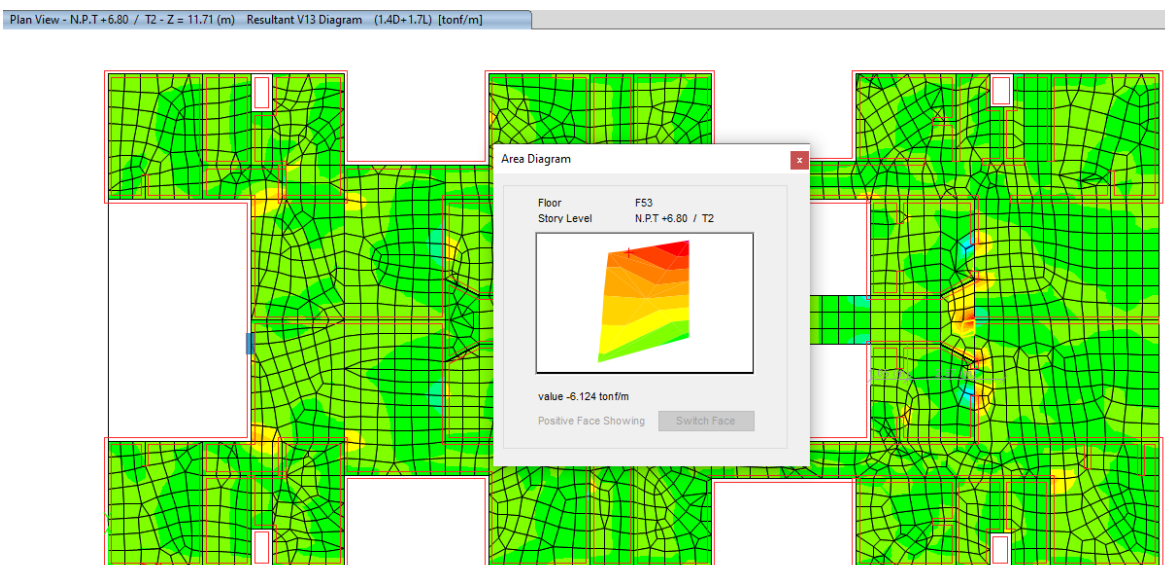


**Tabla 8.** Diseño por flexión en dirección YY

$f'_c =$	2100	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
d:	0.120	m	
b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9		
Mu:	2.54	ton-m/m	
Rn=	195.14	ton/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.004933	/m	
As req =	5.93	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	2.16428	cm <sup>2</sup> /m	
Ø3/8"	0.71	cm <sup>2</sup>	
S =	0.120	m	
Usar:			
S =	0.100	m	
As real =	7.10	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.02	m	
ØMn =	3.00	ton-m	<b>OK</b>

También se realizó el diseño por cortante modo viga, tomando las fuerzas a una distancia "d" desde la cara de los apoyos, este procedimiento de diseño es como sigue:

Para V13 (+):

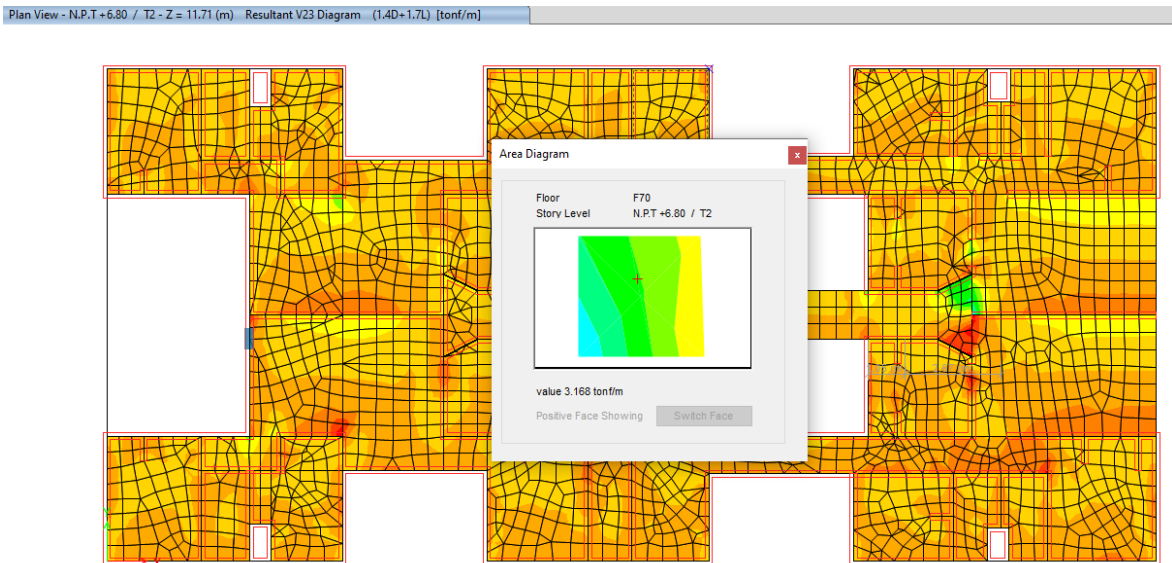


**Figura 22.** Cortante positivo V13 en dirección XX

**Tabla 9. Diseño por corte en dirección XX**

$f'_c =$	2100	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.120	m
b:	1.00	m
$V_u =$	6.12	ton/m
Ø corte:	0.85	
ØVc =	7.8495	ton/m

Para V23 (-)



**Figura 23.** Cortante positivo V23 en dirección YY

**Tabla 10. Diseño por corte en dirección YY**

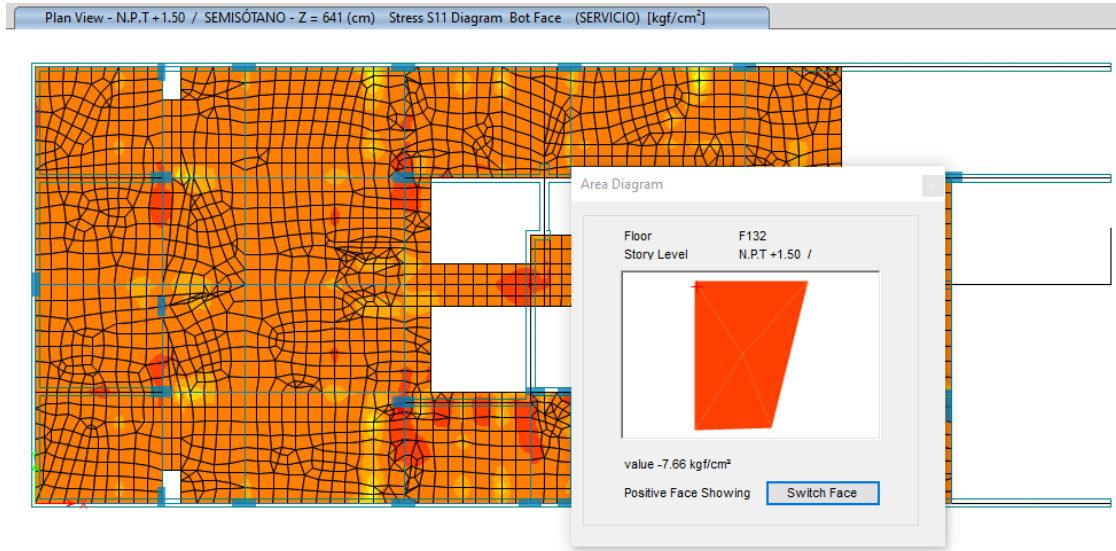
$f'_c =$	2100	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.120	m
b:	1.00	m
$V_u =$	3.17	ton/m
Ø corte:	0.85	
ØVc =	7.84954314	ton/m

### Diseño de sistema de transferencia

Se realizó el diseño de los sistemas de transferencia, en específico de la losa maciza de transferencia de cargas, estos elementos tuvieron algunas alteraciones en cuanto al espesor

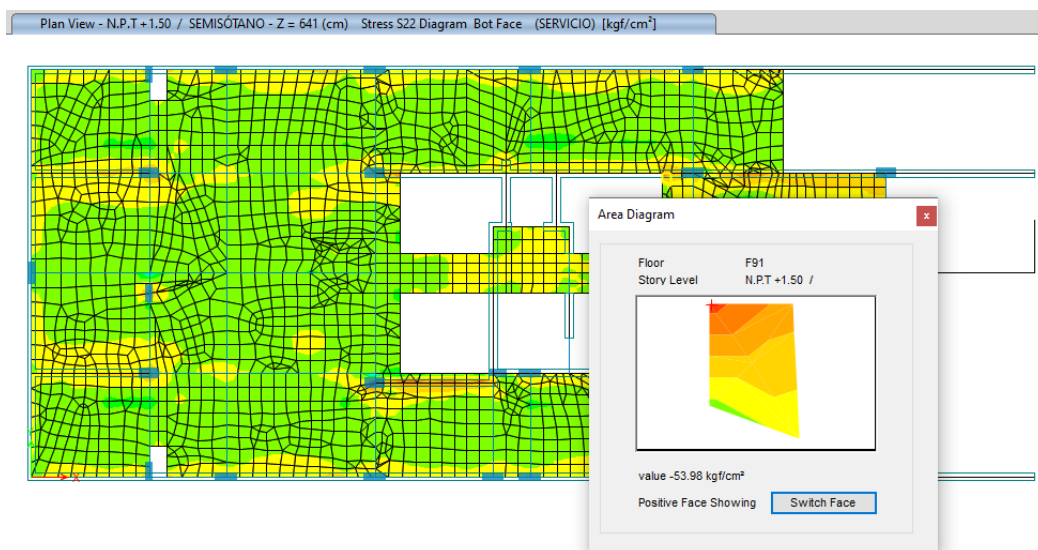
predeterminado producto del análisis sísmico, al igual que la resistencia de compresión.

En la primera etapa, se realizó la verificación de esfuerzos a compresión por carga de servicio, en las direcciones 1 y 2 de los ejes locales del elemento. A continuación, se describe el diseño del sistema de transferencia ubicado a nivel del semisótano:



**Figura 24.** Esfuerzo a compresión actuante en “Bottom Face” (S11) en la losa de transferencia

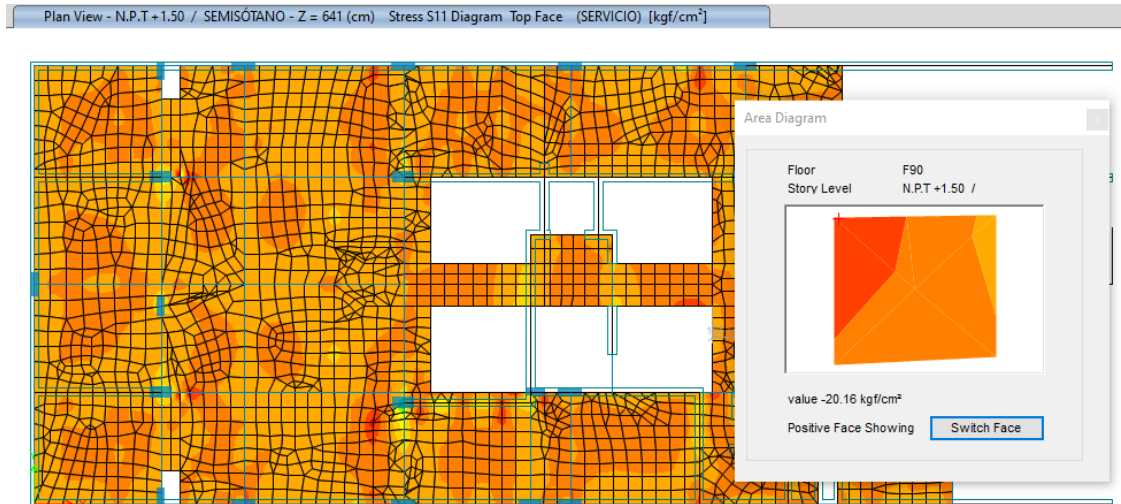
$$f_c = 7.66 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$



**Figura 25.** Esfuerzo a compresión actuante en “Bottom Face” (S22) en la losa de

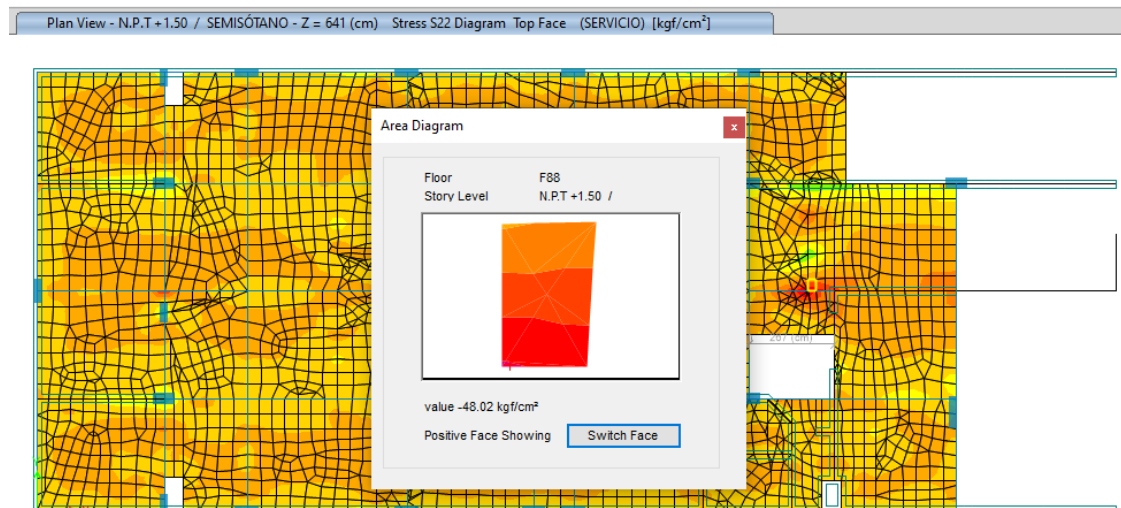
transferencia

$$f_c = 53.98 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$



**Figura 26.** Esfuerzo a compresión actuante en “Top Face” (S11) en la losa de transferencia

$$f_c = 20.16 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

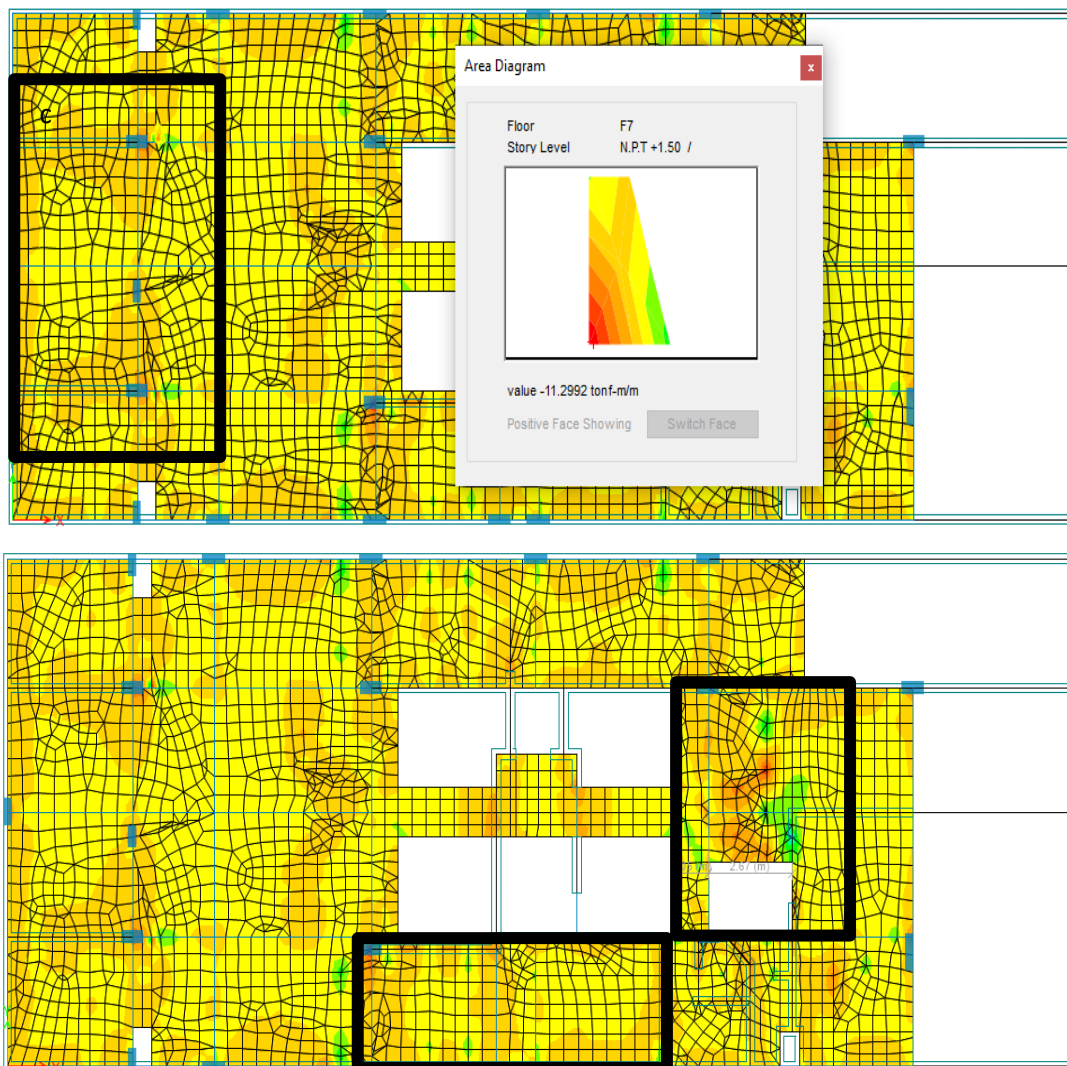


**Figura 27.** Esfuerzo a compresión actuante en “Top Face” (S22) en la losa de transferencia

$$f_c = 48.02 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

Secuencialmente, se calculó el acero longitudinal, mediante el diseño a flexión, cabe señalar que el cálculo se hizo teniendo en cuenta las combinaciones que conllevan cargas eventuales de sismo, puesto que este elemento se ve expuesto a los movimientos y esfuerzos que llegan por parte de los muros de ductilidad limitada. Se fraccionó el acero longitudinal en ciertos lugares de la losa de transferencia, estos resultados son como sigue:

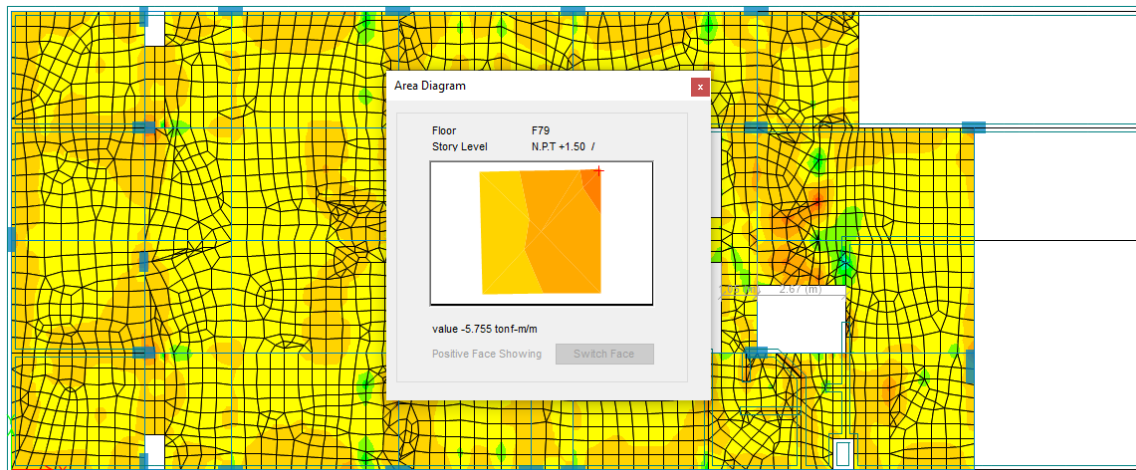
Para Mu 11 (-):



**Figura 28.** Acero de refuerzo superior en dirección XX (1)

**Tabla 11.** Diseño por flexión en la dirección XX

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>	
$F_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
d:	0.219	m	
b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9		
Mu:	5.76	ton-m/m	
Rn=	133.75	ton/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.003279	/m	
As req =	7.17	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	3.93570	cm <sup>2</sup> /m	
Ø1/2"	1.29	cm <sup>2</sup>	
S =	0.180	m	
Usar:			
S =	0.150	m	
As real =	8.60	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.02	m	
ØMn =	6.86	ton-m	<b>OK</b>

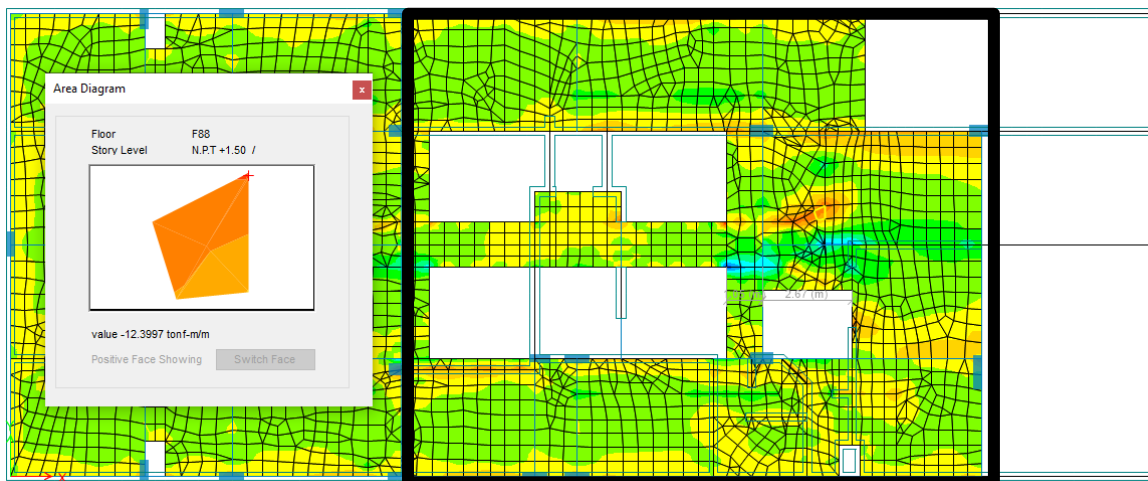


**Figura 29.** Acero de refuerzo superior en dirección XX (2)

**Tabla 12.** Diseño por flexión en la dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
d:	0.219	m	
b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9		
Mu:	5.76	ton-m/m	
Rn=	133.75	ton/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.003279	/m	
As req =	7.17	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	3.93570	cm <sup>2</sup> /m	
Ø1/2"	1.29	cm <sup>2</sup>	
S =	0.180	m	
Usar:			
S =	0.150	m	
As real =	8.60	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.02	m	
ØMn =	6.86	ton-m	<b>OK</b>

Para Mu 22 (-):

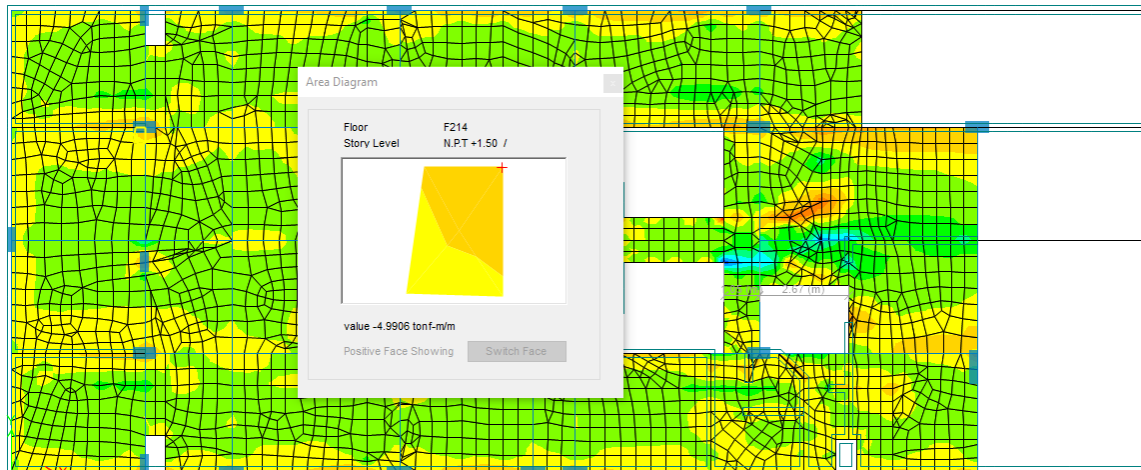


**Figura 30.** Acero de refuerzo superior en dirección YY (1)



**Tabla 13.** Diseño por flexión en la dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
d:	0.217	m	
b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9		
Mu:	12.40	ton-m/m	
Rn=	292.41	ton/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.007452	/m	
As req =	16.18	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	3.90713	cm <sup>2</sup> /m	
Ø5/8"	2.00	cm <sup>2</sup>	
S =	0.124	m	
Usar:			
S =	0.100	m	
As real =	20.00	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.04	m	
ØMn =	15.08	ton-m	<b>OK</b>



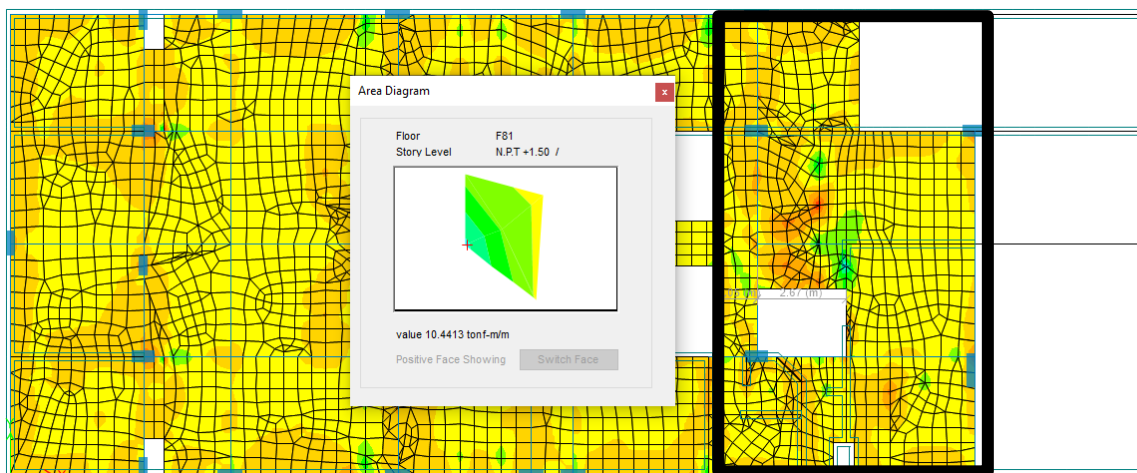
**Figura 31.** Acero de refuerzo superior en dirección YY (2)



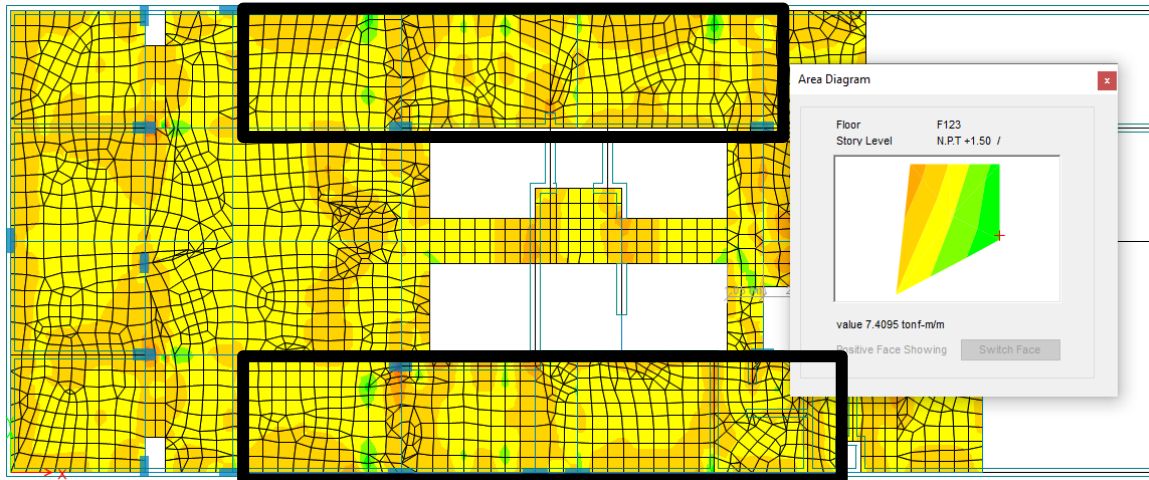
**Tabla 14.** Diseño por flexión en la dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
d:	0.219	m	
b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9		
Mu:	5.00	ton-m/m	
Rn=	116.21	ton/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.002838	/m	
As req =	6.21	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	3.93570	cm <sup>2</sup> /m	
Ø1/2"	1.29	cm <sup>2</sup>	
S =	0.208	m	
Usar:			
S =	0.150	m	
As real =	8.60	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.02	m	
ØMn =	6.86	ton-m	<b>OK</b>

Para Mu 11(+):



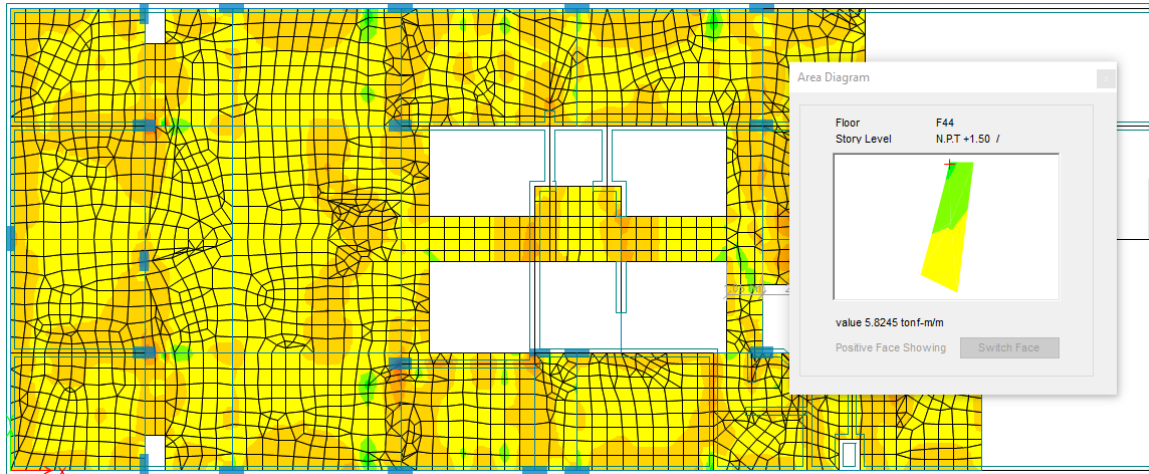
**Figura 32.** Acero de refuerzo inferior en dirección XX (1)



**Figura 33.** Acero de refuerzo inferior en dirección XX (2)

**Tabla 15.** Diseño por flexión en la dirección XX

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
d:	0.217	m	
b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9		
Mu:	10.44	ton-m/m	
Rn=	246.23	ton/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.006202	/m	
As req =	13.46	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	3.90713	cm <sup>2</sup> /m	
Ø5/8"	2.00	cm <sup>2</sup>	
S =	0.149	m	
Usar:			
S =	0.100	m	
As real =	20.00	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.04	m	
ØMn =	15.08	ton-m	<b>OK</b>

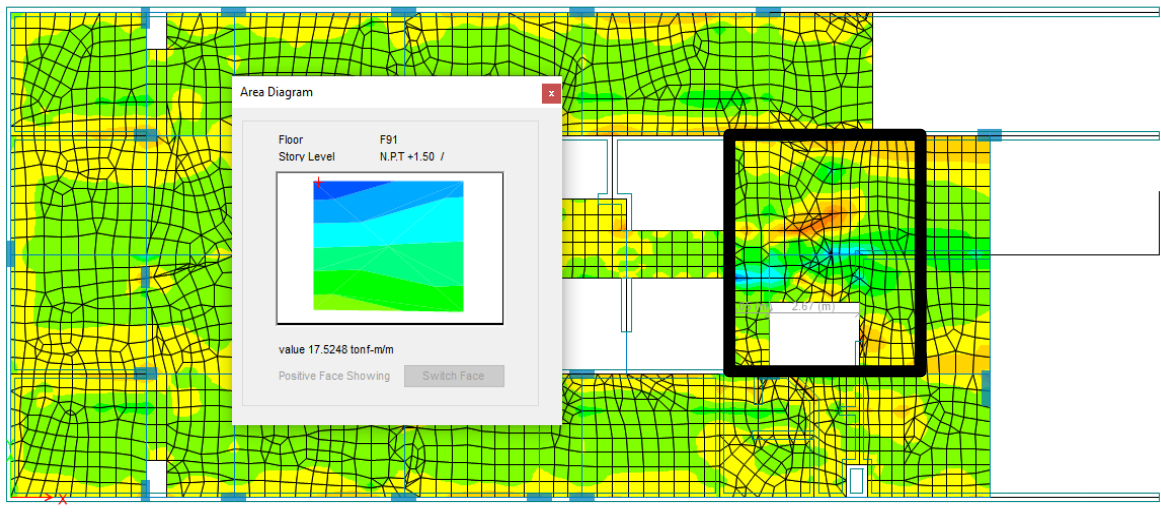


**Figura 34.** Acero de refuerzo inferior en dirección XX (1)

**Tabla 16.** Diseño por flexión en la dirección XX

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
d:	0.219	m	
b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9		
Mu:	5.82	ton-m/m	
Rn=	135.37	ton/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.003320	/m	
As req =	7.26	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	3.93570	cm <sup>2</sup> /m	
Ø1/2"	1.29	cm <sup>2</sup>	
S =	0.178	m	
Usar:			
S =	0.150	m	
As real =	8.60	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.02	m	
ØMn =	6.86	ton-m	<b>OK</b>

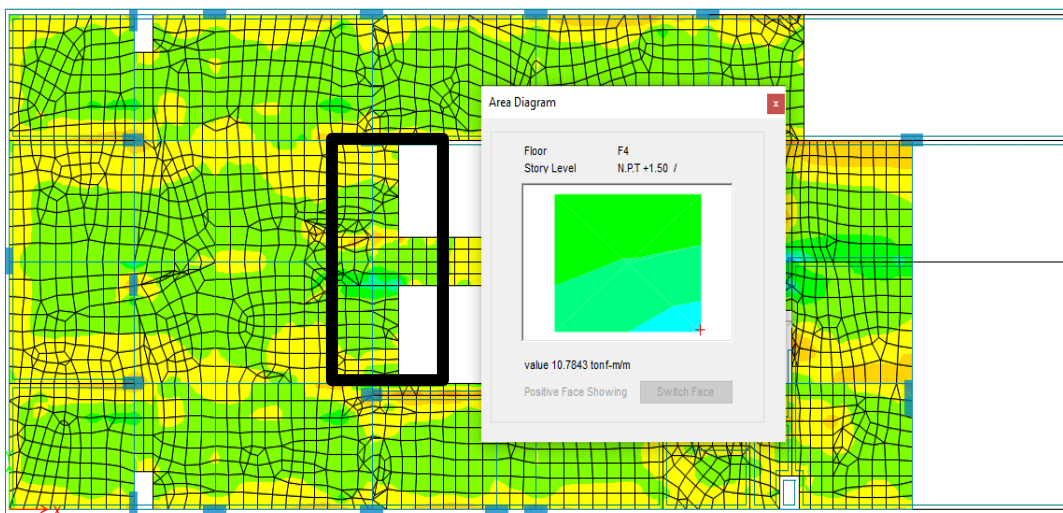
Para Mu 22(+):



**Figura 35.** Acero de refuerzo inferior en dirección YY(1)

**Tabla 17.** Diseño por flexión en la dirección YY

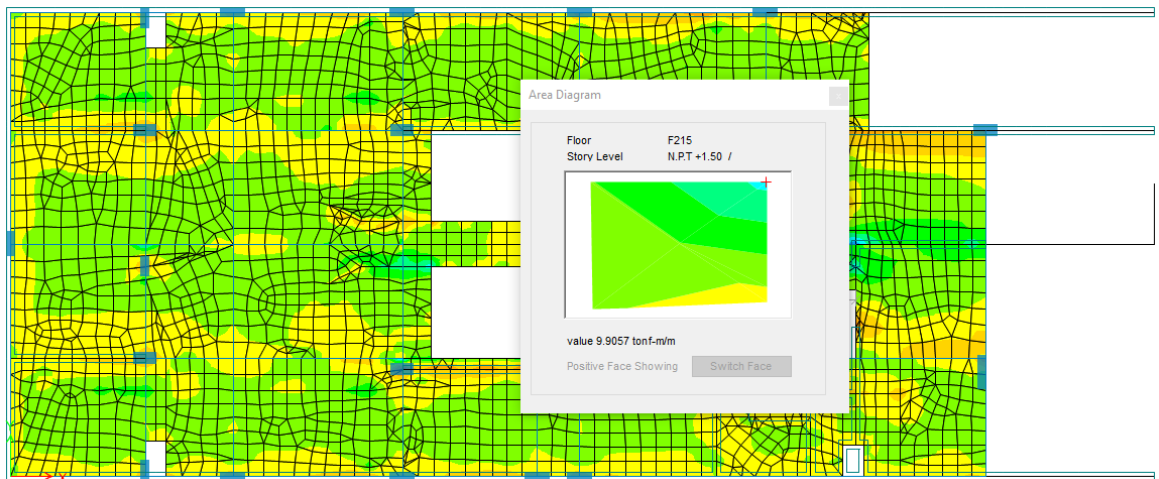
$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
d:	0.217	m	
b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9		
Mu:	17.52	ton-m/m	
Rn=	413.28	ton/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.010885	/m	
As req =	23.63	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	3.90713	cm <sup>2</sup> /m	
Ø5/8"	2.00	cm <sup>2</sup>	
S =	0.085	m	
Usar:			
S =	0.075	m	
As real =	26.67	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.05	m	
ØMn =	19.51	ton-m	<b>OK</b>



**Figura 36.** Acero de refuerzo inferior en dirección YY(2)

**Tabla 18.** Diseño por flexión en la dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
d:	0.217	m	
b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9		
Mu:	10.78	ton-m/m	
Rn=	254.32	ton/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.006419	/m	
As req =	13.93	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	3.90713	cm <sup>2</sup> /m	
Ø5/8"	2.00	cm <sup>2</sup>	
S =	0.144	m	
Usar:			
S =	0.100	m	
As real =	20.00	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.04	m	
ØMn =	15.08	ton-m	<b>OK</b>



**Figura 37.** Acero de refuerzo inferior en dirección YY(3)

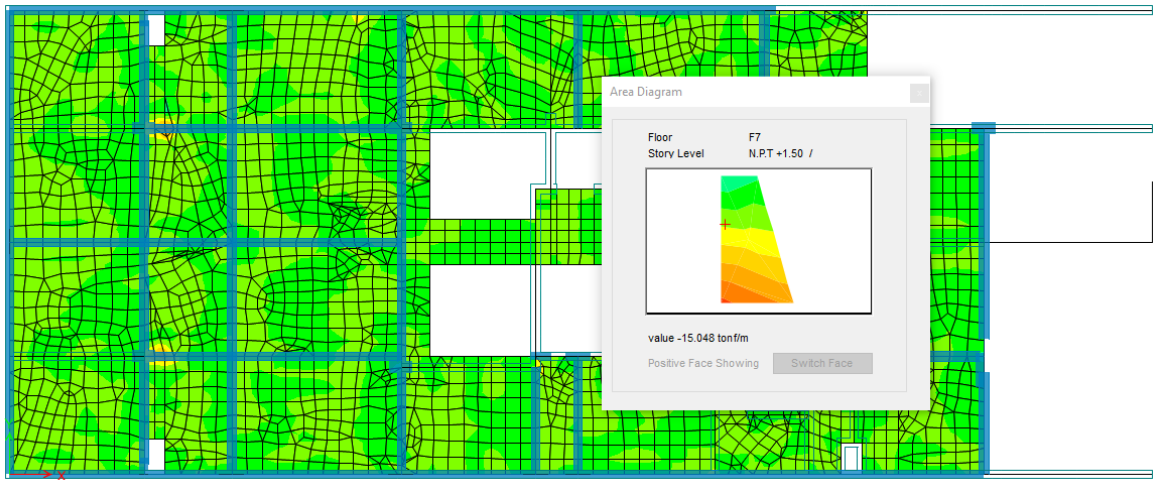
**Tabla 19.** Diseño por flexión en la dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>	
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>	
d:	0.219	m	
b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9		
Mu:	9.91	ton-m/m	
Rn=	230.22	ton/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.005776	/m	
As req =	12.63	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	3.93570	cm <sup>2</sup> /m	
Ø1/2"	1.29	cm <sup>2</sup>	
S =	0.102	m	
Usar:			
S =	0.100	m	
As real =	12.90	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.02	m	
ØMn =	10.11	ton-m	<b>OK</b>

El diseño por corte en un sentido se realizó considerando el aporte de corte de los dos materiales (concreto y acero), en el primer cortante se encontró que el cortante era absorbido por la capacidad del concreto, mientras que en una cierta región de la losa de transferencia se encontró que era necesario el aporte del cortante mediante acero (estribos), este desarrollo se describe a

continuación:

Para V13 (+):

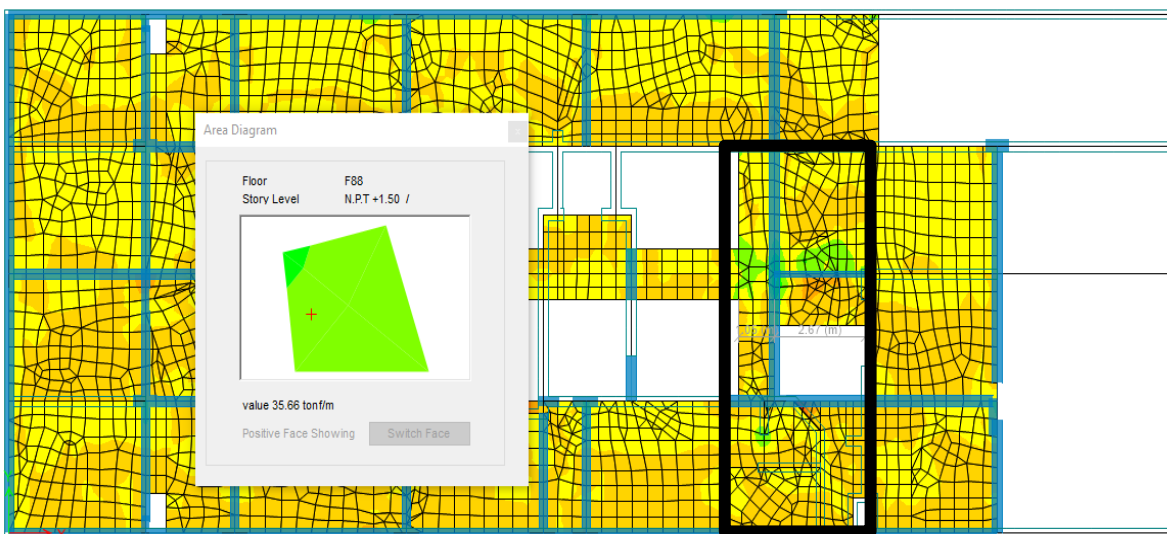


**Figura 38.** Cortante en un sentido en dirección XX

**Tabla 20.** Diseño por corte en un sentido para la dirección XX

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>				
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>				
d:	0.219	m				
b:	1.00	m				
$V_u =$	15.05	ton/m				
$\emptyset$ corte:	0.85					
$\emptyset V_c =$	16.4825079	ton/m	>	15.05	ton/m	<b>OK</b>

Para V23 (-):



**Figura 39.** Cortante en un sentido en dirección YY

**Tabla 21.** Diseño por corte en un sentido para la dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>				
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>				
d:	0.219	m				
b:	1.00	m				
Vu =	35.66	ton/m				
Ø corte:	0.85					
Av:	1.29	cm <sup>2</sup>				
S:	0.1	m				
ØVs:	20.139	ton/m				
ØVc:	16.483	ton/m				
ØVn:	36.621	ton/m	>	35.66	ton/m	<b>OK</b>

El diseño por cortante en dos sentidos, se realizó por cada muro que llegaba a la losa de transferencia, para ello se utilizó la carga última amplificada por 1.20 tal como lo indica la Norma E.060, así mismo se verificó si la resistencia del concreto o el espesor del paño de la losa era suficiente o caso contrario dichos valores fueron modificados:

**Tabla 22.** Cálculo de resistencia a corte por parte del concreto para el diseño por punzonamiento en losa de transferencia

MURO	Pu	LX	LY	d	bo	$\beta$	as	Vc (11-41)	Vc (11-42)	Vc (11-43)	Vc	Condición
	tonf	m	m					tonf	tonf	tonf		
M3X	39.2787	1.55	0.25	0.22	4.03	6.2	20	104.18	118.30	152.91	104.18	Cumple
M6X	17.957	2.05	0.25	0.22	4.82	8.2	10	117.00	112.54	182.58	112.54	Cumple
M10X	71.108	3.01	0.25	0.22	6.74	12.04	10	153.40	149.15	255.36	149.15	Cumple
M11X	96.784	1.95	0.25	0.22	4.83	7.8	20	118.59	133.56	183.23	118.59	Cumple
M13X	126.7953	4.75	0.25	0.22	10.43	19	20	225.18	240.33	395.49	225.18	Cumple
M16X	19.4314	5.7	0.25	0.22	12.33	22.8	20	261.96	276.56	467.50	261.96	Cumple
M2Y	13.9902	0.25	0.68	0.22	2.29	2.72	20	77.73	85.13	86.96	77.73	Cumple
M3Y	35.518	0.25	2.63	0.22	6.19	10.52	20	143.94	159.49	234.78	143.94	Cumple
M4Y	62.7904	0.25	2.55	0.22	5.82	10.2	10	135.86	131.60	220.49	131.60	Cumple
M6Y	26.3991	0.25	1.05	0.22	2.82	4.2	10	81.20	74.40	106.78	74.40	Cumple
M8Y	50.4392	0.25	1.9	0.22	4.52	7.6	10	111.41	106.82	171.21	106.82	Cumple
M9Y	3.8729	0.25	1.73	0.22	4.39	6.92	20	110.60	125.17	166.55	110.60	Cumple
M10Y	76.0827	0.25	1.06	0.22	2.84	4.24	10	91.15	83.61	120.23	83.61	Cumple
M11Y	21.3046	0.25	0.68	0.22	2.29	2.72	20	77.73	85.13	86.96	77.73	Cumple
M12Y	27.7944	0.25	0.68	0.22	2.29	2.72	20	77.73	85.13	86.96	77.73	Cumple



M13Y	35.2266	0.25	0.68	0.22	2.29	2.72	20	77.73	85.13	86.96	77.73	Cumple
M14Y	20.5389	0.25	1.36	0.22	3.44	5.44	10	91.79	86.23	130.28	86.23	Cumple
M16Y	70.4229	0.25	3.5	0.22	7.93	14	20	177.05	192.66	300.73	177.05	Cumple
M19Y	80.936	0.25	0.88	0.27	2.53	3.52	10	95.20	90.61	117.85	90.61	Cumple
M22Y	84.9574	0.25	1.58	0.22	3.88	6.32	10	99.66	94.62	146.95	94.62	Cumple
M23Y	48.1452	0.25	1.36	0.22	3.44	5.44	10	91.79	86.23	130.28	86.23	Cumple
M24Y	57.9101	0.25	2.53	0.22	5.99	10.12	20	140.17	155.67	227.20	140.17	Cumple
M25Y	21.1791	0.25	1.31	0.22	3.55	5.24	20	95.89	109.15	134.71	95.89	Cumple
M26Y	18.6617	0.25	0.68	0.22	2.29	2.72	20	77.73	85.13	86.96	77.73	Cumple
M27Y	28.0923	0.25	1.71	0.22	4.14	6.84	10	104.40	99.57	156.81	99.57	Cumple

Los únicos cambios fueron, en el muro 10 y 19, con un valor de  $f'c$  de 350kgf/cm<sup>2</sup> y un espesor de losa de transferencia de .30m, respectivamente. Es fundamental resaltar que estas cargas gravitacionales muertas se encuentran bajo la no linealidad, puesto que se utilizaron las cargas provenientes de una secuencia de construcción, la cual resulta necesario puesto que los muros de ductilidad limitada crean grandes deformaciones en la losa.

### Diseño de vigas peraltadas

Se realizó el diseño de la Viga B41, cumpliendo con los diseños exigidos por la Norma E.060, flexión, corte, capacidad y verificación por torsión, los datos tomados para el diseño del elemento son como sigue:

**Tabla 23.** Diseño de la viga peraltada por flexión, corte, capacidad y torsión

h viga:	0.65	0.65	0.65	m
b viga:	0.25	0.25	0.25	m
Pu:	5.4557	5.4557	5.4557	tonf
0,1f'cAg:	45.5	45.5	45.5	tonf
Pu < 01f'cAg:	<b>Viga</b>	<b>Viga</b>	<b>Viga</b>	
Luz libre de la viga:	2.4	2.4	2.4	m
f'c:	2800	2800	2800	tonf/m <sup>2</sup>
fy:	42000	42000	42000	tonf/m <sup>2</sup>
0.7*f'c:	1960	1960	1960	tonf/m <sup>2</sup>
Recubrimiento, r:	0.04	0.04	0.04	m
Estribo Ø3/8":	0.009525	0.009525	0.009525	m
d* (-):	0.08	0.08	0.08	m

d* (+):	0.08	0.08	0.08	m
d (-):	0.570	0.570	0.570	m
d (+):	0.570	0.570	0.570	m
Es:	20000000	20000000	20000000	tonf/m2
$\epsilon_y$ :	0.0021	0.0021	0.0021	
Ec:	2509980	2509980	2509980	tonf/m2
$\emptyset$ flexión:	0.9	0.9	0.9	
$\emptyset$ corte y torsión:	0.85	0.85	0.85	
B1:	0.85	0.85	0.85	
$\epsilon_c$ (def. unitaria concreto):	0.003	0.003	0.003	
$\epsilon_t$ (def. unitaria de acero):	0.007	0.007	0.007	

Iniciamos con el diseño por flexión:

**Tabla 24.** *Diseño de la viga peraltada por flexión*

Mu (-)	10.9296	1.7055	4.4535	tonf-m
Mu (+)	3.2261	0.802	2.4479	tonf-m
Requisitos	10.9296	0.806525	4.4535	tonf-m
de la Norma	3.6432	0.806525	1.4845	tonf-m
Mu (-) de diseño	10.9296	1.7055	4.4535	tonf-m
Mu (+) de diseño	3.6432	0.806525	2.4479	tonf-m
Aplica Redistribución de Mu (?)	No aplica	No aplica	No aplica	
Porcentaje de redistribución (-):	7.00%	7.00%	7.00%	
Porcentaje de redistribución (+):	7.00%	7.00%	7.00%	
Mu redistribuido (-):	10.1645	1.5861	4.1418	tonf-m
Mu redistribuido (+):	3.3882	0.7501	2.2765	tonf-m
Rn (-)	149.5106	23.3303	60.9213	tonf/m2
Rn (+)	49.8369	11.0328	33.4859	tonf/m2
$f_t$ (-) 1 o 2 capas=	0.01445	0.01445	0.01445	
$f_t$ (+) 1 o 2 capas =	0.01445	0.01445	0.01445	
Rnt (-)	529.2881	529.2881	529.2881	tonf/m2
Rnt (+)	529.2881	529.2881	529.2881	tonf/m2
Rn>Rnt? (-)	Controlada a tracción	Controlada a tracción	Controlada a tracción	
Rn>Rnt? (+)	Controlada a tracción	Controlada a tracción	Controlada a tracción	
$f_t$ (-) a tracción en una sección controlada a compresión	0.01445	0.01445	0.01445	
$f_t$ (+) a tracción en una sección controlada a compresión	0.01445	0.01445	0.01445	
$f_t$ (-) a tracción en una sección controlada a tracción	0.003679218	0.000558232	0.001469563	
$f_t$ (+) a tracción en una sección controlada a tracción	0.001199283	0.000263297	0.000802971	
Mnt (-)	42.9914	42.9914	42.9914	tonf-m

Mnt (+)	42.9914	42.9914	42.9914	tonf-m
M'n (-)	-30.8474	-41.0964	-38.0431	tonf-m
M'n (+)	-38.9434	-42.0953	-40.2715	tonf-m
c(-)	0.171	0.171	0.171	m
c(+)	0.171	0.171	0.171	m
f's ≤ fy (-)	31929.82456	31929.82456	31929.82456	tonf/m2
f's ≤ fy (+)	31929.82456	31929.82456	31929.82456	tonf/m2
As (-) requerido	5.2429	0.7955	2.0941	cm2
A's (-) requerido	0.0000	0.0000	0.0000	cm2
A's (+) requerido	0.0000	0.0000	0.0000	cm2
As (+) requerido	1.7090	0.3752	1.1442	cm2
Asmín f'c<310kg/cm2	4.75000	4.75000	4.75000	cm2
Asmín f'c>310kg/cm2	3.97414	3.97414	3.97414	cm2
As sup	5.2429	4.7500	4.7500	cm2
As inf	4.7500	4.7500	4.7500	cm2
As sup corrido requerido	1.7476	1.7476	1.7476	cm2
As inf corrido requerido	1.5833	1.5833	1.5833	cm2
As sup corrido: Øb (1)	Ø1/2"	Ø1/2"	Ø1/2"	diámetro
As sup corrido: Área (1)	1.29	1.29	1.29	cm2
As sup corrido : nº barras (1)	2	2	2	barras
As sup corrido colocado (1)	2.5800	2.5800	2.5800	cm2
As sup corrido: Øb (2)	Øb	Øb	Øb	diámetro
As sup corrido: Área (2)	0	0	0	cm2
As sup corrido : nº barras (2)	0	0	0	barras
As sup corrido colocado (2)	0.0000	0.0000	0.0000	cm2
Doble capa de acero corrido (?)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	
As sup bastón: Øb (1)	Ø5/8"	Ø1/2"	Ø1/2"	diámetro
As sup bastón: Área (1)	2	1.29	1.29	cm2
As sup bastón: nº barras (1)	2	2	2	barras
As sup bastón: Øb (2)	Øb	Øb	Øb	diámetro
As sup bastón: Área (2)	0	0	0	cm2
As sup bastón: nº barras (2)	0	0	0	barras
As sup bastón: Øb (3)	Øb	Øb	Øb	diámetro
As sup bastón: Área (3)	0	0	0	cm2
As sup bastón: nº barras (3)	0	0	0	barras
As sup bastón colocado	4.0000	2.5800	2.5800	cm2
As sup total colocado	6.5800	5.1600	5.1600	cm2
Porcentaje: 95% mín	125.5034	108.6316	108.6316	%
Porcentaje: 95% mín	108.6316	108.6316	108.6316	%
As inf total colocado	5.1600	5.1600	5.1600	cm2
As inf bastón colocado	2.5800	2.5800	2.5800	cm2
As inf bastón: nº barras (3)	0	0	0	barras
As inf bastón: Área (3)	0	0	0	cm2
As inf bastón : Øb (3)	Øb	Øb	Øb	diámetro

As inf bastón: nº barras (2)	0	0	0	barras
As inf bastón: Área (2)	0	0	0	cm2
As inf bastón : Øb (2)	Øb	Øb	Øb	diámetro
As inf bastón: nº barras (1)	2	2	2	barras
As inf bastón: Área (1)	1.29	1.29	1.29	cm2
As inf bastón : Øb (1)	Ø1/2"	Ø1/2"	Ø1/2"	diámetro
Doble capa de acero corrido (?)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	
As inf corrido colocado (2)	0.0000	0.0000	0.0000	cm2
As inf corrido : nº barras (2)	0	0	0	barras
As inf corrido: Área (2)	0	0	0	cm2
As inf corrido: Øb (2)	Øb	Øb	Øb	diámetro
As inf corrido colocado (1)	2.5800	2.5800	2.5800	cm2
As inf corrido : nº barras (1)	2	2	2	barras
As inf corrido: Área (1)	1.29	1.29	1.29	cm2
As inf corrido: Øb (1)	Ø1/2"	Ø1/2"	Ø1/2"	diámetro
As (-) requerido	6.5800	5.1600	5.1600	cm2
A's (-) requerido	5.1600	5.1600	5.1600	cm2
A's (+) requerido	6.5800	5.1600	5.1600	cm2
As (+) requerido	5.1600	5.1600	5.1600	cm2
Asumiendo A's (-) fluye, a (-)	0.0464	0.0364	0.0364	m
Asumiendo A's (-) fluye, c (-)	0.0546	0.0429	0.0429	m
Asumiendo A's (+) fluye, a (+)	0.0464	0.0364	0.0364	m
Asumiendo A's (+) fluye, c (+)	0.0546	0.0429	0.0429	m
d'4 (-) :	0.1502	0.1502	0.1502	m
d'3 (-) :	0.1252	0.1252	0.1252	m
d'2 (-) :	0.0937	0.0937	0.0937	m
d'1 (-) :	0.0559	0.0559	0.0559	m
ε's4 (-)	-0.0052438	-0.0075124	-0.0075124	
ε's4 (-) ≥ εy (?)	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	
ε's3 (-)	-0.0038713	-0.0057622	-0.0057622	
ε's3(-) ≥ εy (?)	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	
ε's2 (-)	-0.0021469	-0.0035633	-0.0035633	
ε's2(-) ≥ εy (?)	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	
ε's1 (-)	-0.0000708	-0.0009158	-0.0009158	
ε's1 (-) ≥ εy (?)	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	
d'4 (+)	0.1533	0.1502	0.1502	m
d'3 (+)	0.1283	0.1252	0.1252	m
d'2 (+)	0.0953	0.0937	0.0937	m
d'1 (+)	0.0559	0.0559	0.0559	m
ε's4 (+)	-0.0054163	-0.0075124	-0.0075124	
ε's4 (+) ≥ εy (?)	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	
ε's3 (+)	-0.0040437	-0.0057622	-0.0057622	
ε's3(+) ≥ εy (?)	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	<b>Acero no fluye</b>	
ε's2 (+)	-0.0022332	-0.0035633	-0.0035633	

$\epsilon's2(+) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's1 (+)$	-0.0000708	-0.0009158	-0.0009158	
$\epsilon's1 (+) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon t (-)$	0.0282937	0.0369055	0.0369055	
$\epsilon t (-) \geq \epsilon t \text{ asumido} (?)$	Viga dúctil	Viga dúctil	Viga dúctil	
$\epsilon t (+)$	0.0282937	0.0369055	0.0369055	
$\epsilon t (+) \geq \epsilon t \text{ asumido} (?)$	Viga dúctil	Viga dúctil	Viga dúctil	
Asumiendo A's (-) no fluye, c (-)	0.0645	0.0591	0.0591	m
Asumiendo A's (+) no fluye, c (+)	0.0633	0.0591	0.0591	m
Asumiendo A's (-) no fluye, a (-)	0.0759	0.0696	0.0696	m
Asumiendo A's (+) no fluye, a (+)	0.0745	0.0696	0.0696	m
$\epsilon's4 (-)$	-0.00398620	-0.00461907	-0.00461907	
$\epsilon's4 (-) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's3 (-)$	-0.00282305	-0.00335055	-0.00335055	
$\epsilon's3(-) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's2 (-)$	-0.00136176	-0.00175689	-0.00175689	
$\epsilon's2(-) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's1 (-)$	0.00039766	0.00016192	0.00016192	
$\epsilon's1 (-) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's4 (+)$	-0.00411673	-0.00461907	-0.00461907	
$\epsilon's4 (+) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's3 (+)$	-0.00293185	-0.00335055	-0.00335055	
$\epsilon's3(+) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's2 (+)$	-0.00144326	-0.00175689	-0.00175689	
$\epsilon's2(+) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's1 (+)$	0.00034904	0.00016192	0.00016192	
$\epsilon's1(+) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon t (-)$	0.0235198	0.0259222	0.0259222	
$\epsilon t (-) \geq \epsilon t \text{ asumido} (?)$	Viga dúctil	Viga dúctil	Viga dúctil	
$\epsilon t (+)$	0.0240153	0.0259222	0.0259222	
$\epsilon t (+) \geq \epsilon t \text{ asumido} (?)$	Viga dúctil	Viga dúctil	Viga dúctil	
Distrib. barras: 4 capa sup (-)	0	0	0	Øb
Área de barras utilizadas (-)	0.00	0.00	0.00	cm2
Distrib. barras: 3 capa sup (-)	0	0	0	Øb
Área de barras utilizadas (-)	0.00	0.00	0.00	cm2
Distrib. barras: 2 capa sup (-)	2	2	2	Ø1/2"
Área de barras utilizadas (-)	2.00	1.29	1.29	cm2
Distrib. barras: 1 capa sup (-)	2	2	2	Ø1/2"
Área de barras utilizadas (-)	1.29	1.29	1.29	cm2
Ácero 4capa*d' (4) (-)	0.00000000	0.00000000	0.00000000	m2*m
Ácero 3capa*d' (3) (-)	0.00000000	0.00000000	0.00000000	m2*m
Ácero 2capa*d' (2) (-)	0.00003056	0.00001931	0.00000653	m2*m
Ácero 1capa*d' (1) (-)	0.00001443	0.00001443	0.00000165	m2*m
Área total *d' (-)	0.00004500	0.00003374	0.00000818	m2*m

Área total	0.0007	0.0005	0.0005	m2
d* (-)	0.0684	0.0654	0.0159	m
d (-)	0.5816	0.5846	0.6341	m
d (+)	0.5846	0.5846	0.6341	m
d* (+)	0.0654	0.0654	0.0159	m
Área total	0.0005	0.0005	0.0005	m2
Área total *d' (+)	0.00003374	0.00003374	0.00000818	m2*m
Ácero 1capa*d' (1) (+)	0.00001443	0.00001443	0.00000165	m2*m
Ácero 2capa*d' (2) (+)	0.00001931	0.00001931	0.00000653	m2*m
Ácero 3capa*d' (3) (+)	0.00000000	0.00000000	0.00000000	m2*m
Ácero 4capa*d' (4) (+)	0.00000000	0.00000000	0.00000000	m2*m
Área de barras utilizadas (+)	1.29	1.29	1.29	cm2
Distrib. barras: 1 capa inf (+)	2	2	2	Ø1/2"
Área de barras utilizadas (+)	1.29	1.29	1.29	cm2
Distrib. barras: 2 capa inf (+)	2	2	2	Ø1/2"
Área de barras utilizadas (+)	0.00	0.00	0.00	cm2
Distrib. barras: 3 capa inf (+)	0	0	0	Øb
Área de barras utilizadas (+)	0.00	0.00	0.00	cm2
Distrib. barras: 4 capa inf (+)	0	0	0	Øb
Utilizar:	Asumiendo que no fluye	Asumiendo que no fluye	Asumiendo que no fluye	
Mn (-)	15.0254	11.9160	12.9893	tonf-m
Mn (+)	11.8628	11.9160	12.9893	tonf-m
ØMn (-)	13.5228	10.7244	11.6904	tonf-m
ØMn (+)	10.6765	10.7244	11.6904	tonf-m
Mu (-) de diseño	10.9296	1.7055	4.4535	tonf-m
Mu (+) de diseño	3.6432	0.8065	2.4479	tonf-m
Mn (-) > Mcr (-) (?)	Cumple	Cumple	Cumple	
Mn (+) > Mcr (+) (?)	Cumple	Cumple	Cumple	
ØMn (-) ≥ Mu (+) (?)	Cumple	Cumple	Cumple	
ØMn (+) ≥ Mu (-) (?)	Cumple	Cumple	Cumple	

El diseño por corte actuante debido a cargas de sismo, lleva el siguiente procedimiento:

**Tabla 25.** Diseño de la viga peraltada por corte

Vu (análisis) a "d"	9.3369	6.0047	6.1732	tonf
Vu (capacidad)	18.2540	0.0000	16.6338	tonf
Vu	9.3369	6.0047	6.1732	tonf
0.5ØVc	5.2093	5.3398	5.7034	tonf
Vu > 0.5ØVc (?)	Requiere acero mínimo	Requiere acero mínimo	Requiere acero mínimo	
Szc máx, "d/2" o "d/4"	0.1454	0.292	0.16	m
Szc	0.1000	0.2500	0.1000	m

nº de grapas	2.0000	2.0000	2.0000	
Área de la barra de estribo para corte	0.71	0.71	0.71	cm2
nº de grapas por torsión	0.0000	0.0000	0.0000	
Área de la barra de estribo para torsión	0.00	0.00	0.00	cm2
2At + Av	1.42	1.42	1.42	cm2
Av mín	No aplica Av mín	No aplica Av mín	No aplica Av mín	cm2
3.5bwS/fy	No aplica Av mín	No aplica Av mín	No aplica Av mín	cm2
Av mín ≥ 3.5bwS/fy (?)	No aplica Av mín	No aplica Av mín	No aplica Av mín	
<b>ESTRIBO</b>	2	2	2	Ø3/8"
	0.71	0.71	0.71	cm2
<b>GRAPAS COMPLEMENTARIAS</b>	0	0	0	Øb
	0.00	0.00	0.00	cm2
2At + Av (EQUIVALENTE TOTAL)	1.42	1.42	1.42	cm2
Vc :(11-3)	12.8953	12.9617	14.0598	tonf
f <sub>w</sub> (-):	0.00722	0.00635	0.00635	
f <sub>w</sub> (+):	0.00722	0.00635	0.00635	
Vu*d/Mu (-)	0.4969	2.0583	0.8790	
Vu*d/Mu (+)	1.4983	4.3525	1.5992	
Vu*d/Mu < 1 (?) (-)	0.4969	1.0000	0.8790	
Vu*d/Mu < 1 (?) (+)	1.0000	1.0000	1.0000	
Vc (-) : (11-5)	12.2573	12.5643	13.4197	
Vc (+) : (11-5)	12.5065	12.9391	13.5473	
0.93 √ f <sub>cbwd</sub> (-)	22.6277	22.7442	24.6709	
0.93 √ f <sub>cbwd</sub> (+)	22.7442	22.7442	24.6709	
Vc (-) < 0.29 √ f <sub>cbwd</sub> (-) (?)	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>	
Vc (+) < 0.29 √ f <sub>cbwd</sub> (+) (?)	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>	
Vc	12.2573	12.5643	13.4197	tonf
Vs	34.6877	13.9465	37.8200	tonf
1.1 √ f <sub>cbwd</sub>	26.7639	26.9017	29.1807	tonf
Vs < 1.1 √ f <sub>cbwd</sub> (?)	<b>Reducir Smáx de d/2 a d/4</b>	<b>Smáx = d/2</b>	<b>Reducir Smáx de d/2 a d/4</b>	
2.1 √ f <sub>cbwd</sub>	51.0947	51.3578	55.7086	tonf
Vs < 2.1 √ f <sub>cbwd</sub> (?)	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>	
ØVn	40.4456	22.8720	44.0978	tonf
ØVn ≥ Vu (?)	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>	<b>Cumple</b>	

El diseño por capacidad para confirmar la separación o cantidad de acero transversal o caso contrario, incrementar; es como sigue:

**Tabla 26. Diseño de la viga peraltada por capacidad**

Ancho Tributario	3.38	3.38	m
CM	2.756	2.756	tonf/m
P. Losa	2.028	2.028	tonf/m
P Viga	0.390	0.390	tonf/m
Piso Terminado	0.338	0.338	tonf/m
CV:	0.200	0.200	tonf/m
s/c de habitación:	0.200	0.200	tonf/m
s/c pazadizo:	0.000	0.000	tonf/m
CM+CV	2.956	2.956	tonf/m
Cu	3.695	3.695	tonf/m
hn:	2.4	2.4	m
$1.25 \cdot f_y$	52500	52500	tonf/m <sup>2</sup>
Asumiendo A's (-) fluye, a (-)	0.0581	0.0455	
Asumiendo A's (-) fluye, c (-)	0.0683	0.0536	
Asumiendo A's (+) fluye, a (+)	0.0581	0.0455	
Asumiendo A's (+) fluye, c (+)	0.0683	0.0536	
Asumiendo A's (-) no fluye, c (-)	0.0713	0.0640	
Asumiendo A's (+) no fluye, c (+)	0.0677	0.0640	
Asumiendo A's (-) no fluye, a (-)	0.0606	0.0544	
Asumiendo A's (+) no fluye, a (+)	0.0575	0.0544	
Asumiendo A's fluye			
$\epsilon's4 (-)$	-0.003595035	-0.005409947	
$\epsilon's4 (-) \geq \epsilon_y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's3 (-)$	-0.00249701	-0.004009754	
$\epsilon's3(-) \geq \epsilon_y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's2 (-)$	-0.001117542	-0.002250664	
$\epsilon's2(-) \geq \epsilon_y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's1 (-)$	0.00054337	-0.000132679	
$\epsilon's1(-) \geq \epsilon_y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's4 (+)$	-0.003733024	-0.005409947	
$\epsilon's4 (+) \geq \epsilon_y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's3 (+)$	-0.002635	-0.004009754	
$\epsilon's3(+) \geq \epsilon_y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's2 (+)$	-0.001186537	-0.002250664	
$\epsilon's2(+) \geq \epsilon_y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's1 (+)$	0.00054337	-0.000132679	
$\epsilon's1(-) \geq \epsilon_y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
Asumen A's no fluye:			

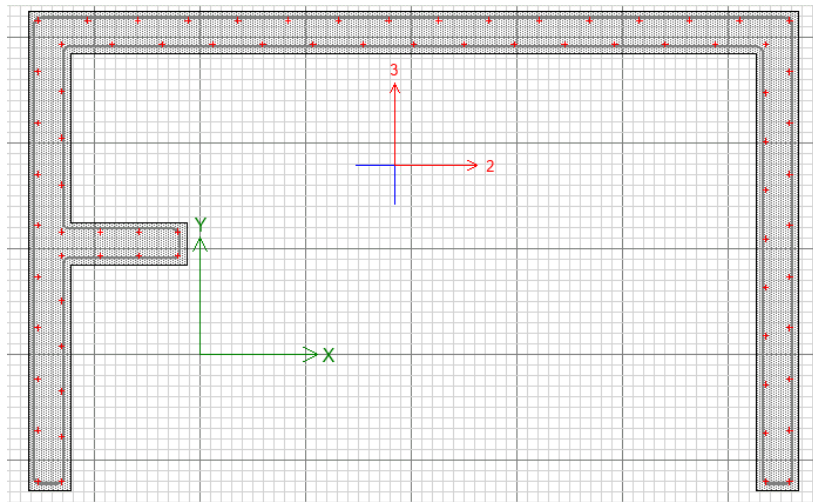


$\epsilon's4 (-)$	-0.00331588	-0.004042062	
$\epsilon's4 (-) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's3 (-)$	-0.002264333	-0.002869611	
$\epsilon's3(-) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's2 (-)$	-0.000943255	-0.001396639	
$\epsilon's2(-) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's1 (-)$	0.000647354	0.000376853	
$\epsilon's1 (-) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's4 (+)$	-0.003657918	-0.004042062	
$\epsilon's4 (+) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's3 (+)$	-0.002549425	-0.002869611	
$\epsilon's3(+ ) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's2 (+)$	-0.001156803	-0.001396639	
$\epsilon's2(+ ) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon's1 (+)$	0.0005199459	0.000376853 5	
$\epsilon's1 (+) \geq \epsilon y (?)$	Acero no fluye	Acero no fluye	
$\epsilon t (+)$	0.021463946	0.026739835	
$\epsilon t (+) \geq \epsilon t \text{ asumido} (?)$	Viga dúctil	Viga dúctil	
Mn inf (-)	19.0448	16.4423	tonf-m
Mn sup (+)	15.0582	16.4423	tonf-m
Mpr (+)	18.8227	20.5529	tonf-m
Visostático	1.8475	1.8475	tonf
Vhiperestático	16.4065	16.4065	tonf
Vu (capacidad)	18.2540	-14.5590	tonf
Mn inf (-)	19.0448	16.4423	tonf-m
Mn sup (+)	15.0582	16.4423	tonf-m
Mpr (-)	19.0448	16.4423	tonf-m
Visostático	1.8475	1.8475	tonf
Vhiperestático	14.7863	14.7863	tonf
Vu (capacidad)	-12.9388	16.6338	tonf

### Diseño de muro de ductilidad limitada

Se realizó el diseño de los muros de ductilidad limitada, considerando que el elemento en la dirección principal de análisis cuenta con alas equivalentes al 10% de la altura total del muro. De esta manera en el programa SAP2000 se modeló la sección

estructural y se obtuvo la capacidad a flexo-compresión, a continuación, se presenta el esquema matemático en el software:



**Figura 40.** Muro de ductilidad limitada

Los datos técnicos del muro de ductilidad limitada, fueron:  $f'_c$  de 210kgf/cm<sup>2</sup>,  $f_y$  de 4200kg/cm<sup>2</sup>, espesor del muro de 0.20m, altura total del muro de 22.7m, longitud del muro de 4.2m, recubrimiento mínimo en el alma del muro de .025m y un área efectiva de 1.668m<sup>2</sup>.

Seguidamente, se extrajo la demanda sísmica por cada patrón de carga, considerando la carga muerta, carga viva y las cargas de sismo en las dos direcciones de análisis:

**Tabla 27.** Demanda por cada patrón de carga

Load Case/Combo	P	M2	M3	V2	V3
	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf	tonf
<b>CM</b>	0	0.1139	0.2668	0.0371	0.1947
<b>CViva</b>	-15.1764	-1.7799	-0.772	-0.6258	-1.3073
<b>SXX</b>	163.4689	30.972	28.9422	19.2013	36.7923
<b>SY Y</b>	153.681	30.9129	82.4624	35.3617	16.2538

Las combinaciones de diseño utilizadas para el análisis a flexo-compresión fue:

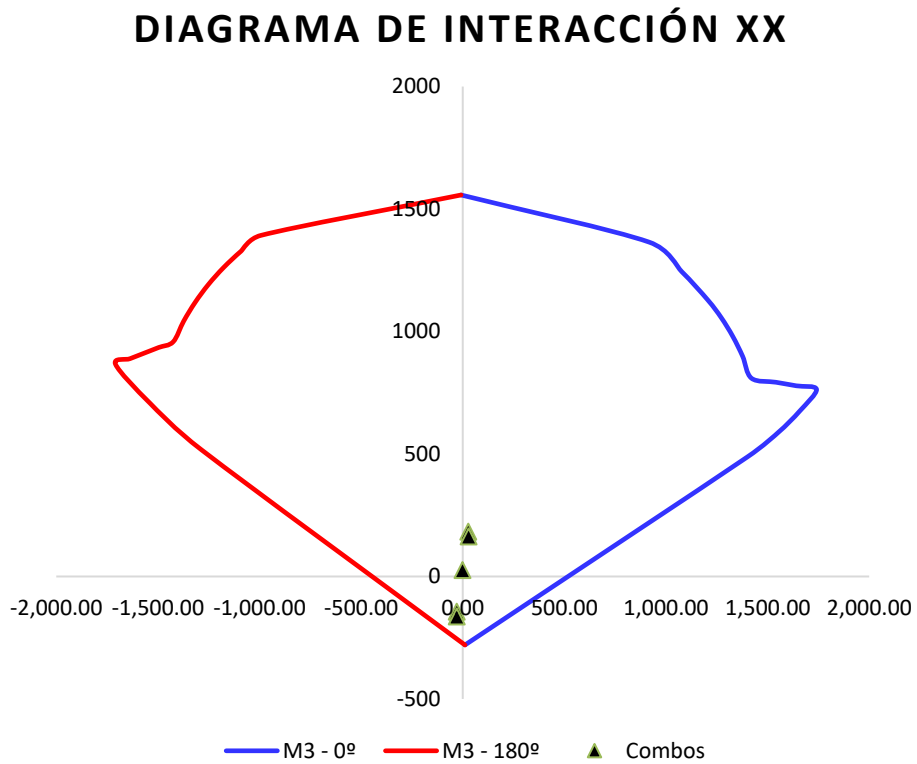
**Tabla 28.** Combinaciones de diseño en dirección XX y YY para carga axial, momentos y cortantes

<b>COMBINACIONES DE DISEÑO E.060</b>					
	<b>COMBOS</b>	<b>Pu</b>	<b>Mua2</b>	<b>Mua3</b>	<b>Vua</b>
<b>C. GRAVEDAD</b>	1.4CM+1.7CV	25.79988	-2.86637	-0.93888	-1.01192
<b>SIS XX</b>	1.25(CM+CV)+SISXX	182.4394	28.8895	28.3107	18.465425
	1.25(CM+CV)-SISXX	-144.4984	-33.0545	-29.5737	-19.937175
	0.9CM+SISXX	163.4689	31.07451	29.18232	19.23469
	0.9CM-SISXX	-163.4689	-30.86949	-28.70208	-19.16791
<b>SIS YY</b>	1.25(CM+CV)+SISYY	172.6515	28.8304	81.8309	34.625825
	1.25(CM+CV)-SISYY	-134.7105	-32.9954	-83.0939	-36.097575
	0.9CM+SISYY	153.681	31.01541	82.70252	35.39509
	0.9CM-SISYY	-153.681	-30.81039	-82.22228	-35.32831

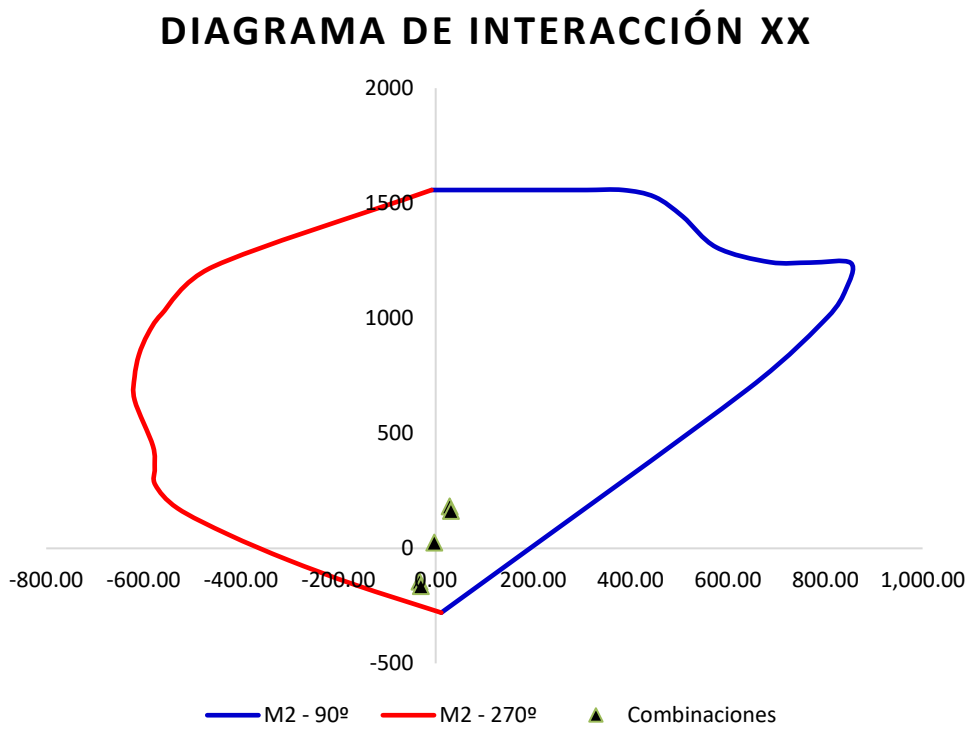
La superficie de interacción está conformada por los siguientes puntos:

**Tabla 29.** Diagrama de interacción para el momento M33 en los ángulos 0° y 180°

<b>PUNTOS</b>	<b>CURVA 1</b>		<b>CURVA 13</b>	
	<b>M33</b>		<b>M33</b>	
	<b>0°</b>		<b>180°</b>	
	<b>ØMn</b>	<b>ØPn</b>	<b>ØMn</b>	<b>ØPn</b>
<b>1</b>	-8.20E+00	1557.3278	-8.20E+00	1557.3278
<b>2</b>	916.8356	1364.9652	-994.1256	1392.2364
<b>3</b>	1077.5983	1244.3675	-1091.1328	1327.7372
<b>4</b>	1205.9493	1128.4721	-1176.6932	1261.1607
<b>5</b>	1271.9815	1056.4771	-1251.4097	1192.0089
<b>6</b>	1328.5002	980.4157	-1316.4121	1119.4266
<b>7</b>	1377.239	898.7228	-1373.3633	1042.0888
<b>8</b>	1420.974	809.0732	-1424.7524	957.9022
<b>9</b>	1540.85	792.8452	-1495.652	934.9438
<b>10</b>	1640.9447	778.3832	-1566.5517	911.9854
<b>11</b>	1741.0393	763.9211	-1637.4513	889.0271
<b>12</b>	1658.3159	675.3344	-1708.351	866.0687
<b>13</b>	1550.5987	586.5987	-1537.9783	706.6721
<b>14</b>	1400.6983	487.9789	-1285.0229	516.5969
<b>15</b>	10.93	-279.72	1.09E+01	-279.72



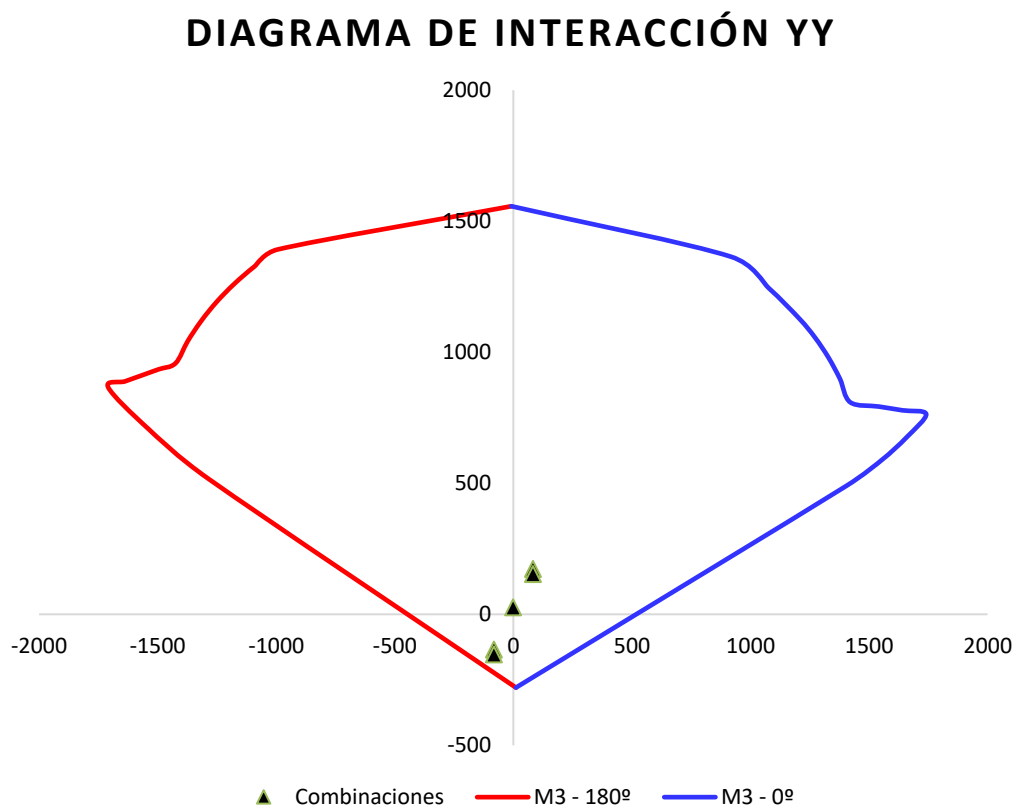
**Figura 41.** Diagrama de interacción en eje local 33 para análisis en la dirección XX



**Figura 42.** Diagrama de interacción en eje local 22 para análisis en la dirección XX

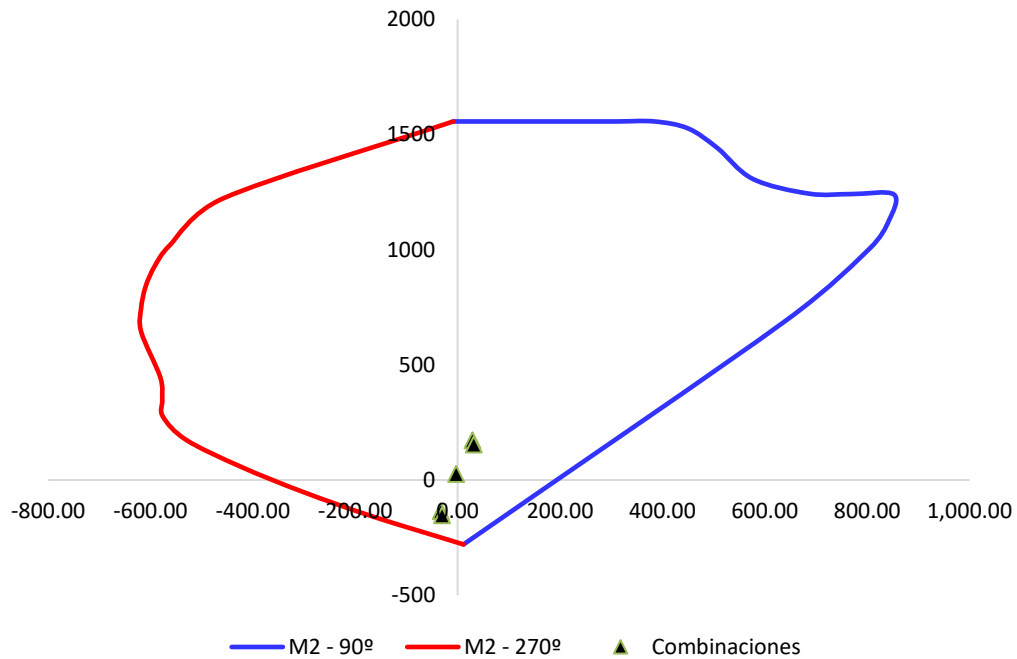
**Tabla 30.** Diagrama de interacción para el momento M22 en los ángulos 90° y 270°

PUNTOS	CURVA 7		CURVA 19	
	M22		M22	
	90°		270°	
	ØMn	ØPn	ØMn	ØPn
1	-8.61E+00	1557.3278	-8.61	1557.3278
2	131.4633	1557.3278	-457.82	1223.554
3	225.6393	1557.3278	-563.05	1018.0532
4	310.1907	1557.3278	-591.27	931.4138
5	384.84	1557.3278	-609.56	841.1445
6	450.269	1527.0445	-618.47	745.6036
7	507.4325	1442.1443	-618.21	642.6721
8	576.4712	1308.1192	-580.81	445.0735
9	686.4649	1243.7977	-577.16	347.6665
10	769.5042	1241.9621	-575.87	275.6272
11	852.5434	1240.1264	-530.73	174.7693
12	841.8642	1122.7249	-425.45	59.495
13	805.0451	1005.2632	-303.70	-50.3283
14	641.6991	692.9786	-164.66	-159.2155
15	11.48	-279.72	11.48	-279.72



**Figura 43.** Diagrama de interacción en eje local 33 para análisis en la dirección YY

## DIAGRAMA DE INTERACCIÓN YY



**Figura 44.** Diagrama de interacción en eje local 22 para análisis en la dirección YY

El cálculo del refuerzo transversal y vertical se realizó mediante el siguiente procedimiento, donde se tuvo en cuenta las consideraciones de la Norma E.060 para el diseño de muros estructurales (aplicable para muros de ductilidad limitada según el mismo documento normativo):

**Tabla 31.** Cálculo de acero horizontal y vertical mediante el diseño por corte

$P_u - N_u =$	172.6515	tonf	
$M_{ua} =$	81.8309	tonf-m	
$V_n \text{ máx} =$	628.46	tonf	
$f_w =$	0.005723022		
$M_m =$	-208.22362		
$V_c (11-5) =$	115.7958	tonf	
$V_c (11-7) =$	204.70909	tonf	
$V_c =$	115.7958	tonf	
$H_m/L_m =$	5.404761905		
$H_m/L_m =$	1.50	0.8	
$H_m/L_m =$	5.405	x	
$H_m/L_m =$	2.00	0.53	
$\alpha_c =$	0.53		
$V_c =$	128.1096	tonf	
$M_n \quad 1.25f_y =$	1037	tonf-m	

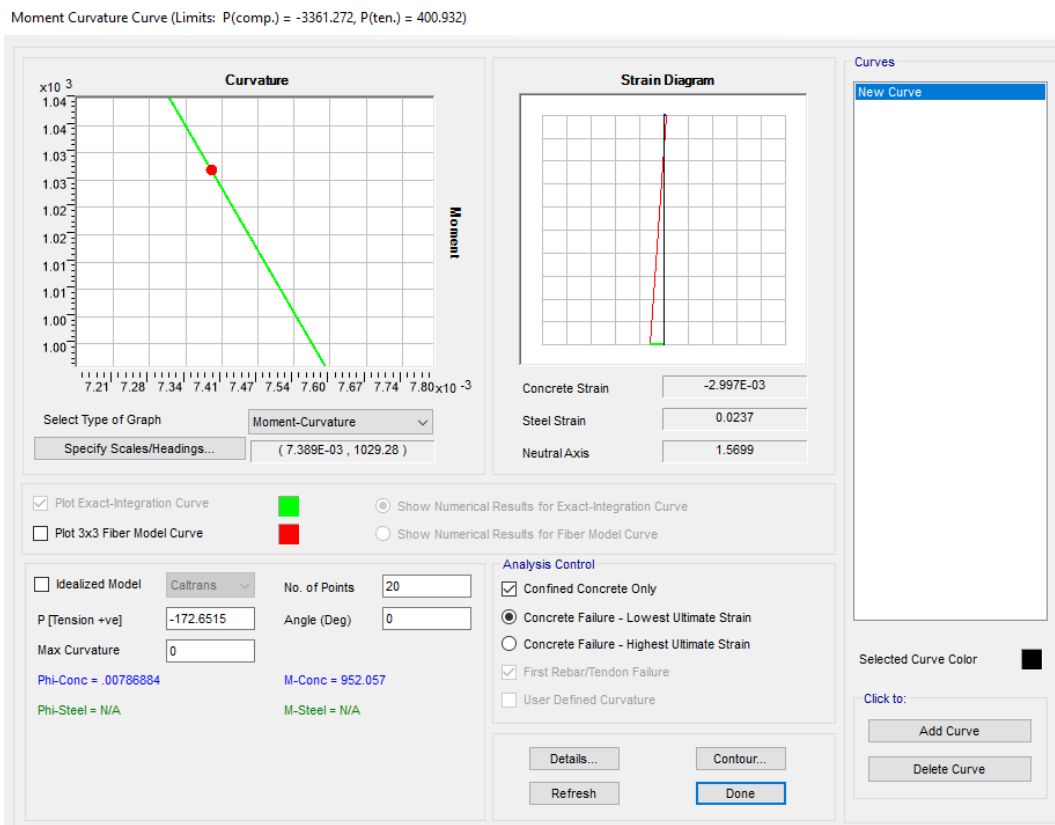
$V_{ua} =$	35	tonf	
$V_u = V_{ua} (M_n/M_{ua}) =$	52.9775	tonf	
$M_n/M_{ua} =$	12.6764	<	R: 3.06
	$L_m :$	4.2	m
$h$ (para disminuir $V_u$ a $V_{ua}$ )= $\mu / (4 \cdot V_u) :$		0.590822746	m
	$h$ hasta 2do piso :	5.3	m
$f_h$ mín =	0.0025		
$V_s =$	-53.47	tonf	
$\emptyset V_c =$	98.43	tonf	
$\emptyset V_c \geq V_u$ (?)	Usar: Cuantía mínima		
$f_h =$	0.002500		
$A_s$ requerido =	5.00	cm <sup>2</sup> /m	
$A_s$ req mín =	5.00	cm <sup>2</sup> /m	
$\emptyset A_b =$	0.71	cm <sup>2</sup>	
$S =$	-0.374776262	m	
Usar: $S =$	0.25	m	
$f_h$ real =	0.002840		
$\emptyset V_s =$	68.13	tonf	
$\emptyset V_c =$	98.43	tonf	
$\emptyset V_n =$	166.559	tonf	
$\emptyset V_n \geq V_u$ (?)	Cumple		
$f_v =$	0.0025		
$A_s$ requerido =	5.000	cm <sup>2</sup> /m	
$A_s$ req mín =	5.000	cm <sup>2</sup> /m	
$\emptyset A_b =$	1.29	cm <sup>2</sup>	
$S =$	0.5160	m	
Usar : $S =$	0.25	m	
$f_h$ real =	0.005160		

Una vez hallado el refuerzo transversal y longitudinal ideal, se determina mediante una simple relación de la altura del muro total y la longitud del muro, cuáles son las deformaciones predominantes en el elemento, en nuestro caso, el factor fue de 5.40, mayor que 2, por lo que las deformaciones esperadas eran por flexión. Evidenciado el comportamiento del muro de ductilidad limitada, se procede a calcular el valor de "c" o valor de la profundidad del eje neutro medido desde la carga exterior a compresión de uno de los extremos.

Finalmente, se realizó la verificación de aplicación de elementos de borde, de donde se dedujo técnicamente que no se requería dichos elementos, ya que el valor de “c” era menor que el valor de “c límite” dado por la Norma E.060. El cálculo es como se describe a continuación:

**Tabla 32.** Verificación de requerimiento de elementos de borde en placas

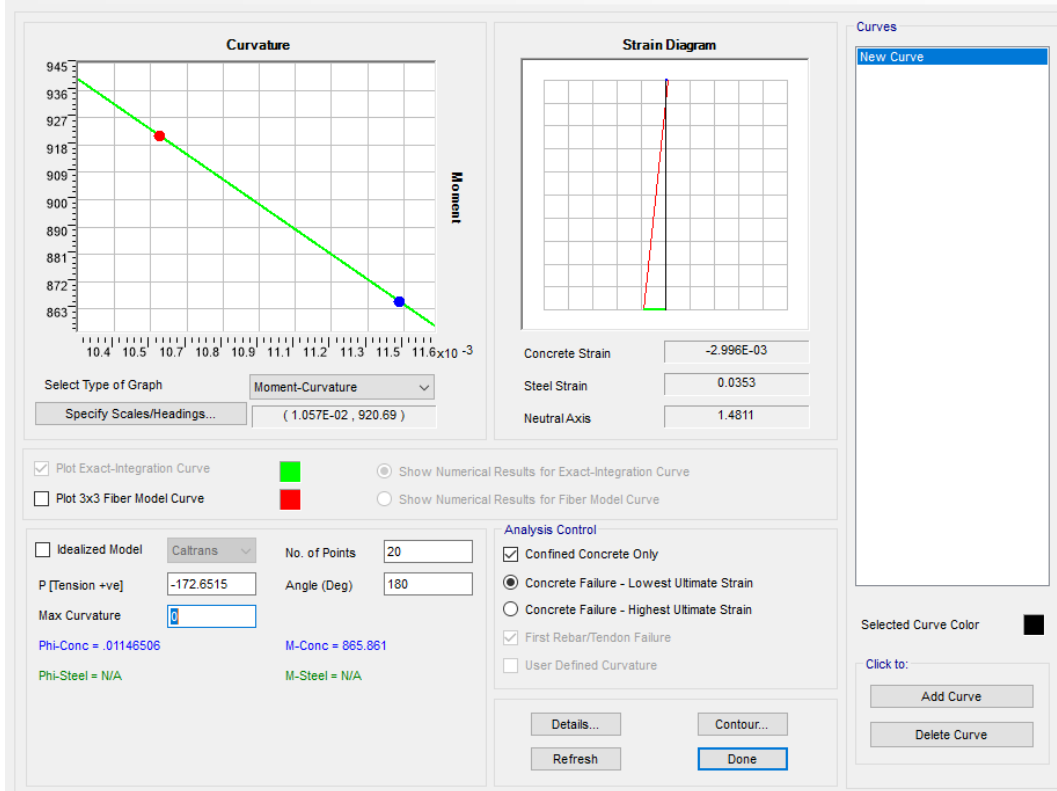
Para:	0° y 180°			
$\epsilon_c =$	0.003			
$\epsilon_t =$	0.023700			
d =	3.36		m	
c =	0.3775		m	
$\delta u$ inelástico =	0.02316114		m	
$\delta u/hm =$	0.001020	>	0.005	Usar: 0.005
c lím =	1.4		m	
$c \geq c$ lím (?) =	No req. elementos de borde			



**Figura 45.** Deformación unitaria del acero en la zona de tracción para  $P_u=172.65\text{tonf}$  y  $0^\circ$



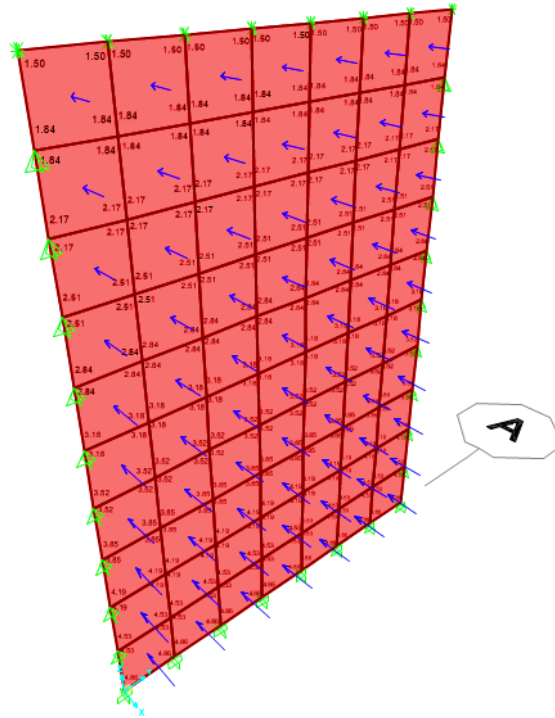
Moment Curvature Curve (Limits: P(comp.) = -3361.272, P(ten.) = 400.932)



**Figura 46.** Deformación unitaria del acero en la zona de tracción para  $P_u=172.65\text{ton}$  y  $180^\circ$

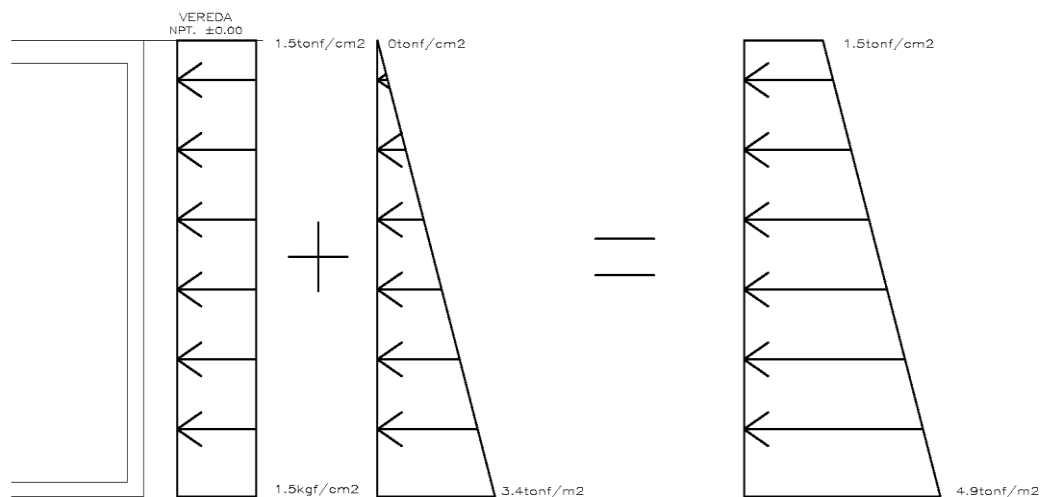
### Diseño de muro de sótano

Se realizó el modelamiento del muro de sótano en el software SAP2000 con la representación matemática de un elemento Shell – thin, el elemento cuenta con un espesor de .25m, una altura de 4.9m y un ancho de 3.5m, el esfuerzo a compresión “ $f_c$ ” fue de 280kgf/cm<sup>2</sup>. El ángulo de fricción según el Estudio de Mecánica de Suelos es de  $25.3^\circ$ , el coeficiente activo es de aproximadamente 0.40, el peso volumétrico del suelo es de 1.720tonf/m<sup>3</sup>. A continuación, se presenta el modelamiento estructural.



**Figura 47.** Modelamiento estructural de muro de sótano

La presión activa calculada que ejerce sobre el muro como presión de empuje del suelo fue de 3.4tonf/m<sup>2</sup> (sin considerar la sobrecarga). Esta sobrecarga se estimó de 1.5tonf/m<sup>2</sup> considerando que encima del muro transcurrían cargas móviles.



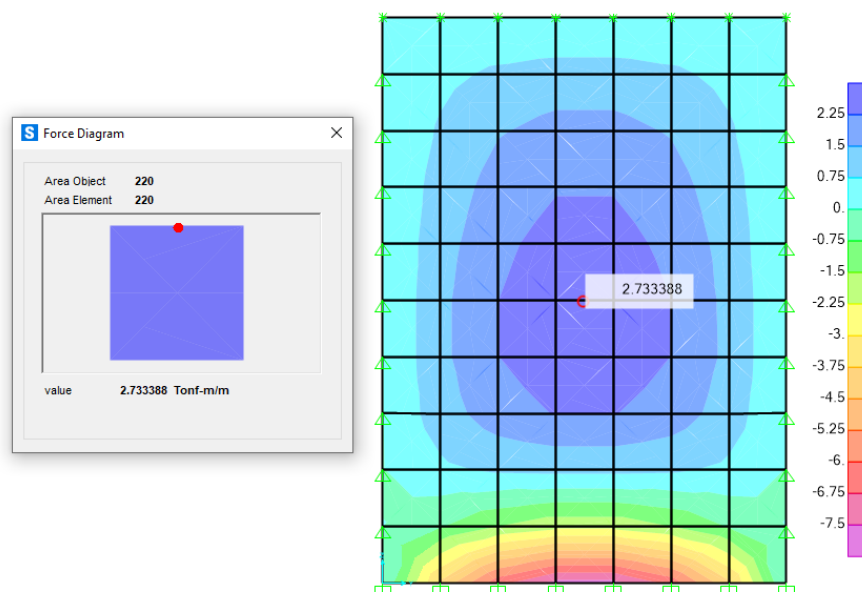
**Figura 48.** Carga lateral de empuje de suelo considerando la sobrecarga sobre muro de sótano

**Fuente:** CONSORCIO PEGASO SA

## Diseño por flexión

Cálculo del refuerzo inferior:

Para M22(+):

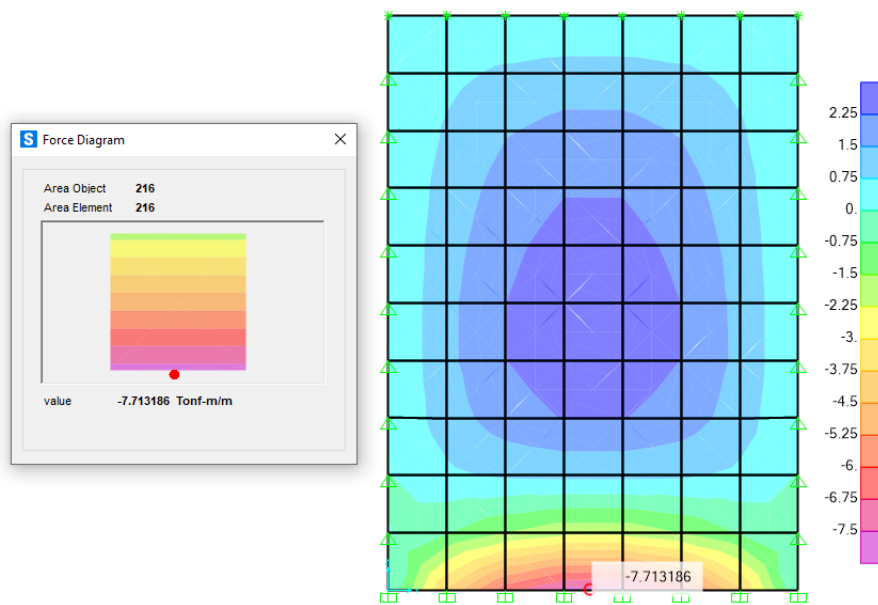


**Figura 49.** Momento último positivo en el eje local 22

**Tabla 33.** Diseño por flexión en dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.244	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	2.73	ton-m/m
Rn=	51.16	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.001231	/m
As req =	3.00	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	4.38570	cm <sup>2</sup> /m
Ø1/2"	1.29	cm <sup>2</sup>
S =	0.294	m
Usar:		
S =	0.200	m
As real =	6.45	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.01	m
ØMn =	5.80	ton-m/m

Para M22(-):



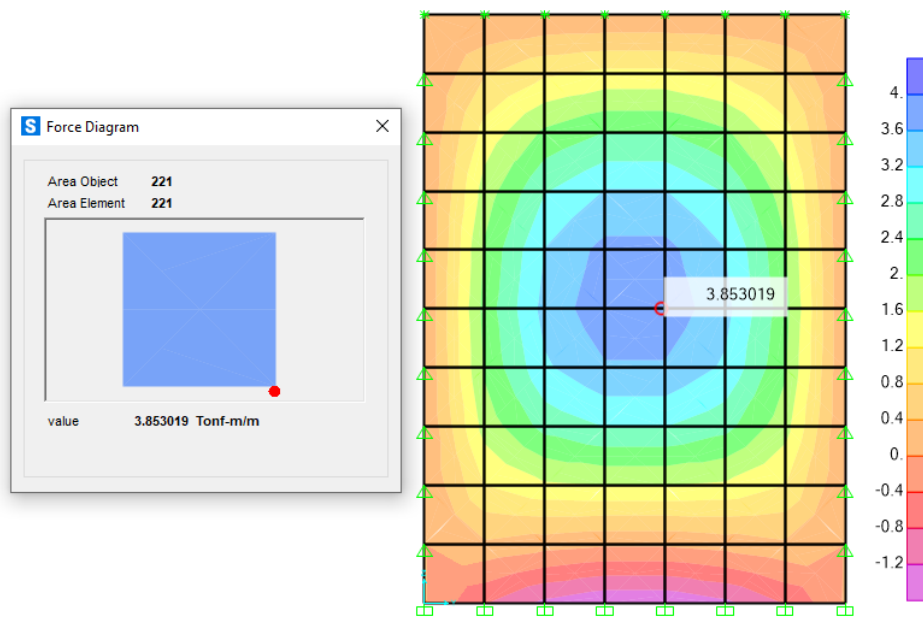
**Figura 50.** Momento último negativo en el eje local 22

**Tabla 34.** Diseño por flexión en dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.242	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	7.71	ton-m/m
Rn=	146.26	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.003597	/m
As req =	8.71	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	4.35713	cm <sup>2</sup> /m
Ø5/8"	2.00	cm <sup>2</sup>
S =	0.230	m
Usar:		
S =	0.200	m
As real =	10.00	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.02	m
ØMn =	8.82	ton-m

Cálculo del refuerzo inferior:

Para M11(+):

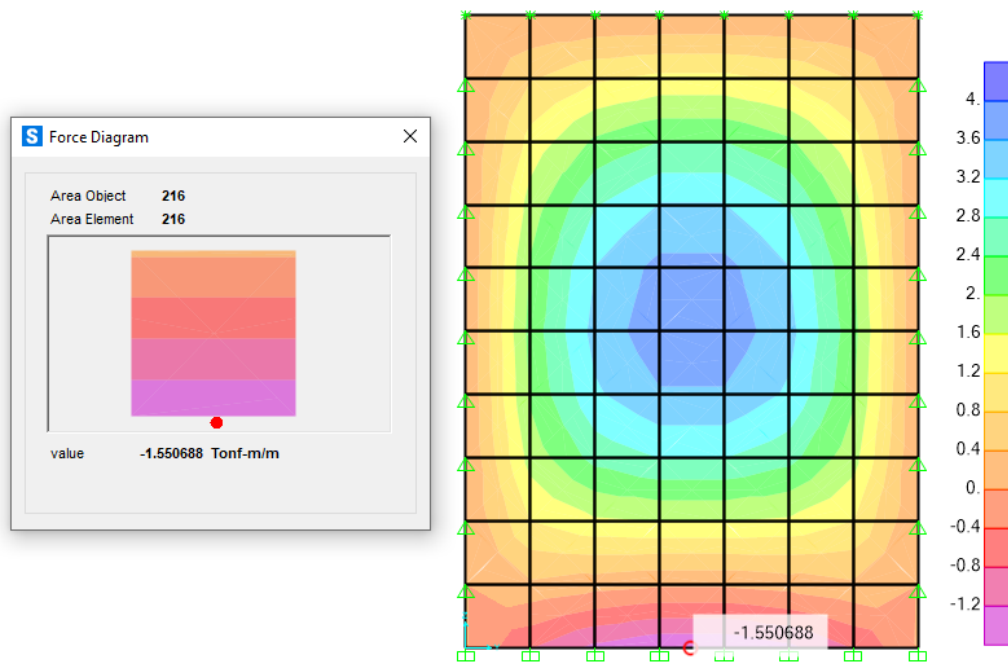


**Figura 51.** Momento último positivo en el eje local 11

**Tabla 35.** Diseño por flexión en dirección XX

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.244	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	3.85	ton-m/m
Rn=	72.12	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.001744	/m
As req =	4.25	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	4.38570	cm <sup>2</sup> /m
Ø1/2"	1.29	cm <sup>2</sup>
S =	0.294	m
Usar:		
S =	0.200	m
As real =	6.45	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.01	m
ØMn =	5.80	ton-m

Para M11(-):



**Figura 52.** Momento último negativo en el eje local 11

**Tabla 36.** Diseño por flexión en dirección XX

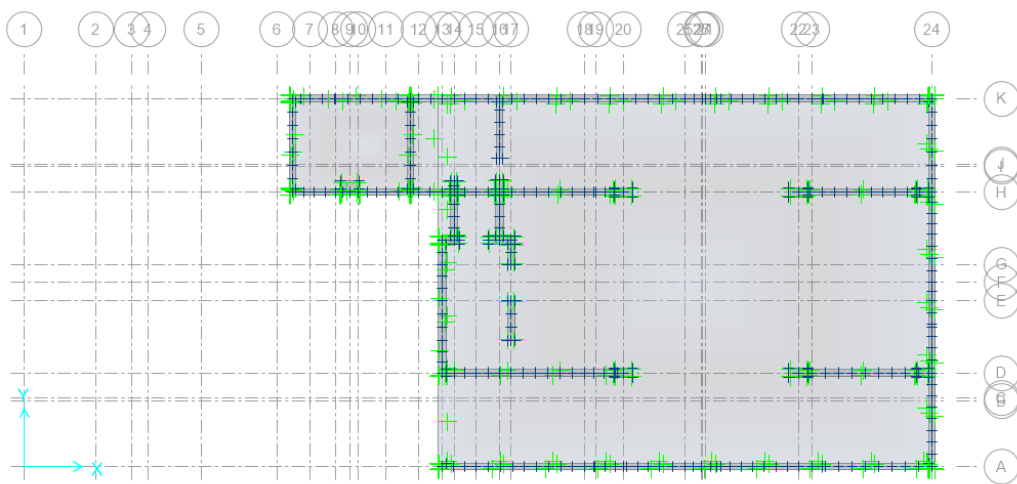
$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.244	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
$M_u =$	1.55	ton-m/m
$R_n =$	29.02	ton/m <sup>2</sup> /m
$\rho =$	0.000695	/m
$A_s \text{ req} =$	1.69	cm <sup>2</sup> /m
$A_{s \text{ mín}} =$	4.38570	cm <sup>2</sup> /m
Ø1/2"	1.29	cm <sup>2</sup>
S =	0.294	m
Usar:		
S =	0.200	m
$A_s \text{ real} =$	6.45	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.01	m
ØMn =	5.80	ton-m

### Diseño de platea de cimentación

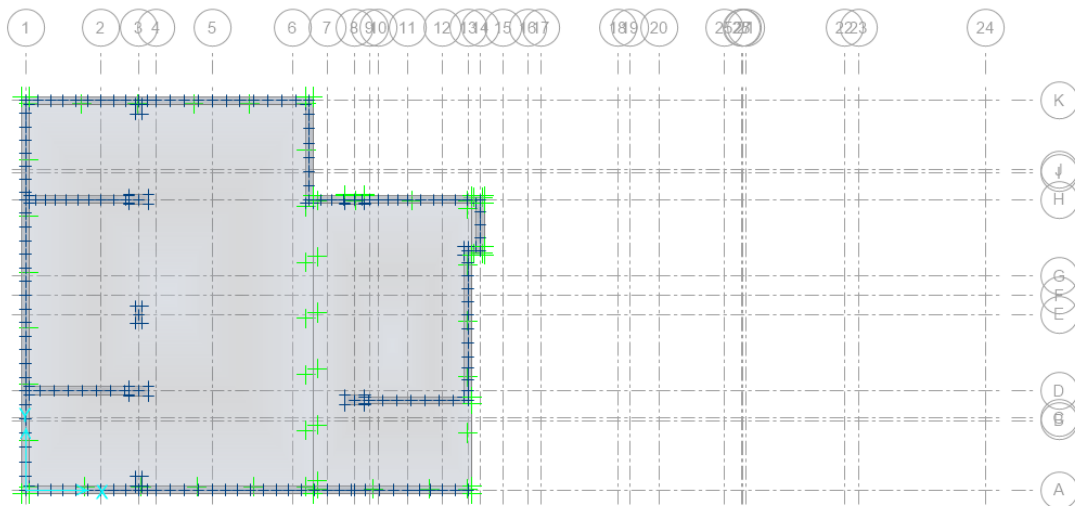
La platea de cimentación ha sido modelada como un elemento

Shell – Thick, de forma que los grados de libertad en dicha cimentación representan las limitaciones de desplazamiento mas no de rotación, puesto una losa gruesa en el software SAFE, cuenta con rotaciones en los ejes locales traslaciones y de desplazamiento en el eje perpendicular a su plano.

El espesor de la platea es de 0.70m y cuenta con un concreto de 280kgf/cm<sup>2</sup>. El primer nivel de cimentación está apoyado en suelo con capacidad portante de 2.67kgf/cm<sup>2</sup> y en el segundo nivel de cimentación, la capacidad portante es de 1.88kgf/cm<sup>2</sup>.



**Figura 53.** Modelamiento de platea de cimentación - 01



**Figura 54.** Modelamiento de platea de cimentación - 02

El diseño de la cimentación consistió en calcular una platea de

cimentación, la cual se realizó para dos niveles, el primero a una cota de fondo de N.P.T. -5.60 y el segundo a N.P.T. -4.33. Seguidamente se procedió a exportar las cargas laterales por piso mediante un patrón estático, este permite realizar la verificación de presiones para combinaciones de carga de servicio tal como lo indica la Norma E.060.

**Tabla 37.** Fuerzas laterales en dirección XX de naturaleza dinámica para la verificación de presiones

<b>ENTREPISO</b>	<b>FUERZAS PARA CIMENTACIÓN</b>	
<b>h</b>	<b>Fxx</b>	<b>UND</b>
TECHO 8	277.0309	ton
TECHO 7	216.323	ton
TECHO 6	181.667	ton
TECHO 5	153.2538	ton
TECHO 4	124.1781	ton
TECHO 3	92.241	ton
TECHO 2	62.1852	ton
TECHO 1	41.2955	ton

**Tabla 38.** Fuerzas laterales en dirección YY de naturaleza dinámica para la verificación de presiones

<b>ENTREPISO</b>	<b>FUERZAS PARA CIMENTACIÓN</b>	
<b>h</b>	<b>Fyy</b>	<b>UND</b>
TECHO 8	283.3061	ton
TECHO 7	216.5936	ton
TECHO 6	175.9739	ton
TECHO 5	143.9605	ton
TECHO 4	117.3284	ton
TECHO 3	93.0176	ton
TECHO 2	68.8557	ton
TECHO 1	49.1388	ton

A continuación, se presenta el cálculo de la platea en el nivel N.P.T. -5.60:

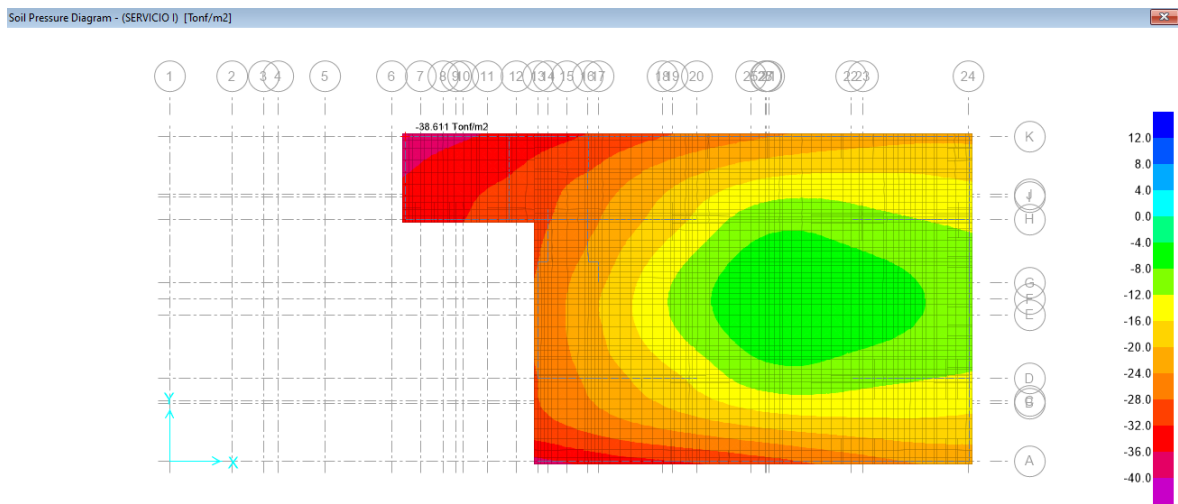


### Cálculo de presiones actuantes

De acuerdo a lo establecido por la Norma E.060, se llevó las cargas de sismo de un nivel de resistencia a servicio, multiplicando dichas cargas por el 80% para cada dirección y en ambos sentidos, así mismo la capacidad admisible del suelo deberá incrementarse en un 30% más. De acuerdo al EMS, la capacidad portante del suelo es de  $\sigma_t = 26.7 \text{ ton}/m^2$ , al tener en cuenta el 30% adicional, el valor de la capacidad sería:  $\sigma_t = 34.71 \text{ ton}/m^2$ . Se trabajó con cinco combinaciones de carga de servicio, la primera compete a la carga muerta más carga viva; en la segunda y tercera se compromete las cargas anteriores más el 80% de la carga de sismo en la dirección XX y para ambos sentidos; en la cuarta y quinta se empleó las cargas estáticas más el 80% de la carga de sismo en la dirección YY y para ambos sentidos.

Los resultados en el programa para cada una de las combinaciones fueron:

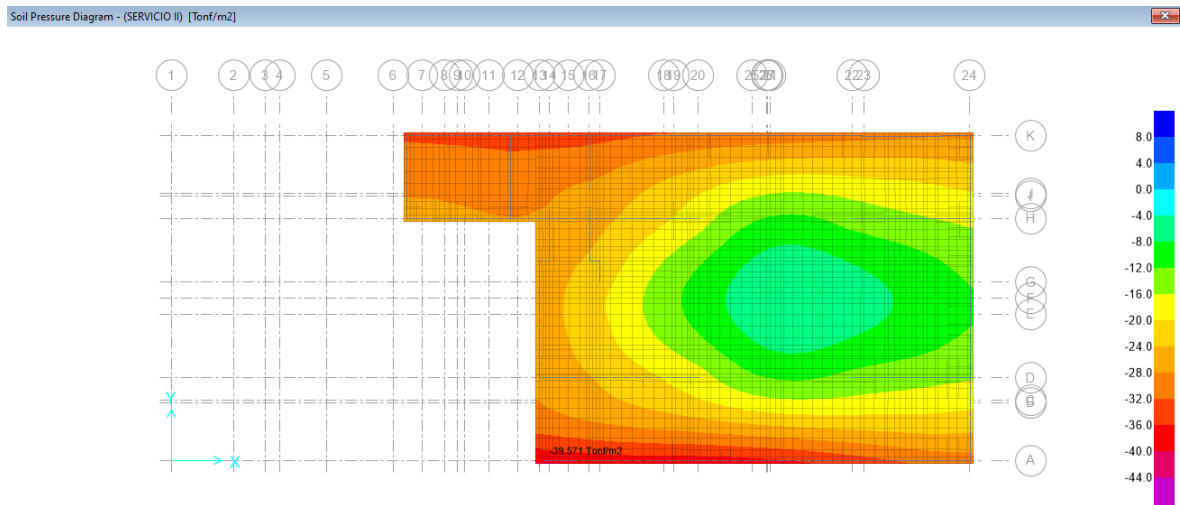
### SERVICIO I:



**Figura 55.** Combinación de carga de servicio I En el programa SAFE versión 16.0.2

$$\sigma_{adm} = 26.7 \text{ ton}/m^2 < \sigma_a = 38.61 \text{ ton}/m^2 \text{ NO CUMPLE}$$

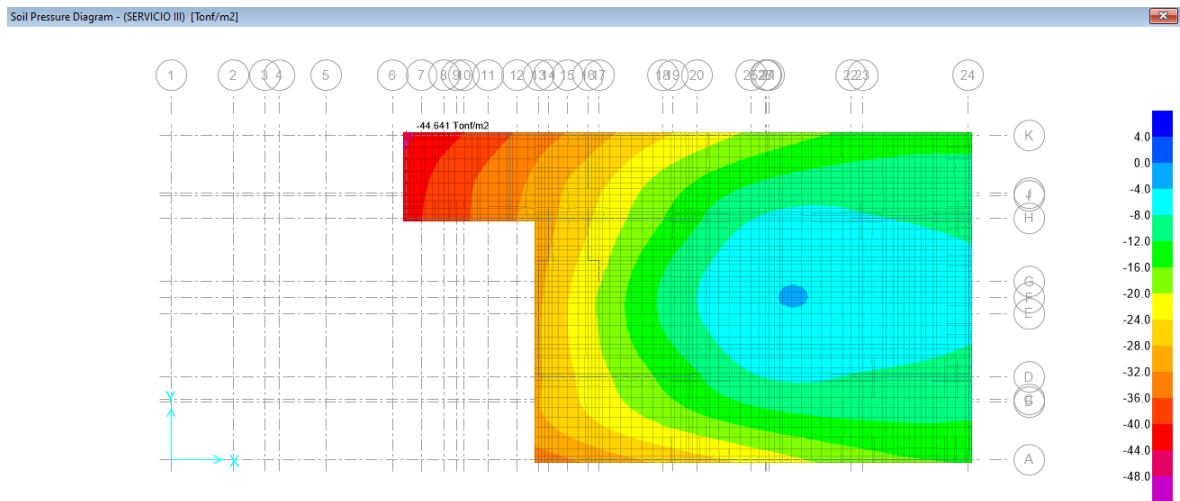
## SERVICIO II:



**Figura 56.** Combinación de carga de servicio II En el programa SAFE versión 16.0.2

$$\sigma_{adm} = 34.71 \text{ ton/m}^2 < \sigma_a = 39.57 \text{ ton/m}^2 \text{ NO CUMPLE}$$

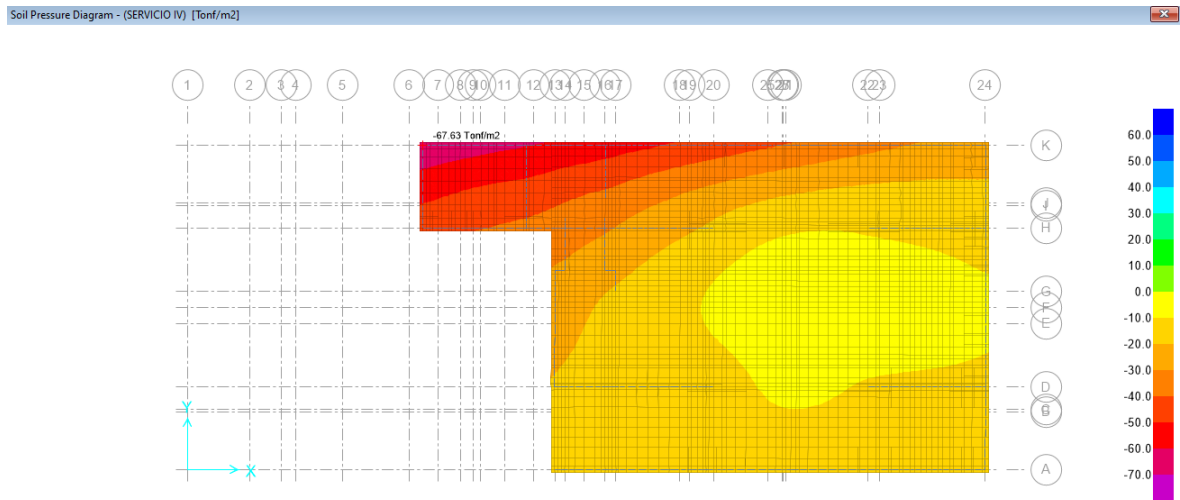
## SERVICIO III:



**Figura 57.** Combinación de carga de servicio III En el programa SAFE versión 16.0.2

$$\sigma_{adm} = 34.71 \text{ ton/m}^2 < \sigma_a = 44.64 \text{ ton/m}^2 \text{ NO CUMPLE}$$

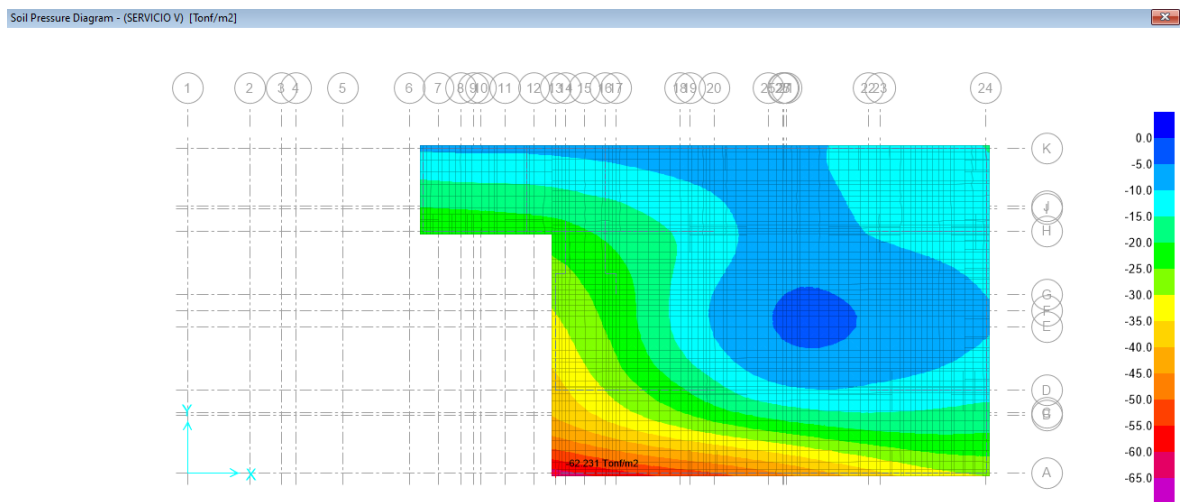
## SERVICIO IV:



**Figura 58.** Combinación de carga de servicio IV En el programa SAFE versión 16.0.2

$$\sigma_{adm} = 34.71 \text{ ton/m}^2 < \sigma_a = 67.63 \text{ ton/m}^2 \text{ NO CUMPLE}$$

## SERVICIO V:



**Figura 59.** Combinación de carga de servicio V En el programa SAFE versión 16.0.2

$$\sigma_{adm} = 34.71 \text{ ton/m}^2 < \sigma_a = 62.23 \text{ ton/m}^2 \text{ NO CUMPLE}$$

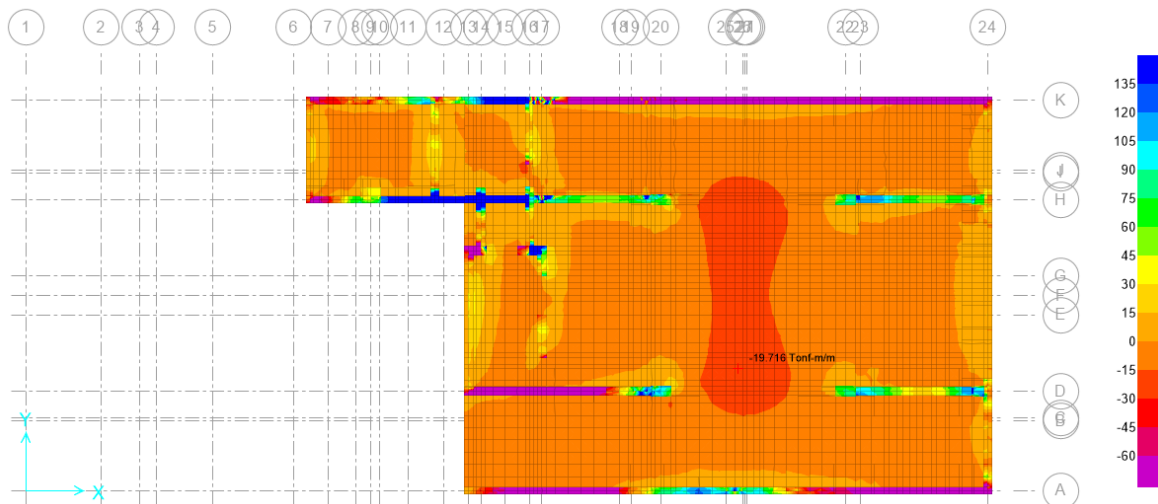
Conforme a lo obtenido, no se cumple la condición donde el esfuerzo del terreno debe ser mayor a el esfuerzo actuante, por ende, se propone colocar un solado de 100%kgf/cm<sup>2</sup>, para toda el área de la platea, el espesor de este solado fue de .50m puesto que se evidenció de manera externa que el siguiente estrato se trataba de un suelo no cohesivo (granular).

### Diseño por flexión

El diseño por flexión de la platea de cimentación es como se visualiza a continuación:

Para un tramo:

Mu11(-)



**Figura 60.** Momento flector Mu11(-) en dirección XX

**Tabla 39.** Diseño por flexión en dirección XX

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.615	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	19.72	ton-m/m

Rn=	57.83	ton/m2/m
ro=	0.001394	/m
As req =	8.58	cm2/m
Asmín =	11.07855	cm2/m
Ø3/4"	2.84	cm2
S =	0.256	m
Usar:		
S =	0.200	m
As real =	14.20	cm2/m
a =	0.03	m
ØMn =	32.36	ton-m/m

$$\varnothing M_n = 32.36 \text{ ton} - \text{m/m} \geq M_u = 19.72 \text{ ton} - \text{m/m} \dots \mathbf{OK}$$

Mu11(+)

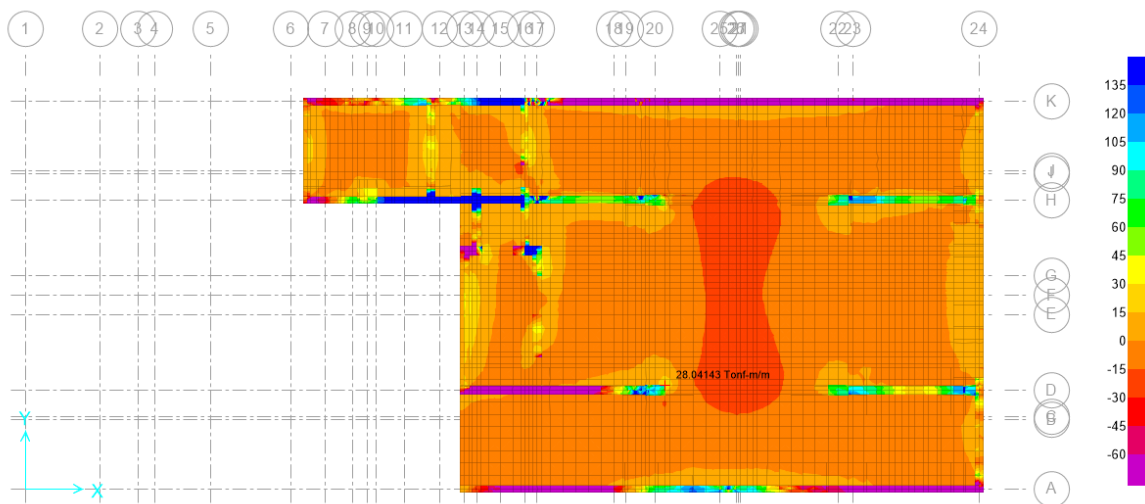


Figura 61. Momento flector Mu11(+) en dirección XX

Tabla 40. Diseño por flexión en dirección XX

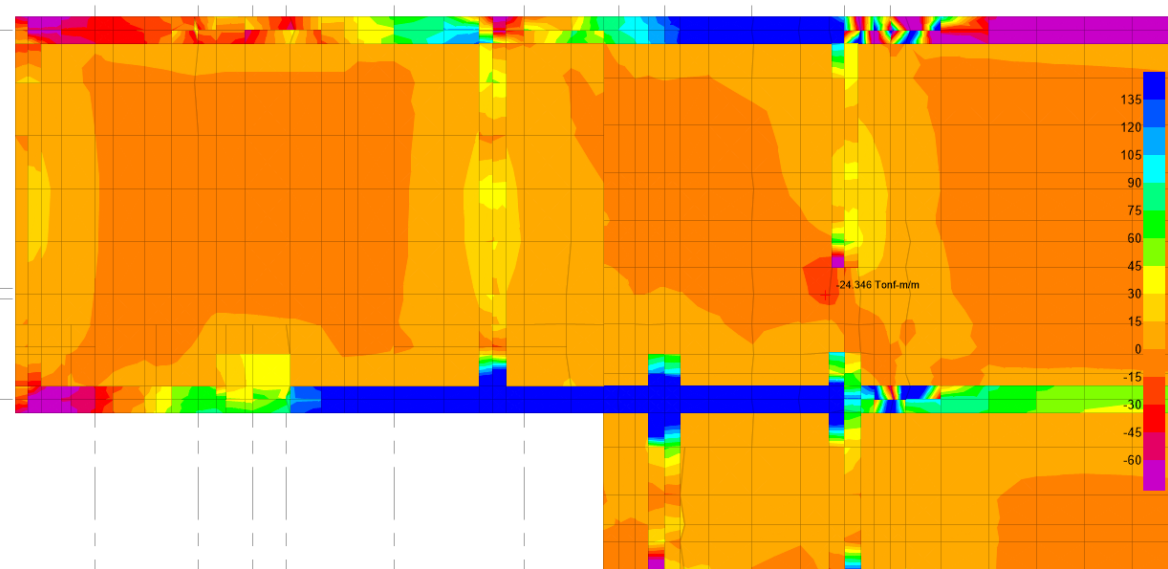
f'c =	2800	ton/m2
fy=	42000	ton/m2
d:	0.615	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	

Mu:	28.04	ton-m/m
Rn=	82.25	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.001993	/m
As req =	12.27	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.07855	cm <sup>2</sup> /m
Ø3/4"	2.84	cm <sup>2</sup>
S =	0.231	m
Usar:		
S =	0.175	m
As real =	16.23	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.03	m
ØMn =	36.88	ton-m/m

$$\emptyset M_n = 36.88 \text{ ton} - \text{m/m} \geq M_u = 28.04 \text{ ton} - \text{m/m} \dots \mathbf{OK}$$

Para segundo tramo:

Mu11(-)



**Figura 62.** Momento flector Mu11(-) en dirección XX (2)

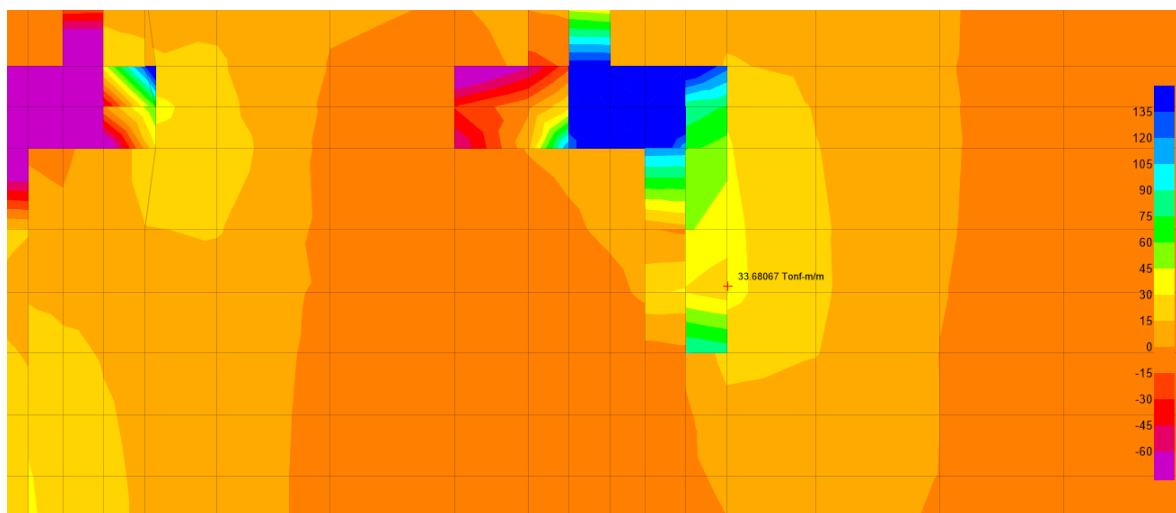
**Tabla 41.** Diseño por flexión en dirección XX

f'c =	2800	ton/m <sup>2</sup>
fy =	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.615	m

b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	24.35	ton-m/m
Rn=	71.41	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.001727	/m
As req =	10.63	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.07855	cm <sup>2</sup> /m
Ø3/4"	2.84	cm <sup>2</sup>
S =	0.256	m
Usar:		
S =	0.200	m
As real =	14.20	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.03	m
ØMn =	32.36	ton-m/m

$$\phi Mn = 32.36 \text{ ton} - \text{m/m} \geq Mu = 24.35 \text{ ton} - \text{m/m} \dots \mathbf{OK}$$

Mu11(+)



**Figura 63.** Momento flector Mu11(+) en dirección XX (2)

**Tabla 42.** Diseño por flexión en dirección XX

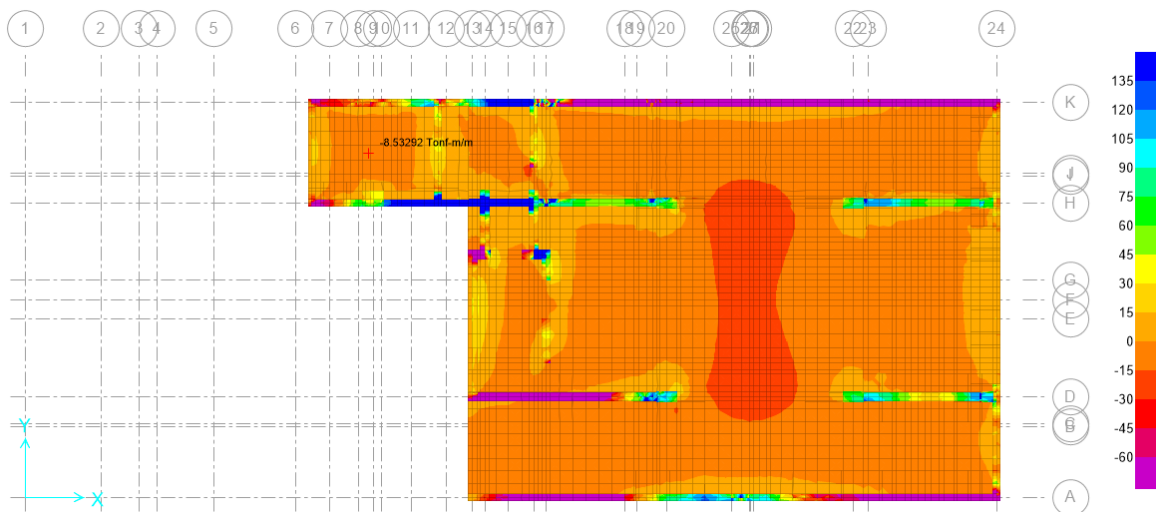
f'c =	2800	ton/m <sup>2</sup>
fy=	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.615	m

b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	33.68	ton-m/m
Rn=	98.79	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.002403	/m
As req =	14.79	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.07855	cm <sup>2</sup> /m
Ø3/4"	2.84	cm <sup>2</sup>
S =	0.192	m
Usar:		
S =	0.175	m
As real =	16.23	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.03	m
ØMn =	36.88	ton-m/m

$$\varnothing M_n = 36.88 \text{ tonf} - \text{m/m} \geq M_u = 33.68 \text{ tonf} - \text{m/m} \dots \mathbf{OK}$$

Para tercer tramo:

Mu11 (-)



**Figura 64.** Momento flector Mu11(-) en dirección XX (3)

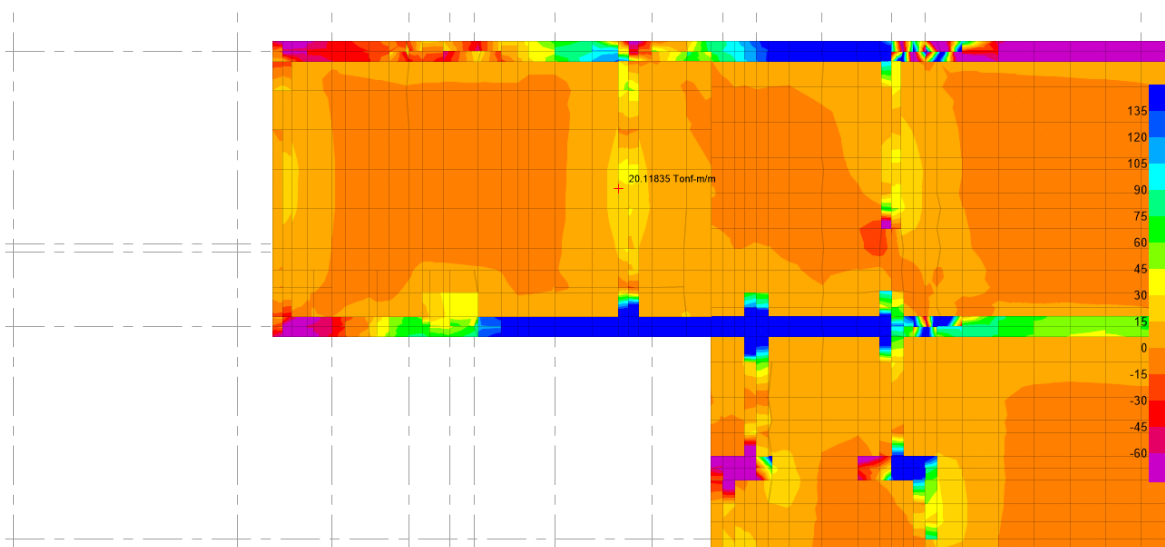


**Tabla 43.** Diseño por flexión en dirección XX

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.615	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	8.53	ton-m/m
Rn=	25.02	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.000599	/m
As req =	3.69	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.07855	cm <sup>2</sup> /m
Ø3/4"	2.84	cm <sup>2</sup>
S =	0.256	m
Usar:		
S =	0.200	m
As real =	14.20	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.03	m
ØMn =	32.36	ton-m/m

$$\text{Ø}Mn = 32.36 \text{ ton} - \text{m/m} \geq Mu = 8.53 \text{ ton} - \text{m/m} \dots \text{OK}$$

Mu11(+)



**Figura 65.** Momento flector Mu11(+) en dirección XX (3)

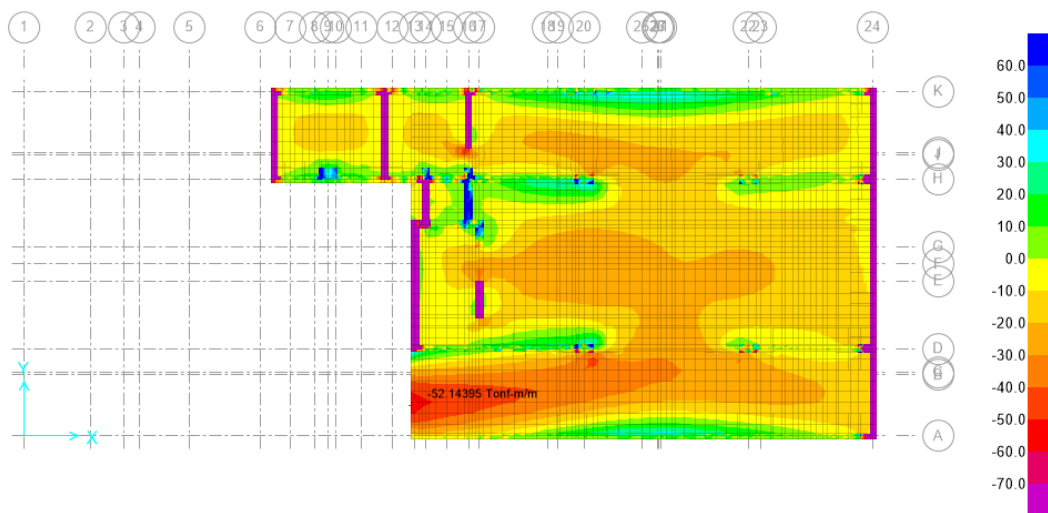
**Tabla 44.** Diseño por flexión en dirección XX

f'c =	2800	ton/m2
fy=	42000	ton/m2
d:	0.615	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	20.12	ton-m/m
Rn=	59.01	ton/m2/m
ro=	0.001423	/m
As req =	8.76	cm2/m
Asmín =	11.07855	cm2/m
Ø3/4"	2.84	cm2
S =	0.256	m
Usar:		
S =	0.175	m
As real =	16.23	cm2/m
a =	0.03	m
ØMn =	36.88	ton-m/m

$$\text{ØMn} = 36.88 \text{tonf} - \text{m/m} \geq \text{Mu} = 20.12 \text{tonf} - \text{m/m} \dots \mathbf{OK}$$

Para primer tramo:

Mu22(-)



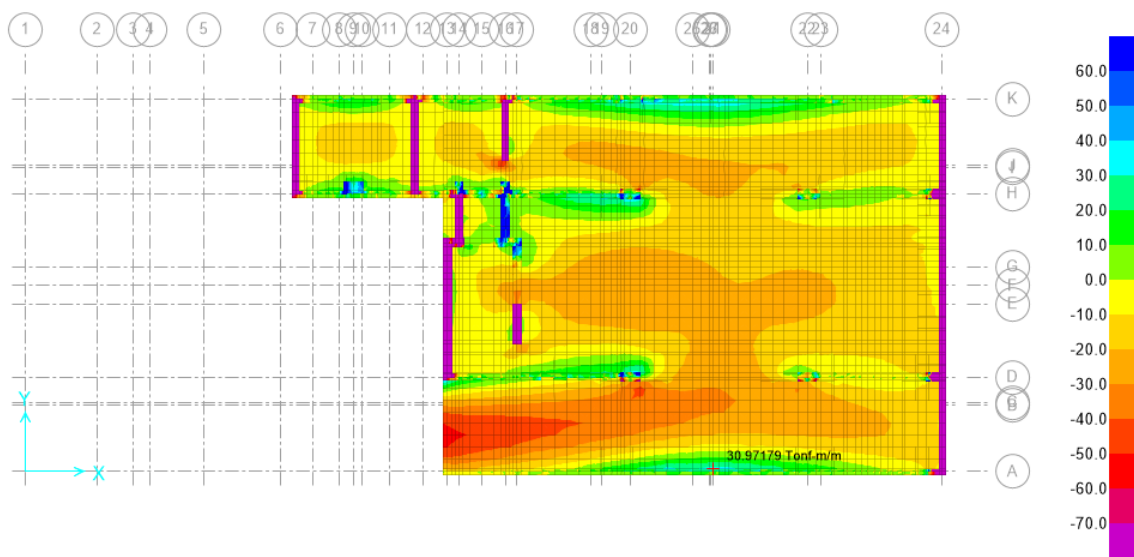
**Figura 66.** Momento flector Mu22(-) en dirección YY

**Tabla 45.** Diseño por flexión en dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.612	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	52.14	ton-m/m
Rn=	154.54	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.003807	/m
As req =	23.31	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.02140	cm <sup>2</sup> /m
Ø1"	5.10	cm <sup>2</sup>
S =	0.219	m
Usar:		
S =	0.200	m
As real =	25.50	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.05	m
ØMn =	56.85	ton-m/m

$$\text{ØMn} = 56.85 \text{ ton} - \text{m/m} \geq \text{Mu} = 52.14 \text{ ton} - \text{m/m} \dots \text{OK}$$

Mu22(+)



**Figura 67.** Momento flector Mu22(+) en dirección YY

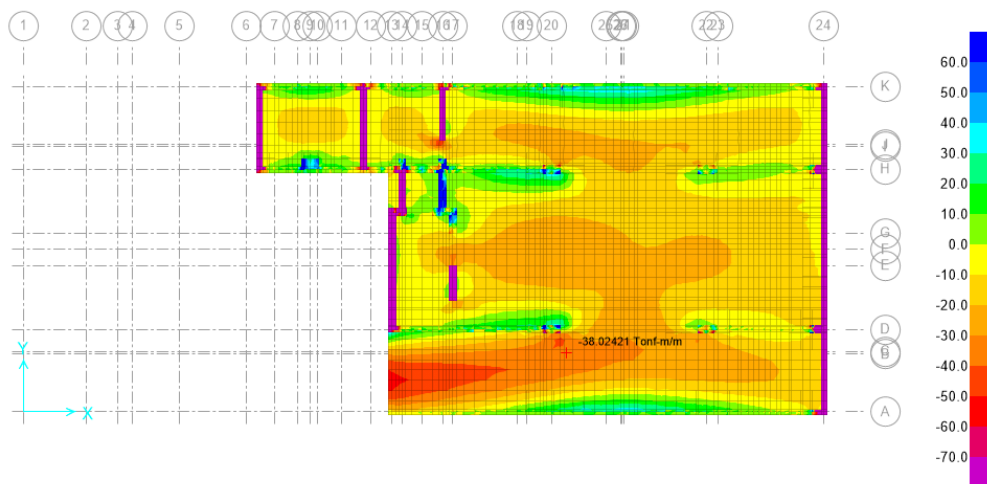
**Tabla 46.** Diseño por flexión en dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.615	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	30.97	ton-m/m
Rn=	90.85	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.002206	/m
As req =	13.58	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.07855	cm <sup>2</sup> /m
Ø3/4"	2.84	cm <sup>2</sup>
S =	0.209	m
Usar:		
S =	0.175	m
As real =	16.23	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.03	m
ØMn =	36.88	ton-m/m

$$\text{ØMn} = 36.88 \text{ ton} - \text{m/m} \geq \text{Mu} = 30.97 \text{ ton} - \text{m/m} \dots \text{OK}$$

Para segundo tramo:

Mu22(-)



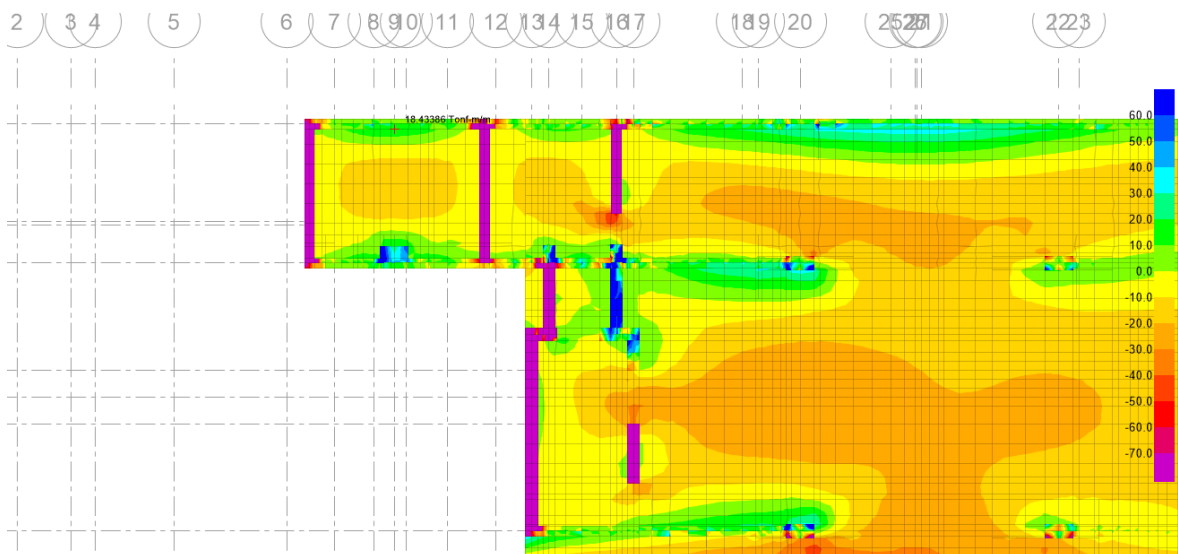
**Figura 68.** Momento flector Mu22(-) en dirección YY (2)

**Tabla 47.** Diseño por flexión en dirección XX

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.615	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	38.02	ton-m/m
Rn=	111.53	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.002721	/m
As req =	16.75	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.07855	cm <sup>2</sup> /m
Ø3/4"	2.84	cm <sup>2</sup>
S =	0.170	m
Usar:		
S =	0.150	m
As real =	18.93	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.03	m
ØMn =	42.85	ton-m

$$\phi Mn = 42.85 \text{ ton} - \text{m/m} \geq Mu = 38.02 \text{ ton} - \text{m/m} \dots \text{OK}$$

Mu22(+)



**Figura 69.** Momento flector Mu22(+) en dirección YY (2)

**Tabla 48.** Diseño por flexión en dirección YY

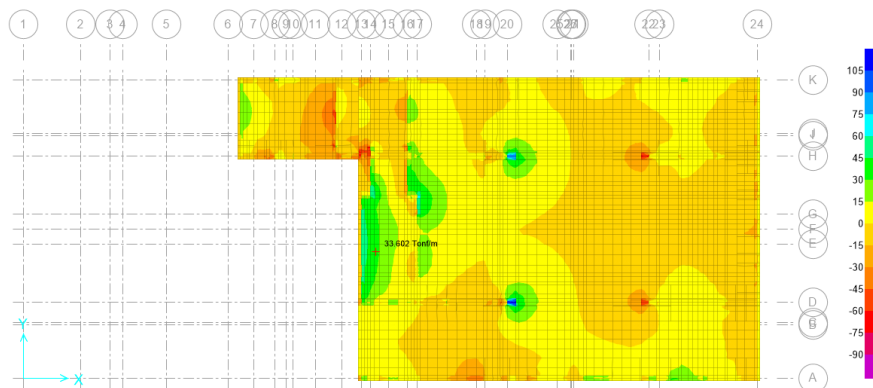
$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.617	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	18.43	ton-m/m
Rn=	53.79	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.001296	/m
As req =	7.99	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.10713	cm <sup>2</sup> /m
Ø5/8"	2.00	cm <sup>2</sup>
S =	0.180	m
Usar:		
S =	0.175	m
As real =	11.43	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.02	m
ØMn =	26.22	ton-m/m

$$\text{Ø}Mn = 26.22 \text{ tonf} - \text{m/m} \geq Mu = 18.43 \text{ tonf} - \text{m/m} \dots \mathbf{OK}$$

### Diseño por corte en un sentido

El cortante hallado fue a "d" de la cara de apoyo de zapata. Los resultados obtenidos fueron:

Vu13 (+)



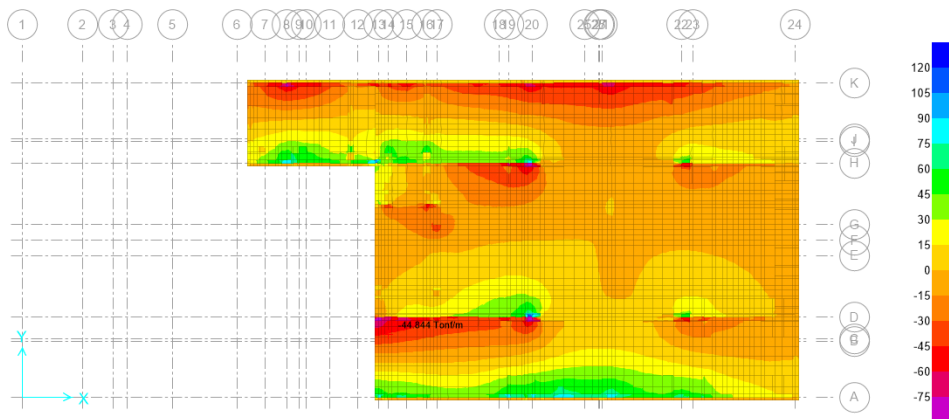
**Figura 70.** Cortante en un sentido V13 (+) en dirección XX

**Tabla 49.** .....

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.615	m
b:	1.00	m
$V_u =$	33.60	ton/m
$\emptyset$ corte:	0.85	
$\emptyset V_c =$	46.40	ton/m

$$\emptyset V_n = 46.40 \text{ ton/m} \geq V_u = 33.60 \text{ ton/m} \dots \mathbf{OK}$$

Vu23 (-)



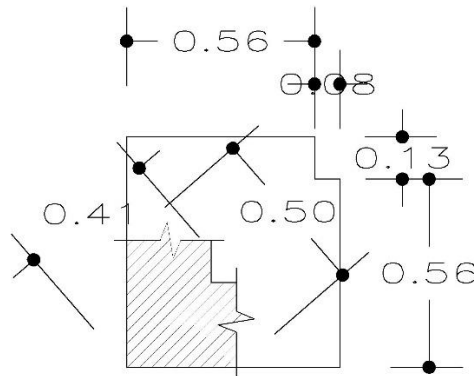
**Figura 71.** Cortante en un sentido V23 (-) en dirección YY

**Tabla 50.** Diseño por corte en un sentido en dirección YY

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.615	m
b:	1.00	m
$V_u =$	44.84	ton/m
$\emptyset$ corte:	0.85	
$\emptyset V_c =$	46.40	ton/m

$$\emptyset V_n = 46.40 \text{ ton/m} \geq V_u = 44.84 \text{ ton/m} \dots \mathbf{OK}$$

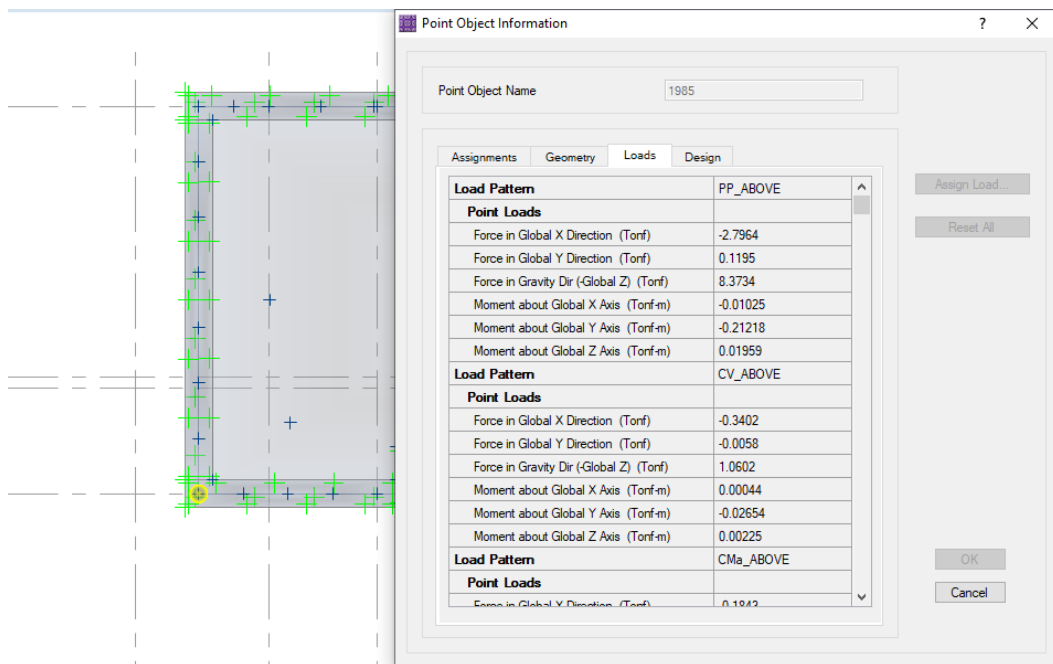
## Cortante en dos sentidos (punzonamiento)



**Figura 72.** Cortante en dos sentidos (Punzonamiento)

Fuente: CONSORCIO PEGASO S.A.

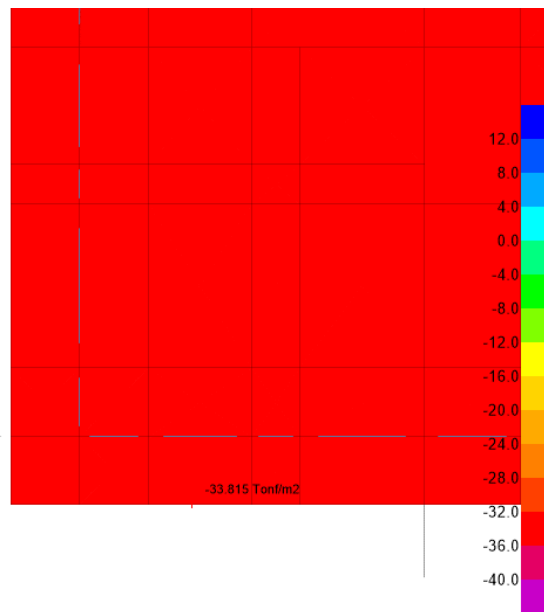
Se extrajo una cierta área del muro en el que actúa la carga que específicamente cae en ese punto; la ubicación se llevó a cabo en una de las esquinas de los muros de la cisterna.



**Figura 73.** Cargas axiales exportadas de la superestructura a la platea de cimentación



Para esa área existe una presión actuante que tiene valores de:



**Figura 74.** Presión actuante en el suelo

Para facilidad de cálculo se tomó la presión con un valor uniforme (el menor valor actuante).

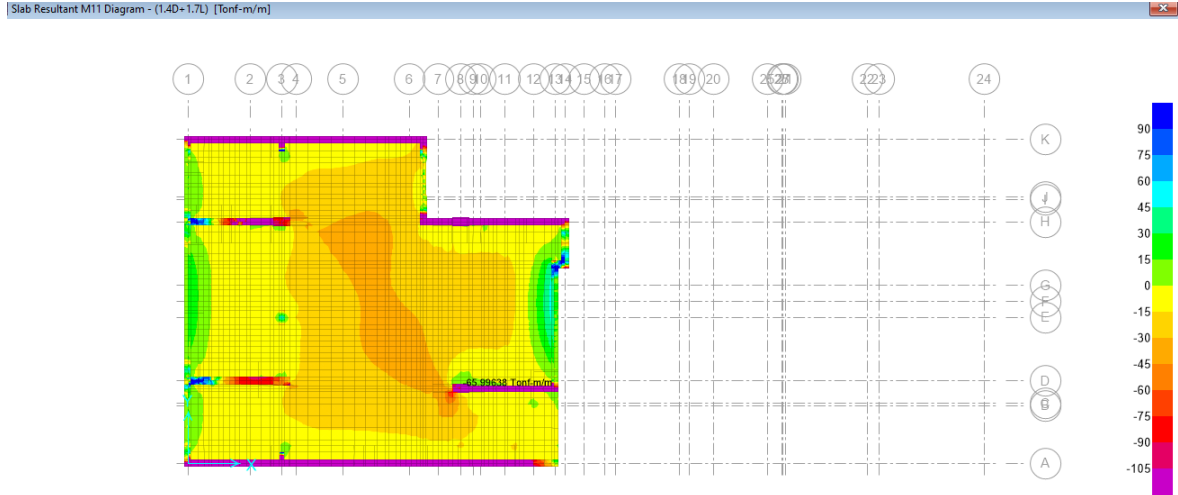
**Tabla 51.** Cálculo de la resistencia a corte en dos sentidos por parte del concreto

Pu 1 =	14.53	tonf	
qa =	33.16	tonf/m2	
qu =	47.60	tonf/m2	
(mxn) =	0.42	m2	
Rpu =	12.52	tonf	
ØVc1=	161.89	tonf	<b>CUMPLE</b>
ØVc2=	340.72	tonf	<b>CUMPLE</b>
ØVc3=	120.87	tonf	<b>CUMPLE</b>

A continuación, se describen los resultados obtenidos para el diseño la platea en el segundo nivel con una cota N.P.T. -4.33:

## Diseño a flexión

Mu11(-)



**Figura 75.** Momento flector Mu11(-) en dirección XX

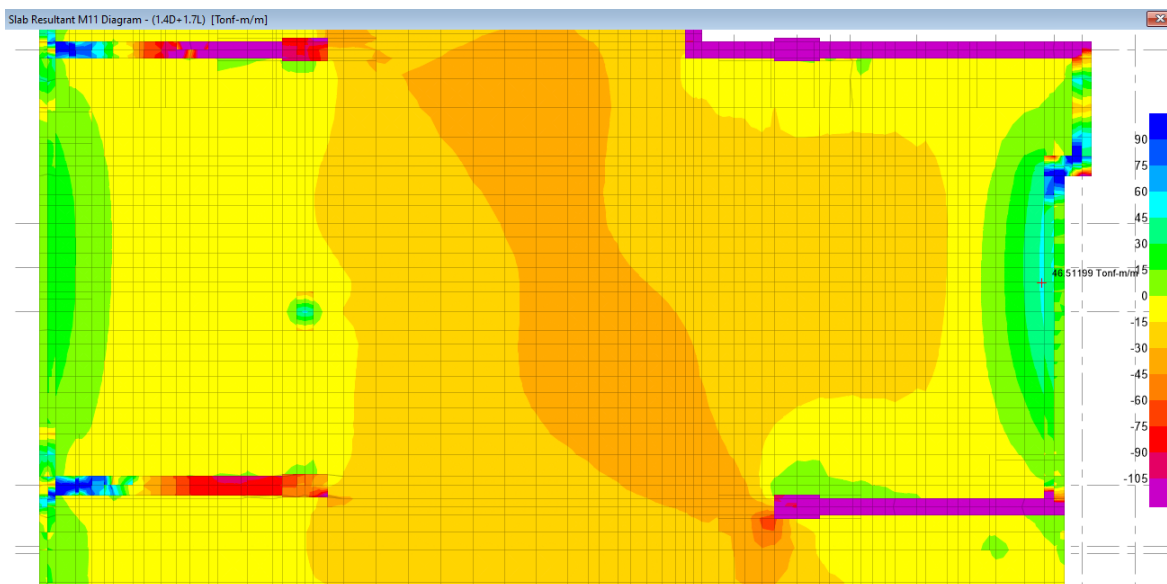
**Tabla 52.** Diseño por flexión en dirección XX

$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.612	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	66.00	ton-m/m
Rn=	195.59	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.004866	/m
As req =	29.79	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.02140	cm <sup>2</sup> /m
Ø1"	5.10	cm <sup>2</sup>
S =	0.171	m
Usar:		
S =	0.150	m
As real =	34.00	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.06	m

$\emptyset M_n =$	74.84	ton-m/m
-------------------	-------	---------

$$\emptyset M_n = 74.84 \text{ tonf} - \text{m/m} \geq M_u = 66 \text{ tonf} - \text{m/m} \dots \text{OK}$$

Mu11(+)



**Figura 76.** Momento flector Mu11(+) en dirección XX (2)

**Tabla 53.** Diseño por flexión en dirección XX (2)

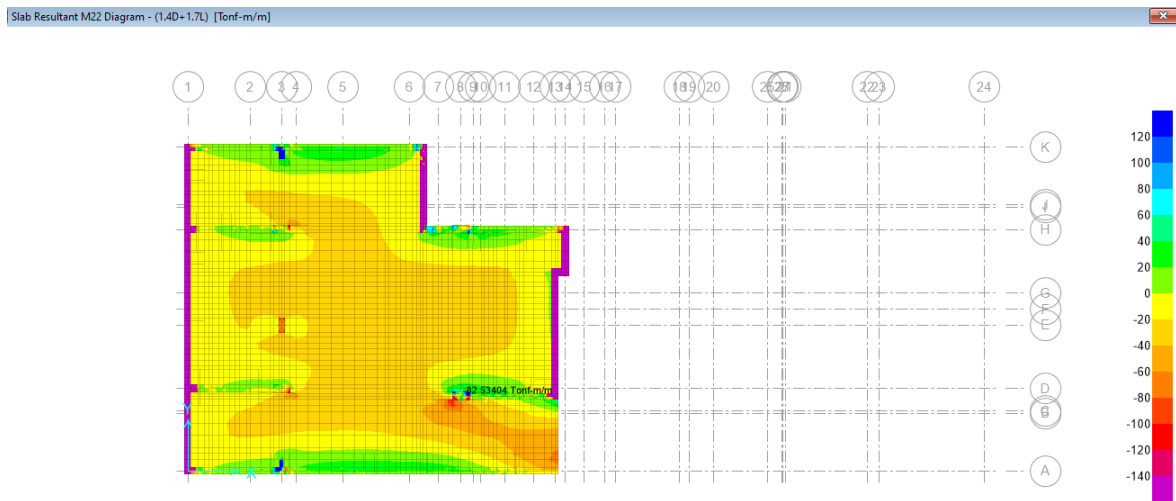
$f'_c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.612	m
b:	1.00	m
$\emptyset$ flexión:	0.9	
Mu:	46.51	ton-m/m
Rn=	137.85	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.003383	/m
As req =	20.71	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.02140	cm <sup>2</sup> /m
$\emptyset 1''$	5.10	cm <sup>2</sup>
S =	0.246	m
Usar:		
S =	0.200	m

As real =	25.50	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.05	m
ØMn =	56.85	ton-m/m

$$\text{ØMn} = 56.85 \text{ tonf} - \text{m/m} \geq \text{Mu} = 46.51 \text{ tonf} - \text{m/m} \dots \mathbf{OK}$$

Mu22(-)

En primer tramo:



**Figura 77.** Momento flector Mu22(-) en dirección YY

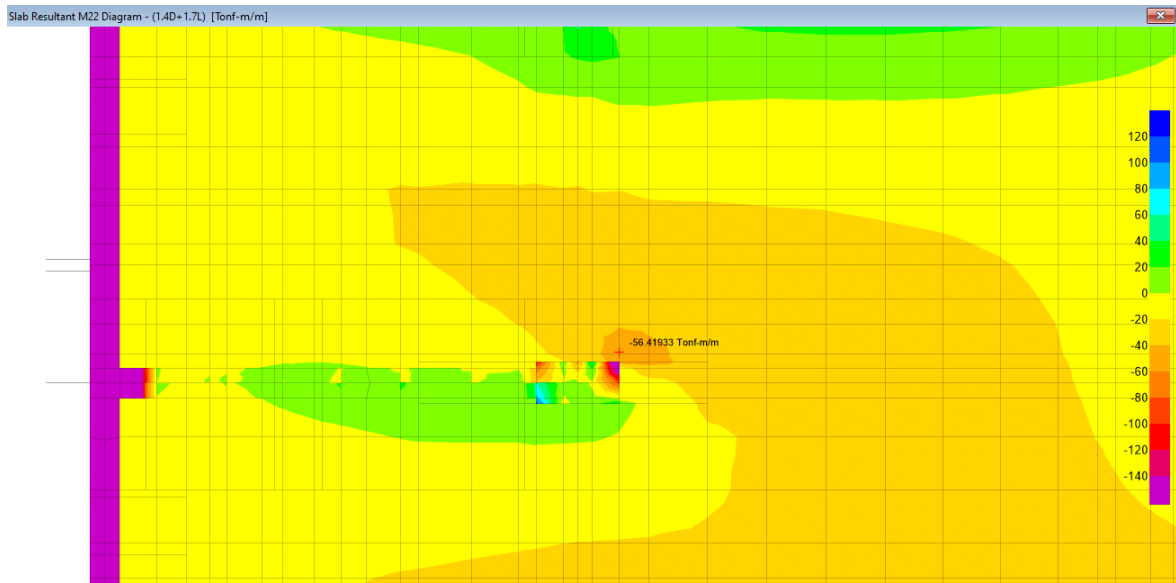
**Tabla 54.** Diseño por flexión en dirección YY

f <sub>c</sub> =	2800	ton/m <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> =	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.612	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	82.53	ton-m/m
Rn =	244.60	ton/m <sup>2</sup> /m
ro =	0.006159	/m
As req =	37.71	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.02140	cm <sup>2</sup> /m
Ø1"	5.10	cm <sup>2</sup>
S =	0.135	m
Usar:		

S =	0.125	m
As real =	40.80	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.07	m
ØMn =	88.88	ton-m/m

$$\text{ØMn} = 88.88 \text{ tonf} - \text{m/m} \geq \text{Mu} = 82.53 \text{ tonf} - \text{m/m} \dots \mathbf{OK}$$

En segundo tramo:



**Figura 78.** Momento flector Mu22(-) en dirección YY (2)

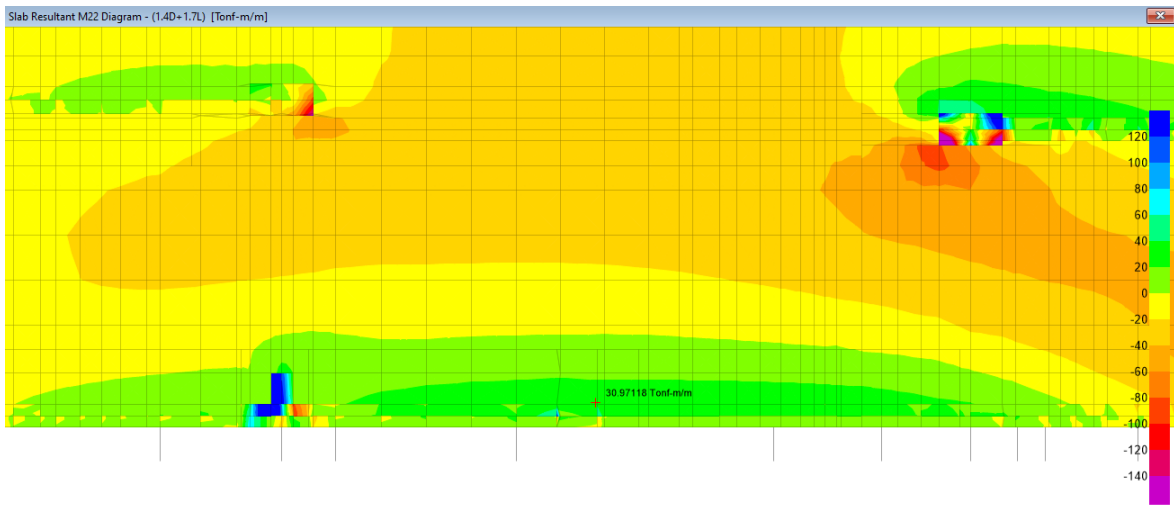
**Tabla 55.** Diseño por flexión en dirección YY (2)

f <sub>c</sub> =	2800	ton/m <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> =	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.612	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	56.42	ton-m/m
Rn =	167.21	ton/m <sup>2</sup> /m
ro =	0.004132	/m
As req =	25.30	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.02140	cm <sup>2</sup> /m
Ø1"	5.10	cm <sup>2</sup>

S =	0.202	m
Usar:		
S =	0.200	m
As real =	25.50	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.05	m
ØMn =	56.85	ton-m/m

$$\phi Mn = 56.85 \text{ ton} - \frac{m}{m} \geq Mu = 56.42 \text{ ton} - m/m \dots \mathbf{OK}$$

Mu22(+)



**Figura 79.** Momento flector Mu22(+) en dirección YY

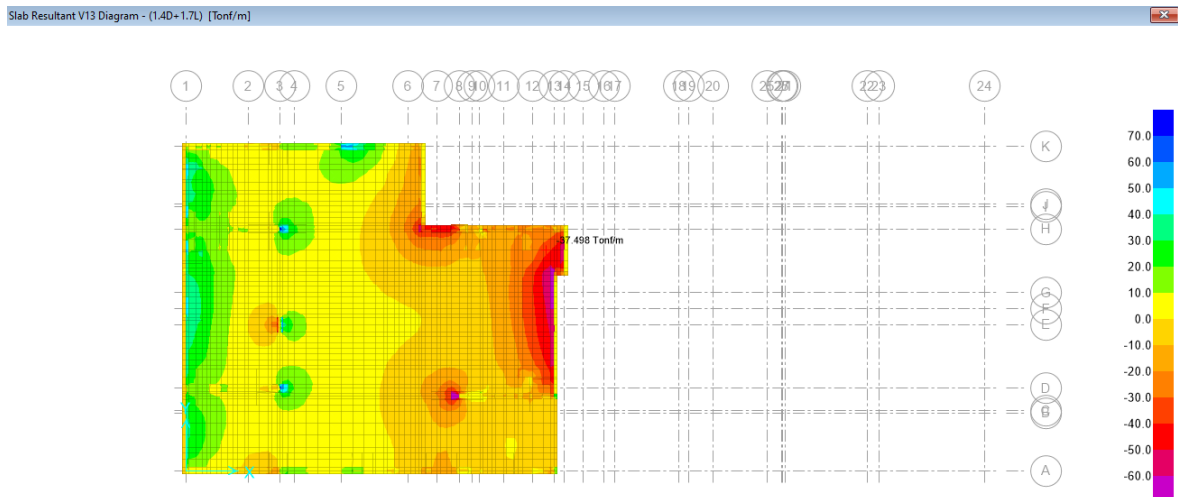
**Tabla 56.** Diseño por flexión en dirección YY

f'c =	2800	ton/m <sup>2</sup>
fy=	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.615	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Mu:	30.97	ton-m/m
Rn=	90.84	ton/m <sup>2</sup> /m
ro=	0.002206	/m
As req =	13.58	cm <sup>2</sup> /m
Asmín =	11.07855	cm <sup>2</sup> /m

Ø3/4"	2.84	cm <sup>2</sup>
S =	0.209	m
Usar:		
S =	0.200	m
As real =	14.20	cm <sup>2</sup> /m
a =	0.03	m
ØMn =	32.36	ton-m/m

$$\text{ØMn} = 32.36 \text{ tonf} - \text{m/m} \geq \text{Mu} = 30.97 \text{ tonf} - \text{m/m} \dots \mathbf{OK}$$

### Diseño a corte en un sentido V13(-)



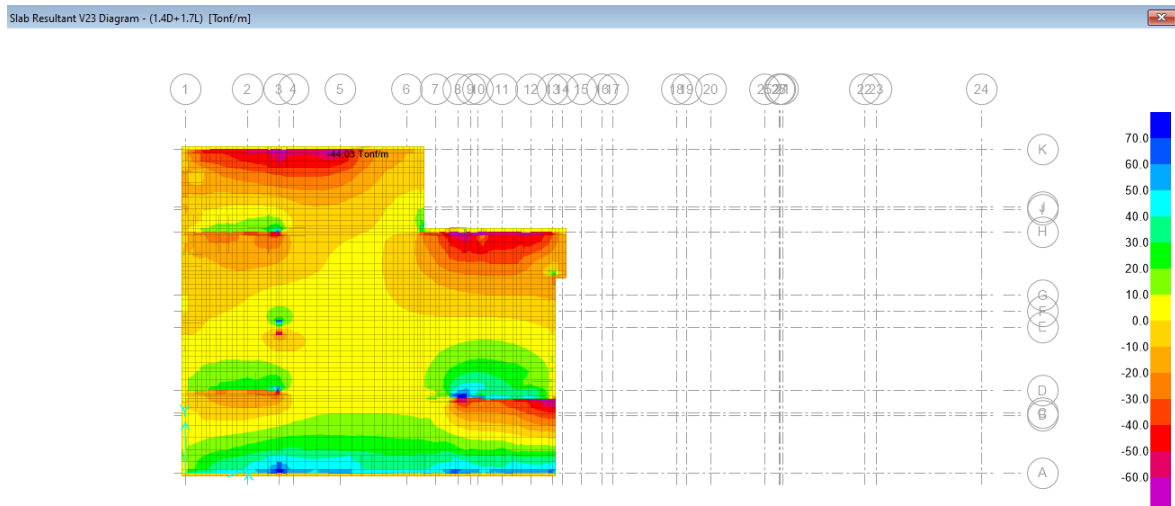
**Figura 80.** Cortante en un sentido V13 (-) en dirección XX

**Tabla 57.** Diseño por corte en un sentido en dirección XX

f'c =	2800	ton/m <sup>2</sup>
fy =	42000	ton/m <sup>2</sup>
d:	0.615	m
b:	1.00	m
Vu =	37.50	ton/m
Ø corte:	0.85	
ØVc =	46.40	ton/m

$$\text{ØVn} = 46.40 \text{ tonf/m} \geq \text{Vu} = 37.50 \text{ tonf/m} \dots \mathbf{OK}$$

## V23(-)



**Figura 81.** Cortante en un sentido V23 (-) en dirección YY

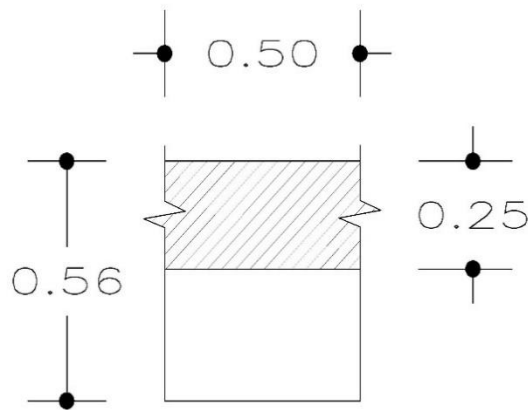
**Tabla 58.** Diseño por corte en un sentido en dirección YY

$f'c =$	2800	ton/m <sup>2</sup>
$f_y =$	42000	ton/m <sup>2</sup>
$d:$	0.615	m
$b:$	1.00	m
$V_u =$	44.03	ton/m
$\emptyset$ corte:	0.85	
$\emptyset V_c =$	46.40	ton/m

$$\emptyset V_n = 46.40 \text{ tonf/m} \geq V_u = 44.03 \text{ onf/m} \dots \mathbf{OK}$$



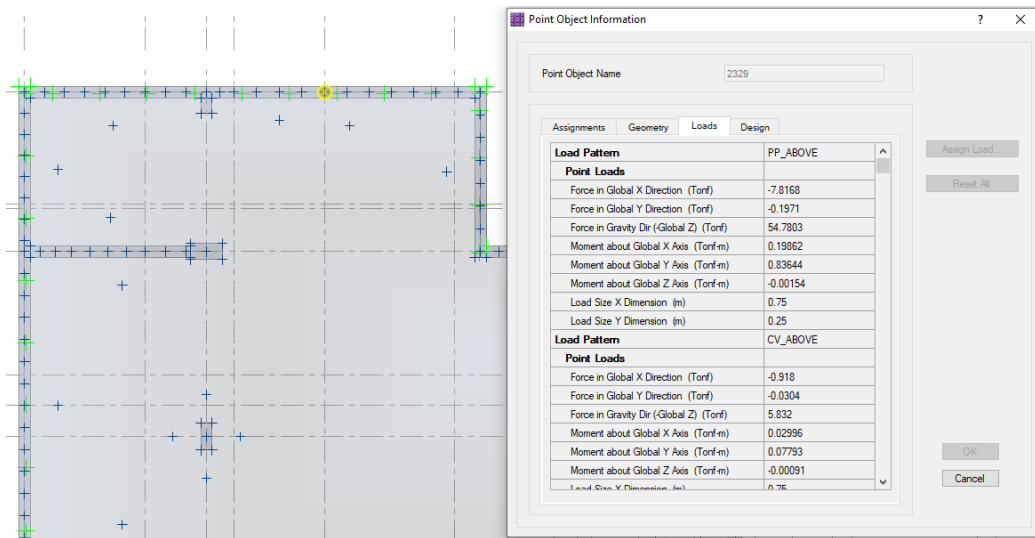
## Cortante en dos sentidos (punzonamiento)



**Figura 82.** Cortante en dos sentidos (punzonamiento)

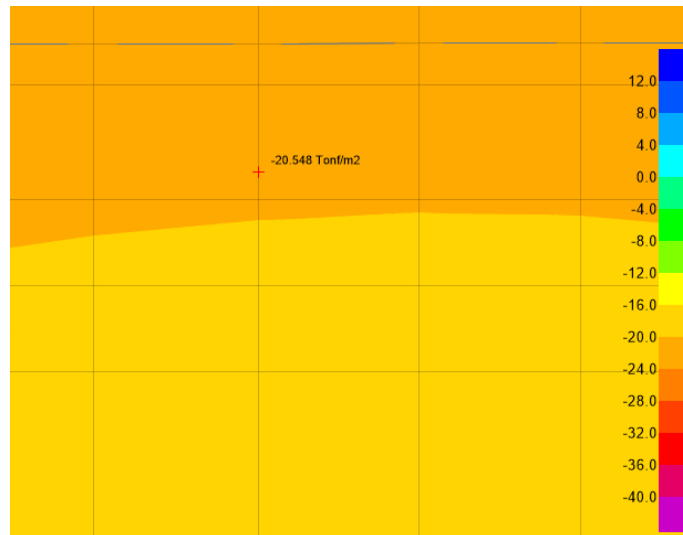
Fuente: CONSORCIO PEGASO S.A.

Se extrajo una cierta área del muro en el que actúa la carga que específicamente cae en ese punto.



**Figura 83.** Cargas axiales exportadas de la superestructura a la platea de cimentación

Para esa área existe una presión actuante que tiene valores de:



**Figura 84.** Presión actuante en el suelo

Para facilidad de cálculo se tomó la presión con un valor uniforme (el menor valor actuante).

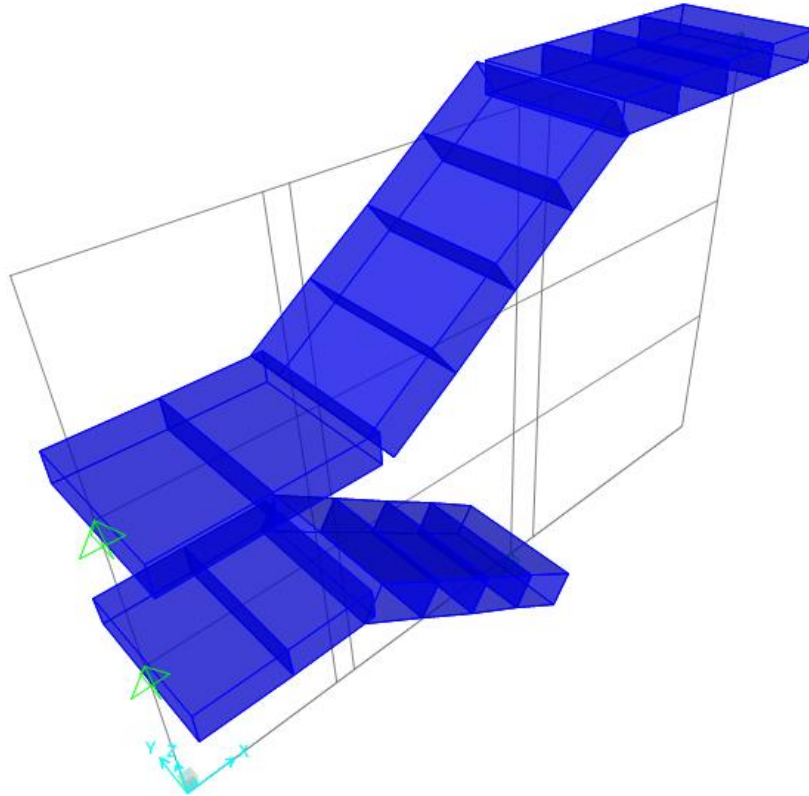
**Tabla 59.** Cálculo de la resistencia a corte en dos sentidos por parte del concreto

Pu 1 =	92.41	tonf	
qa =	20.55	tonf/m2	
qu =	29.39	tonf/m2	
(mxn) =	0.28	m2	
Rpu =	91.59	tonf	
ØVc1=	151.69	tonf	<b>CUMPLE</b>
ØVc2=	353.98	tonf	<b>CUMPLE</b>
ØVc3=	147.23	tonf	<b>CUMPLE</b>

### Diseño de escalera

El diseño de este elemento se realizó en el software SAP2000 y la metodología usada fue clásica considerando un metro lineal del elemento teniendo en cuenta que este se encuentra sometido a flexión longitudinalmente, mientras que transversalmente, se dispone de una cuantía mínima debido a que la flexión es mínima. La secuencia de diseño es como corresponde a continuación:

Se realizó el modelamiento matemático mediante elementos frame (línea):



**Figura 85.** Modelamiento matemático en SAP 2000 V22

Luego, se procedió a realizar el metrado de cargas para la rampa y descanso, estos datos fueron:

**Tabla 60.** *Mitrados de cargas en la escalera*

**Rampa**

**WD:**

	P.U.	e	L	C. Predeterm.		
	tonf/m3	m	m	tonf/m2		
Pp:	2.4	0.25	1		=	0.6
CMA:			1	0.1	=	0.1

**WL:**

	P.U.	e	L	C. Predeterm.		
	tonf/m3	m	m	tonf/m2		
CV:			1	0.3	=	0.3

<b>Cu</b> <b>1.4wD+1.7wL:</b>	1.49	tonf/m
----------------------------------	------	--------

**Descanso**

**WD:**

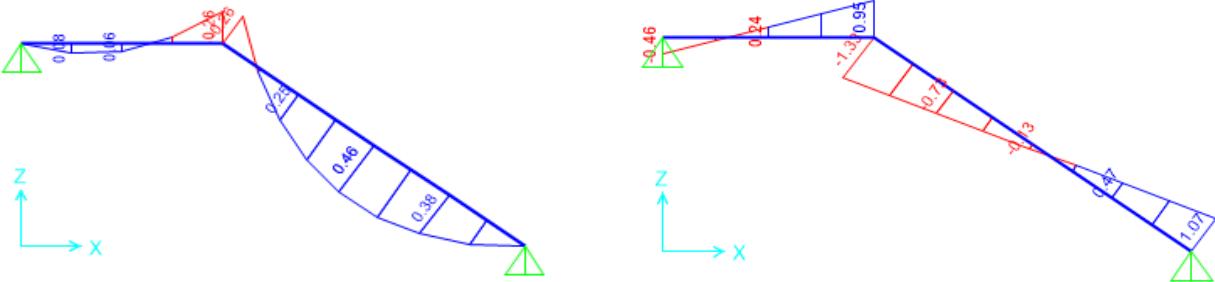
	P.U.	e	L	C. Predeterm.		
	tonf/m3	m	m	tonf/m2		
Pp:	2.4	0.2	1		=	0.48
CMA:			1	0.1	=	0.1

**WL:**

	P.U.	e	L	C. Predeterm.		
	tonf/m3	m	m	tonf/m2		
CV:			1	0.3	=	0.3

<b>Cu</b> <b>1.4wD+1.7wL:</b>	1.32	tonf/m
----------------------------------	------	--------

Posteriormente se obtuvo el análisis estructural para el primer tramo de la escalera, visualizado de la siguiente manera:



**Figura 86.** Análisis estructural: DMF y DFC – primer tramo

Seguidamente, se realizó el diseño en concreto armado, iniciando por el diseño por flexión, del cual se obtuvo los siguientes resultados para el acero longitudinal superior e inferior:

**Tabla 61. Diseño de acero en la escalera - primer tramo**

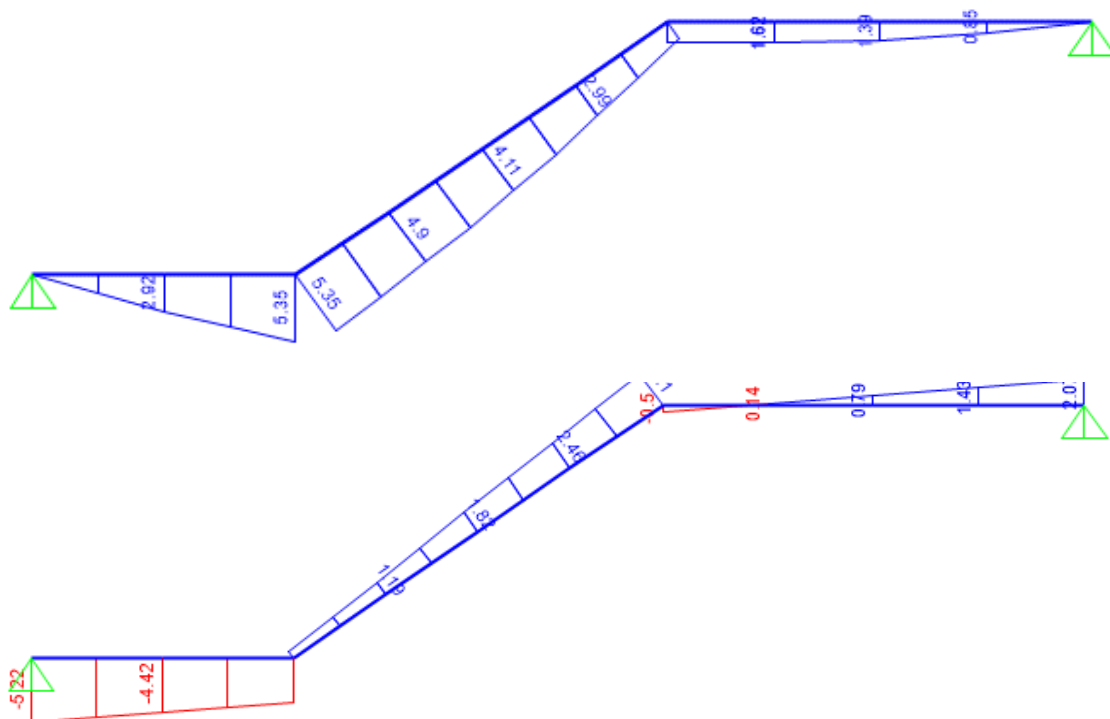
Acero inferior			Acero superior				
f'c =	2100	tonf/m <sup>2</sup>		f'c =	2100	tonf/m <sup>2</sup>	
fy=	42000	tonf/m <sup>2</sup>		fy=	42000	tonf/m <sup>2</sup>	
g:	0.178	m		g:	0.178	m	
b:	1.00	m		b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9			Ø flexión:	0.9		
Mu:	0.46	tonf-m/m		Mu:	0.26	tonf-m/m	
Rn=	16.15	tonf/m <sup>2</sup> /m		Rn=	9.13	tonf/m <sup>2</sup> /m	
ro=	0.000386	/m		ro=	0.000218	/m	
As req =	0.69	cm <sup>2</sup> /m		As req =	0.39	cm <sup>2</sup> /m	
Asmín =	3.20220	cm <sup>2</sup> /m		Asmín =	3.20220	cm <sup>2</sup> /m	
Ø3/8"	0.71	cm <sup>2</sup>		Ø3/8"	0.71	cm <sup>2</sup>	
S =	0.222	m		S =	0.222	m	
Usar:				Usar:			
S =	0.200	m		S =	0.200	m	
As real =	3.55	cm <sup>2</sup> /m		As real =	3.55	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.01	m		a =	0.01	m	
ØMn =	2.33	tonf-m/m	<b>OK</b>	ØMn =	2.33	tonf-m/m	<b>OK</b>

Así mismo, se desarrolló el diseño por corte, siendo el resultado:

**Tabla 62. Diseño por corte en la escalera – primer tramo**

f'c =	2100	tonf/m <sup>2</sup>			
fy=	42000	tonf/m <sup>2</sup>			
g:	0.175	m			
b:	1.00	m			
Vu =	1.33	tonf/m			
Ø corte:	0.85				
ØVc =	11.4246	tonf/m	>	1.33	tonf/m <b>OK</b>

El análisis estructural del segundo tramo de la escalera se presenta a continuación:



**Figura 87.** Análisis estructural: DMF y DFC – segundo tramo

De igual forma, se realizó el diseño a flexión, obteniéndose el acero de refuerzo superior e inferior.

**Tabla 63.** Diseño de acero en la escalera - segundo tramo

Acero inferior				Acero superior			
f'c =	2100	tonf/m2		f'c =	2100	tonf/m2	
fy=	42000	tonf/m2		fy=	42000	tonf/m2	
g:	0.178	m		g:	0.178	m	
b:	1.00	m		b:	1.00	m	
Ø flexión:	0.9			Ø flexión:	0.9		
Mu:	5.35	tonf-m/m		Mu:	0.00	tonf-m/m	
Rn=	187.83	tonf/m2/m		Rn=	0.00	tonf/m2/m	
ro=	0.004736	/m		ro=	0.000000	/m	
As req =	8.43	cm2/m		As req =	0.00	cm2/m	
Asmín =	3.20220	cm2/m		Asmín =	3.20220	cm2/m	
Ø1/2"	1.29	cm2		Ø3/8"	0.71	cm2	
S =	0.153	m		S =	0.222	m	

Usar:				Usar:			
S =	0.150	m		S =	0.200	m	
As real =	8.60	cm <sup>2</sup> /m		As real =	3.55	cm <sup>2</sup> /m	
a =	0.02	m		a =	0.01	m	
ØMn =	5.45	tonf-m/m	OK	ØMn =	2.33	tonf-m/m	OK

Así mismo, se desarrolló el diseño por corte, siendo el resultado:

**Tabla 64.** *Diseño por corte de la escalera – segundo tramo*

f'c =	2100	tonf/m <sup>2</sup>				
fy=	42000	tonf/m <sup>2</sup>				
g:	0.175	m				
b:	1.00	m				
Vu =	5.22	tonf/m				
Ø corte:	0.85					
ØVc =	11.4246	tonf/m	>	5.22	tonf/m	OK

El acero transversal se calculó de la siguiente manera:

**Tabla 65.** *Diseño del acero transversal*

f'c =	2100	tonf/m <sup>2</sup>
fy=	42000	tonf/m <sup>2</sup>
g:	0.178	m
b:	1.00	m
Ø flexión:	0.9	
Asmín =	3.20220	cm <sup>2</sup> /m
Ø3/8"	0.71	cm <sup>2</sup>
S =	0.222	m
Usar:		
S =	0.20	m

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Estudio topográfico (perimétrico)

#### 4.1.1. Distancias

**Tabla 66.** *Distancias*

DISTANCIAS	
A-B	17.06m
B-C	36.48m
C-D	16.10m
D-E	36.45m

#### 4.1.2. Área de estudio

**Tabla 67.** *Área de estudio*

ÁREA	603.72 m <sup>2</sup>
------	-----------------------

#### 4.1.3. Perímetro

**Tabla 68.** *Perímetro*

PERIMETRO	106.09 m
-----------	----------

#### 4.1.4. Ángulos

**Tabla 69.** *Ángulos*

VÉRTICES	
PUNTO	ÁNGULO
A	92°06'24''
B	86°22'15''
C	93°43'03''
D	87°48'18''



#### 4.1.5. Coordenadas UTM

Tabla 70. *Coordenadas UTM*

COORDENADAS		
PUNTO	NORTE	ESTE
A	9206604.106	776924.695
B	9206591.174	776935.830
C	9206569.172	776906.738
D	9206581.353	776896.217

#### 4.2. Estudio de mecánica de suelos

##### 4.2.1. Ángulo de rozamiento interno

Tabla 71. *Angulo de rozamiento interno*

ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	
CL - N°01	25.30 Ø
CL - N°02	24.90 Ø
CL - N°03	24.20 Ø

##### 4.2.2. Capacidad portante del suelo

Tabla 72. *Capacidad portante del suelo*

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	
CL - N°01	2.84 kg/cm <sup>2</sup>
CL - N°02	2.72 kg/cm <sup>2</sup>
CL - N°03	2.67kg/cm <sup>2</sup>

##### 4.2.3. Coeficiente de Balasto

Tabla 73. *Coeficiente de balasto*

COEFICIENTE DE BALASTO	
CL - N°01	81.64 kg/cm <sup>3</sup>
CL - N°02	81.64 kg/cm <sup>3</sup>
CL - N°03	81.64 kg/cm <sup>3</sup>

#### 4.2.4. Cohesión

Tabla 74. Cohesión

COHESIÓN	
CL - N°01	0.00 kg/cm <sup>2</sup>
CL - N°02	0.00 kg/cm <sup>2</sup>
CL - N°03	0.04kg/cm <sup>2</sup>

#### 4.2.5. Asentamientos

Tabla 75. Asentamientos

ASENTAMIENTOS	
CL - N°01	0.89 cm
CL - N°02	0.86 cm
CL - N°03	0.84 cm

### 4.3. Diseño arquitectónico

#### 4.3.1. Distribución de ambientes

Tabla 76. Distribución de ambientes

DISTRIBUCIÓN SOTANO	
Estacionamientos	2
Cisterna	1
Cuarto de bombas	1

DISTRIBUCIÓN SEMI- SOTANO	
Estacionamientos	3
Deposito	1
Cuarto de basura	1
Baño	1

DISTRIBUCIÓN NIVEL 1	
Departamentos 101	
Dormitorios	2
SS. HH	2
Cocina	1
Sala - comedor	1

<b>Departamentos 102</b>	
Dormitorios	2
SS. HH	1
Cocina	1
Sala - comedor	1
Cuarto de diverso uso	1
<b>Departamentos 103</b>	
Dormitorios	2
SS. HH	2
Cocina	1
Sala - comedor	1
Cuarto de diverso uso	1
<b>Departamentos 104</b>	
Dormitorios	2
SS. HH	2
Cocina	1
Sala - comedor	1
Cuarto de diverso uso	1

<b>DISTRIBUCIÓN NIVEL 2 - 8</b>	
<b>Departamentos 101 – 201 – 301 - 401 – 501 – 601 – 701 - 801</b>	
Dormitorios	2
SS. HH	2
Cocina	1
Sala - comedor	1
Cuarto de diverso uso	1

<b>DISTRIBUCIÓN NIVEL 2 - 8</b>	
<b>Departamentos 102 - 202 - 302 - 402 - 502 - 602 - 702 - 802</b>	
Dormitorios	2
SS. HH	2
Cocina	1
Sala - comedor	1
Cuarto de diverso uso	1

<b>DISTRIBUCIÓN NIVEL 2 - 8</b>	

<b>Departamentos 103 - 203 - 303 - 403 - 503 - 603 - 703 - 803</b>	
Dormitorios	2
SS. HH	2
Cocina	1
Sala - comedor	1
Cuarto de diverso uso	1
Terraza	1

<b>DISTRIBUCIÓN NIVEL 2 - 8</b>	
<b>Departamentos 104 - 204 - 304 - 404 - 505 - 605 - 705 - 805</b>	
Dormitorios	2
SS. HH	2
Cocina	1
Sala - comedor	1
Cuarto de diverso uso	1
Terraza	1

#### 4.3.2. Cortes y elevaciones

Tabla 77. Cortes y elevaciones

Cortes	4
Elevaciones	2

#### 4.4. Análisis sísmico (modal espectral y verificación lineal y elástico Tiempo – Historia)

##### 4.4.1. Combinación modal

Tabla 78. Combinación modal

Modo	Periodo	UX %	UY %	RZ %	Sum UX %	Sum UY %	Sum RZ %
	seg						
1	<b>0.283</b>	0.01%	57.68%	1.22%	0.01%	57.68%	1.22%
2	<b>0.185</b>	0.05%	1.36%	49.82%	0.06%	59.03%	51.04%
3	<b>0.147</b>	56.59%	0.00%	0.05%	56.65%	59.04%	51.09%
4	<b>0.086</b>	1.59%	0.00%	0.00%	58.24%	59.04%	51.09%
5	<b>0.079</b>	0.04%	16.82%	0.00%	58.29%	75.85%	51.09%
6	<b>0.062</b>	1.71%	0.12%	0.00%	59.99%	75.97%	51.09%
7	<b>0.052</b>	2.32%	0.41%	7.48%	62.31%	76.38%	58.58%
8	<b>0.052</b>	2.41%	0.34%	6.77%	64.72%	76.72%	65.35%

9	<b>0.047</b>	0.03%	1.07%	0.11%	64.75%	77.79%	65.45%
10	<b>0.046</b>	0.04%	0.06%	0.12%	64.79%	77.85%	65.57%
11	<b>0.045</b>	6.10%	0.05%	0.00%	70.90%	77.91%	65.58%
12	<b>0.044</b>	0.00%	0.15%	0.14%	70.90%	78.05%	65.71%
13	<b>0.043</b>	0.00%	0.69%	0.09%	70.90%	78.74%	65.80%
14	<b>0.042</b>	0.00%	1.54%	0.00%	70.90%	80.28%	65.80%
15	<b>0.041</b>	0.01%	2.54%	0.23%	70.91%	82.83%	66.04%
16	<b>0.040</b>	0.02%	0.03%	0.00%	70.93%	82.85%	66.04%
17	<b>0.038</b>	1.78%	0.51%	0.00%	72.72%	83.37%	66.04%
18	<b>0.038</b>	3.03%	0.00%	0.00%	75.74%	83.37%	66.04%
19	<b>0.037</b>	0.01%	0.02%	0.02%	75.75%	83.40%	66.05%
20	<b>0.037</b>	0.58%	0.32%	0.00%	76.33%	83.72%	66.05%
21	<b>0.035</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.33%	83.72%	66.06%
22	<b>0.035</b>	0.02%	0.02%	0.01%	76.35%	83.74%	66.06%
23	<b>0.034</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.35%	83.74%	66.06%
24	<b>0.033</b>	0.00%	0.01%	0.02%	76.35%	83.75%	66.08%
25	<b>0.033</b>	0.00%	0.00%	0.01%	76.35%	83.75%	66.09%
26	<b>0.033</b>	0.05%	0.00%	0.01%	76.40%	83.75%	66.10%
27	<b>0.033</b>	0.02%	0.20%	0.02%	76.42%	83.95%	66.12%
28	<b>0.032</b>	0.01%	0.15%	0.02%	76.42%	84.10%	66.14%
29	<b>0.032</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.42%	84.10%	66.14%
30	<b>0.032</b>	0.00%	0.00%	0.03%	76.42%	84.10%	66.17%
31	<b>0.032</b>	0.00%	0.01%	0.00%	76.42%	84.11%	66.17%
32	<b>0.032</b>	0.00%	0.04%	0.02%	76.42%	84.15%	66.19%
33	<b>0.031</b>	0.04%	0.00%	0.02%	76.46%	84.15%	66.21%
34	<b>0.031</b>	0.04%	0.00%	0.01%	76.49%	84.15%	66.22%
35	<b>0.031</b>	0.05%	0.06%	0.02%	76.54%	84.21%	66.24%
36	<b>0.031</b>	0.00%	0.01%	0.04%	76.54%	84.22%	66.28%
37	<b>0.031</b>	0.01%	0.01%	0.10%	76.55%	84.23%	66.38%
38	<b>0.030</b>	0.00%	0.01%	0.00%	76.55%	84.23%	66.38%
39	<b>0.030</b>	0.02%	0.01%	0.03%	76.57%	84.25%	66.41%
40	<b>0.030</b>	0.08%	0.02%	0.01%	76.65%	84.27%	66.42%
41	<b>0.030</b>	0.00%	0.00%	0.04%	76.65%	84.27%	66.46%
42	<b>0.030</b>	0.00%	0.01%	0.00%	76.66%	84.28%	66.47%
43	<b>0.030</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.66%	84.28%	66.47%
44	<b>0.030</b>	0.02%	0.01%	0.00%	76.68%	84.29%	66.47%
45	<b>0.030</b>	0.00%	0.01%	0.02%	76.68%	84.30%	66.49%
46	<b>0.030</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.68%	84.30%	66.49%
47	<b>0.030</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.68%	84.30%	66.49%
48	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.68%	84.30%	66.49%
49	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.68%	84.30%	66.49%
50	<b>0.029</b>	0.00%	0.01%	0.01%	76.68%	84.31%	66.50%
51	<b>0.029</b>	0.00%	0.01%	0.01%	76.68%	84.31%	66.51%
52	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.68%	84.32%	66.51%

53	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.68%	84.32%	66.51%
54	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.68%	84.32%	66.51%
55	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.68%	84.32%	66.51%
56	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.68%	84.32%	66.51%
57	<b>0.029</b>	0.00%	0.01%	0.01%	76.68%	84.32%	66.52%
58	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.01%	76.68%	84.33%	66.53%
59	<b>0.029</b>	0.00%	0.01%	0.02%	76.68%	84.34%	66.55%
60	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.68%	84.34%	66.55%
61	<b>0.029</b>	0.00%	0.06%	0.12%	76.68%	84.40%	66.67%
62	<b>0.029</b>	0.01%	0.22%	0.61%	76.69%	84.62%	67.28%
63	<b>0.029</b>	0.01%	0.29%	0.71%	76.70%	84.91%	67.98%
64	<b>0.029</b>	0.00%	0.64%	3.04%	76.71%	85.56%	71.02%
65	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.71%	85.56%	71.02%
66	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.71%	85.56%	71.02%
67	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.71%	85.56%	71.02%
68	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.71%	85.56%	71.02%
69	<b>0.029</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.71%	85.56%	71.02%
70	<b>0.028</b>	0.01%	0.01%	0.90%	76.72%	85.57%	71.92%
71	<b>0.028</b>	0.00%	0.01%	0.00%	76.73%	85.57%	71.92%
72	<b>0.028</b>	0.00%	0.00%	0.08%	76.73%	85.58%	72.01%
73	<b>0.027</b>	0.00%	0.33%	0.82%	76.73%	85.91%	72.83%
74	<b>0.027</b>	0.00%	0.01%	2.88%	76.73%	85.92%	75.71%
75	<b>0.027</b>	0.00%	0.00%	0.01%	76.73%	85.92%	75.72%
76	<b>0.027</b>	0.01%	1.03%	0.27%	76.74%	86.95%	75.99%
77	<b>0.026</b>	0.06%	0.00%	0.02%	76.80%	86.95%	76.01%
78	<b>0.026</b>	0.00%	0.00%	0.01%	76.80%	86.95%	76.02%
79	<b>0.026</b>	0.03%	0.66%	1.80%	76.83%	87.61%	77.82%
80	<b>0.026</b>	0.01%	0.12%	0.04%	76.83%	87.74%	77.85%
81	<b>0.026</b>	0.04%	0.01%	0.14%	76.87%	87.75%	78.00%
82	<b>0.026</b>	0.02%	0.41%	0.43%	76.89%	88.16%	78.43%
83	<b>0.025</b>	0.00%	0.00%	0.00%	76.89%	88.16%	78.43%
84	<b>0.025</b>	0.04%	0.00%	0.01%	76.94%	88.16%	78.45%
85	<b>0.025</b>	0.07%	0.01%	0.01%	77.00%	88.17%	78.46%
86	<b>0.025</b>	0.03%	0.00%	0.00%	77.03%	88.18%	78.46%
87	<b>0.025</b>	0.59%	0.17%	0.44%	77.63%	88.35%	78.89%
88	<b>0.025</b>	0.01%	0.08%	0.14%	77.63%	88.42%	79.04%
89	<b>0.024</b>	1.18%	0.46%	0.52%	78.82%	88.88%	79.56%
90	<b>0.024</b>	1.32%	0.00%	0.04%	80.14%	88.88%	79.60%
91	<b>0.024</b>	0.04%	0.00%	0.00%	80.18%	88.88%	79.60%
92	<b>0.024</b>	0.00%	0.01%	0.02%	80.18%	88.89%	79.62%
93	<b>0.024</b>	0.00%	0.02%	0.04%	80.19%	88.91%	79.66%
94	<b>0.024</b>	0.00%	0.00%	0.00%	80.19%	88.91%	79.66%
95	<b>0.024</b>	0.02%	0.00%	0.01%	80.21%	88.91%	79.67%
96	<b>0.024</b>	0.00%	0.00%	0.00%	80.21%	88.92%	79.67%

97	<b>0.023</b>	0.00%	0.37%	0.45%	80.21%	89.29%	80.13%
98	<b>0.023</b>	0.17%	0.05%	0.04%	80.37%	89.34%	80.16%
99	<b>0.023</b>	4.66%	0.01%	0.01%	85.03%	89.35%	80.18%
100	<b>0.023</b>	0.03%	0.01%	0.06%	85.07%	89.36%	80.24%

#### 4.4.2. Cortante basal de diseño

Tabla 79. Cortante de mínima de diseño en dirección XX

Cortante de mínima de diseño en dirección XX				
Nivel	Caso de carga/ Combo	Localización	VX	VY
			tonf	tonf
T8	SXX Max	Bottom	277.03	88.26
T7	SXX Max	Bottom	493.35	155.40
T6	SXX Max	Bottom	675.02	209.84
T5	SXX Max	Bottom	828.27	254.38
T4	SXX Max	Bottom	952.4528	290.7177
T3	SXX Max	Bottom	1044.6938	319.5655
T2	SXX Max	Bottom	1106.879	340.9752
T1	SXX Max	Bottom	<b>1148.1745</b>	356.3509

Tabla 80. Cortante de mínima de diseño en dirección YY

Cortante de mínima de diseño en dirección YY				
Nivel	Caso de carga/ Combo	Localización	VX	VY
			tonf	tonf
T8	SYX Max	Bottom	80.7093	283.3061
T7	SYX Max	Bottom	143.7396	499.8997
T6	SYX Max	Bottom	196.6208	675.8736
T5	SYX Max	Bottom	241.1881	819.8341
T4	SYX Max	Bottom	277.2814	937.1625
T3	SYX Max	Bottom	304.1093	1030.1801
T2	SYX Max	Bottom	322.2339	1099.0358
T1	SYX Max	Bottom	334.2901	<b>1148.1746</b>

#### 4.4.3. Espectro de aceleraciones

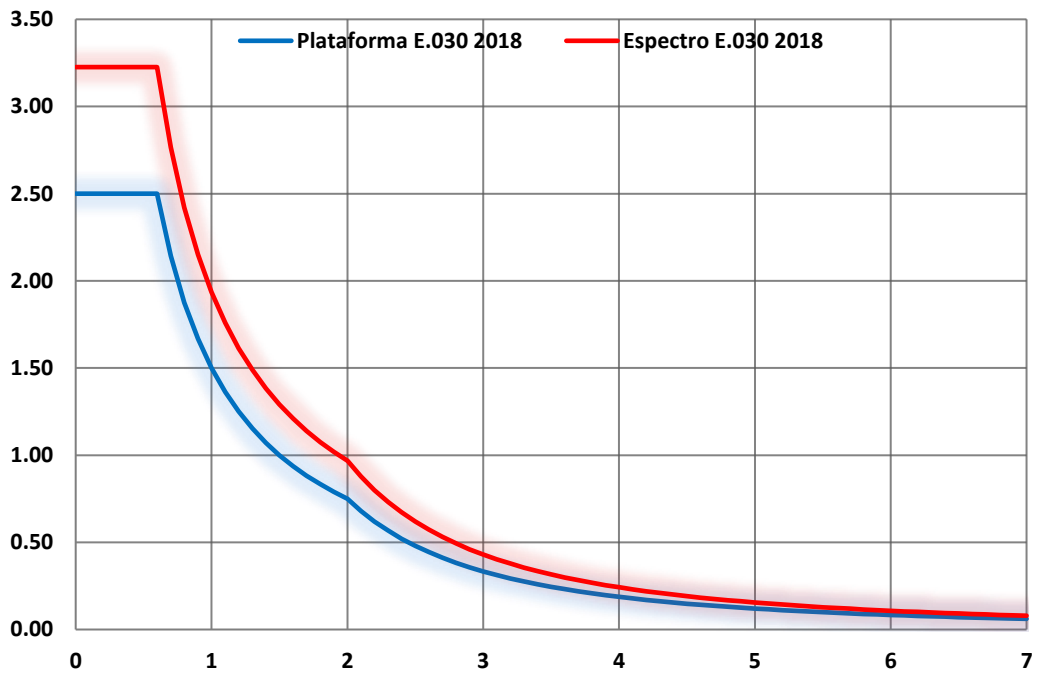
Tabla 81. Espectro de aceleraciones (E.030) en las direcciones "XX" y "YY"

Espectro de aceleraciones (E.030) en las direcciones "XX" y "YY"		
T	C	Sa
0	2.50	3.23
0.1	2.50	3.23
0.2	2.50	3.23
0.3	2.50	3.23
0.4	2.50	3.23
0.5	2.50	3.23
0.6	2.50	3.23
0.7	2.14	2.77
0.8	1.88	2.42
0.9	1.67	2.15
1	1.50	1.94
1.1	1.36	1.76
1.2	1.25	1.61
1.3	1.15	1.49
1.4	1.07	1.38
1.5	1.00	1.29
1.6	0.94	1.21
1.7	0.88	1.14
1.8	0.83	1.08
1.9	0.79	1.02
2	0.75	0.97
2.1	0.68	0.88
2.2	0.62	0.80
2.3	0.57	0.73
2.4	0.52	0.67
2.5	0.48	0.62
2.6	0.44	0.57
2.7	0.41	0.53
2.8	0.38	0.49
2.9	0.36	0.46
3	0.33	0.43
3.1	0.31	0.40
3.2	0.29	0.38
3.3	0.28	0.36
3.4	0.26	0.33
3.5	0.24	0.32
3.6	0.23	0.30
3.7	0.22	0.28



3.8	0.21	0.27
3.9	0.20	0.25
4	0.19	0.24
4.1	0.18	0.23
4.2	0.17	0.22
4.3	0.16	0.21
4.4	0.15	0.20
4.5	0.15	0.19
4.6	0.14	0.18
4.7	0.14	0.18
4.8	0.13	0.17
4.9	0.12	0.16
5	0.12	0.15
5.1	0.12	0.15
5.2	0.11	0.14
5.3	0.11	0.14
5.4	0.10	0.13
5.5	0.10	0.13
5.6	0.10	0.12
5.7	0.09	0.12
5.8	0.09	0.12
5.9	0.09	0.11
6	0.08	0.11
6.1	0.08	0.10
6.2	0.08	0.10
6.3	0.08	0.10
6.4	0.07	0.09
6.5	0.07	0.09
6.6	0.07	0.09
6.7	0.07	0.09
6.8	0.06	0.08
6.9	0.06	0.08
7	0.06	0.08

**Plataforma Espectro E.030 - 2018 C vs T / Espectro E.030 2018 Sa vs T**



**Figura 88.** Plataforma Espectro E.030 – 2018 C vs T / Espectro E. 030 2018 Sa vs T

#### 4.4.4. Control de derivas (A.M.E Lineal)

Tabla 82. Control de derivas (A.M.E Lineal)

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO XX	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF XX	DRITF MÁX XX	DRIFT MÁX XX > DRITFXX ?
<b>EJE A</b>							
PISO 8	0.002297	3.06	2.601	2.65	<b>0.000213</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.00208	3.06	2.601	2.65	<b>0.000240</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.001835	3.06	2.601	2.65	<b>0.000270</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.00156	3.06	2.601	2.65	<b>0.000293</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.001261	3.06	2.601	2.65	<b>0.000307</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.000948	3.06	2.601	2.65	<b>0.000306</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.000636	3.06	2.601	2.65	<b>0.000284</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.000347	3.06	2.601	2.65	<b>0.000341</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO XX	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF XX	DRITF MÁX XX	DRIFT MÁX XX > DRITFXX ?
<b>EJE K</b>							
PISO 8	0.002399	3.06	2.601	2.65	<b>0.000226</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.002169	3.06	2.601	2.65	<b>0.000257</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.001907	3.06	2.601	2.65	<b>0.000288</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.001614	3.06	2.601	2.65	<b>0.000313</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.001295	3.06	2.601	2.65	<b>0.000326</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.000963	3.06	2.601	2.65	<b>0.000325</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.000632	3.06	2.601	2.65	<b>0.000301</b>	0.005	CUMPLE

PISO 1	0.000325	3.06	2.601	2.65	0.000319	0.005	CUMPLE
	<b>DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY</b>	<b>R</b>	<b>0.85R ó 0.75R</b>	<b>ALTURA ENTREPISO</b>	<b>DRITF YY</b>	<b>DRITF MÁX YY</b>	<b>DRIFT MÁX YY &gt; DRITF YY ?</b>
<b>EJE 1</b>							
PISO 8	0.006554	3.06	2.601	2.65	0.000794	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.005745	3.06	2.601	2.65	0.000854	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.004875	3.06	2.601	2.65	0.000895	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.003963	3.06	2.601	2.65	0.000910	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.003036	3.06	2.601	2.65	0.000884	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.002135	3.06	2.601	2.65	0.000804	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.001316	3.06	2.601	2.65	0.000644	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.00066	3.06	2.601	2.65	0.000648	0.005	CUMPLE

	<b>DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY</b>	<b>R</b>	<b>0.85R ó 0.75R</b>	<b>ALTURA ENTREPISO</b>	<b>DRITF YY</b>	<b>DRITF MÁX YY</b>	<b>DRIFT MÁX YY &gt; DRITF YY ?</b>
<b>EJE 2</b>							
PISO 8	0.006958	3.06	2.601	2.65	0.000818	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.006125	3.06	2.601	2.65	0.000884	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.005224	3.06	2.601	2.65	0.000931	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.004275	3.06	2.601	2.65	0.000952	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.003305	3.06	2.601	2.65	0.000931	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.002356	3.06	2.601	2.65	0.000857	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.001483	3.06	2.601	2.65	0.000703	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.000767	3.06	2.601	2.65	0.000753	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 3</b>							
PISO 8	0.007167	3.06	2.601	2.65	<b>0.000830</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.006321	3.06	2.601	2.65	<b>0.000900</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.005404	3.06	2.601	2.65	<b>0.000950</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.004436	3.06	2.601	2.65	<b>0.000974</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.003444	3.06	2.601	2.65	<b>0.000956</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.00247	3.06	2.601	2.65	<b>0.000884</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.001569	3.06	2.601	2.65	<b>0.000732</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.000823	3.06	2.601	2.65	<b>0.000808</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 5</b>							
PISO 8	0.007575	3.06	2.601	2.65	<b>0.000856</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.006703	3.06	2.601	2.65	<b>0.000929</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.005756	3.06	2.601	2.65	<b>0.000987</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.00475	3.06	2.601	2.65	<b>0.001017</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.003714	3.06	2.601	2.65	<b>0.001004</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.002691	3.06	2.601	2.65	<b>0.000937</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.001736	3.06	2.601	2.65	<b>0.000791</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.00093	3.06	2.601	2.65	<b>0.000913</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 6</b>							
PISO 8	0.008028	3.06	2.601	2.65	<b>0.000883</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.007128	3.06	2.601	2.65	<b>0.000964</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.006146	3.06	2.601	2.65	<b>0.001029</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.005098	3.06	2.601	2.65	<b>0.001064</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.004014	3.06	2.601	2.65	<b>0.001058</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.002936	3.06	2.601	2.65	<b>0.000996</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.001921	3.06	2.601	2.65	<b>0.000856</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001049	3.06	2.601	2.65	<b>0.001030</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 7</b>							
PISO 8	0.00822	3.06	2.601	2.65	<b>0.000895</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.007308	3.06	2.601	2.65	<b>0.000979</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.006311	3.06	2.601	2.65	<b>0.001045</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.005246	3.06	2.601	2.65	<b>0.001085</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.004141	3.06	2.601	2.65	<b>0.001081</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.00304	3.06	2.601	2.65	<b>0.001022</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.001999	3.06	2.601	2.65	<b>0.000881</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001101	3.06	2.601	2.65	<b>0.001081</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 10</b>							
PISO 8	0.008512	3.06	2.601	2.65	<b>0.000914</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.007581	3.06	2.601	2.65	<b>0.001000</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.006562	3.06	2.601	2.65	<b>0.001072</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.00547	3.06	2.601	2.65	<b>0.001115</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.004334	3.06	2.601	2.65	<b>0.001113</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.0032	3.06	2.601	2.65	<b>0.001058</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.002122	3.06	2.601	2.65	<b>0.000927</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001178	3.06	2.601	2.65	<b>0.001156</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 11</b>							
PISO 8	0.008679	3.06	2.601	2.65	<b>0.000923</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.007739	3.06	2.601	2.65	<b>0.001012</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.006708	3.06	2.601	2.65	<b>0.001085</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.005603	3.06	2.601	2.65	<b>0.001132</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.00445	3.06	2.601	2.65	<b>0.001135</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.003294	3.06	2.601	2.65	<b>0.001082</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.002192	3.06	2.601	2.65	<b>0.000952</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001222	3.06	2.601	2.65	<b>0.001199</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 12</b>							
PISO 8	0.008892	3.06	2.601	2.65	<b>0.000936</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.007938	3.06	2.601	2.65	<b>0.001028</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.006891	3.06	2.601	2.65	<b>0.001105</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.005765	3.06	2.601	2.65	<b>0.001154</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.004589	3.06	2.601	2.65	<b>0.001161</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.003406	3.06	2.601	2.65	<b>0.001109</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.002276	3.06	2.601	2.65	<b>0.000983</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001274	3.06	2.601	2.65	<b>0.001250</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 13</b>							
PISO 8	0.009049	3.06	2.601	2.65	<b>0.000946</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.008085	3.06	2.601	2.65	<b>0.001040</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.007025	3.06	2.601	2.65	<b>0.001120</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.005884	3.06	2.601	2.65	<b>0.001172</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.00469	3.06	2.601	2.65	<b>0.001179</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.003489	3.06	2.601	2.65	<b>0.001131</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.002337	3.06	2.601	2.65	<b>0.001005</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001313	3.06	2.601	2.65	<b>0.001289</b>	0.005	CUMPLE



	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 15</b>							
PISO 8	0.009269	3.06	2.601	2.65	<b>0.000961</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.00829	3.06	2.601	2.65	<b>0.001057</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.007213	3.06	2.601	2.65	<b>0.001141</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.006051	3.06	2.601	2.65	<b>0.001195</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.004833	3.06	2.601	2.65	<b>0.001206</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.003604	3.06	2.601	2.65	<b>0.001159</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.002423	3.06	2.601	2.65	<b>0.001036</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001367	3.06	2.601	2.65	<b>0.001342</b>	0.005	CUMPLE

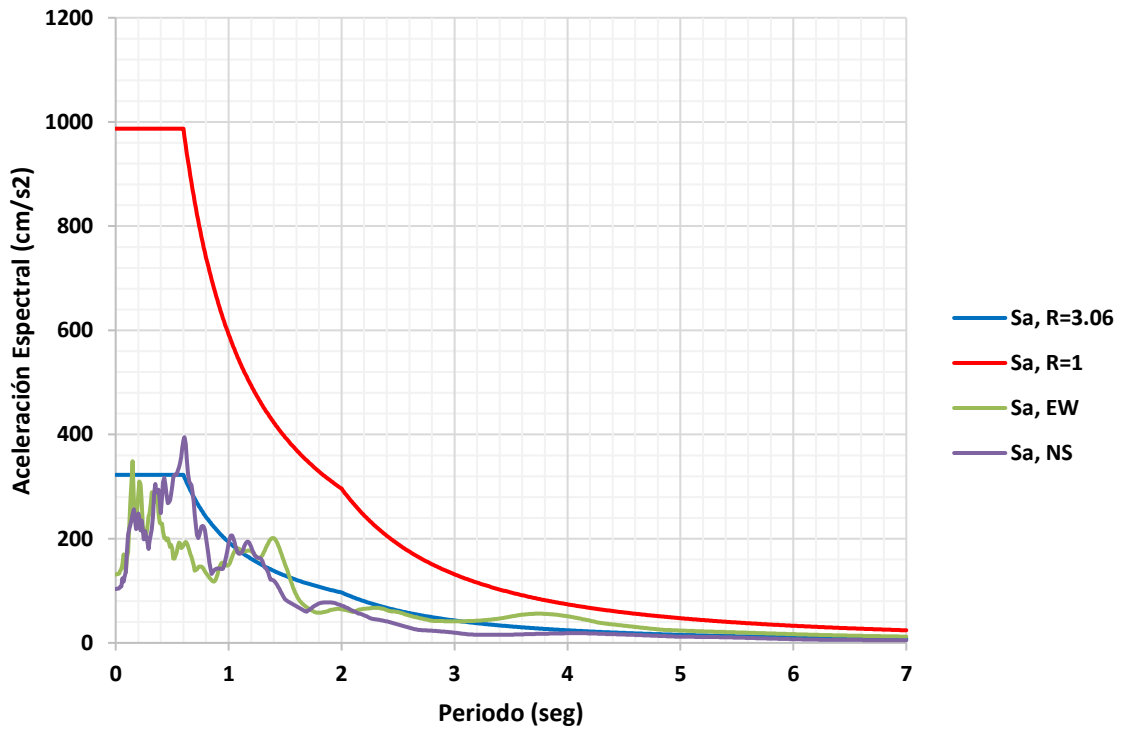
	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 17</b>							
PISO 8	0.009499	3.06	2.601	2.65	<b>0.000976</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.008505	3.06	2.601	2.65	<b>0.001077</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.007408	3.06	2.601	2.65	<b>0.001161</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.006225	3.06	2.601	2.65	<b>0.001220</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.004982	3.06	2.601	2.65	<b>0.001235</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.003724	3.06	2.601	2.65	<b>0.001189</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.002513	3.06	2.601	2.65	<b>0.001070</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001423	3.06	2.601	2.65	<b>0.001397</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 18</b>							
PISO 8	0.009983	3.06	2.601	2.65	<b>0.001007</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.008957	3.06	2.601	2.65	<b>0.001115</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.007821	3.06	2.601	2.65	<b>0.001207</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.006591	3.06	2.601	2.65	<b>0.001272</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.005295	3.06	2.601	2.65	<b>0.001293</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.003978	3.06	2.601	2.65	<b>0.001253</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.002701	3.06	2.601	2.65	<b>0.001139</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001541	3.06	2.601	2.65	<b>0.001513</b>	0.005	CUMPLE

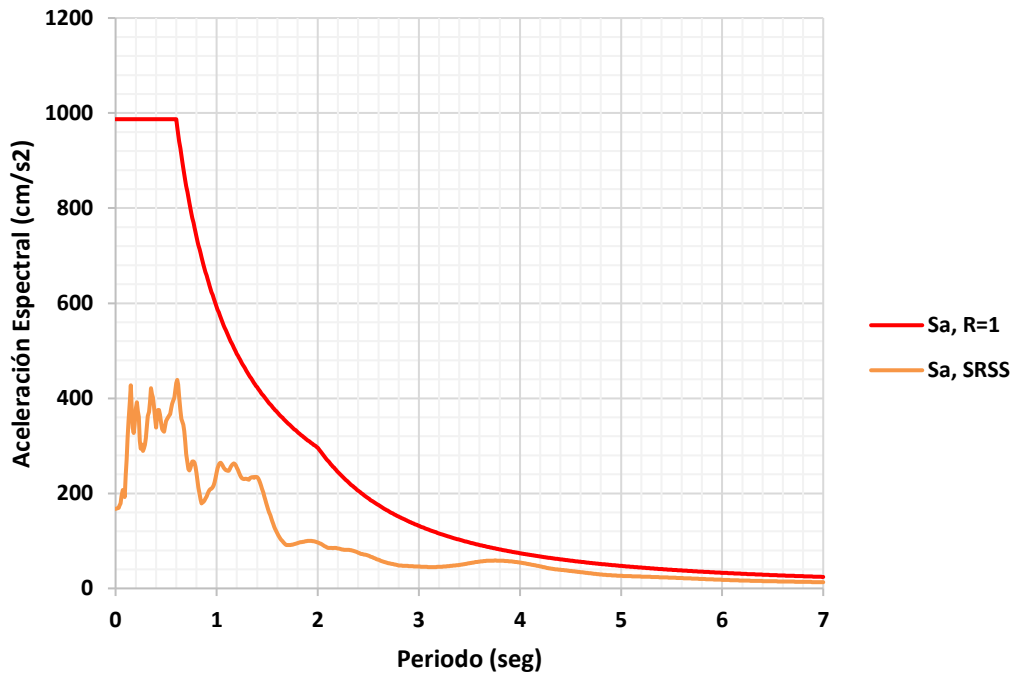
	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 19</b>							
PISO 8	0.010054	3.06	2.601	2.65	<b>0.001013</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.009022	3.06	2.601	2.65	<b>0.001119</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.007882	3.06	2.601	2.65	<b>0.001215</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.006644	3.06	2.601	2.65	<b>0.001280</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.00534	3.06	2.601	2.65	<b>0.001301</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.004014	3.06	2.601	2.65	<b>0.001262</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.002728	3.06	2.601	2.65	<b>0.001148</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001558	3.06	2.601	2.65	<b>0.001529</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 23</b>							
PISO 8	0.011492	3.06	2.601	2.65	<b>0.001107</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.010364	3.06	2.601	2.65	<b>0.001235</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.009106	3.06	2.601	2.65	<b>0.001351</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.00773	3.06	2.601	2.65	<b>0.001437</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.006266	3.06	2.601	2.65	<b>0.001476</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.004762	3.06	2.601	2.65	<b>0.001451</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.003284	3.06	2.601	2.65	<b>0.001354</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001905	3.06	2.601	2.65	<b>0.001870</b>	0.005	CUMPLE

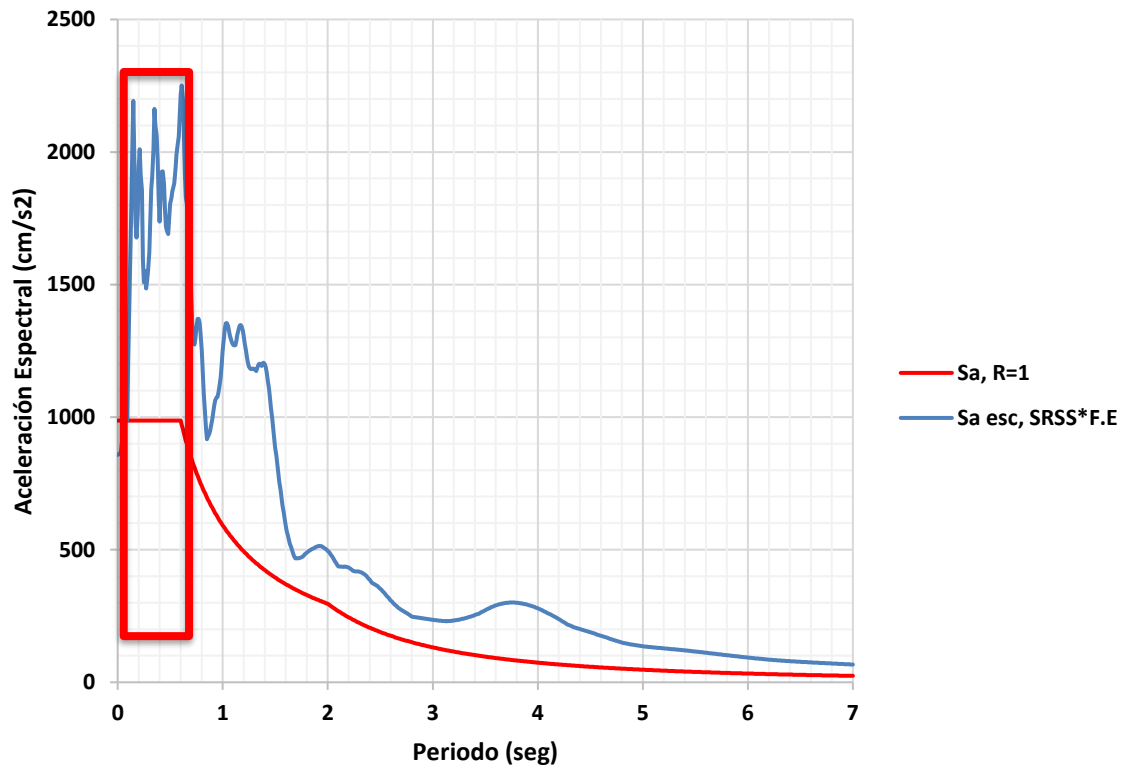
#### 4.4.5. Escala de registro sísmico



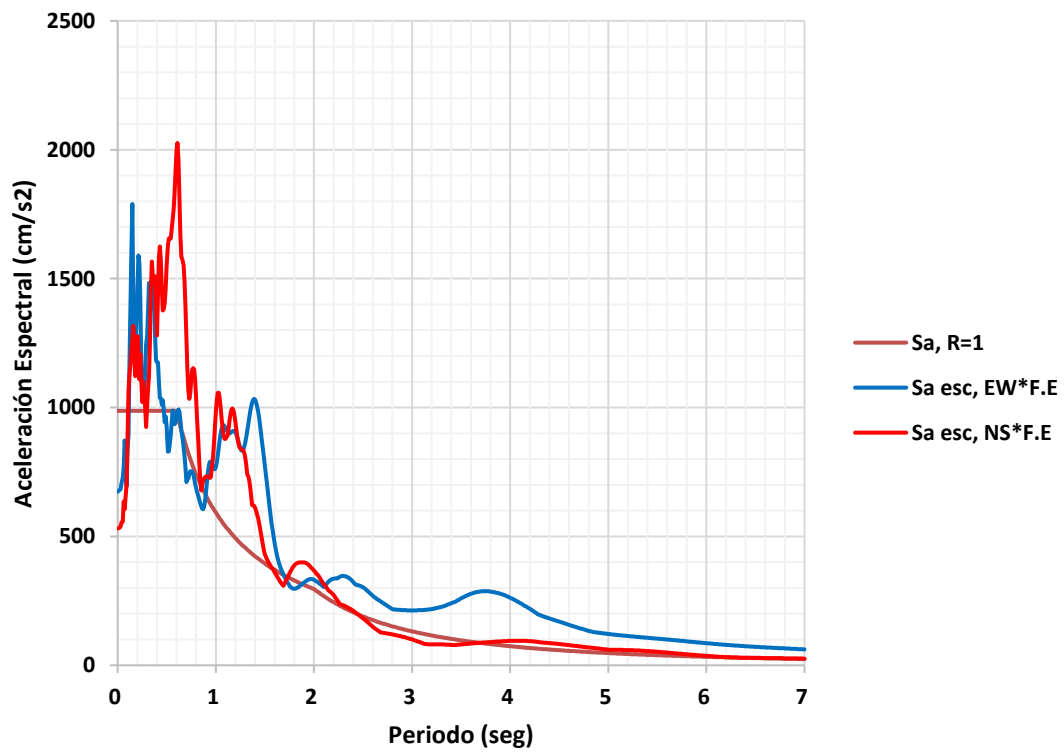
**Figura 89.** Espectro lineal / reducido de respuesta y registros directos



**Figura 90.** Espectro lineal de respuesta y registro resultante sin escalar



**Figura 91.** Registro resultante normalizado por factor de escala



**Figura 92.** Registros individuales normalizados mediante un factor de escala

#### 4.4.6. Control de derivas (T-H Lineal y elástico)

Tabla 83. Control de derivas (T-H Lineal y elástico)

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO XX	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF XX	DRITF MÁX XX	DRIFT MÁX XX > DRITFXX ?
<b>EJE A</b>							
PISO 8	0.011556	1	1	2.65	<b>0.000385</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.010535	1	1	2.65	<b>0.000438</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.009373	1	1	2.65	<b>0.000498</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.008053	1	1	2.65	<b>0.000549</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.006597	1	1	2.65	<b>0.000586</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.005044	1	1	2.65	<b>0.000599</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.003456	1	1	2.65	<b>0.000570</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001945	1	1	2.65	<b>0.000734</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO XX	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF XX	DRITF MÁX XX	DRIFT MÁX XX > DRITFXX ?
<b>EJE K</b>							
PISO 8	0.013078	1	1	2.65	<b>0.000457</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.011868	1	1	2.65	<b>0.000521</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.010488	1	1	2.65	<b>0.000590</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.008924	1	1	2.65	<b>0.000648</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.007208	1	1	2.65	<b>0.000685</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.005393	1	1	2.65	<b>0.000691</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.003561	1	1	2.65	<b>0.000649</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
PISO 1	0.001842	1	1	2.65	<b>0.000695</b>	0.005	CUMPLE
EJE 1							
PISO 8	0.018594	1	1	2.65	<b>0.000846</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.016351	1	1	2.65	<b>0.000915</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.013927	1	1	2.65	<b>0.000965</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.011369	1	1	2.65	<b>0.000988</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.00875	1	1	2.65	<b>0.000967</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.006187	1	1	2.65	<b>0.000888</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.003833	1	1	2.65	<b>0.000720</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.001926	1	1	2.65	<b>0.000727</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
EJE 2							
PISO 8	0.019601	1	1	2.65	<b>0.000871</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.017292	1	1	2.65	<b>0.000945</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.014789	1	1	2.65	<b>0.000997</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.012146	1	1	2.65	<b>0.001025</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.00943	1	1	2.65	<b>0.001011</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.006752	1	1	2.65	<b>0.000937</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.00427	1	1	2.65	<b>0.000775</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.002216	1	1	2.65	<b>0.000836</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 3</b>							
PISO 8	0.020134	1	1	2.65	<b>0.000883</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.017795	1	1	2.65	<b>0.000958</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.015255	1	1	2.65	<b>0.001018</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.012558	1	1	2.65	<b>0.001048</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.00978	1	1	2.65	<b>0.001034</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.00704	1	1	2.65	<b>0.000961</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.004493	1	1	2.65	<b>0.000803</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.002366	1	1	2.65	<b>0.000893</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 5</b>							
PISO 8	0.021161	1	1	2.65	<b>0.000905</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.018763	1	1	2.65	<b>0.000986</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.01615	1	1	2.65	<b>0.001051</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.013365	1	1	2.65	<b>0.001088</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.010482	1	1	2.65	<b>0.001080</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.00762	1	1	2.65	<b>0.001013</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.004936	1	1	2.65	<b>0.000859</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.002659	1	1	2.65	<b>0.001003</b>	0.005	CUMPLE



	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 6</b>							
PISO 8	0.022286	1	1	2.65	<b>0.000929</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.019825	1	1	2.65	<b>0.001016</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.017132	1	1	2.65	<b>0.001088</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.014249	1	1	2.65	<b>0.001131</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.011251	1	1	2.65	<b>0.001130</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.008256	1	1	2.65	<b>0.001069</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.005424	1	1	2.65	<b>0.000923</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.002979	1	1	2.65	<b>0.001124</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 7</b>							
PISO 8	0.022762	1	1	2.65	<b>0.000940</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.020272	1	1	2.65	<b>0.001029</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.017546	1	1	2.65	<b>0.001103</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.014622	1	1	2.65	<b>0.001150</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.011575	1	1	2.65	<b>0.001151</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.008524	1	1	2.65	<b>0.001092</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.005629	1	1	2.65	<b>0.000949</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.003115	1	1	2.65	<b>0.001175</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 10</b>							
PISO 8	0.023517	1	1	2.65	<b>0.000957</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.020981	1	1	2.65	<b>0.001051</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.018196	1	1	2.65	<b>0.001130</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.015202	1	1	2.65	<b>0.001180</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.012075	1	1	2.65	<b>0.001185</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.008936	1	1	2.65	<b>0.001129</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.005945	1	1	2.65	<b>0.000989</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.003323	1	1	2.65	<b>0.001254</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 11</b>							
PISO 8	0.023946	1	1	2.65	<b>0.000967</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.021384	1	1	2.65	<b>0.001063</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.018568	1	1	2.65	<b>0.001144</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.015536	1	1	2.65	<b>0.001197</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.012364	1	1	2.65	<b>0.001204</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.009174	1	1	2.65	<b>0.001150</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006126	1	1	2.65	<b>0.001013</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.003441	1	1	2.65	<b>0.001298</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 12</b>							
PISO 8	0.024459	1	1	2.65	<b>0.000978</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.021867	1	1	2.65	<b>0.001077</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.019013	1	1	2.65	<b>0.001162</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.015935	1	1	2.65	<b>0.001217</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.01271	1	1	2.65	<b>0.001227</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.009458	1	1	2.65	<b>0.001175</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006343	1	1	2.65	<b>0.001042</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.003582	1	1	2.65	<b>0.001352</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 13</b>							
PISO 8	0.024834	1	1	2.65	<b>0.000987</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.022219	1	1	2.65	<b>0.001087</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.019338	1	1	2.65	<b>0.001174</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.016227	1	1	2.65	<b>0.001232</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.012962	1	1	2.65	<b>0.001244</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.009666	1	1	2.65	<b>0.001194</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006501	1	1	2.65	<b>0.001063</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.003685	1	1	2.65	<b>0.001391</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 15</b>							
PISO 8	0.025359	1	1	2.65	<b>0.000998</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.022713	1	1	2.65	<b>0.001102</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.019794	1	1	2.65	<b>0.001192</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.016636	1	1	2.65	<b>0.001253</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.013316	1	1	2.65	<b>0.001268</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.009957	1	1	2.65	<b>0.001220</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006723	1	1	2.65	<b>0.001092</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.003829	1	1	2.65	<b>0.001445</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 17</b>							
PISO 8	0.025905	1	1	2.65	<b>0.001011</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.023227	1	1	2.65	<b>0.001117</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.020267	1	1	2.65	<b>0.001210</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.017061	1	1	2.65	<b>0.001274</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.013684	1	1	2.65	<b>0.001292</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.010259	1	1	2.65	<b>0.001248</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.006953	1	1	2.65	<b>0.001122</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.003979	1	1	2.65	<b>0.001502</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 18</b>							
PISO 8	0.027051	1	1	2.65	<b>0.001036</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.024305	1	1	2.65	<b>0.001148</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.021262	1	1	2.65	<b>0.001249</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.017953	1	1	2.65	<b>0.001320</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.014456	1	1	2.65	<b>0.001344</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.010895	1	1	2.65	<b>0.001305</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.007437	1	1	2.65	<b>0.001186</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.004294	1	1	2.65	<b>0.001620</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRITF YY	DRITF MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRITF YY ?
<b>EJE 19</b>							
PISO 8	0.027218	1	1	2.65	<b>0.001040</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.024462	1	1	2.65	<b>0.001153</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.021406	1	1	2.65	<b>0.001254</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.018083	1	1	2.65	<b>0.001326</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.014569	1	1	2.65	<b>0.001352</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.010987	1	1	2.65	<b>0.001313</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.007507	1	1	2.65	<b>0.001195</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.00434	1	1	2.65	<b>0.001638</b>	0.005	CUMPLE

	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO YY	R	0.85R ó 0.75R	ALTURA ENTREPISO	DRIFT YY	DRIFT MÁX YY	DRIFT MÁX YY > DRIFT YY ?
<b>EJE 23</b>							
PISO 8	0.030687	1	1	2.65	<b>0.001120</b>	0.005	CUMPLE
PISO 7	0.027718	1	1	2.65	<b>0.001252</b>	0.005	CUMPLE
PISO 6	0.024401	1	1	2.65	<b>0.001373</b>	0.005	CUMPLE
PISO 5	0.020763	1	1	2.65	<b>0.001465</b>	0.005	CUMPLE
PISO 4	0.01688	1	1	2.65	<b>0.001509</b>	0.005	CUMPLE
PISO 3	0.012881	1	1	2.65	<b>0.001486</b>	0.005	CUMPLE
PISO 2	0.008942	1	1	2.65	<b>0.001387</b>	0.005	CUMPLE
PISO 1	0.005266	1	1	2.65	<b>0.001987</b>	0.005	CUMPLE

## 4.5. Diseño estructural

### 4.5.1. Diseño de losa maciza

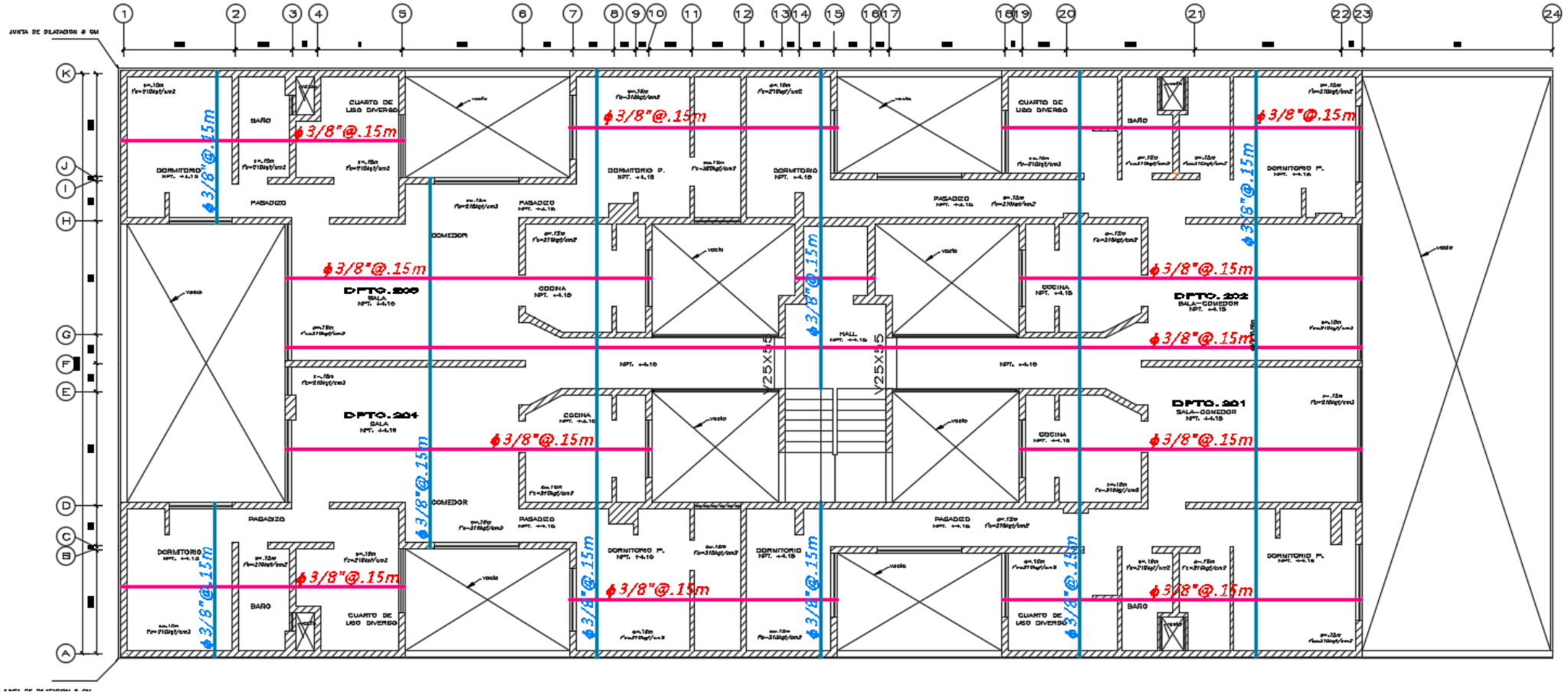


Figura 93. Distribución de acero en la losa maciza

### 4.5.2. Diseño de sistema de transferencia

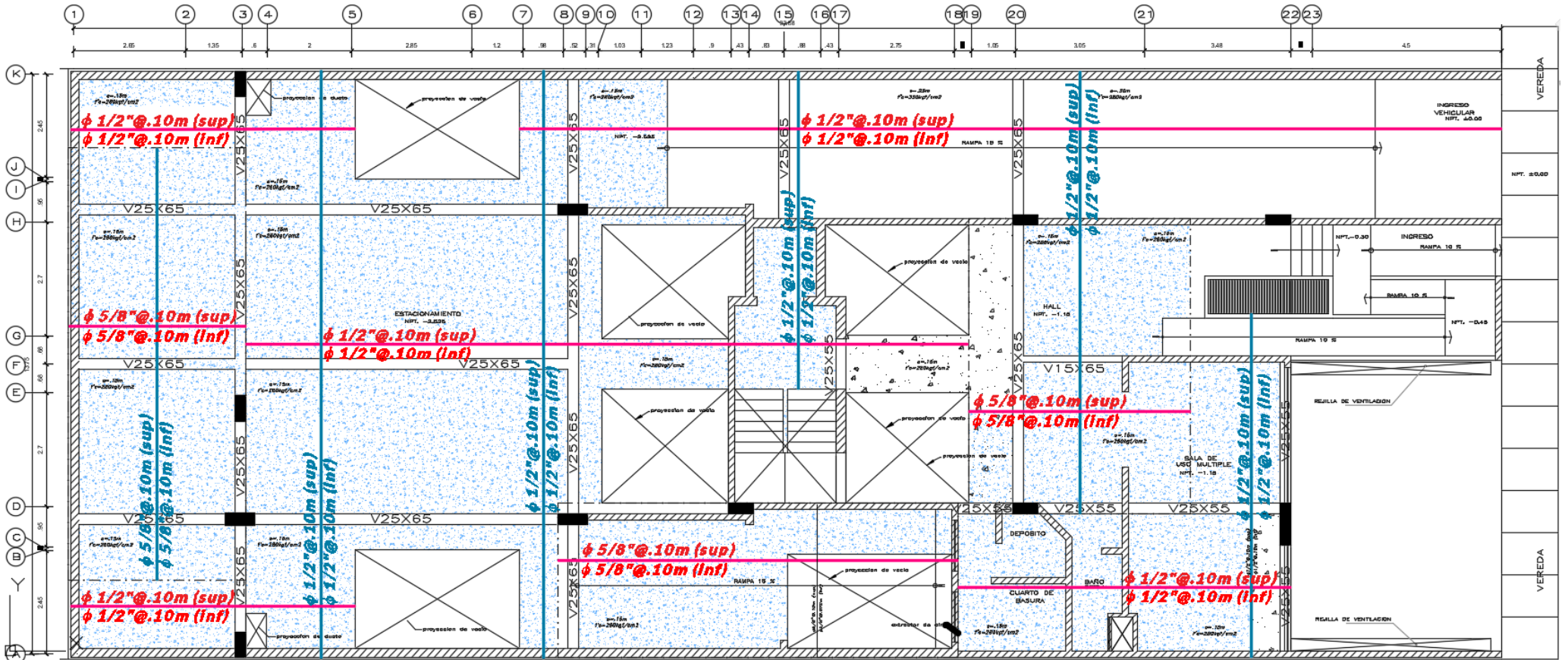


Figura 94. Distribución de acero en el sistema de transferencia



### 4.5.3. Diseño de vigas peraltadas

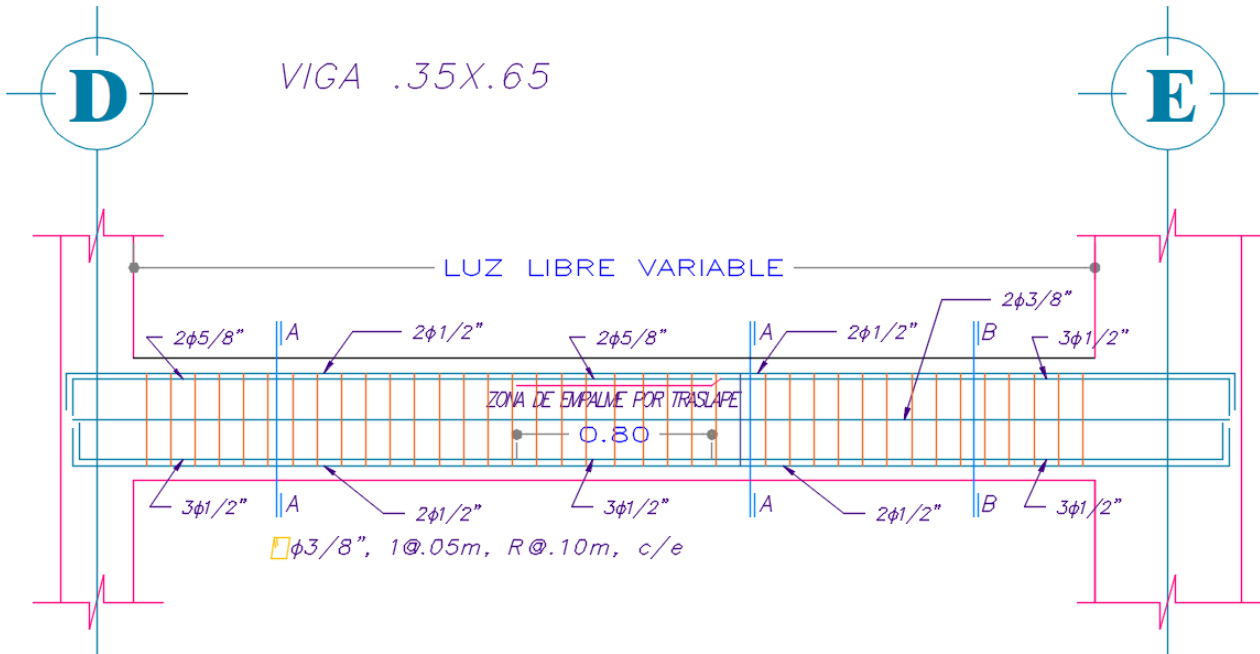


Figura 95. Distribución de acero en la viga D - E

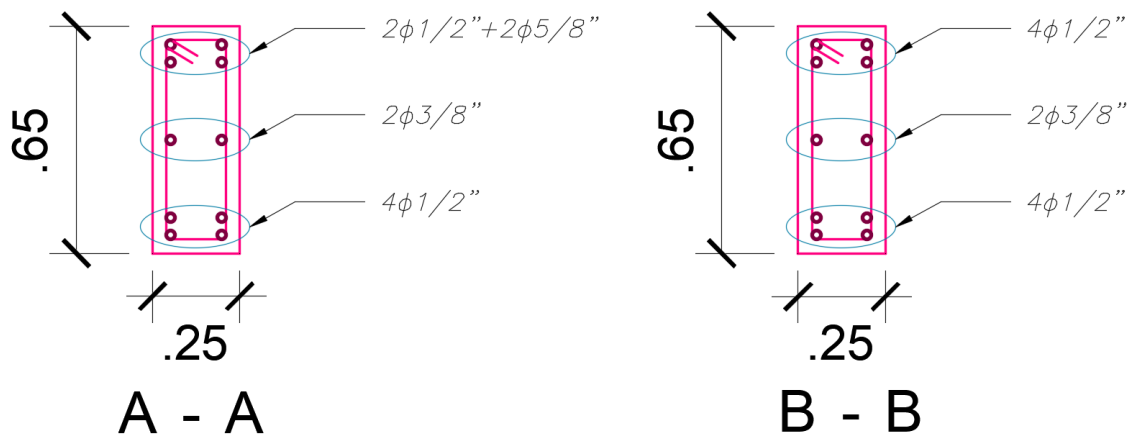
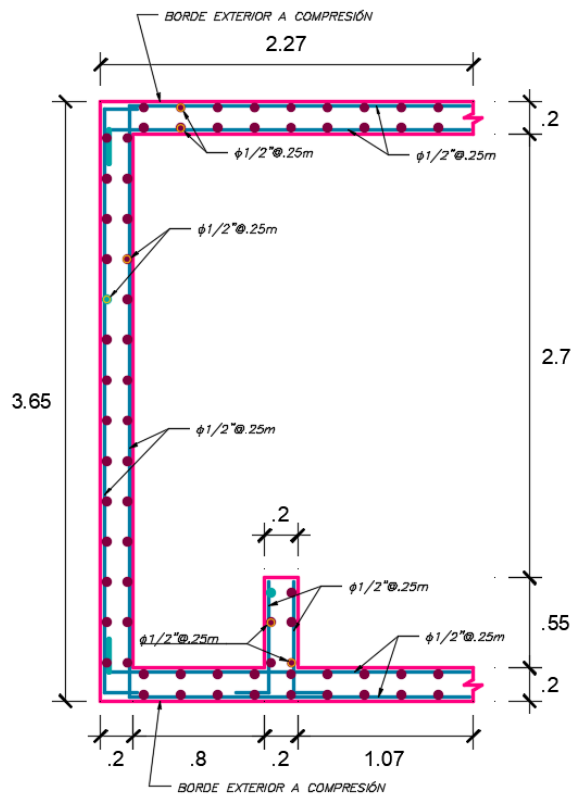
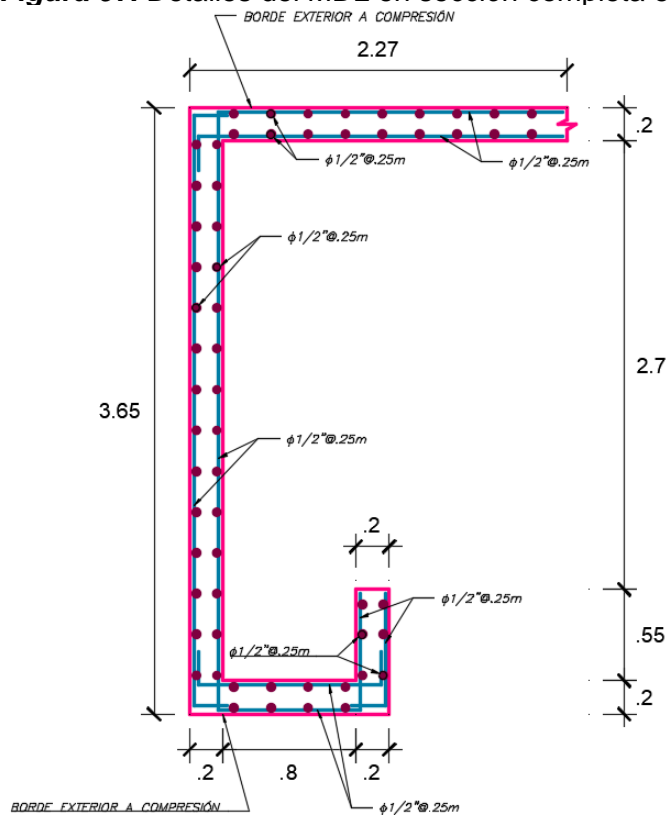


Figura 96. Detalles de estribos de la viga D - E en los cortes A-A, B-B

#### 4.5.4. Diseño de muro de ductilidad limitada

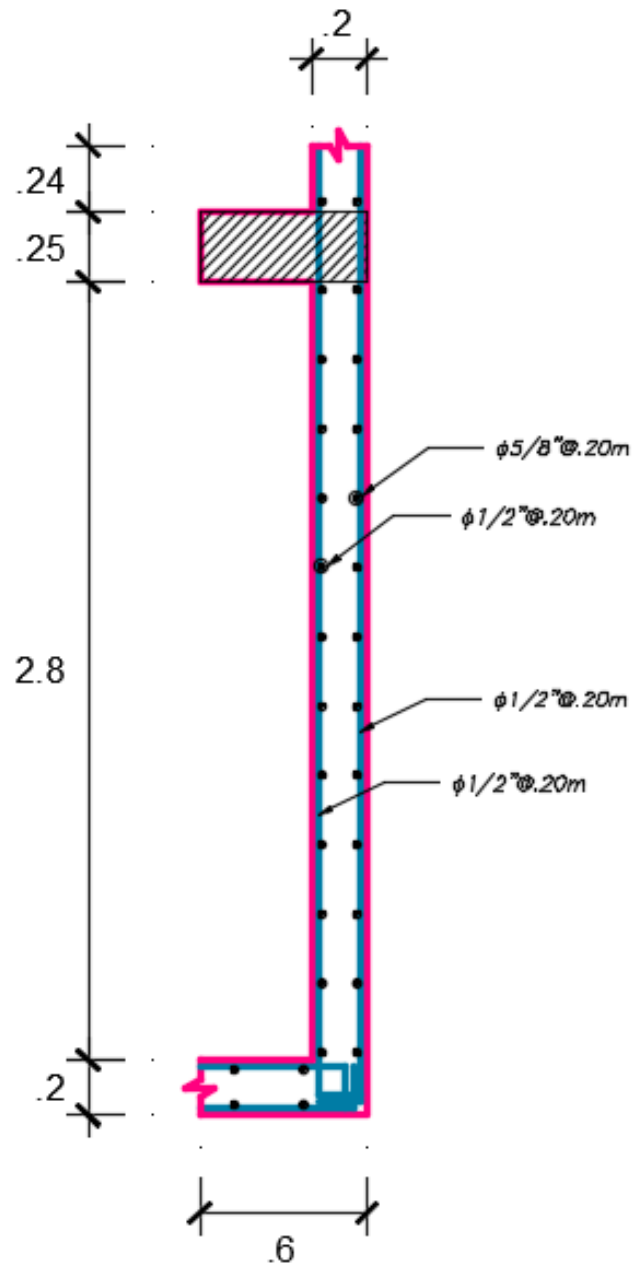


**Figura 97.** Detalles del MDL en sección completa  $e = 20\text{ cm}$



**Figura 98.** Detalles del MDL en sección de en vacío  $e = 20\text{ cm}$

#### 4.5.5. Diseño de muros de sótano



**Figura 99.** Detalles de acero en el muro de sótano  $e = 25cm$

#### 4.5.6. Diseño de platea de cimentación

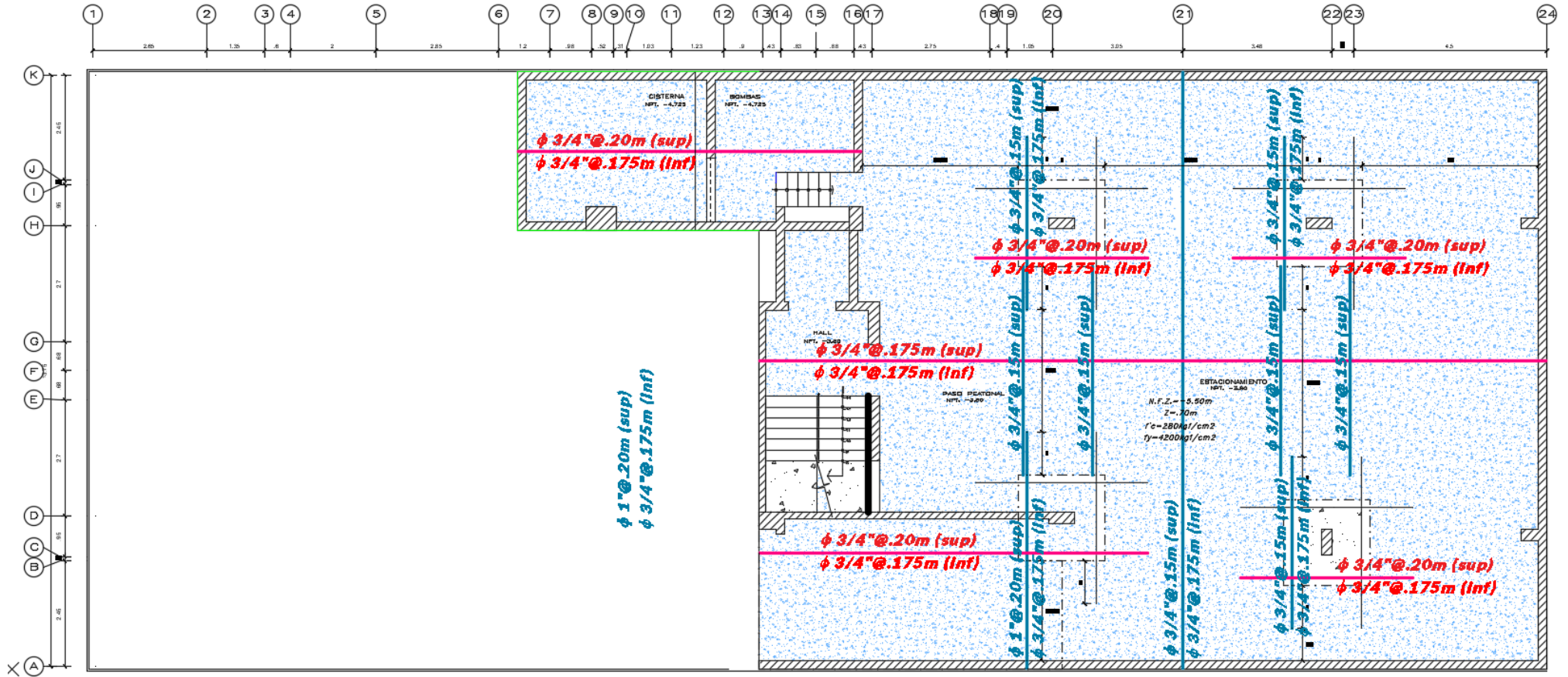
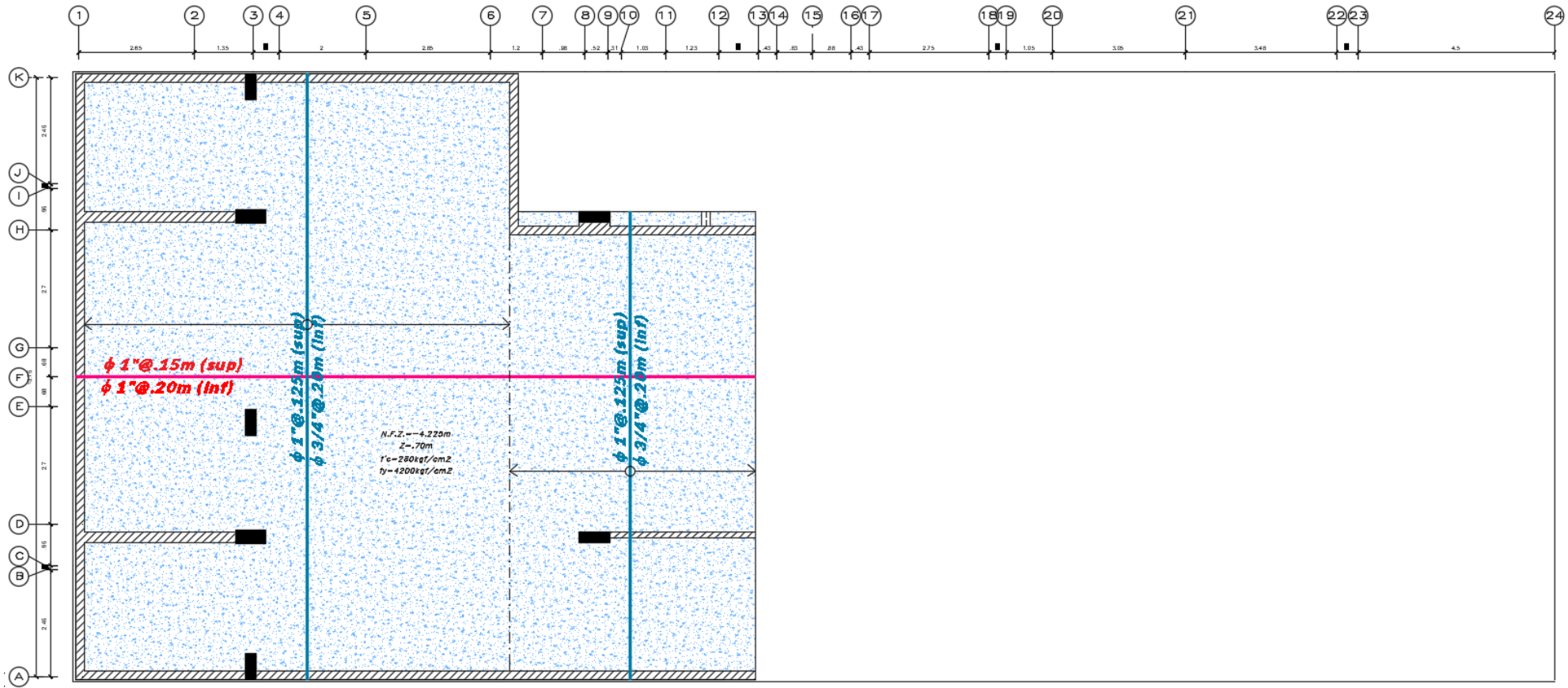
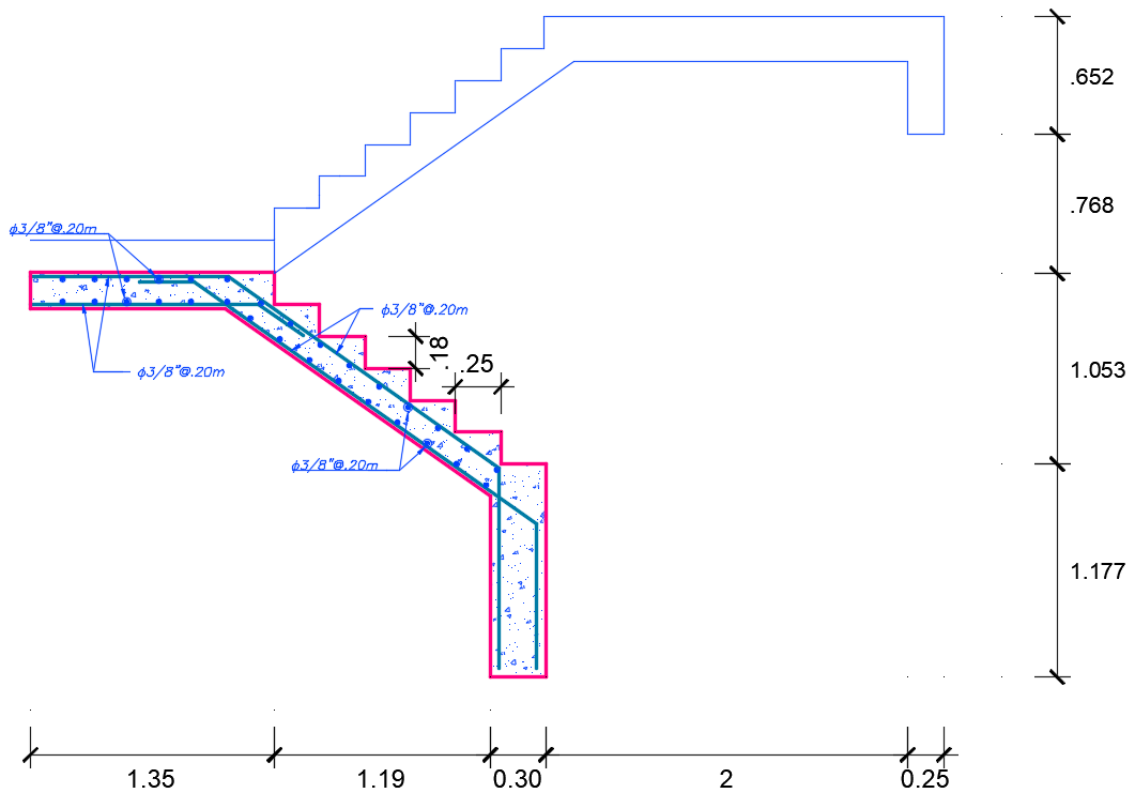


Figura 100. Distribución de acero Longitudinal en el nivel 01 de la platea de cimentación

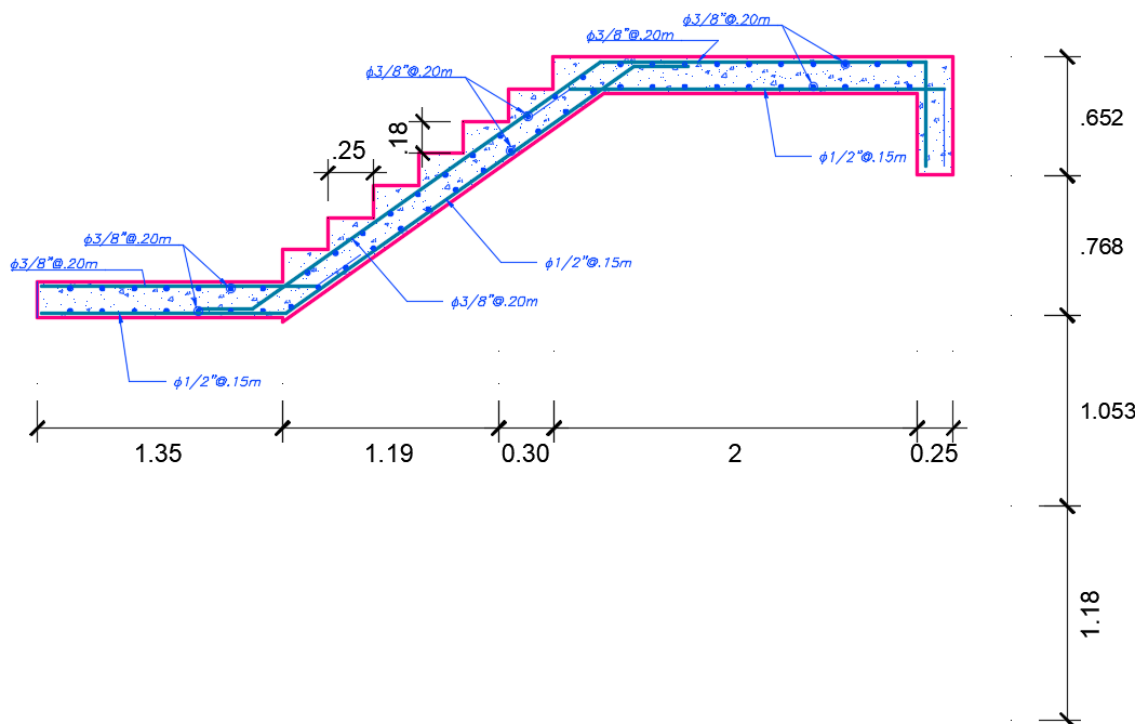


**Figura 101.** Distribución de acero Longitudinal en el nivel 02 de la platea de cimentación

### 4.5.7. Diseño de escalera



**Figura 102.** Detalle de acero longitudinal y transversal en el tramo uno de la escalera



**Figura 103.** Detalle de acero longitudinal y transversal en el tramo dos de la escalera

## V. DISCUSIÓN

El presente proyecto de investigación titulada diseño estructural de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, Urbanización Docentes 2021 cumple con los requisitos del Reglamento Nacional de Edificación, especificado en las Normas E.020 “Cargas”, E.050 “Suelos y Cimentaciones”, E.030 “Diseño sismorresistente” y E.060 “Diseño en concreto armado, para el diseño consideramos en la superestructuras muros de ductilidad limitada de un espesor 0.20m y la losa maciza con una altura de 0.15m, sistema de transferencia hasta 0.30m, además en la subestructura muro de sótanos 0.25m, vigas peraltadas 0.25m x 0.65m, platea de cimentación de 0.70m en los dos niveles

En la tabla 66, indica las distancias en ml obtenidos del plano perimétrico, el área en m<sup>2</sup> y su perímetro en ml, además se aprecia cuatro ángulos en grados sexagesimales plasmados en coordenadas UTM con el sistema geodésico WGS84, para el EMS dispuso de tres calicatas con una profundidad de desplante de 6m, donde se realizó en cada calicata el Análisis Granulométrico por tamizado (AASHTO T-27 ASTM) con su respectivas curvas granulométricas y su clasificación con los método SUCS y AASHTO, las C1, C2, C3 presentaron un material orgánico desde 0.20m a 0.30m de color marrón oscuro de arenas gravas con vegetales verdes por otra parte la C1 está formado por gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con arcillas de color marrón claro mezclada con 73.67% de gravas de tamaño máximo de 1'', con 18.30% de arena, con 8.03% de material fino, los resultados requeridos son mayores que la C2 Y C3 con un ángulo de rozamiento interno de  $25.30^\circ$ , la capacidad portante de 2.84 kg/cm<sup>2</sup> y los asentamientos inmediatos de 0.89 cm. Para el diseño arquitectónico la subestructura cuenta con estacionamientos en el sótano y semisótano, además en la superestructura está distribuido en los ocho niveles típicos en cuatro departamentos. Para el análisis sísmico se obtuvo 100 modos de vibración donde no se logró llegar a la sumatoria de masas participativas las cuales fueron sum UX de 85.07%, sum UY de 89.36%, sum RZ fue de 80.24% se determinó la cortante basal de diseño en ambas direcciones VX 1148.1745, VY 1148.1746 donde sirve para que la edificación sea técnicamente y económicamente posible.

La realización del análisis sísmico modal espectral y la verificación Tiempo – Historia dentro de un rango lineal y elástico, con la finalidad de evaluar preliminarmente el comportamiento estructural de la edificación de ocho niveles, Cajamarca 2021; los indicadores de las dimensiones ya antes mencionadas tienen como antecedente realizado por Quiroz, 2016, en su proyecto “Comparación Del Comportamiento Estructural De Una Vivienda Multifamiliar Proyectada Mediante Los Sistemas De Muros De Ductilidad Limitada Y Albañilería Confinada En La Ciudad De Cajamarca”, compara el comportamiento estructural de una edificación con dos sistemas, el cual incluye muros de ductilidad limitada, llega a concluir que este tipo de sistema estructural origina menos desplazamientos laterales aun teniendo espesores reducidos y a su vez mayor resistencia, cabe señalar que esta conclusión es dada frente a un caso sin sótanos y/o semi-sótano, lo que no corrobora en gran parte lo obtenido en la presente investigación, puesto que el espesor de los muros de ductilidad limitada fue de veinte centímetros con presencia de sótano y semisótano. En comparación con el antecedente citado, se llegó a diferentes conclusiones, ya que resulta difícil controlar las grandes rotaciones de la superestructura sobre el sistema de transferencia.

Para realizar el análisis lineal y elástico Tiempo – Historia de la edificación con muros de ductilidad limitada; los indicadores de la dimensión verificación lineal y elástico Tiempo – Historia tuvo como antecedente realizado a Ricalde, 2019, en su proyecto “Análisis Dinámico comparativo Modal espectral Vs Tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa el Salvador- 2019.” donde del cálculo desarrollado concluye que el ejecutar un análisis sísmico Tiempo – Historia, resulta ser más efectivo que el análisis dinámico modal espectral, debido a que este último solo es una aproximación y extensión del análisis estático lineal, esta afirmación coincide con lo concluido por el presente trabajo, luego de evidenciar que mediante el escalado de registro sísmico, el pico máximo de demanda resulta ser mayor a la demanda dada por la ordenada espectral que concede la norma, por lo que exige más a la estructura en cuanto a las derivas por cada entrepiso (máximo valor de deriva 5/1000).

Egoabil, 2019, en su proyecto “Análisis y diseño estructural de un edificio de viviendas multifamiliares de 6 pisos con muros de ductilidad limitada”, señala que



el sistema de muros de ductilidad limitada genera de forma positiva derivas muy pequeñas y que por ende existe poca probabilidad de que se tenga irregularidad torsional, afirmación que el presente estudio corrobora con el desarrollo de dicha verificación de irregularidad, puesto que estos valores no superan la mitad de la distorsión máxima permitida (2.5/1000).

La realización del análisis sísmico modal espectral y la verificación Tiempo – Historia dentro de un rango lineal y elástico, con la finalidad de evaluar preliminarmente el comportamiento estructural de la edificación de ocho niveles, Cajamarca 2021; los indicadores de las dimensiones ya antes mencionadas tienen como antecedente realizado por Quiroz, 2016, en su proyecto “Comparación Del Comportamiento Estructural De Una Vivienda Multifamiliar Proyectada Mediante Los Sistemas De Muros De Ductilidad Limitada Y Albañilería Confinada En La Ciudad De Cajamarca”, compara el comportamiento estructural de una edificación con dos sistemas, el cual incluye muros de ductilidad limitada, llega a concluir que este tipo de sistema estructural origina menos desplazamientos laterales aun teniendo espesores reducidos y a su vez mayor resistencia, cabe señalar que esta conclusión es dada frente a un caso sin sótanos y/o semi-sótano, lo que no corrobora en gran parte lo obtenido en la presente investigación, puesto que el espesor de los muros de ductilidad limitada fue de veinte centímetros con presencia de sótano y semisótano. En comparación con el antecedente citado, se llegó a diferentes conclusiones, ya que resulta difícil controlar las grandes rotaciones de la superestructura sobre el sistema de transferencia.

Las limitaciones que se encontraron para realizar esta investigación, fue las actividades a realizar en campo debido a la circunstancia actual por el motivo de Covid-19. Por otra parte, el aporte que se le da a la investigación es un diseño como una alternativa de solución ante un evento sísmico el cual se emplearon teorías de acuerdo al lugar de estudio, asimismo se ha efectuado el estudio de mecánica de suelos el cual servirá de referencia para futuras investigaciones en el lugar.

La edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, se ubican en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, departamento Cajamarca, con el presente proyecto se busca construir una

edificación con un buen desempeño estructural ante un sismo, además dicho sistema ayuda a reducir costos en la construcción.

El diseño estructural cumple con todos los requerimientos establecidos por la RNE. E.060, el estudio de mecánica de suelos muestra una capacidad portante de 2.84 kg/cm<sup>2</sup>, Se determinó el periodo fundamental de vibración en base al primer modo de vibración siendo de 0.283seg, predominante en la dirección YY.

## V. CONCLUSIONES

Se diseñó la estructura con sistema de muros de ductilidad limitada cumpliendo con los requisitos establecidos por la Norma Técnica Peruana E.060 de Diseño en Concreto Armado.

Se realizó el análisis sísmico donde se encontró las derivas en XX 0.000340584 además YY con valor de 0.00186978, donde encontramos los periodos fundamentales en dirección Uy=0.28 s, Rz= 0.19 s, Ux=0.15 s, la sumatoria de sus masa participativas fueron sum Ux =85.07%, sum Uy=89.36%, sum Rz=80.24%, para el análisis estático con los factores Z=0.35, CX=2.5, U=1, S = 1.15, R=4, P=3879.55 Tn, Ip=0.85, Ia=0.90, la fuerza cortante basal de diseño VYY= 1275.75ton, VXX= 1275.75ton, no obstante en el análisis sísmico dinámico tenemos TP=0.60 s, TL= 2.00 s, a=9.81g, en un tiempo de 7.00 s.; así mismo se verificó el análisis lineal y elástico tiempo – historia el comportamiento estructural de la edificación con el uso de registros sísmicos normalizados, encontrándose que las derivas son menores de 39.74% respecto al valor máximo permisible de 5/1000 y para dar conformidad a los resultados se utilizó el software ETABS, corroborándose también con la E.030.

Se realizó el diseño de la subestructura, implementando una platea de espesor de 0.70m con  $f'_c = 280\text{kg/cm}^2$ , el armado ideal de barras de Ø3/4" y Ø1" espaciadas como mínimo a 0.15m; el muro de sótano contó un espesor de 0.25m  $f'_c = 280\text{kg/cm}^2$  con barras verticales de Ø1/2", Ø5/8" y horizontales de Ø1/2" @ 0.20m en ambos casos.

Se realizó el diseño de la superestructura con sistema de muros de ductilidad limitada, con un espesor de 0.20m y un  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  con armado doble capa en ambos sentidos de Ø1/2"@ 0.25m; las vigas son de un promedio 0.25m x 0.65m y un valor de  $f'_c = 280\text{kg/cm}^2$  con varillas longitudinales de Ø5/8" con estribos de Ø3/8" espaciadas cada 0.10m en la zona confinada y 0.20 fuera de confinamiento; la losa de transferencia del sótano es de espesor de 0.30m con un  $f'_c = 280\text{kg/cm}^2$  y un armado en ambos sentidos doble malla con barras de

hasta  $\varnothing 5/8$ "; la losa maciza contó con espesor de 0.15m para un  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  y un armado en una sola malla en ambos sentidos de  $\varnothing 3/8$ " @ 0.15m.; cumpliendo con lo establecidos en E.060 y para dar conformidad a los resultados se utilizó el software SAFE y SAP2000.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los ingenieros estructurales que por tratarse de una estructura de ocho niveles contemplar un espesor de 0.20m esto permitirá un mejor comportamiento estructural donde se trabaje con dos mallas de acero corrugado  $f'_y= 4200$ ,  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  por lo que no se utilizará mallas electrosoldadas, del mismo modo se recomienda emplear este SMDL en viviendas multifamiliares de gran densidad de muros en ambas direcciones y que contemplen la simetría en su arquitectura.

Se recomienda a los investigadores de estructuras basados en el sistema SMDL que para realizar el análisis sísmico debe ser abordado con todas las consideraciones estructurales y técnicas establecidas en E.030 NTP, por lo que se recomienda la utilización de criterio profesión acompañado de un potente programa computacional como el ETABS.

Se recomienda a los estudiantes de ingeniería que abarquen el campo temático de estructuras que para desarrollar proyectos en la Zone 17 South, Meter; Cent. Meridian 81d W como el caso de una Urbanización de la ciudad de Cajamarca resulta necesario implementar un tratamiento adecuado en los cimientos, por lo que se recomienda la implementación de platea de cimentación, así como lo estipula el EMS realizado.

## REFERENCIAS

- AGUILAR, Roberto. 2008.** *Análisis Sísmico de Edificios*. Quito, Ecuador : Centro de Investigaciones Científicas, 2008.
- BARTOLOMÉ, Ángel San. 1998.** *Análisis de Edificios*. Lima, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 1998. 9972421120.
- BEHAR, Daniel. 2008.** Google Academic. [En línea] 2008. <http://www.rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>.
- BLASCO, Antonio Blanco. 1994.** *Estructuración y diseño en concreto armado*. Lima : Editoriales Capítulo de Ingeniería Civil, Consejo Departamental de Lima y CIP, 1994. -.
- BRAJA, M. Das. 2011.** *Fundamentos de ingeniería en cimentaciones*. Estados Unidos : Hunura Servicios Editoriales, 2011. 9780495668121.
- CARNERO, Liz. 2019.** EBSCO. [En línea] 2019. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46124>.
- CHOPRA, Anil. 2012.** *Dynamics of Structures*. Estados Unidos : Pearson Education, 2012. Vol. IV. 9780132858038.
- CRUZ, Dennis. 2018.** Repositorio UNMS. [En línea] 2018. <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2928/CIVIL%20-%20Tesis%20Dennis%20Santa%20Cruz%20Perales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- DE LA COLINA, Jaime. 2000.** Redalyc. [En línea] 2000. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10401812>.
- . 2000.** Redalyc. [En línea] 2000. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10401812.pdf>.
- EGOABIL, Xiomara Luz. 2019.** EBSCO. [En línea] 2019. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7110>.
- Estudio del comportamiento estructural*. al, **RAMÍREZ de Alba H. et. 2011.** 1, México : -, 2011, Vol. 3. -.
- FALCONI, Roberto Aguiar. 2008.** *Análisis Sísmico de Edificios*. Quito, Ecuador : Escuela Politécnica del Ejército, 2008. 9789978301043.
- HERNANDEZ y BAPTISTA. 2014.** *Metodología de la investigación*. Colombia : McGraw-Hill, 2014. 968-422-931-3.
- JANAMPA, Ruth Melisa. 2018.** Repositorios UCV. [En línea] 2018.

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35278/Janampa\\_CRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35278/Janampa_CRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

*La Ingeniería Estructural*. **DE LA COLINA, Jaime. 2000.** 2, Toluca, México : Ciencia Ergo Sum, 2000, Vol. 7. 1405-0269.

**LAFUENTE, Mariela. 2014.** Google Academic. [En línea] 2014. [http://acading.org.ve/info/publicaciones/TRABAJOS\\_INCORPORACION/TI\\_MARIANELA\\_LAFUENTE.pdf](http://acading.org.ve/info/publicaciones/TRABAJOS_INCORPORACION/TI_MARIANELA_LAFUENTE.pdf).

**LÓPEZ, Pedro. 2004.** Scielo. [En línea] 2004. <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>.

**MARULANDA, Jorge. 2018.** *Introducción al diseño arquitectónico*. Tegucigalpa, Honduras : Libélula, 2018.

**MCCORMAC y Brown, Jack y Russel. 2011.** *Diseño de concreto reforzado*. D.F., México : Grupo Alfaomega, 2011. 978-607-707-231-7.

**MORALES, Roberto Morales. 2016.** *Diseño de Concreto Armado*. Lima : Editorial Instituto de Construcción y Gerencia, 2016. -.

**NIÑO, Víctor. 2011.** Google Academic. [En línea] 2011. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55118936/METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_DISENO\\_Y\\_EJECUCION-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1624069937&Signature=f24nrZGQZinMwNxWuRpEe2gdjEmIEQP0WHWvnRdCfBO3RySHCswAUmIR3I~oY~NETeHBzErjo9HLRoA4156ua1p94QxmEAVPrq1z4ttypc](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55118936/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_DISENO_Y_EJECUCION-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1624069937&Signature=f24nrZGQZinMwNxWuRpEe2gdjEmIEQP0WHWvnRdCfBO3RySHCswAUmIR3I~oY~NETeHBzErjo9HLRoA4156ua1p94QxmEAVPrq1z4ttypc).

**NORMA E.030, MVCS. 2018.** SENCICO. [En línea] 2018. [Citado el: 12 de Mayo de 2021.] <http://page.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>.

**NORMA E.060, MVCS. 2009.** SENCICO. [En línea] 2009. [Citado el: 12 de Mayo de 2021.] <http://page.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>.

**PANCA, Alder Jhosué Quispe. 2015.** *Análisis Matricial de Estructuras - Introducción al método de elementos finitos*. Lima, Perú : Macro EIRL, 2015. 9786123043100.

**QUINTANA, Jimmy. 2013.** Google Academic. [En línea] 2013. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3844>.

**QUIROZ, César Martín. 2016.** EBSCO. [En línea] 2016. <http://hdl.handle.net/11537/10254>.

**QUIROZ, Cesar. 2016.** Repositorio de Tesis-UANCV. [En línea] 2016. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/713>.

- QUISPE, Cirilo. 2019.** EBSCO. [En línea] 2019.  
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2783>.
- RICALDE, Greicy Yuliana. 2019.** EBSCO. [En línea] 2019.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49656/Ricalde\\_EGY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49656/Ricalde_EGY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- SÁNCHEZ, Irvin. 2017.** Repositorio UCV. [En línea] 2017.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12246/sanchez\\_vi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12246/sanchez_vi.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- SULLCA, Luis Alfredo y Condori Mayta, Cristian Cristobal. 2018.** EBSCO. [En línea] 2018. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7372>.
- SULLCA, Luis Alfredo y Condori Mayta, Cristobal. 2018.** EBSCO. [En línea] 2018. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7372>.
- VALENCIA, Miriam. 2020.** [En línea] 2020.  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16104/1/TTFIC-2020-IC-DE00011.pdf>.
- VARGAS, Arabella Alexandra y Terrazos Monroy, Tracy Beatriz. 2016.** EBSCO. [En línea] 2016.  
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7022>.
- VARGAS, Zoila. 2009.** Redalyc. [En línea] 2009.  
<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>.
- VIZCONDE, Adalberto. 2015.** SCielo. [En línea] 2015.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36604/1/TESIS%20VIZCONDE%20NOV.%2025.pdf>.
- ZÁRATE, Rafael Martínez. 2013.** *Diseño arquitectónico*. Distrito Federal - México : Trillas, 2013.



**Anexos:**

**Anexo 3.1: Matriz de operacionalización de variables**

**Tabla 84. Matriz de operacionalización de variable**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño Estructural	El diseño estructural consiste en buscar un buen comportamiento de la estructura frente a un sismo, tomando en cuenta la simplicidad y simetría, resistencia y ductilidad, hiperestaticidad y monolitismo, uniformidad y continuidad, entre otras cosas. (Agurto, Aranda; 2019)	Al realizar un diseño estructural, se debe tomar en cuenta lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 "Diseño de Concreto Armado" tales como número de pisos, altura y ancho de los muros, espesor mínimo del mismo	Estudio topográfico (perimétrico)	Distancias (m)	Razón
				Área de estudio (m <sup>2</sup> )	
				Perímetro (m)	
				Ángulos (°, ', ")	
				Coordenadas UTM	
			Estudio de mecánica de suelos	Ángulo de rozamiento interno	
				Capacidad portante del suelo	
				Coefficiente de balasto	
				Cohesión	
				Asentamientos	
			Diseño arquitectónico	Distribución de ambientes	
				Cortes y elevaciones	
			Análisis sísmico (modal espectral y verificación lineal y elástico Time - Historia)	Combinación modal	
				Cortante basal de diseño	
				Espectro de aceleraciones	
				Control de derivas (A.M.E Lineal)	
				Escala de registro sísmico	
			Diseño estructural	Control de derivas (T-H Lineal y elástico)	
				Diseño de losa maciza	
				Diseño de sistema de transferencia	
Diseño de vigas peraltadas					
Diseño de muro de ductilidad limitada					
Diseño de muros de sótano					
Diseño de platea de cimentación					
Diseño de escalera					

### Anexo 3.2 Matriz de indicadores de variables


Tabla 85. Matriz de indicadores de variables

OBJETIVO ESPECÍFICO	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA/ INSTRUMENT O	TIEMPO EMPLEAD O	MODO DE CÁLCULO
Realizar el análisis sísmico en la edificación con SMDL en la urbanización Docentes Cajamarca 2021.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combinación Modal</li> <li>• Cortante basal de diseño</li> <li>• Espectro de aceleraciones</li> <li>• Control de derivas (ANE lineal)</li> <li>• Escala de registro sísmico</li> <li>• Control de derivas (T-H lineal y elástico)</li> </ul>	<p>Se elaborará el espectro de aceleraciones según norma E.030 en conjunto con los resultados del análisis modal para obtener la cortante de diseño de la base.</p> <p>Procesar la información de los registros sísmicos en el software con la finalidad de evaluar el modelamiento de la estructura tal cual su estructuración</p>	<p>Guía de observación N° 2</p> <p>Ficha de recolección de datos N° 02</p> <p>Guía de observación N° 2</p> <p>Ficha de recolección de datos N° 02</p>	<p>28 días</p> <p>28 días</p>	<p>Cortante de diseño:</p> $V_b = \frac{ZUCS}{R} * \%w$ <p>Espectro de aceleraciones:</p> $S_a = \frac{ZUCS}{R} * g$ <p>Dinámica estructural – Ecuación de movimiento:</p> $M\ddot{u} + C\dot{u} + Kx = F$
Realizar el diseño estructural de la	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de losa maciza</li> </ul>	Se realizará los cálculos para el diseño en concreto armado siguiendo las disposiciones de	Guía de observación N° 1, 2	21 días	<p>Diseño a flexión:</p> $\phi Mn \geq Mu$

<p>superestructura en la urbanización Docentes Cajamarca 2021.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de sistema de transferencia</li> <li>• Diseño de vigas peraltadas</li> <li>• Diseño de muros de ductilidad limitada</li> <li>• Diseño de escalera</li> </ul>	<p>la norma E. 060 y algunas consideraciones del código ACI 318 – 19</p>	<p>Ficha de recolección de datos N° 02</p>		<p>Diseño a corte: <math>\phi V_n \geq V_u</math></p> <p>Diseño a torsión: <math>\phi T_n \geq T_u</math></p> <p>Diseño a carga axial: <math>\phi P_n \geq P_u</math></p>
<p>Realizar el diseño estructural de la subestructura en la Urbanización Docentes Cajamarca 2021.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de muros de sótano</li> <li>• Platea de cimentación</li> </ul>	<p>Se realizará los cálculos para el diseño en concreto armado siguiendo las disposiciones de la norma E.060 y algunas consideraciones del código ACI 318 – 19, así como el estudio de mecánica de suelos y la norma E.050</p>	<p>Guía de observación N° 1, 2 Ficha de recolección de datos N° 02</p>	<p>21 días</p>	<p>Diseño a flexión: <math>\phi M_n \geq M_u</math></p> <p>Diseño a corte: <math>\phi V_n \geq V_u</math></p> <p>Diseño a torsión: <math>\phi T_n \geq T_u</math></p> <p>Diseño a carga axial: <math>\phi P_n \geq P_u</math></p>

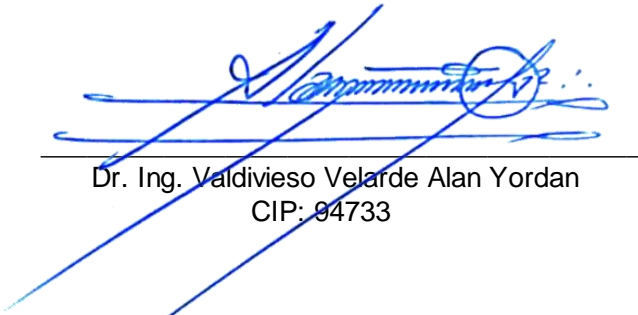
## Anexo N° 4: Instrumentos de recolección de datos

### Anexo 4.1 Guía de observación N° 01


POLIGONAL CERRADA - PLANO PERIMETRICO			
<b>PROYECTO</b> : Diseño estructural de una edificación de ocho niveles con sistema de muros de ductilidad limitada, Urbanización Docentes Cajamarca			
<b>TESISTAS</b> : Requelme Chávez Wilmer Celis Peralta Kevin Jampier			
<b>DISTRITO</b> : Cajamarca		<b>URBANIZACIÓN</b> : Docentes	
<b>PROVINCIA</b> : Cajamarca		<b>MANZANA</b> " J "	
<b>DEPARTAMENTO</b> : Cajamarca		<b>LOTE</b> : S/N	
VÉRTICE	ESTE	NORTE	DESCRIPCIÓN
A			
B			
C			
D			

Observación N° 01

Observación N° 01

<b>EXPERTO</b> :	 <p>Dr. Ing. Valdivieso Velarde Alan Yordan CIP: 94733</p>
------------------	--

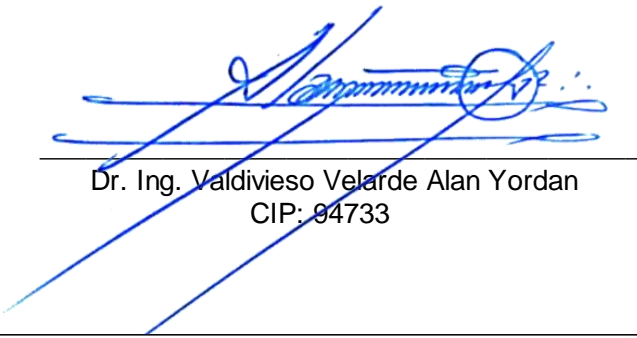
### POLIGONAL CERRADA - PLANO PERIMETRICO

<b>PROYECTO</b>	: Diseño estructural de una edificación de ocho niveles con sistema de muros de ductilidad limitada, Urbanización Docentes Cajamarca			
<b>TESISTAS</b>	: Requelme Chávez Wilmer Celis Peralta Kevin Jampier			
<b>DISTRITO</b>	: Cajamarca	<b>URBANIZACIÓN</b>	: Docentes	
<b>PROVINCIA</b>	: Cajamarca	<b>MANZANA</b>	" J "	
<b>DEPARTAMENTO</b>	: Cajamarca	<b>LOTE</b>	: S/N	
<b>VÉRTICE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	
A	776924.695	9206604.106	Esquina	
B	776935.83	9206591.174	Esquina	
C	776906.738	9206569.172	Esquina	
D	776906.738	9206581.353	Esquina	

Observación N° 01

Observación N° 01

**EXPERTO** :

  
Dr. Ing. Valdivieso Velarde Alan Yordan  
CIP: 94733

## Anexo 4.2 Ficha de Recolección de Datos N° 01

**R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL**

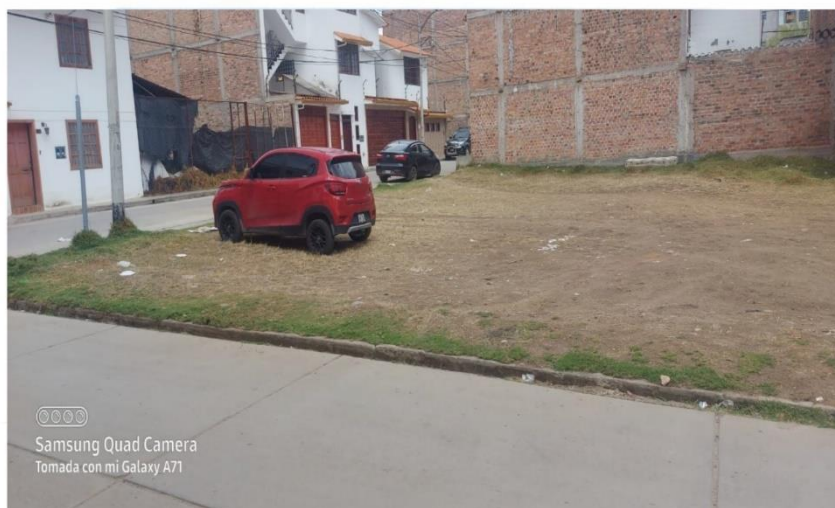
**HERNÁNDEZ**  
INGENIERÍA DE SOLUCIONES

Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

### PROYECTO

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA**



### UBICACIÓN

**URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N**

**DISTRITO : CAJAMARCA**  
**PROVINCIA : CAJAMARCA**  
**REGIÓN : CAJAMARCA**

### SOLICITANTE

**REQUELME CHÁVEZ WILMER**  
**CELIS PERALTA KEVIN JAMPIER**  
**CAJAMARCA JUNIO DEL 2021**

**Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26662



## I. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

Las muestras ensayadas en laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS y AASTHO).

**TABLA N° 1: CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

CALICATA N°	C-1	C-2	C-3
Muestras	M-1	M-2	M-1
<b>Profundidad (m)</b>	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>
% pasa Tamiz N° 3/8"	44.05	33.4	48.2
% pasa Tamiz N° 4	26.33	174.8	31.6
% pasa Tamiz N° 10	24.57	16.5	30.2
% pasa Tamiz N° 40	19.88	12.6	26
% pasa Tamiz N° 100	13.18	8.8	19.1
% pasa Tamiz N° 200	8.03	7.5	16.8
Limite Líquido.	27.60	25.10	28.18
Limite Plástico.	21.62	18.70	18.51
Índice de Plasticidad	5.98	6.40	9.67
<b>Clasificación SUCS.</b>	<b>GP-GC</b>	<b>GP-GC</b>	<b>GP-GC</b>
<b>Clasificación AASTHO</b>	<b>A-1-a(0)</b>	<b>A-2-4(0)</b>	<b>A-2-4(0)</b>
<b>% de humedad</b>	<b>12.48</b>	<b>8.21</b>	<b>15.99</b>

**TABLA N° 5: RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE**

N° Cali.	PROF. (m)	Angulo De Razonamiento Interno Ø	Capacidad Portante Kg/cm <sup>2</sup>	Coefficiente de Balasto kg/cm <sup>3</sup>	Cohesión Kg/cm <sup>2</sup>	Asentamiento inmediato cm
1	6.00	25.30	2.84	81.64	0.0	0.89
2	6.00	24.90	2.72	81.64	0.0	0.86
3	6.00	24.20	2.67	81.64	0.04	0.84

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 28882

## II. GEOTÉCNICA.

### EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

#### CALICATA N° 1, 2 y 3

Presentan un estrato de 20 a 30 cm material orgánico de color marrón oscuro, mezclada con arenas, gravas, con cobertura vegetal pasto natural.

##### **Calicata 1**

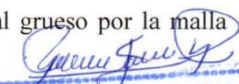
Está formado por gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con arcillas de color marrón claro, mezclada con 73,67% de gravas de tamaño máximo de 1", con 18,30% de arena, con 6,45 % de arena gruesa, 11,85% de arena fina con 8,03% de material fino estos suelos son permeables, a impermeables, con resistencia a la tubificación de alta a media, y a la cortante alta, la compresibilidad es baja susceptibilidad al agrietamiento no susceptible, susceptibilidad a la licuación no susceptible, manejabilidad muy buena.. No se encontró la napa freática.

##### **Calicata 2**

Está formado por gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con arcillas de color marrón claro, mezclada con 82,20% de gravas de tamaño máximo de 2", con 10,30% de arena, con 5,20 % de arena gruesa, 5,10% de arena fina con 7,50% de material fino estos suelos son permeables, a impermeables, con resistencia a la tubificación de alta a media, y a la cortante alta, la compresibilidad es baja susceptibilidad al agrietamiento no susceptible, susceptibilidad a la licuación no susceptible, manejabilidad muy buena.. No se encontró la napa freática.

##### **Calicata 3**

Formado por gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla con 68,40% de gravas de tamaño máximo de 1", 14,80% de arena, 5,60 de arena gruesa, 9,20% de arena fina con 16,80% de material fino de color marrón claro, estos suelos son impermeables, con resistencia a la tubificación muy alta, y a la cortante alta, la compresibilidad es baja por pasar más del 60% de material grueso por la malla



Dr. Wilfredo R. Fernández M<sup>º</sup>ñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 20682



n°4, susceptibilidad al agrietamiento baja, susceptibilidad a la licuación baja, manejabilidad es buena. No se encontró la napa freática.

### III. SISMICIDAD.

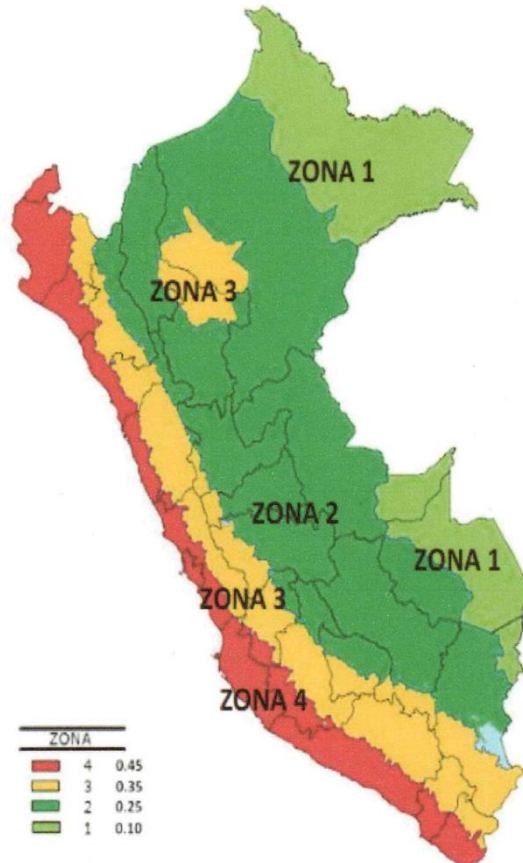
El Perú por estar comprendido como una de las regiones de más alta actividad sísmica, forma parte del Cinturón Circumpacífico, que es una de las zonas sísmicas más activas del mundo. De acuerdo al Mapa del Reglamento Nacional de Edificaciones, Normas de Diseño Sismo-resistente y del mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú y basándose en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y recientes sismos, se concluye que el área de estudio se encuentra dentro de la Zona 3.

Factor de Zona 3	$z = 0.35g$
Perfil de Suelo Tipo	S2 (suelos Intermedios)
Periodo Predominante	$T_p = 0.6s$
Periodo	$T_L = 2.0 s$
Factor de Ampliación de Suelo	$S = 1.15$
Factor U (edificación)	$U = 1$
Coefficiente de reducción	$R = 4$



Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 28882

**ZONAS SISMICAS**



  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 26682

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según la evaluación geotécnica realizadas en campo y los resultados de los ensayos de laboratorio y el análisis efectuado, establecemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:


1. El subsuelo del área en estudio está constituido básicamente por material de tipo GP-GC y GC descritos en la evaluación geotecnia

Se ha considerado para el diseño estructural del proyecto una sección de cimentación de acorde a la capacidad portante admisible del terreno de las calicatas compatible con las cargas transmitidas y las Normas Técnicas de Edificación E-030.

### RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE

N° Cali.	PROF. (m)	Angulo De Razonamiento Interno Ø	Capacidad Portante Kg/cm <sup>2</sup>	Coefficiente de Balasto kg/cm <sup>2</sup>	Cohesión Kg/cm <sup>2</sup>	Asentamiento inmediato cm
1	6.00	25.30	2.84	81.64	0.0	0.89
2	6.00	24.90	2.72	81.64	0.0	0.86
3	6.00	24.20	2.67	81.64	0.04	0.84

2. En la exploración geotécnica ejecutada el nivel freático no se encontró
3. Se recomienda sacar toda la materia orgánica existente en la ejecución del proyecto.
4. Se recomienda cimentar, mediante la construcción de platea de cimentación.
5. Se recomienda realizar un mejoramiento de suelo donde se apoyarán los pisos y veredas eliminando todo el suelo orgánico existente en el terreno y remplazándolo con material de afirmado (suelo A - 2 - 4) colocando capas de 0.10m. de espesor y compactando cada capa al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado.
6. El factor de seguridad es 3 utilizando la fórmula de Perk - Terzaghi para el diseño de la capacidad portante del terreno.

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26883



7. El concreto a utilizar para los diferentes elementos estructurales será de 140,175 y 210Kg/cm<sup>2</sup>, utilizando agregados de la zona previo diseño de mezclas.
8. Se recomienda utilizar un método de curado adecuado para la mezcla de concreto empleadas en el elemento estructural acorde a la norma A.S.T.MC- 31, con la finalidad de alcanzar el grado de hidratación y por ende la resistencia mecánica requerida en obra.
9. De acuerdo a la norma E.030 de la Resolución Ministerial N°355 - 2018 - Vivienda del 23 de octubre del 2018 la zona del lugar del proyecto se encuentra en la zona 3 del sismo resistente.

Para el diseño Sismo resistente se recomienda utilizar.

Factor de Zona 3	$z=0.35g$
Perfil de Suelo Tipo	S2 (suelos intermedios)
Periodo Predominante	$T_p = 0.6s$
Periodo	$T_L = 2.0 s$
Factor de Ampliación de Suelo	$S = 1.15$
Factor U (edificación)	$U = 1$
Coficiente de reducción	$R = 4$



Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 28682

# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

<b>PROYECTO</b>	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA
<b>UBICACIÓN</b>	: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA
<b>CALICATA</b>	: N° 1 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206575.7808 E. 776905.9565
<b>SOLICITANTE</b>	: REQUELME CHÁVEZ WILMER - CELIS PERALTA KEVIN JAMPIER
<b>FECHA</b>	: JUNIO DEL 2021

MALLAS SERIE AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D 422						CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA ASTM D 2216 / 4643)		
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES	Numero de la Tara	S/N	
4"	101,6								
3"	76,200								
2 1/2"	63,500								
2"	50,800	-	-	-	100				
1 1/2"	38,100								
1"	25,400	230,0	6,5	17,55	82,45				
3/4"	19,050	462,0	13,1	30,65	69,35				
1/2"	12,700	540,0	15,3	45,95	54,05				
3/8"	9,525	353,0	10,00	55,95	44,05				
1/4"	6,350	405,0	11,47	67,42	32,58				
N° 4	4,760	220,5	6,25	73,67	26,33				
N° 6	3,360		-						
N° 8	2,380		-						
N° 10	2,000	62,3	1,76	75,43	24,57				
N° 16	1,190		-						
N° 20	0,840	58,6	1,66	77,09	22,91				
N° 30	0,590	47,0	1,33	78,42	21,58				
N° 40	0,426	60,1	1,70	80,12	19,88				
N° 50	0,297		-						
N° 80	0,177	236,0	6,7	86,82	13,18				
N° 100	0,149	94,0	2,66	89,48	10,52				
N° 200	0,074	88,0	2,49	91,97	8,03				
-200		283,5	8,03						
							<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		
							- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	27,60
							- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	21,62
							- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	5,98
							- CLASIFICACIÓN SUCS	:	GP-GC
							- CLASIFICACIÓN AASHTO	:	A-1-a (0)
							- % DE HUMEDAD	:	12,5
							<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
							- PESO TOTAL (gr)	:	3530,0 100,0 %
							- PESO GRAVA (gr)	:	2600,5 73,7 %
							- PESO ARENA (gr)	:	929,5 26,3 %
							- PESO FRACCIÓN (gr)	:	

### CURVA GRANULOMÉTRICA



**LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO**

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540

E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

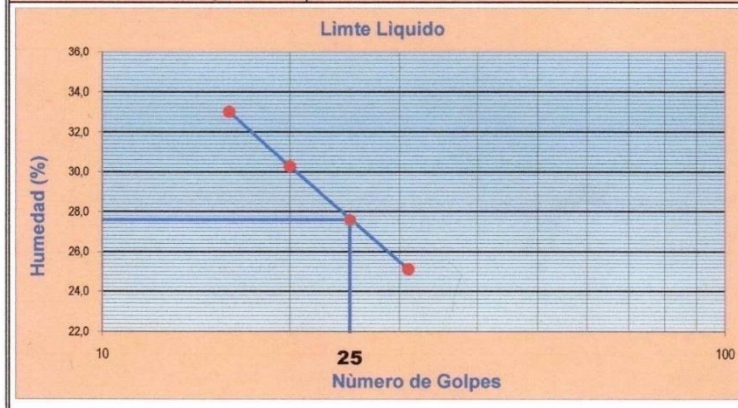
Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

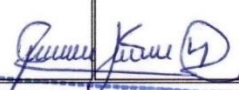
<b>PROYECTO</b>	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA
<b>UBICACIÓN</b>	: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA
<b>CALICATA</b>	: N °1 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206575.7808 E. 776905.9565
<b>SOLICITANTE</b>	: REQUELME CHÁVEZ WILMER - CELIS PERALTA KEVIN JAMPIER
<b>FECHA</b>	: JUNIO DEL 2021

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423				
TARA N°	I	II	III	
N° DE GOLPES	31	20	16	
TARA+SUELO HUMEDO	21,88	30,44	35,86	
TARA+SUELO SECO	19,96	26,87	31,88	
PESO DEL AGUA	1,92	3,57	3,98	
PESO DE LA TARA	12,32	15,08	19,83	
PESO DEL SUELO SECO	7,64	11,79	12,05	
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>25,13</b>	<b>30,28</b>	<b>33,03</b>	

LIMITE PLASTICO ASTM D-424				
TARA N°	A	B		
TARA+SUELO HUMEDO	17,81	25,12		
TARA+SUELO SECO	16,83	23,23		
PESO DEL AGUA	0,98	1,89		
PESO DE LA TARA	12,24	14,59		
PESO DEL SUELO SECO	4,59	8,64		
<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>21,35</b>	<b>21,88</b>		
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>21,62</b>			



Limites de Consistencia	
Limite Liquido	27,60
Limite Plástico	21,62
Indice Plástico	5,98

Observaciones	
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz INGENIERO CIVIL CIP 26682	



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución Nº 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>PROYECTO</b>	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA
<b>UBICACIÓN</b>	: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA
<b>CALICATA</b>	: N° 1 - PROFUNDIDAD(m): - 6,00
<b>FECHA</b>	: JUNIO DEL 2021

UBICACIÓN : PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	CALICATA		SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES			% Pasa Malla N° 200
	MUESTRA	DESCRIPCION		AASHTO	SUCS	L.L.	L.P	IP	
0,20		Material orgánico de color marrón oscuro con cobertura vegetal pasto natural y plantas nativas de la zona							
0,80		<p>Samsung Quad Camera Tomada con mi Galaxy A71</p> <p>Está formado por gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con arcillas de color marrón claro, mezclada con 73,67% de gravas de tamaño máximo de 1", con 18,30% de arena, con 6,45 % de arena gruesa, 11,85% de arena fina con 8,03% de material fino estos suelos son permeables, a impermeables, con resistencia a la tubificación de alta a media, y a la cortante alta, la comprensibilidad es baja susceptibilidad al agrietamiento no susceptible, susceptibilidad a la licuación no susceptible, manejabilidad muy buena..</p> <p><b>No se encontró la napa freática.</b></p> <p><b>MUESTRA EXTRAIDA</b></p>							
1,00									
1,50									
2,00									
2,50	M-1			A-1-a(0)	GP-GC	27,60	21,62	5,98	8,03
3,00									
4,00									
5,00									
5,00									
6,00									

Dr. Wilfredo A. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26642



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA
UBICACIÓN	: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA
CALICATA	: N°1 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206575.7808 E. 776905.9565
FECHA	: JUNIO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno $\phi$ :	25,30	°	25	°
Peso específico suelo, $\gamma$ :	1,54	gr/cm <sup>3</sup>	0,0015	kg/cm <sup>3</sup>
Profundidad cimentación, D:	4,00	m	400	cm
Tensión vertical, q:			0,62	kg/cm <sup>3</sup>
Cohesión, c:	0,00	kg/cm <sup>2</sup>	0,00	kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	2,00	m	200	cm
Peso de la estructura:	65,00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson ( $\mu$ )	AG	0,15	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	GS	9500,00	Tn/m <sup>2</sup>	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para $\phi$ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )=	0	Radianes
	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\text{tag}\phi}$	1,00	
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi$	5,14	
	$N\gamma=2*(Nq-1)\cdot\text{tag}\phi$	0,00	

Para $\phi$ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )=	0,44	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\text{tag}\phi}$	11,00	7,34
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi$	21,17	14,11
	$N\gamma=2*(Nq+1)\cdot\text{tag}\phi$	11,35	7,57

### FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$qh=(2/3 c \cdot Nc+q \cdot Nq+1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$qh=(0.867c \cdot Nc+q \cdot Nq+0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$qh=(0.867c \cdot Nc+q \cdot Nq+0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma)$	
CIMENTACIÓN CORRIDOS	$qh=(c \cdot Nc+q \cdot Nq+1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,84	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,73	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,61	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación corrida qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,84	kg/cm <sup>2</sup>

*Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 28662

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540  
E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / rjh.ingenieros@hotmail.com



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
 Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
 Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
 Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI  
 RUC N°. 20602017720

## ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

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

Cimentación	Centro	Esquina	Medio
<i>Si(continua)=</i>	0,89 cm	0,45 cm	0,70 cm
<i>Si(cuadrada)=</i>	0,86 cm	0,43 cm	0,67 cm
<i>Si(circular)=</i>	0,82 cm	0,41 cm	0,64 cm
<i>Si(corrida)=</i>	0,89 cm	0,45 cm	0,70 cm

## ASENTAMIENTOS MÁXIMOS

<i>Si(continua)</i>	<i>Si(cuadrada)</i>	<i>Si(circular)</i>	<i>Si(corrida)</i>
0,89 cm	0,86 cm	0,82 cm	0,89 cm

## COEFICIENTE DE BALASTO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1 - \mu^2)} 0.07$$

<i>K=</i>	81,64Kg/cm3
-----------	-------------

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 28882

# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

PROYECTO	:"DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DEDUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA					
UBICACION	: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA					
CALICATA	: N°1 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206575.7808 E. 776905.9565					
TIPO DE MUESTRA	:REMOLDEADA					
SOLICITANTE	: REQUELME CHÁVEZ WILMER - CELIS PERALTA KEVIN JAMPIER					
FECHA	: JUNIO DEL 2021			EDIFICACIÓN		
<b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b>						
Lado o diámetro (cm)	6	Humedad (%)	10,28			
Altura inicial de la muestra (cm)	1,96	Altura final de la muestra (cm)	1,91			
Area (cm <sup>2</sup> )	28,27	Densidad humeda final(gr/cm <sup>3</sup> )	1,789			
Volumen (cm <sup>3</sup> )	55,41	Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	1,402			
<b>APLICACIONES DE CARGA</b>						
Velocidad de carga de la maquina (mm/min)	0,25					
Carga normal (KG)	5					
Esp. de muestra	I	II	III			
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8	16			
Esfuerzo Normal ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00	2,00	4,00			
Esf. de corte máximo ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,48	0,94	1,90			
<b>ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (<math>\theta</math>) = 25,30</b>						
<b>COHESION (Kg/cm<sup>2</sup>) 0,00</b>						
Deformacion	ESFUERZO DE CORTE	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE	ESFUERZO NORMALIZADO	ESFUERZO DE CORTE	ESFUERZO NORMALIZADO
%	(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,30	0,30	0,40	0,20	0,80	0,20
0,10	0,35	0,35	0,50	0,25	0,90	0,23
0,20	0,37	0,37	0,55	0,28	1,00	0,25
0,40	0,38	0,38	0,62	0,31	1,10	0,28
0,50	0,39	0,39	0,68	0,34	1,20	0,30
0,75	0,40	0,40	0,70	0,35	1,25	0,31
1,00	0,41	0,41	0,73	0,37	1,30	0,33
1,25	0,41	0,41	0,75	0,38	1,35	0,34
1,50	0,42	0,42	0,80	0,40	1,40	0,35
1,75	0,42	0,42	0,83	0,42	1,45	0,36
2,00	0,43	0,43	0,84	0,42	1,50	0,38
2,25	0,44	0,44	0,86	0,43	1,56	0,39
2,50	0,45	0,45	0,87	0,44	1,63	0,41
2,75	0,45	0,45	0,89	0,45	1,70	0,43
3,00	0,46	0,46	0,90	0,45	1,75	0,44
3,25	0,46	0,46	0,91	0,46	1,80	0,45
3,50	0,47	0,47	0,93	0,47	1,88	0,47
3,75	0,48	0,48	0,94	0,47	1,90	0,48
4,00	0,48	0,48	0,94	0,47	1,90	0,48

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540

E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com



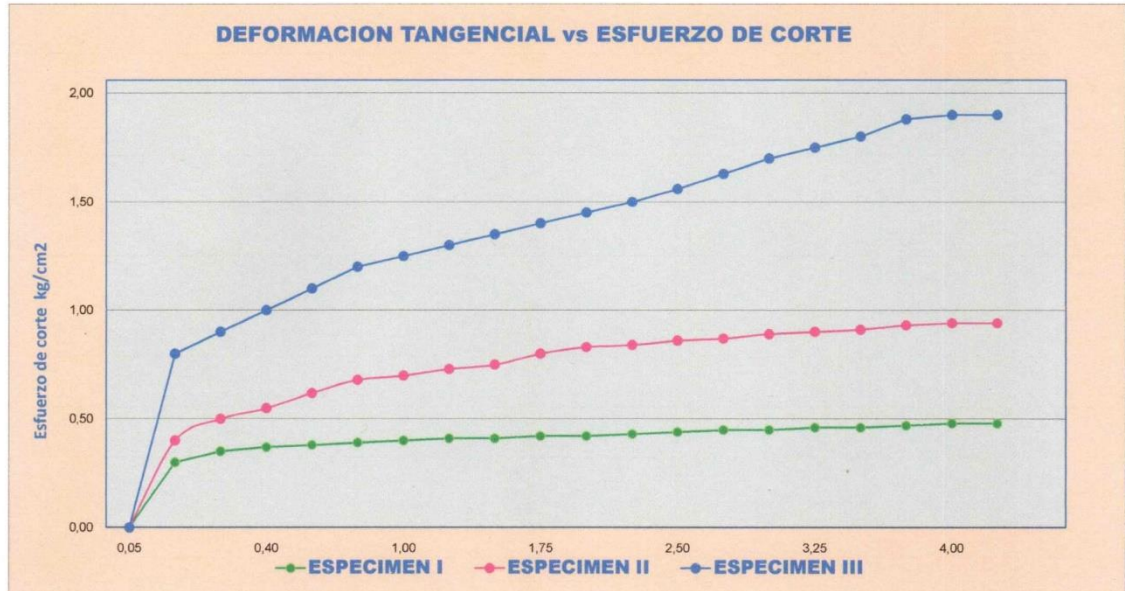
# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



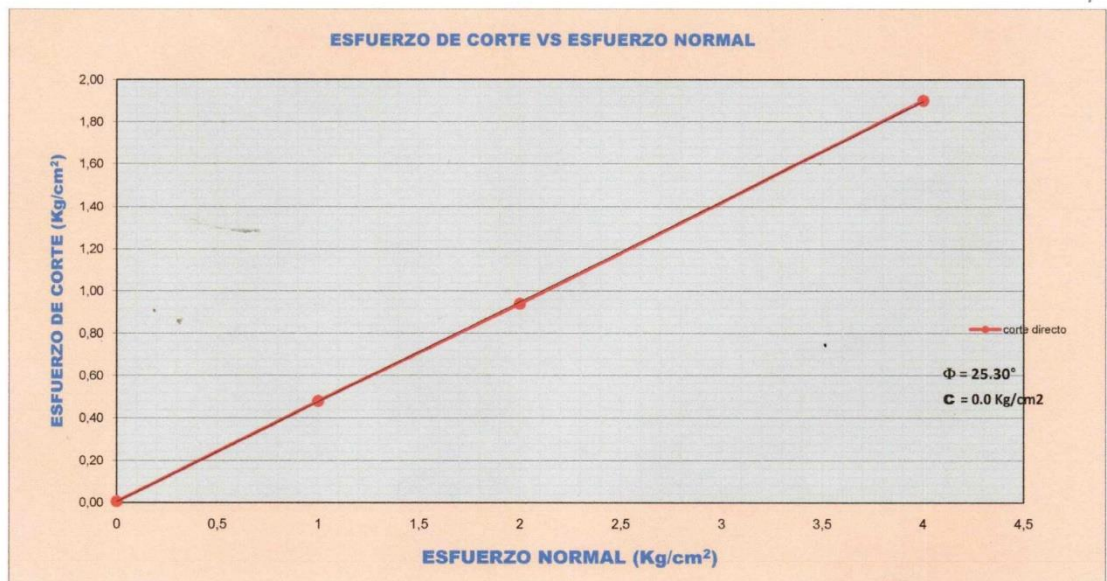
Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
 Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
 Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
 Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
 RUC N°. 20602017720

**DEFORMACION TANGENCIAL vs ESFUERZO DE CORTE**



**ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL**



*Wilfredo R. Fernández Muñoz*  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540  
 E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

PROYECTO	: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DEDUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA
UBICACION	: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA
CALICATA	: N°2 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206588.5889 E. 776916.3197
SOLICITANTE	: REQUELME CHÁVEZ WILMER - CELIS PERALTA KEVIN JAMPIER
FECHA	: JUNIO DEL 2021

MALLAS SERIE AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA ASTM D 2216 / 4643)		
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES			
4"	101,6						Numero de la Tara	S/N	
3"	76,200						Peso de la Tara	10,6	
2 1/2"	63,500				100,0		Tara + Suelo Humedo	318,9	
2"	50,800	120,6	2,3	2,3	97,7		Tara + Suelo Seco	295,5	
1 1/2"	38,100	521,6	9,7	12,0	88,0		Peso del agua	23,4	
1"	25,400	767,9	14,3	26,3	73,7		Peso del suelo neto	284,9	
3/4"	19,050	610,7	11,4	37,7	62,3		% de Humedad	8,21	
1/2"	12,700	591,5	11,0	48,7	51,3		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		
3/8"	9,525	960,8	17,9	66,6	33,4		- LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	25,10
1/4"	6,350	382,4	7,1	73,7	26,3		- LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	18,70
N° 4	4,760	456,2	8,5	82,2	17,8		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	:	6,40
N° 6	3,360						- CLASIFICACIÓN SUCS	:	GP-GC
N° 8	2,380						- CLASIFICACIÓN AASHTO	:	A-2-4 (0)
N° 10	2,000	70,6	1,3	83,5	16,5		- % de Humedad	:	8,2
N° 16	1,190						<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
N° 20	0,840	63,4	1,2	84,7	15,3		- PESO TOTAL (gr)	:	5360,0 100,0 %
N° 30	0,590	68,0	1,3	86,0	14,0		- PESO GRAVA (gr)	:	4411,7 82,3 %
N° 40	0,426	73,5	1,4	87,4	12,6		- PESO ARENA (gr)	:	948,3 17,7 %
N° 50	0,297						- PESO FRACCIÓN (gr)	:	
N° 80	0,177	129,8	2,4	89,8	10,2				
N° 100	0,149	75,5	1,4	91,2	8,8				
N° 200	0,074	67,3	1,3	92,5	7,5				
-200		400,2	7,5						

### CURVA GRANULOMÉTRICA



LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540  
E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

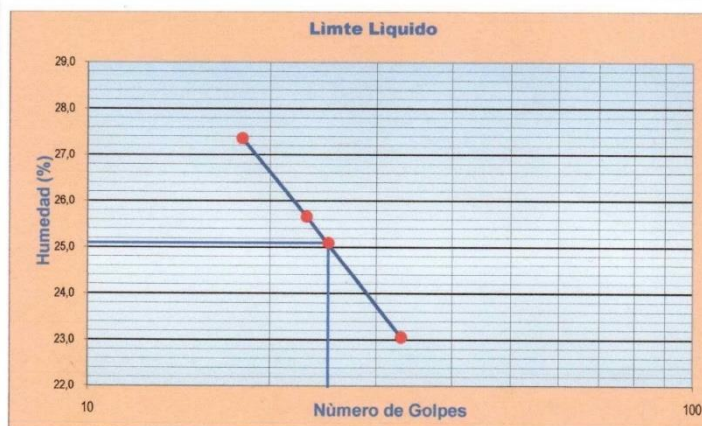
PROYECTO	: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DEDUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA
UBICACION	: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA
CALICATA	: N°2 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206588.5889 E. 776916.3197
SOLICITANTE	: REQUELME CHÁVEZ WILMER - CELIS PERALTA KEVIN JAMPIER
FECHA	: JUNIO DEL 2021

### LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

TARA N	IV	V	VI
N° DE GOLPES	33	23	18
TARA+SUELO HUMEDO	31,89	31,16	31,37
TARA+SUELO SECO	28,95	28,16	27,69
PESO DEL AGUA	2,94	3,00	3,68
PESO DE LA TARA	16,20	16,47	14,24
PESO DEL SUELO SECO	12,75	11,69	13,45
HUMEDAD (%)	23,06	25,66	27,36

### LIMITE PLASTICO ASTM D-424

TARA N°	C	D
TARA+SUELO HUMEDO	24,70	21,38
TARA+SUELO SECO	23,93	20,49
PESO DEL AGUA	0,77	0,89
PESO DE LA TARA	19,83	15,71
PESO DEL SUELO SECO	4,10	4,78
HUMEDAD (%)	18,78	18,62
HUMEDAD PROMEDIQ (%)	18,70	



Límites de Consistencia	
Límite Líquido	25,10
Límite Plástico	18,70
Índice Plástico	6,40

Observaciones	
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz INGENIERO CIVIL CIP 20602	

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540  
E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>PROYECTO</b>	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA
<b>UBICACIÓN</b>	: URB. DOCENTES MZ "J" LOTE S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA
<b>CALICATA</b>	: N° 2 - PROFUNDIDAD(m): - 6,00
<b>FECHA</b>	: JUNIO DEL 2021

UBICACIÓN : PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	MUESTRA	CALICATA DESCRIPCION	SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES			% Pasa Malla N° 200	
				AASHTO	SUCS	L.L.	L.P	IP		
0,20		Material orgánico de color marrón oscuro con cobertura vegetal pasto natural y plantas nativas de la zona								
0,80		<p>Samsung Quad Camera Tomada con mi Galaxy A71</p>								
1,00										
1,50										
2,00										
2,50	M-1			<p>Está formado por gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con arcillas de color marrón claro, mezclada con 82,20% de gravas de tamaño máximo de 2", con 10,30% de arena, con 5,20 % de arena gruesa, 5,10% de arena fina con 7,50% de material fino estos suelos son permeables, a impermeables, con resistencia a la tubificación de alta a media, y a la cortante alta, la comprensibilidad es baja susceptibilidad al agrietamiento no susceptible, susceptibilidad a la licuación no susceptible, manejabilidad muy buena..</p> <p><b>No se encontró la napa freática.</b></p>	A-2-4(0)	GP-GC	25,10	18,70	6,4	7,5
3,00										
4,00										
5,00										
6,00										

MUESTRA EXTRAIDA

Dr. Wilfredo R. Fernandez Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 28882

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540  
E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO	: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTIBILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA
UBICACIÓN	: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA
CALICATA	: N °2 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206588.5889 E. 776916.3197
FECHA	: JUNIO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno $\phi$ :	24,90	°	25	°
Peso específico suelo, $\gamma$ :	1,54	gr/cm <sup>3</sup>	0,0015	kg/cm <sup>3</sup>
Profundidad cimentación, D:	4,00	m	400	cm
Tensión vertical, q:			0,62	kg/cm <sup>2</sup>
Cohesión, c:	0,00	kg/cm <sup>2</sup>	0,00	kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	2,00	m	200	cm
Peso de la estructura:	65,00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson ( $\mu$ )	AG	0,15	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	GS	9500,00	Tn/m <sup>2</sup>	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para $\phi$ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )=	0	Radianes
	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\text{tag}\phi} =$	1,00	
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	5,14	
	$N\gamma=2*(Nq-1)\cdot \text{tag}\phi =$	0,00	

Para $\phi$ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )=	0,43	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\text{tag}\phi} =$	10,55	7,03
	$Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi =$	20,57	13,72
	$N\gamma=2*(Nq+1)\cdot \text{tag}\phi =$	10,72	7,15

### FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$qh=(2/3 c\cdot Nc+q\cdot Nq+1/2\cdot \gamma\cdot B\cdot N\gamma)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$qh=(0.867c\cdot Nc+q\cdot Nq+0.4\cdot \gamma\cdot B\cdot N\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$qh=(0.867c\cdot Nc+q\cdot Nq+0.3\cdot \gamma\cdot B\cdot N\gamma)$	
CIMENTACIÓN CORRIDOS	$qh=(c\cdot Nc+q\cdot Nq+1/2\cdot \gamma\cdot B\cdot N\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,72	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,61	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,50	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación corrida qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,72	kg/cm <sup>2</sup>

*Wilfredo R. Fernández Muñoz*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 20002

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540  
E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com

# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
 Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
 Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
 Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
 RUC N°. 20602017720

## ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

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

Cimentación	Centro	Esquina	Medio
<i>Si(continua)=</i>	0,86 cm	0,43 cm	0,67 cm
<i>Si(cuadrada)=</i>	0,82 cm	0,41 cm	0,64 cm
<i>Si(circular)=</i>	0,79 cm	0,40 cm	0,62 cm
<i>Si(corrída)=</i>	0,86 cm	0,43 cm	0,67 cm

## ASENTAMIENTOS MÁXIMOS

<i>Si(continua)</i>	<i>Si(cuadrada)</i>	<i>Si(circular)</i>	<i>Si(corrída)</i>
0,86 cm	0,82 cm	0,79 cm	0,86 cm

## COEFICIENTE DE BALASTO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1 - \mu^2)} 0.07$$

<i>K=</i>	81,64Kg/cm3
-----------	-------------

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26662



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

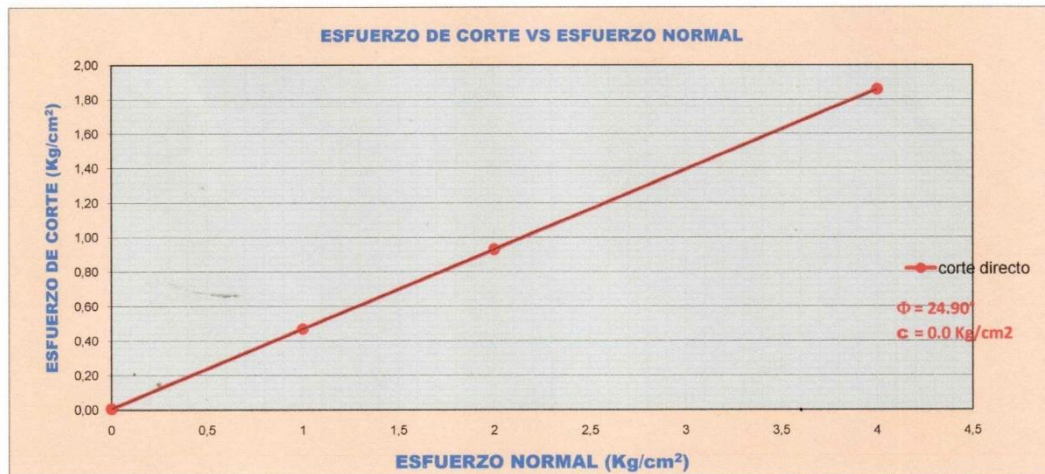
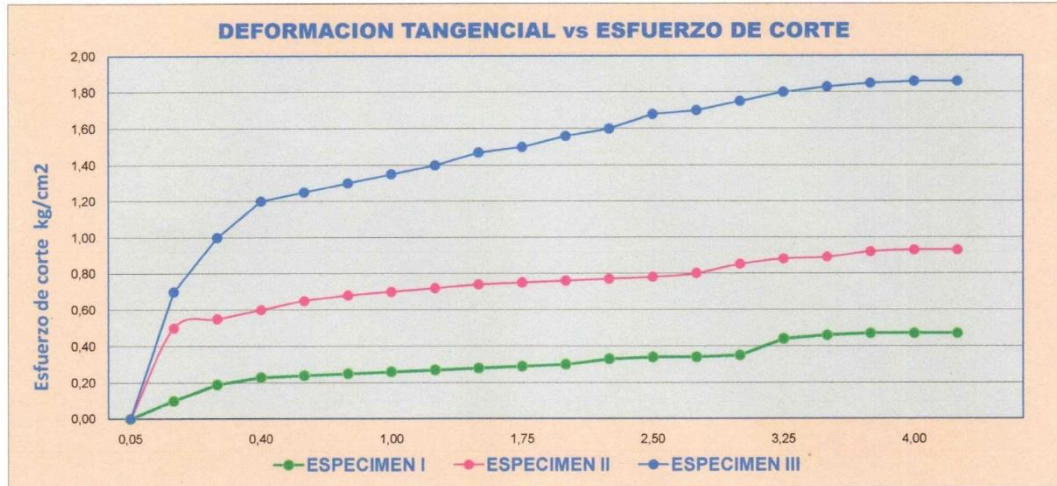
Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

<b>PROYECTO</b>	<b>: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA</b>					
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA</b>					
<b>CALICATA</b>	<b>: N °2 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206588.5889 E. 776916.3197</b>					
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>: REMOLDEADA</b>					
<b>SOLICITANTE</b>	<b>: REQUELME CHÁVEZ WILMER - CELIS PERALTA KEVIN JAMPIER</b>					
<b>FECHA</b>	<b>: JUNIO DEL 2021</b>			<b>EDIFICACIÓN</b>		
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>						
Lado o diámetro (cm)	<b>6</b>	Humedad (%)	<b>9,4</b>			
Altura inicial de la muestra (cm)	<b>1,96</b>	Altura final de la muestra (cm)	<b>1,93</b>			
Area (cm <sup>2</sup> )	<b>36,00</b>	Densidad húmeda final (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1,729</b>			
Volumen (cm <sup>3</sup> )	<b>70,56</b>	Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1,489</b>			
<b>APLICACIONES DE CARGA</b>						
Velocidad de carga de la maquina (mm/min)	0,25					
Carga normal (KG)	5					
Esp. de muestra	I	II	III			
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8	16			
Esfuerzo Normal (σ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00	2,00	4,00			
Esf. de corte máximo (σ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,47	0,93	1,86			
<b>ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (φ)</b>	<b>24,90</b>					
<b>COHESION (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>0,00</b>					
<b>Deformacion</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>	<b>ESFUERZO NORMALIZADO</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>	<b>ESFUERZO NORMALIZADO</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>	<b>ESFUERZO NORMALIZADO</b>
<b>%</b>	<b>(Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		<b>(Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		<b>(Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,10	0,10	0,50	0,25	0,70	0,18
0,10	0,19	0,19	0,55	0,28	1,00	0,25
0,20	0,23	0,23	0,60	0,30	1,20	0,30
0,40	0,24	0,24	0,65	0,33	1,25	0,31
0,50	0,25	0,25	0,68	0,34	1,30	0,33
0,75	0,26	0,26	0,70	0,35	1,35	0,34
1,00	0,27	0,27	0,72	0,36	1,40	0,35
1,25	0,28	0,28	0,74	0,37	1,47	0,37
1,50	0,29	0,29	0,75	0,38	1,50	0,38
1,75	0,30	0,30	0,76	0,38	1,56	0,39
2,00	0,33	0,33	0,77	0,39	1,60	0,40
2,25	0,34	0,34	0,78	0,39	1,68	0,42
2,50	0,34	0,34	0,80	0,40	1,75	0,43
2,75	0,35	0,35	0,85	0,43	1,80	0,44
3,00	0,44	0,44	0,88	0,44	1,85	0,45
3,25	0,46	0,46	0,89	0,45	1,83	0,46
3,50	0,47	0,47	0,92	0,46	1,85	0,46
3,75	0,47	0,47	0,93	0,47	1,86	0,47
4,00	0,47	0,47	0,93	0,47	1,86	0,47

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540

E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com



*Wilfredo R. Fernández Muñoz*  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

<b>PROYECTO</b>	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA
<b>UBICACIÓN</b>	: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA
<b>CALICATA</b>	: N°3 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206589.9753 E. 776927.1647
<b>SOLICITANTE</b>	: REQUELME CHÁVEZ WILMER - CELIS PERALTA KEVIN JAMPIER
<b>FECHA</b>	: JUNIO DEL 2021

MALLAS SERIE AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422						CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA ASTM D 2216 / 4643)		
	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES			
4"	101,6						Numero de la Tara	S/N	
3"	76,200						Peso de la Tara	9,0	
2 1/2"	63,500						Tara + Suelo Humedo	500,0	
2"	50,800						Tara + Suelo Seco	432,3	
1 1/2"	38,100						Peso del agua	67,7	
1"	25,400	468,7	11,7	11,7	88,3		Peso del suelo neto	423,3	
3/4"	19,050	591,6	14,7	26,4	73,6		% de Humedad	15,99	
1/2"	12,700	348,3	8,7	35,1	64,9		<b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		
3/8"	9,525	670,0	16,7	51,8	48,2		- LÍMITE LÍQUIDO (%)	: 28,18	
1/4"	6,350	295,0	7,4	59,2	40,8		- LÍMITE PLÁSTICO (%)	: 18,51	
N° 4	4,760	369,0	9,2	68,4	31,6		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	: 9,67	
N° 6	3,360						- CLACIFICACIÓN SUCS	: GC	
N° 8	2,380						- CLACIFICACIÓN AASHTO	: A-2-4 ( 0 )	
N° 10	2,000	57,6	1,4	69,8	30,2		- % DE HUMEDAD	: 16,0	
N° 16	1,190						<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
N° 20	0,840	30,2	0,8	70,6	29,4		- PESO TOTAL (gr)	: 4012,0	100,0 %
N° 30	0,590	62,4	1,6	72,2	27,8		- PESO GRAVA (gr)	: 2742,6	68,4 %
N° 40	0,426	73,8	1,8	74,0	26,0		- PESO ARENA (gr)	: 1269,4	31,6 %
N° 50	0,297						- PESO FRACCIÓN (gr)		
N° 80	0,177	190,0	4,7	78,7	21,3				
N° 100	0,149	89,8	2,2	80,9	19,1				
N° 200	0,074	91,9	2,3	83,2	16,8				
-200		673,7	16,8	100,0					

### CURVA GRANULOMÉTRICA



*Wilfredo R. Fernández Muñoz*  
D<sup>o</sup> Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682

**LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO**  
Jr. Aurelio Pastor K-2 - Urb Docentes - Cajamarca Perú - Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 - 944753540  
E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA AASHTO T - 90 - ASTM D 4318)

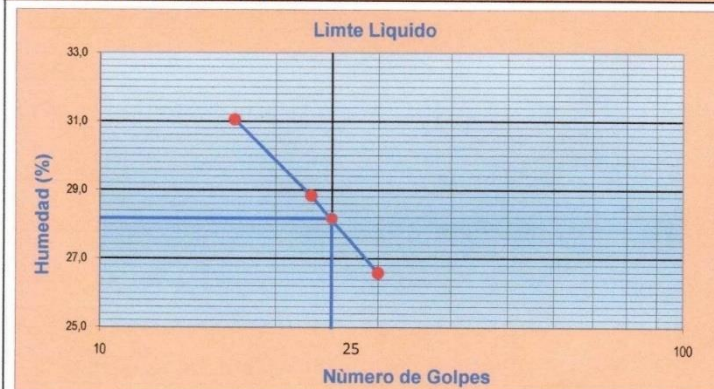
PROYECTO	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DEDUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA
UBICACION	: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA
CALICATA	: N°3 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206589.9753 E. 776927.1647
SOLICITANTE	: REQUELME CHÁVEZ WILMER - CELIS PERALTA KEVIN JAMPIER
FECHA	: JUNIO DEL 2021

### LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

TARA N°	VII	VIII	IX
N° DE GOLPES	30	23	17
TARA+SUELO HUMEDO	30,45	30,06	26,90
TARA+SUELO SECO	27,86	26,94	23,89
PESO DEL AGUA	2,59	3,12	3,01
PESO DE LA TARA	18,12	16,12	14,20
PESO DEL SUELO SECO	9,74	10,82	9,69
HUMEDAD (%)	26,59	28,84	31,06

### LIMITE PLASTICO ASTM D-424

TARA N°	E	F
TARA+SUELO HUMEDO	21,53	25,68
TARA+SUELO SECO	20,48	23,89
PESO DEL AGUA	1,05	1,79
PESO DE LA TARA	14,82	14,20
PESO DEL SUELO SECO	5,66	9,69
HUMEDAD (%)	18,55	18,47
HUMEDAD PROMEDIO (%)	18,51	



Límites de Consistencia	
Límite Líquido	28,18
Límite Plástico	18,51
Índice Plástico	9,67

Observaciones	
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz INGENIERO CIVIL CIP 26682	

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540  
E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

<b>PROYECTO</b>	<b>: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA</b>
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA</b>
<b>CALICATA</b>	<b>: N° 3 - PROFUNDIDAD(m): - 6,00</b>
<b>FECHA</b>	<b>: JUNIO DEL 2021</b>

UBICACIÓN :	CALICATA		SIMBOLOGIA	CLASIF.		CONSTANTES FISICAS			% Pasa Malla N° 200
	PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO	DESCRIPCION		AASHTO	SUCS	L.L.	L.P	IP	
0,20		Material orgánico de color marrón oscuro con cobertura vegetal pasto natural							
0,80		<p>Samsung Quattro cámara Tomada con mi cámara 07/06/2021 10:07</p> <p>Formado por gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla con 68,40% de gravas de tamaño máximo de 1", 14,80% de arena, 5,60 de arena gruesa, 9,20% de arena fina con 16,80% de material fino de color marrón claro, estos suelos son impermeables, con resistencia a la tubificación muy alta, y a la cortante alta, la compresibilidad es baja por pasar mas del 60% de material gueso por la malla n°4, susceptibilidad al agrietamiento baja, susceptibilidad a la licuación baja, manejabilidad es buena.</p> <p><b>No se encontró la napa freática.</b></p> <p><b>MUESTRA EXTRAIDA</b></p>							
1,00									
1,50									
2,00									
2,50	M-1			A-2-4(0)	GC	28,18	18,51	9,67	16,8
3,00									
4,00									
5,00									
6,00									

Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 28882

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540  
E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

## CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO	: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DEDUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACIÓN DOCENTES, CAJAMARCA
UBICACION	: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO CAJAMARCA
CALICATA	: N°3 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206589.9753 E. 776927.1647
FECHA	: JUNIO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA				
Ángulo rozamiento interno $\phi$ :	24,20	°	24	°
Peso específico suelo, $\gamma$ :	1,53	gr/cm <sup>3</sup>	0,0015	kg/cm <sup>3</sup>
Profundidad cimentación, D:	4,00	m	400	cm
Tensión vertical, q:			0,61	kg/cm <sup>3</sup>
Cohesión, c:	0,04	kg/cm <sup>2</sup>	0,04	kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad, F:	3		3	
Ancho cimentación, B:	2,00	m	200	cm
Peso de la estructura:	65,00	Tn	65000	Kg
Módulo de poisson ( $\mu$ )	AG	0,15	unidimensional	
Módulo de elasticidad (Es)	GS	9500,00	Tn/m <sup>2</sup>	
Forma de Zapata	Rect. L/B=2			
Valores del Factor de forma IF (cm/m)	CENTRO	ESQUINA	MEDIO	
	153	77	120	

Para $\phi$ igual a 0 =>	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )=	0	Radianes
	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\text{tag}\phi}$	1,00	
	$Nc=(Nq-1)\cdot \text{cotag}\phi$	5,14	
	$N\gamma=2*(Nq-1)\cdot \text{tag}\phi$	0,00	

Para $\phi$ distinto de 0 =>	Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )=	0,42	Radianes
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	$Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi)\cdot e^{\text{tag}\phi}$	9,81	6,54
	$Nc=(Nq-1)\cdot \text{cotag}\phi$	19,59	13,06
	$N\gamma=2*(Nq+1)\cdot \text{tag}\phi$	9,71	6,47

### FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

CIMENTACIÓN CONTINUA	$qh=(2/3 \cdot c \cdot Nc + q \cdot Nq + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma)$	SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES
CIMENTACIÓN CUADRADA	$qh=(0.867c \cdot Nc + q \cdot Nq + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma)$	
CIMENTACIÓN CIRCULAR	$qh=(0.867c \cdot Nc + q \cdot Nq + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma)$	
CIMENTACIÓN CORRIDOS	$qh=(c \cdot Nc + q \cdot Nq + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma)$	

Capacidad Admisible cimentación continua qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,67	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación cuadrada qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,62	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación circular qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,52	kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad Admisible cimentación corrida qadm=	$(\frac{qh}{F})$	2,76	kg/cm <sup>2</sup>

*Wilfredo R. Fernández Muñoz*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26882

Jr. Aurelio Pastor K-2 – Urb Docentes – Cajamarca Perú – Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 – 944753540  
E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com

# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
 Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
 Supervisión y ejecución de obras de ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
 Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-2S020/DSD-INDECOPI  
 RUC N°. 20602017720

## ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

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

Cimentación	Centro	Esquina	Medio
<i>Si(continua)=</i>	0,84 cm	0,42 cm	0,66 cm
<i>Si(cuadrada)=</i>	0,83 cm	0,42 cm	0,65 cm
<i>Si(circular)=</i>	0,79 cm	0,40 cm	0,62 cm
<i>Si(corrída)=</i>	0,87 cm	0,44 cm	0,68 cm

## ASENTAMIENTOS MÁXIMOS

<i>Si(continua)</i>	<i>Si(cuadrada)</i>	<i>Si(circular)</i>	<i>Si(corrída)</i>
0,84 cm	0,83 cm	0,79 cm	0,87 cm

## COEFICIENTE DE BALASTO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1 - \mu^2)} 0.07$$

<b>K=</b>	<b>81,64Kg/cm3</b>
-----------	--------------------

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# R & H CONSULTORÍA E INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS GENERALES SRL



Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos  
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos  
Supervisión y ejecución de obras de Ingeniería, elaboración de perfiles y expedientes técnicos  
Asistencia técnica para voladura de rocas para minería y construcción

Resolución N° 015714-25020/DSD-INDECOPI  
RUC N°. 20602017720

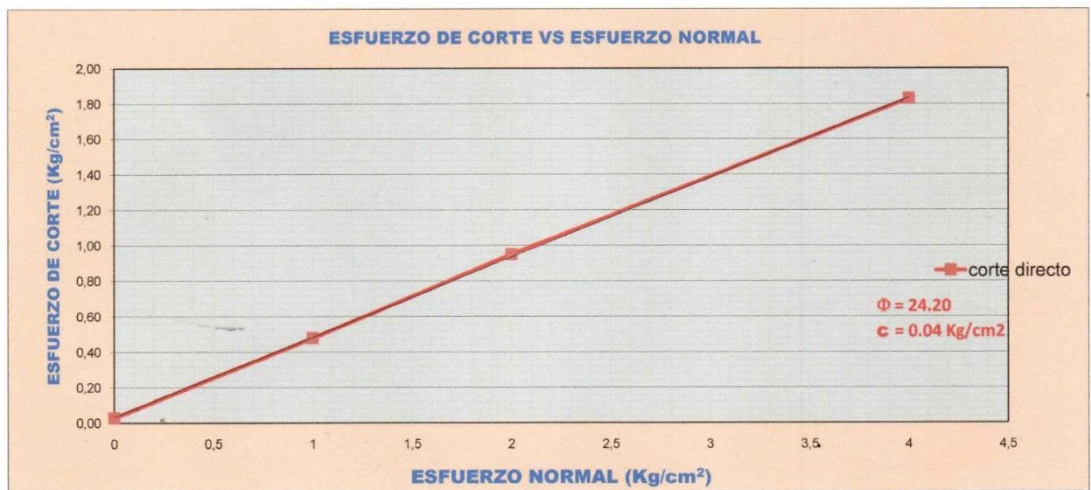
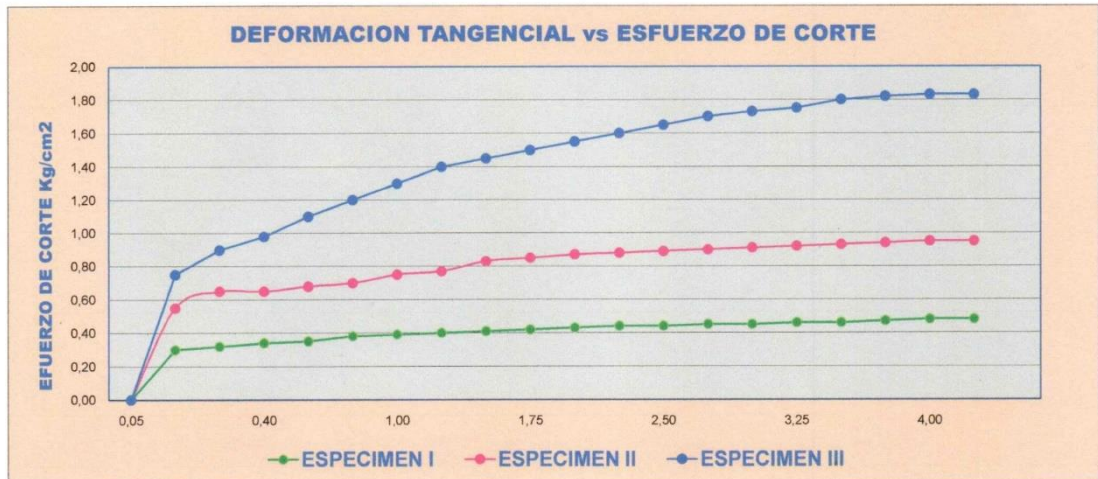
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

<b>PROYECTO</b>	<b>: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA - URBANIZACION DOCENTES CAJAMARCA</b>					
<b>UBICACIÓN</b>	<b>: URB. DOCENTES MZ "J" LT S/N - DIST. CAJAMARCA, PROV. CAJAMARCA , DPTO CAJAMARCA</b>					
<b>CALICATA</b>	<b>: N °3 - PROF.(m) : 6,00 - COORDENADAS UTM: N. 9206589.9753 E. 776927.1647</b>					
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>: REMOLDEADA</b>					
<b>SOLICITANTE</b>	<b>: REQUELME CHÁVEZ WILMER - CELIS PERALTA KEVIN JAMPIER</b>					
<b>FECHA</b>	<b>: JUNIO DEL 2021</b>			<b>EDIFICACIÓN</b>		
<b>CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA</b>						
Lado o diámetro (cm)	<b>6</b>	Humedad (%)	<b>15,99</b>			
Altura inicial de la muestra	<b>1,98</b>	Altura final de la muestra (cm)	<b>1,93</b>			
Area (cm <sup>2</sup> )	<b>28,37</b>	Densidad humeda final(gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1,612</b>			
Volumen (cm <sup>3</sup> )	<b>56,17</b>	Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>1,390</b>			
<b>APLICACIONES DE CARGA</b>						
Velocidad de carga de la maquina (mm/min)	0,25					
Carga normal (KG)	5					
Esp. de muestra	I	II	III			
Peso de la Semi Caja Superior (Kg)	4	8	16			
Esfuerzo Normal ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00	2,00	4,00			
Esf. de corte máximo ( $\sigma$ ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	<b>0,48</b>	<b>0,95</b>	<b>1,83</b>			
<b>ANGULO DE FRICCION INTERNA (<math>\phi</math>)</b>	<b>24,20</b>					
<b>COHESION</b>	<b>0,04</b>					
<b>Deformacion</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>	<b>ESFUERZO NORMALIZADO</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>	<b>ESFUERZO NORMALIZADO</b>	<b>ESFUERZO DE CORTE</b>	<b>ESFUERZO NORMALIZADO</b>
%	(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )		(Kg/cm <sup>2</sup> )	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,30	0,30	0,55	0,28	0,75	0,19
0,10	0,32	0,32	0,65	0,33	0,90	0,23
0,20	0,34	0,34	0,65	0,33	0,98	0,25
0,40	0,35	0,35	0,68	0,34	1,10	0,28
0,50	0,38	0,38	0,70	0,35	1,20	0,30
0,75	0,39	0,39	0,75	0,38	1,30	0,33
1,00	0,40	0,40	0,77	0,39	1,40	0,35
1,25	0,41	0,41	0,83	0,42	1,45	0,36
1,50	0,42	0,42	0,85	0,43	1,50	0,38
1,75	0,43	0,43	0,87	0,44	1,55	0,39
2,00	0,44	0,44	0,88	0,44	1,60	0,40
2,25	0,44	0,44	0,89	0,45	1,65	0,41
2,50	0,45	0,45	0,90	0,45	1,70	0,43
2,75	0,45	0,45	0,91	0,46	1,75	0,43
3,00	0,46	0,46	0,92	0,46	1,75	0,44
3,25	0,46	0,46	0,93	0,47	1,80	0,45
3,50	0,47	0,47	0,94	0,47	1,82	0,46
3,75	0,48	0,48	0,95	0,48	1,83	0,46
4,00	0,48	0,48	0,95	0,48	1,83	0,46

Jr. Aurelio Pastor K 2 - Urb. Docentes - Cajamarca Perú - Tel. 076341560 Mov. 976699861 Claro 976385815 - 944753540

E-mail. wilfredofernandezm@hotmail.com / ryh.ingenieros@hotmail.com





  
**Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26882

## Anexo 4.3 Guía de Observación N° 02

Anexo 5. Validez y confiabilidad de instrumentos de recolección de datos

Anexo 5.1: Matriz de evaluación de expertos para: Guía de observación N°01

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Diseño estructural de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, Urbanización Docentes Cajamarca
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño sísmico estructural
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Mg. Ing. Villar Quiroz Josualdo Carlos
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Diseño estructural

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

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

Firma del experto:



Mg. Villar Quiroz Josualdo Carlos  
CIP: 106997

## Anexo 5.2: Matriz de evaluación de expertos para: Guía de observación N°02

<b>Título de la investigación:</b>	Diseño estructural de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, Urbanización Docentes Cajamarca
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño sísmico estructural
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Dr. Ing. Valdivieso Velarde Alan Yordan
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Diseño estructural

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

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

**Firma del experto:**

Dr. Valdivieso Velarde Alan Yordan  
CIP: 94733

**Anexo 5.4: Matriz de evaluación de expertos para: Ficha de Recolección de Datos N°1**

<b>Título de la investigación:</b>	Diseño estructural de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, Urbanización Docentes Cajamarca
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño sísmico estructural
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Tejada Miguel Luis Henry
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Diseño estructural

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

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

**Firma del experto:**



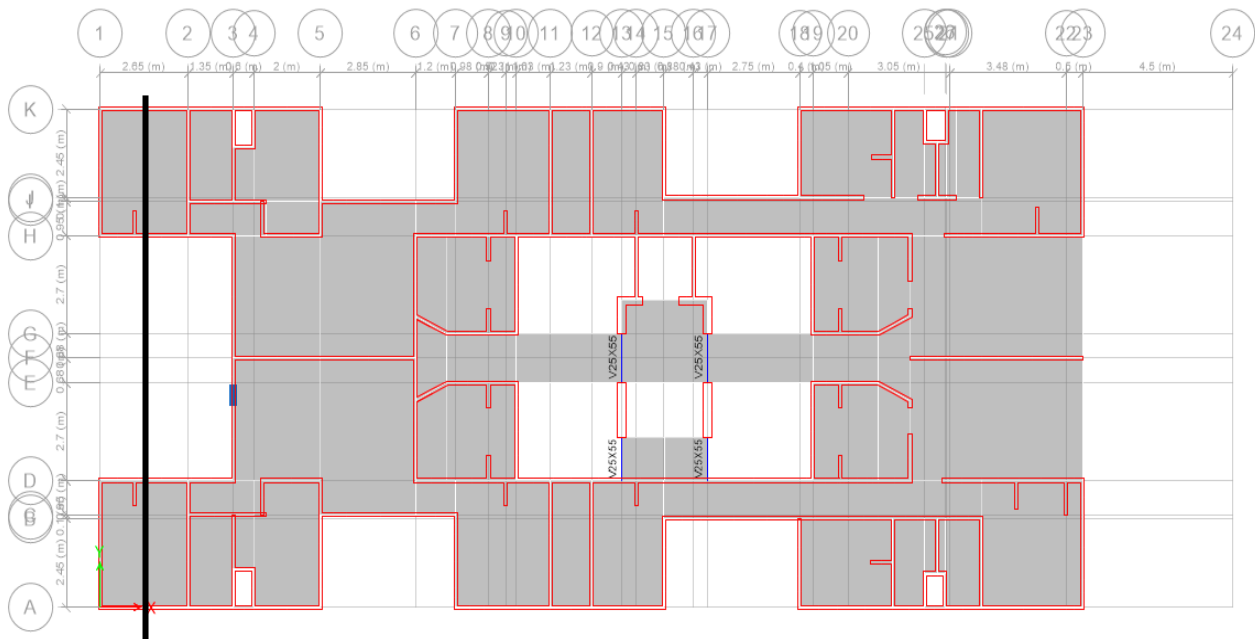
Luis Henry Tejada Miguel  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 228195

## Anexo 6. Verificación de irregularidades en planta

Se realizó la verificación con la finalidad de observar si la configuración estructural planteada presentaba irregularidades en planta, obteniéndose como resultado que existe un problema de discontinuidad de diafragma. Esta verificación se realizó como sigue:

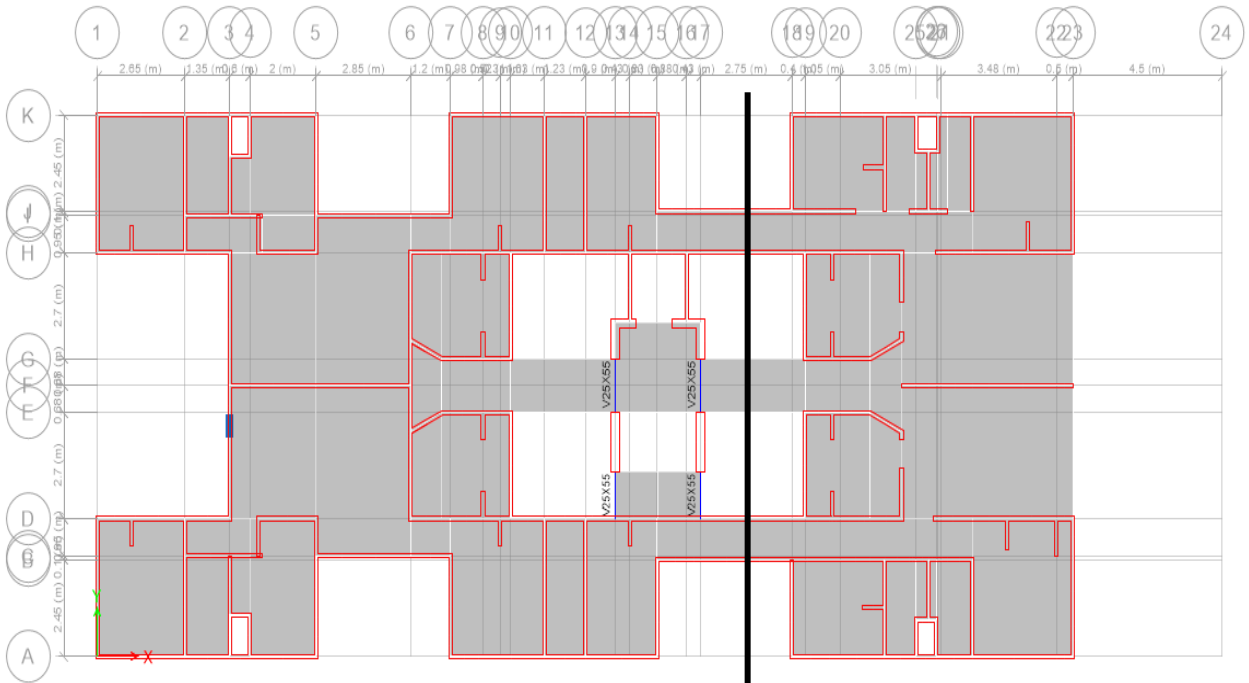
### IRREGULARIDAD DE DISCONTINUIDAD DE DIAFRAGMA

DIRECCIÓN YY		
Área de abertura:	70.22	m2
Área de diafragma:	311.63	m2
Área de abertura / Área de diafragma:	22.53	%
<b>NO EXISTE</b>		
25% Dimensión total:	3.475	m
Dimensión total:	7.3	m
<b>NO EXISTE</b>		



DIRECCIÓN YY		
Área de abertura:	70.22	m2
Área de diafragma:	311.63	m2
Área de abertura / Área de diafragma:	22.53	%
<b>NO EXISTE</b>		

25% Dimensión total:	3.475	m
Dimensión total:	2.4	m
<b>EXISTE</b>		



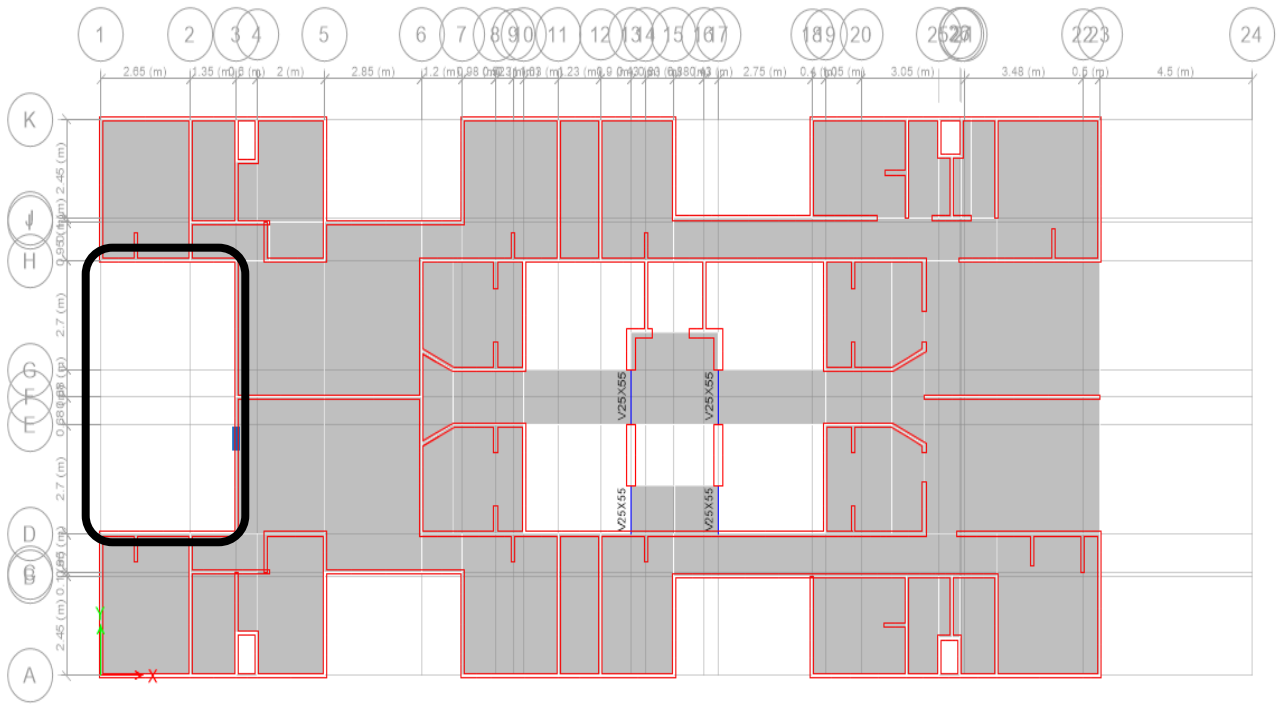
Por lo tanto, se utilizó un factor de modificación de irregularidad de 0.85 al factor básico de reducción sísmica (4).

### IRREGULARIDAD DE ESQUINAS ENTRANTES

DYY de esquina:	6.6	m	DYY total:	13.9	m
DXX de esquina:	3.75	m	DXX total:	29.45	m

Relación XX:	<b>0.47</b>	>	<b>0.2</b>	<b>NO EXISTE</b>
Relación YY:	<b>0.13</b>	>	<b>0.2</b>	

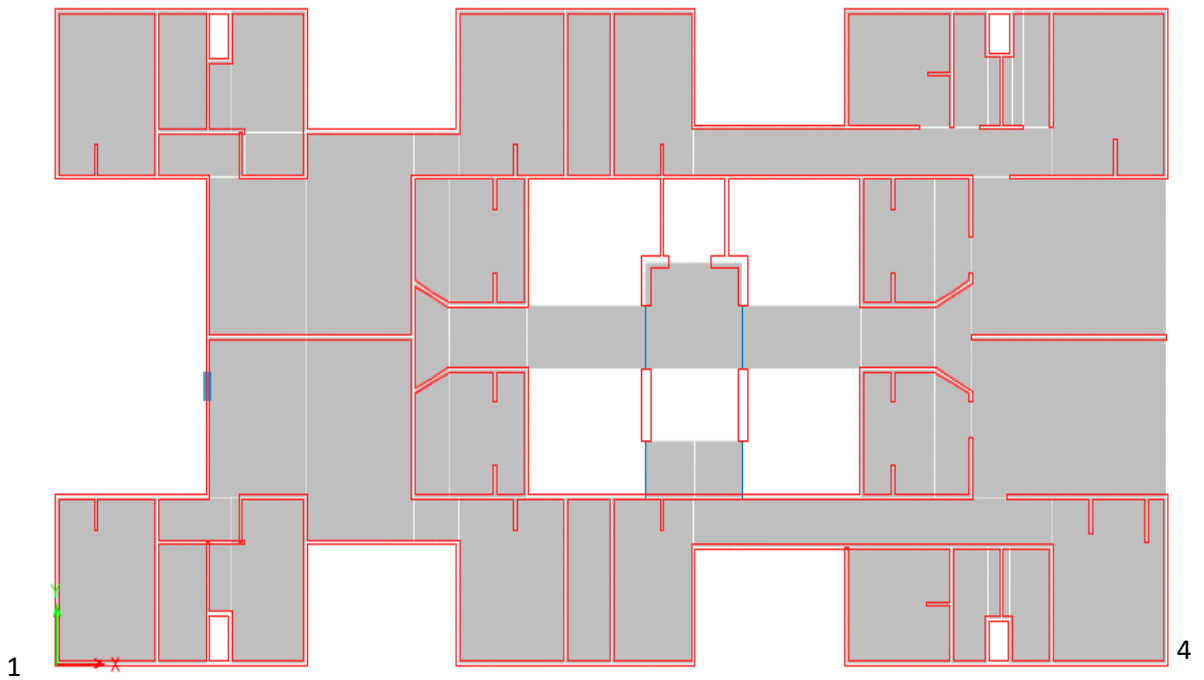




Los valores provenientes de la relación en ambas direcciones no son en ambos casos mayores a lo establecido por la normativa, por ende, no existe irregularidad de esquinas entrantes.

2

3



Derivas en extremos por sismo en dirección XX			
1	2	3	4
0.000212988	0.000212988	0.000225747	0.00022575
0.00024047	0.00024047	0.000257155	0.00025716
0.000269915	0.000269915	0.000287582	0.00028758
0.000293471	0.000293471	0.000313102	0.0003131
0.000307212	0.000307212	0.000325861	0.00032586
0.000306231	0.000306231	0.00032488	0.00032488
0.000283656	0.000283656	0.000301323	0.00030132
0.000340584	0.000340584	0.000318991	0.00031899

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN DIRECCIÓN XX IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA EN DIRECCIÓN XX							
Nivel	Punto máximo	Punto mínimo	Promedio de puntos (máximo y mínimo)	> 1.3	DERIVA DEL PUNTO MÁXIMO	DERIVA PERMISIBLE	
	UX	UX		Irreg. Torsional		50%*5/1000	
T8	0.000225747	0.000212988	0.000219	1.03	0.0002	0.0025	NO EXISTE
T7	0.000257155	0.00024047	0.000249	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE
T6	0.000287582	0.000269915	0.000279	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE
T5	0.000313102	0.000293471	0.000303	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE
T4	0.000325861	0.000307212	0.000317	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE
T3	0.00032488	0.000306231	0.000316	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE
T2	0.000301323	0.000283656	0.000292	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE
T1	0.000340584	0.000318991	0.000330	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE

Nivel	Punto máximo	Punto mínimo	Promedio de puntos (máximo y mínimo)	> 1.5	DERIVA DEL PUNTO MÁXIMO	DERIVA PERMISIBLE	
	UX	UX		Irreg. Torsional		50%*5/1000	
T8	0.000225747	0.000212988	0.000219	1.03	0.0002	0.0025	NO EXISTE
T7	0.000257155	0.00024047	0.000249	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE
T6	0.000287582	0.000269915	0.000279	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE
T5	0.000313102	0.000293471	0.000303	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE
T4	0.000325861	0.000307212	0.000317	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE
T3	0.00032488	0.000306231	0.000316	1.03	0.0003	0.0025	NO EXISTE



T2	0.000301323	0.000283656	0.000292	<b>1.03</b>	0.0003	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T1	0.000340584	0.000318991	0.000330	<b>1.03</b>	0.0003	0.0025	<b>NO EXISTE</b>

Como se visualiza, las derivas en los puntos extremos son menores al cincuenta por ciento de la deriva permisible 5/1000, estando por debajo de la mitad de dichos valores parametrizados por la norma, a consecuencia no existe irregularidad torsional y torsional extrema para la dirección XX.

<b>Derivas en extremos por sismo en dirección YY</b>			
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
0.000794041	0.001107143	0.000794041	0.00110714
0.000853913	0.001234739	0.000853913	0.00123474
0.000895137	0.001350557	0.000895137	0.00135056
0.000909859	0.00143693	0.000909859	0.00143693
0.00088434	0.00147619	0.00088434	0.00147619
0.000803856	0.001450671	0.000803856	0.00145067
0.00064387	0.001353502	0.00064387	0.0013535
0.000647796	0.001869775	0.000647796	0.00186978

<b>IRREGULARIDAD TORSIONAL EN DIRECCIÓN YY</b>							
<b>IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA EN DIRECCIÓN YY</b>							
<b>Nivel</b>	<b>Punto máximo</b>	<b>Punto mínimo</b>	<b>Promedio de puntos (máximo y mínimo)</b>	<b>&gt; 1.3</b>	<b>DERIVA DEL PUNTO MÁXIMO</b>	<b>DERIVA PERMISIBLE</b>	
	<b>UY</b>	<b>UY</b>		<b>Irreg. Torsional</b>		<b>50%*5/1000</b>	
T8	0.001107143	0.000794041	0.000951	<b>1.16</b>	0.001107	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T7	0.001234739	0.000853913	0.001044	<b>1.18</b>	0.001235	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T6	0.001350557	0.000895137	0.001123	<b>1.20</b>	0.001351	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T5	0.00143693	0.000909859	0.001173	<b>1.22</b>	0.001437	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T4	0.00147619	0.00088434	0.001180	<b>1.25</b>	0.001476	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T3	0.001450671	0.000803856	0.001127	<b>1.29</b>	0.001451	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T2	0.001353502	0.00064387	0.000999	<b>1.36</b>	0.001354	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T1	0.001869775	0.000647796	0.001259	<b>1.49</b>	0.001870	0.0025	<b>NO EXISTE</b>

<b>Nivel</b>	<b>Punto máximo</b>	<b>Punto mínimo</b>	<b>Promedio de</b>	<b>&gt; 1.5</b>	<b>DERIVA DEL</b>	<b>DERIVA PERMISIBLE</b>
--------------	---------------------	---------------------	--------------------	-----------------	-------------------	--------------------------

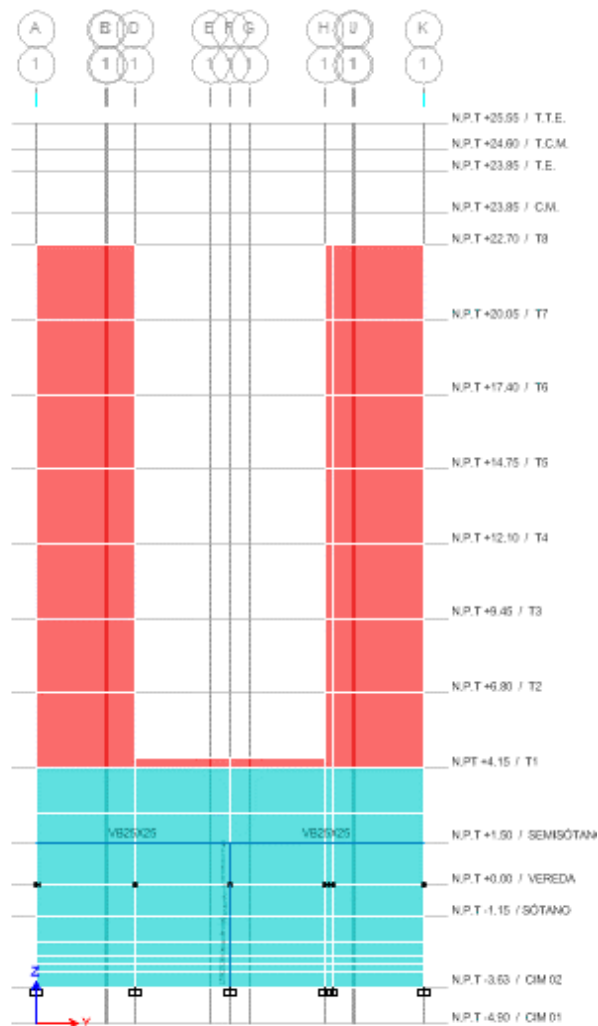
	UY	UY	puntos (máximo y mínimo)	Irreg. Torsional	PUNTO MÁXIMO	50%*5/1000	
T8	0.001107143	0.000794041	0.000951	<b>1.16</b>	0.001107	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T7	0.001234739	0.000853913	0.001044	<b>1.18</b>	0.001235	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T6	0.001350557	0.000895137	0.001123	<b>1.20</b>	0.001351	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T5	0.00143693	0.000909859	0.001173	<b>1.22</b>	0.001437	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T4	0.00147619	0.00088434	0.001180	<b>1.25</b>	0.001476	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T3	0.001450671	0.000803856	0.001127	<b>1.29</b>	0.001451	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T2	0.001353502	0.00064387	0.000999	<b>1.36</b>	0.001354	0.0025	<b>NO EXISTE</b>
T1	0.001869775	0.000647796	0.001259	<b>1.49</b>	0.001870	0.0025	<b>NO EXISTE</b>

Como se visualiza, las derivas en los puntos extremos son menores al cincuenta por ciento de la deriva permisible 5/1000, estando por debajo de la mitad de dichos valores parametrizados por la norma, a consecuencia no existe irregularidad torsional y torsional extrema para la dirección YY.

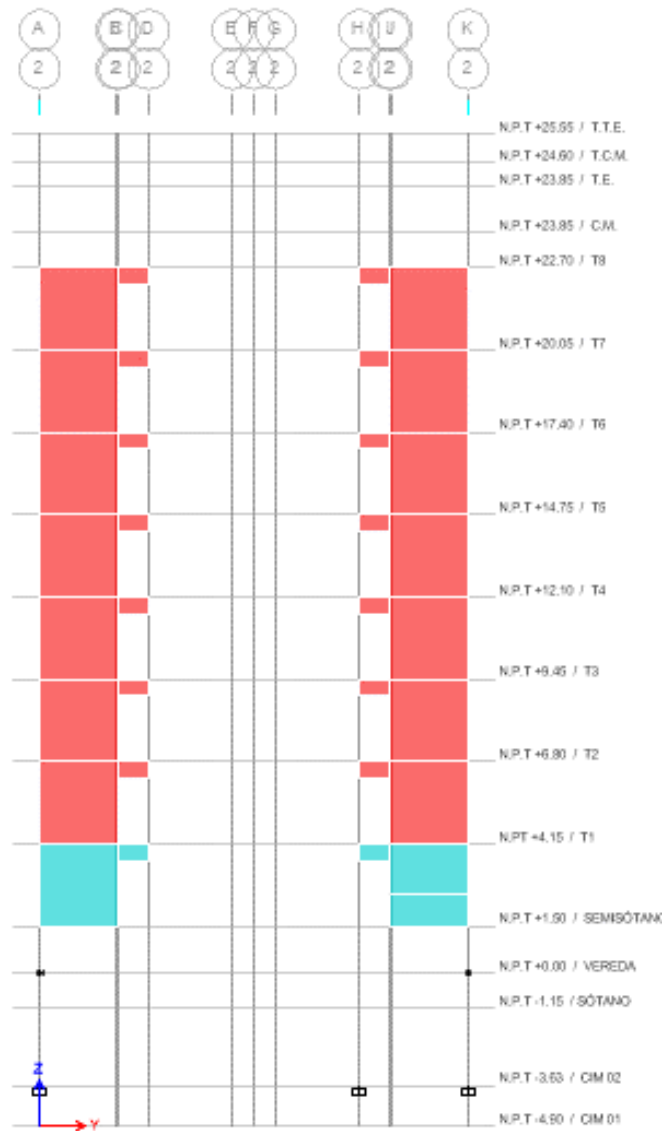
#### **Anexo 7: Verificación de irregularidades en altura**

Se realizó la verificación con la finalidad de observar si la configuración estructural planteada presentaba irregularidades en altura, obteniéndose como resultado que no existe problemas de configuración, sin embargo, se asumió irregularidad de masa o peso en base a un criterio conservador puesto que los sistemas de transferencia no son considerados como irregularidades netamente, para esto se consideró entonces un factor de 0.9.

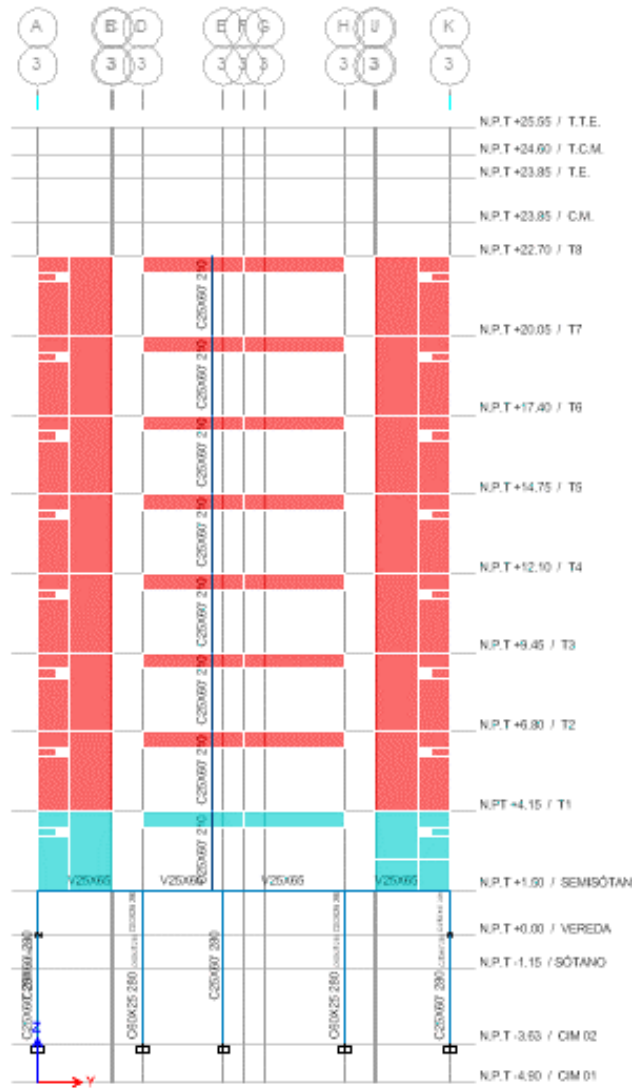
## IRREGULARIDAD DE GEOMETRÍA VERTICAL



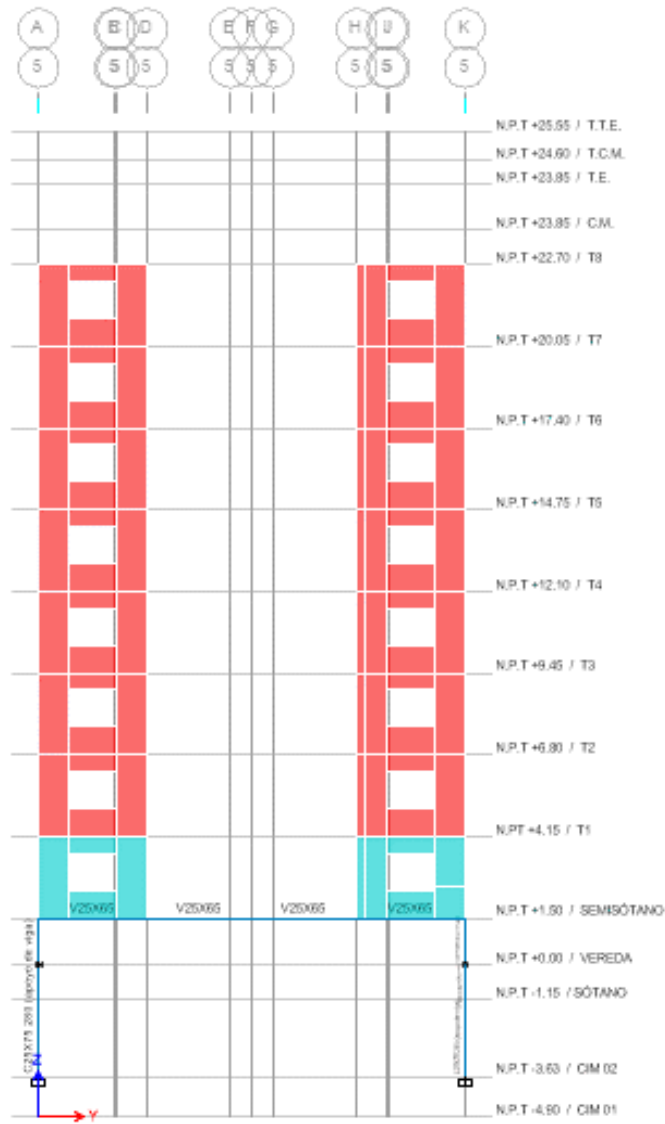
EJE 1			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	3.50	-	-
T7	3.50	-	-
T6	3.50	1.00	NO EXISTE
T5	3.50	1.00	NO EXISTE
T4	3.50	1.00	NO EXISTE
T3	3.50	1.00	NO EXISTE
T2	3.50	1.00	NO EXISTE
T1	3.50	1.00	NO EXISTE



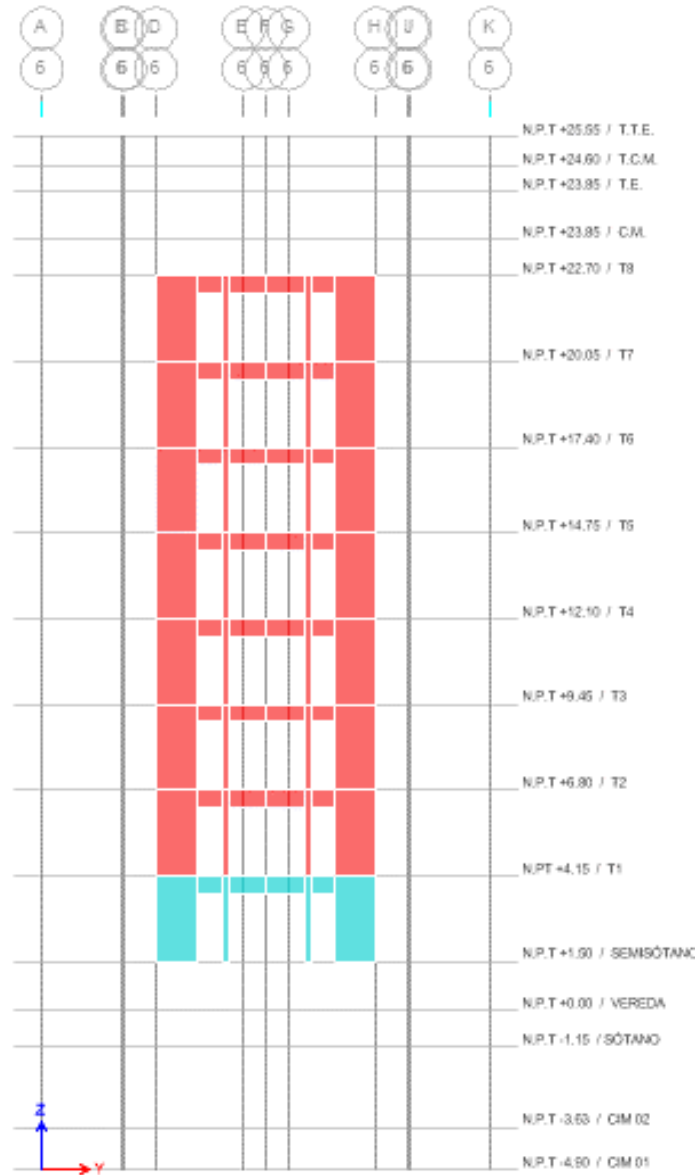
EJE 2			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	2.45	-	-
T7	2.45	-	-
T6	2.45	1.00	NO EXISTE
T5	2.45	1.00	NO EXISTE
T4	2.45	1.00	NO EXISTE
T3	2.45	1.00	NO EXISTE
T2	2.45	1.00	NO EXISTE
T1	2.45	1.00	NO EXISTE



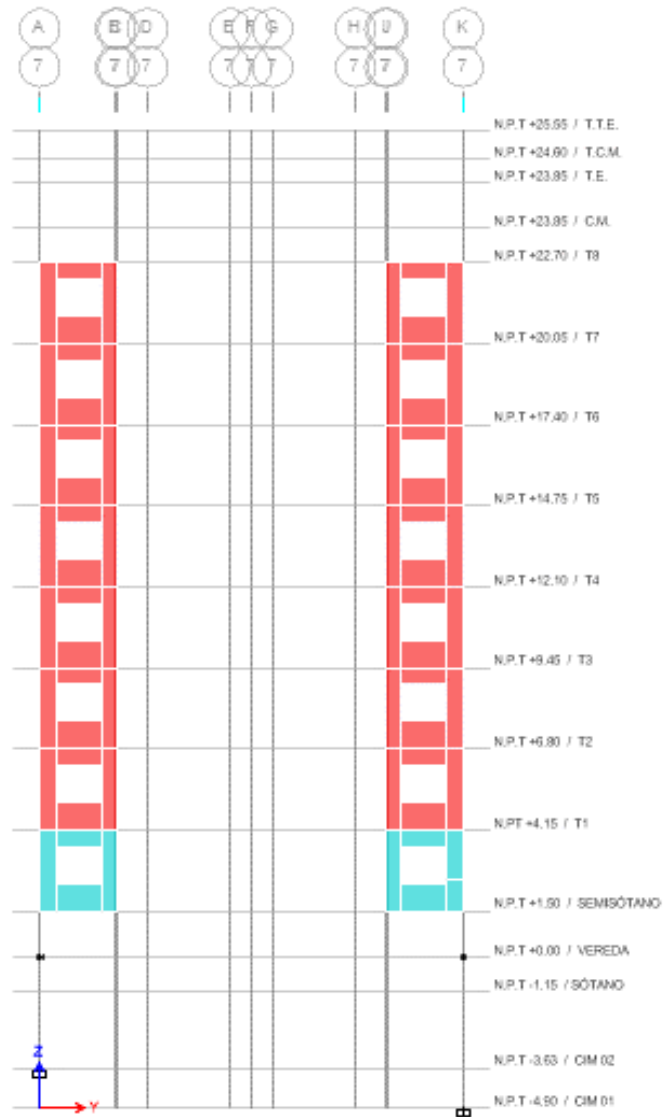
EJE 3			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	2.45	-	-
T7	2.45	-	-
T6	2.45	1.00	NO EXISTE
T5	2.45	1.00	NO EXISTE
T4	2.45	1.00	NO EXISTE
T3	2.45	1.00	NO EXISTE
T2	2.45	1.00	NO EXISTE
T1	2.45	1.00	NO EXISTE



EJE 5			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	3.50	-	-
T7	3.50	-	-
T6	3.50	1.00	NO EXISTE
T5	3.50	1.00	NO EXISTE
T4	3.50	1.00	NO EXISTE
T3	3.50	1.00	NO EXISTE
T2	3.50	1.00	NO EXISTE
T1	3.50	1.00	NO EXISTE

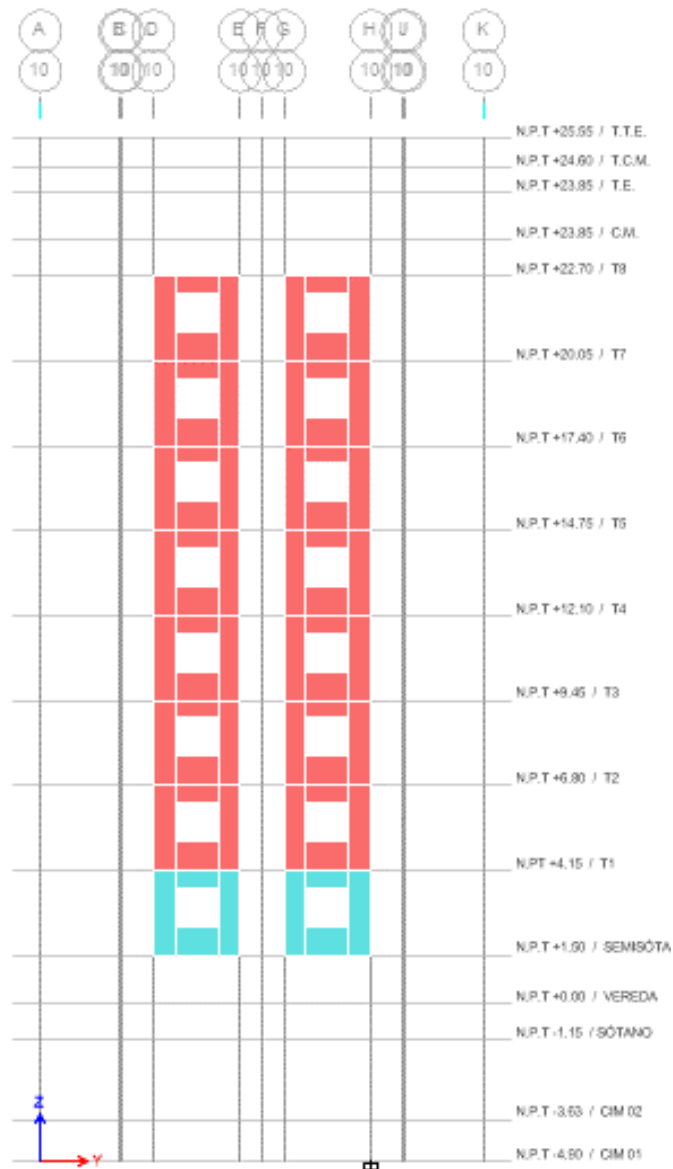


EJE 6			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	6.76	-	-
T7	6.76	-	-
T6	6.76	1.00	NO EXISTE
T5	6.76	1.00	NO EXISTE
T4	6.76	1.00	NO EXISTE
T3	6.76	1.00	NO EXISTE
T2	6.76	1.00	NO EXISTE
T1	6.76	1.00	NO EXISTE

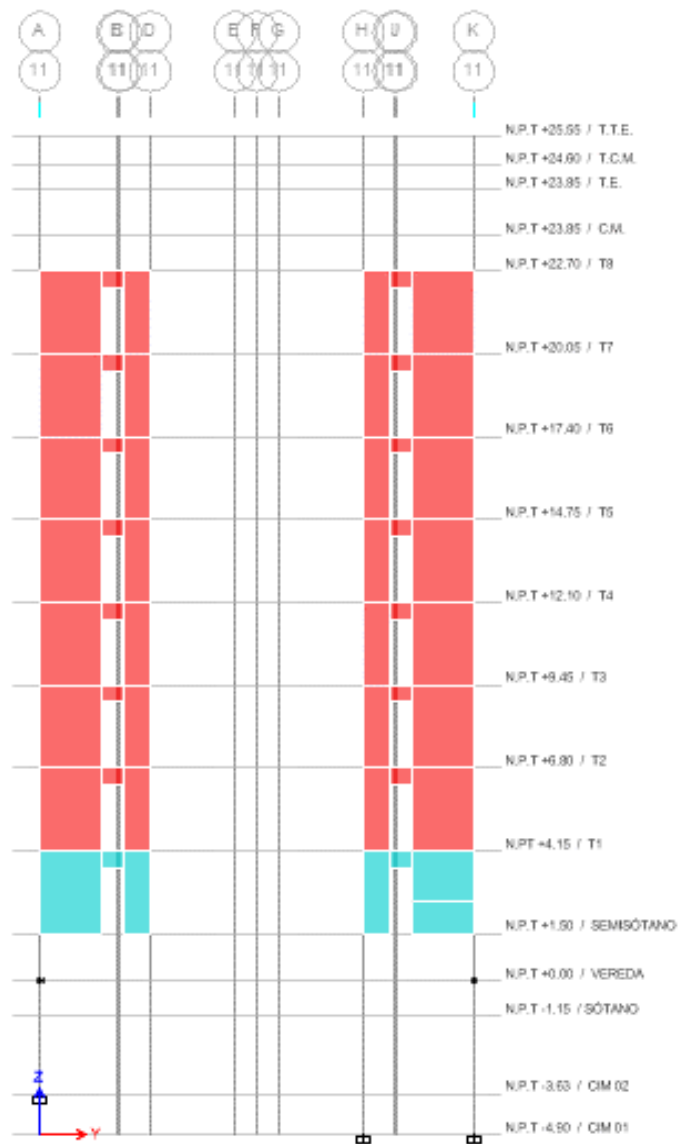


EJE 7			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	2.45	-	-
T7	2.45	-	-
T6	2.45	1.00	NO EXISTE
T5	2.45	1.00	NO EXISTE
T4	2.45	1.00	NO EXISTE
T3	2.45	1.00	NO EXISTE
T2	2.45	1.00	NO EXISTE
T1	2.45	1.00	NO EXISTE

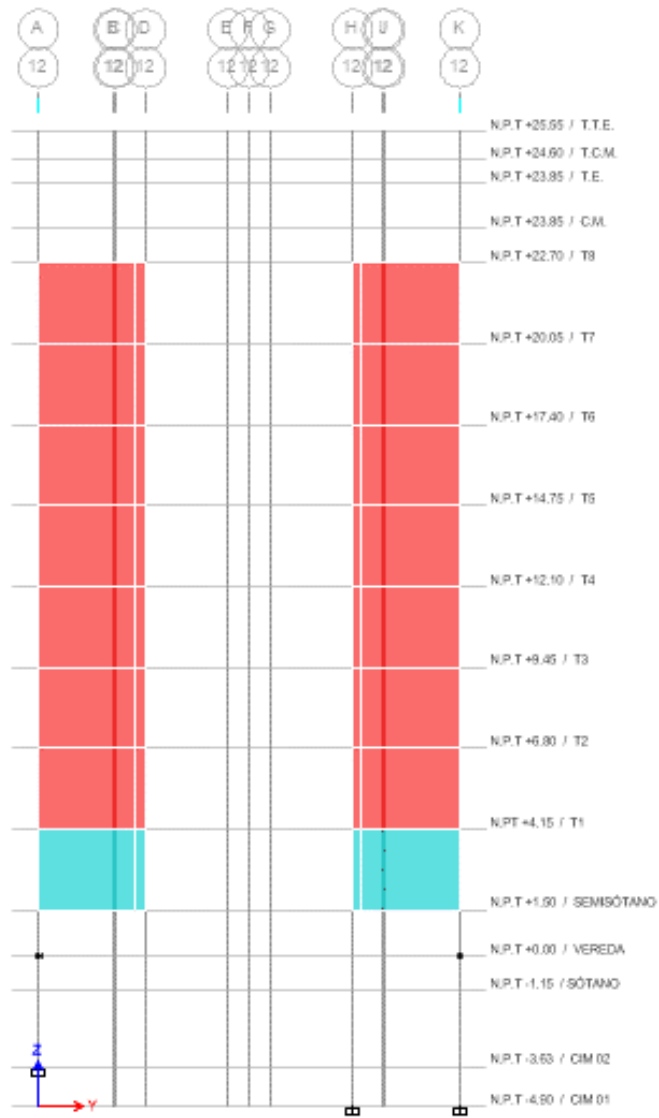




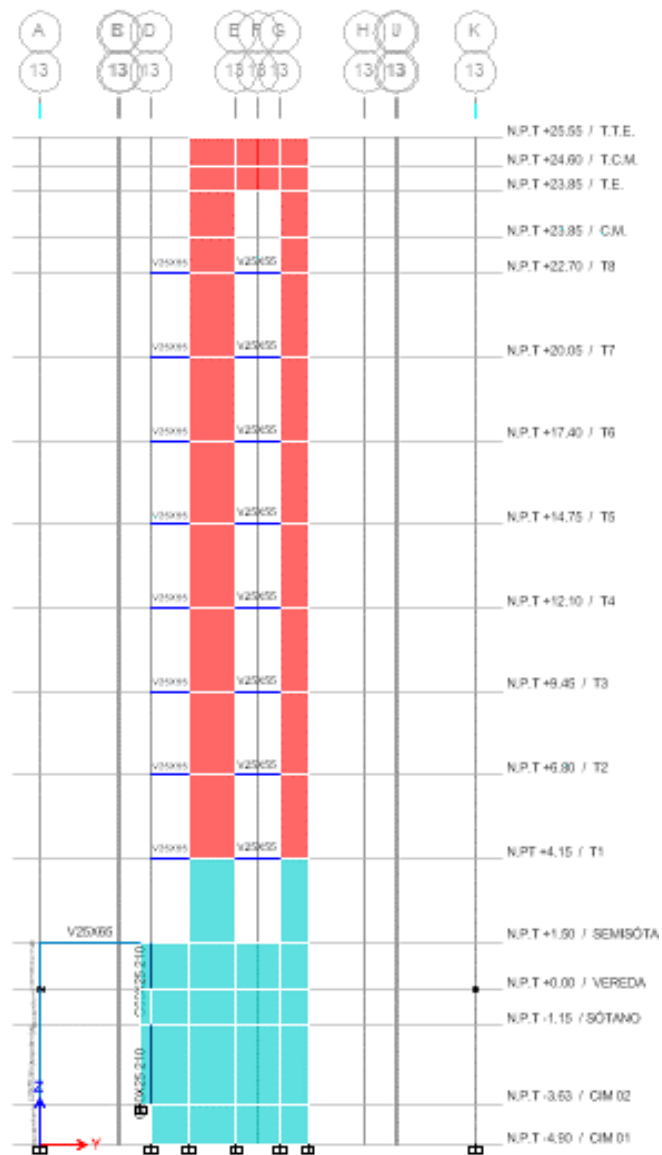
EJE 10			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	2.70	-	-
T7	2.70	-	-
T6	2.70	1.00	NO EXISTE
T5	2.70	1.00	NO EXISTE
T4	2.70	1.00	NO EXISTE
T3	2.70	1.00	NO EXISTE
T2	2.70	1.00	NO EXISTE
T1	2.70	1.00	NO EXISTE



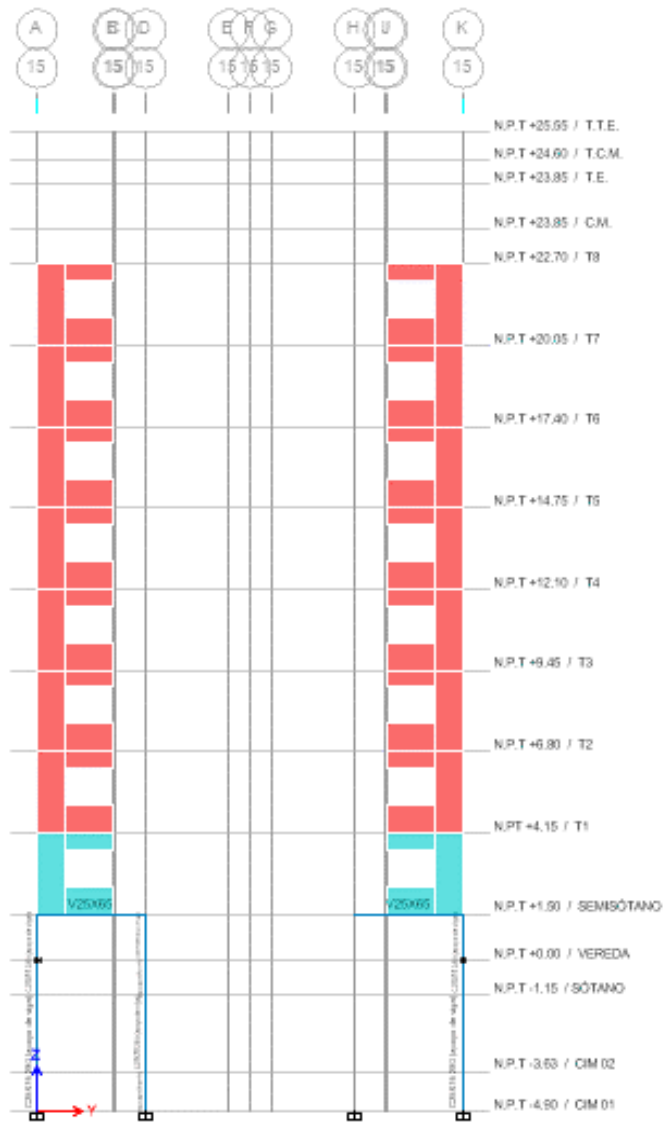
EJE 11			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	3.50	-	-
T7	3.50	-	-
T6	3.50	1.00	NO EXISTE
T5	3.50	1.00	NO EXISTE
T4	3.50	1.00	NO EXISTE
T3	3.50	1.00	NO EXISTE
T2	3.50	1.00	NO EXISTE
T1	3.50	1.00	NO EXISTE



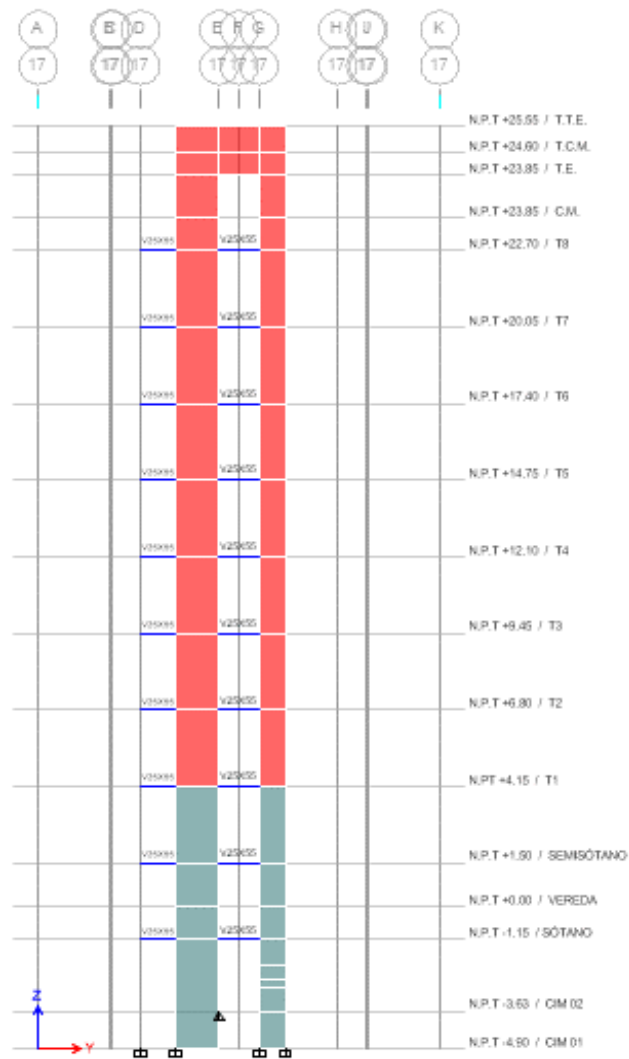
EJE 12			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	3.50	-	-
T7	3.50	-	-
T6	3.50	1.00	NO EXISTE
T5	3.50	1.00	NO EXISTE
T4	3.50	1.00	NO EXISTE
T3	3.50	1.00	NO EXISTE
T2	3.50	1.00	NO EXISTE
T1	3.50	1.00	NO EXISTE



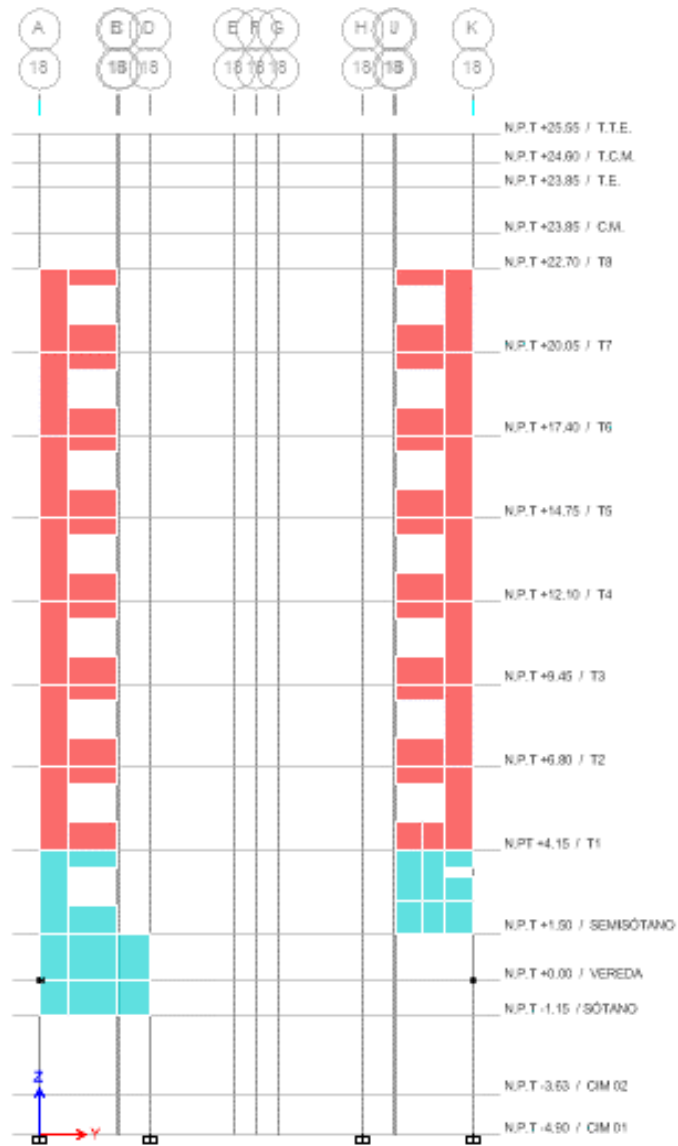
EJE 13			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	1.50	-	-
T7	1.50	-	-
T6	1.50	1.00	NO EXISTE
T5	1.50	1.00	NO EXISTE
T4	1.50	1.00	NO EXISTE
T3	1.50	1.00	NO EXISTE
T2	1.50	1.00	NO EXISTE
T1	1.50	1.00	NO EXISTE



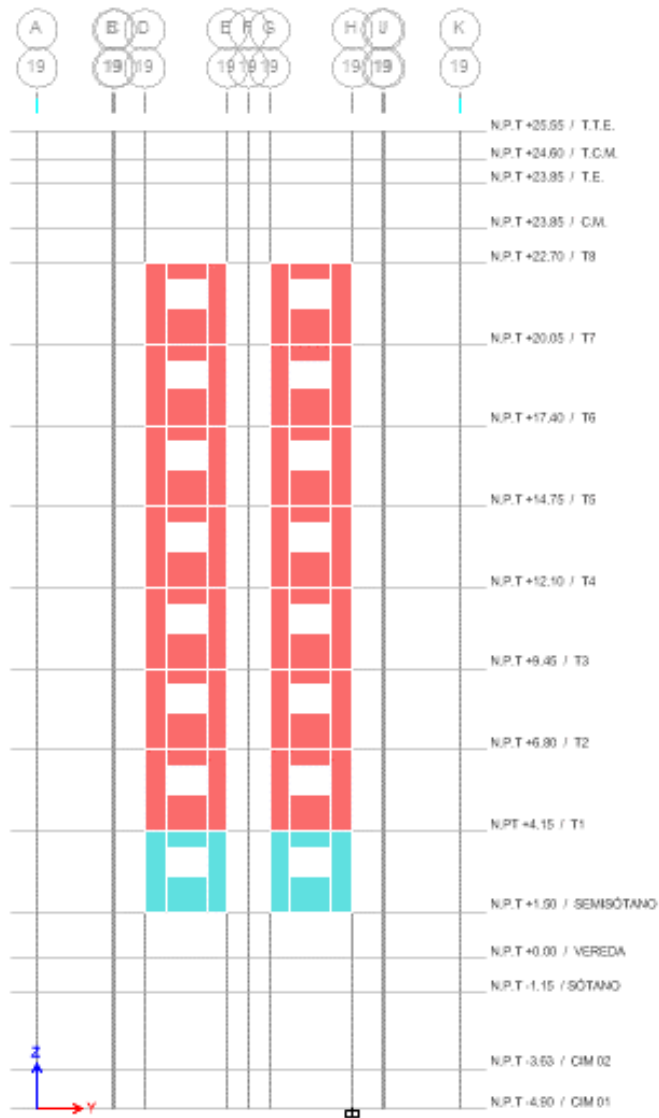
EJE 15			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	2.45	-	-
T7	2.45	-	-
T6	2.45	1.00	NO EXISTE
T5	2.45	1.00	NO EXISTE
T4	2.45	1.00	NO EXISTE
T3	2.45	1.00	NO EXISTE
T2	2.45	1.00	NO EXISTE
T1	2.45	1.00	NO EXISTE



EJE 17			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 l. Geométrica Vertical
	m		
T8	1.50	-	-
T7	1.50	-	-
T6	1.50	1.00	NO EXISTE
T5	1.50	1.00	NO EXISTE
T4	1.50	1.00	NO EXISTE
T3	1.50	1.00	NO EXISTE
T2	1.50	1.00	NO EXISTE
T1	1.50	1.00	NO EXISTE

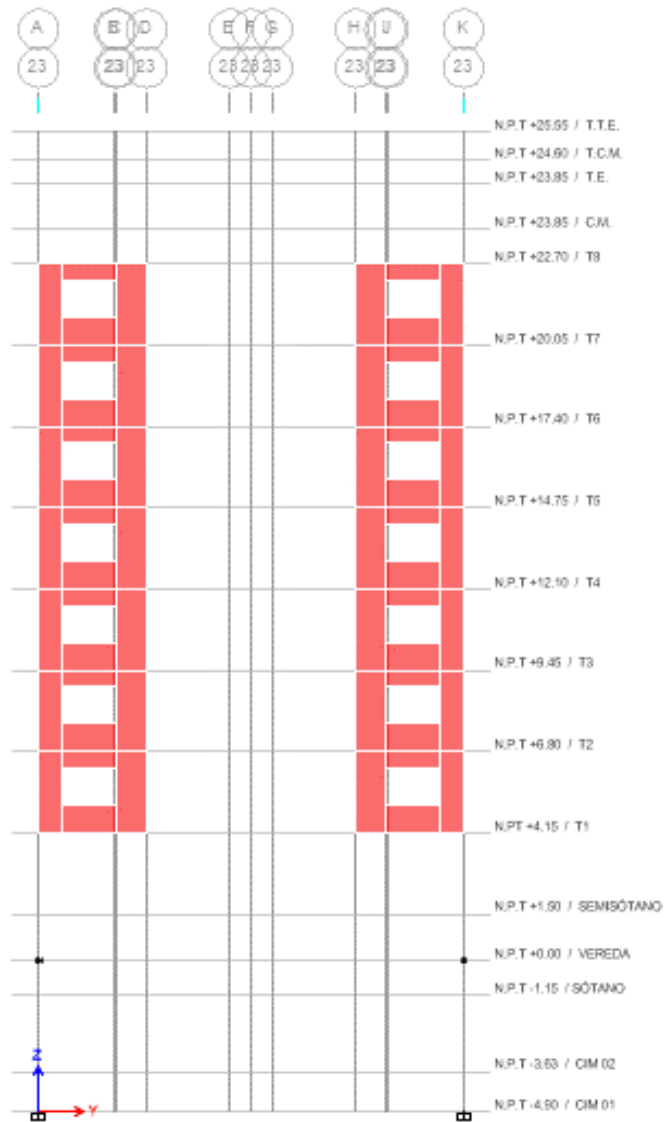


EJE 18			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	2.45	-	-
T7	2.45	-	-
T6	2.45	1.00	NO EXISTE
T5	2.45	1.00	NO EXISTE
T4	2.45	1.00	NO EXISTE
T3	2.45	1.00	NO EXISTE
T2	2.45	1.00	NO EXISTE
T1	2.45	1.00	NO EXISTE

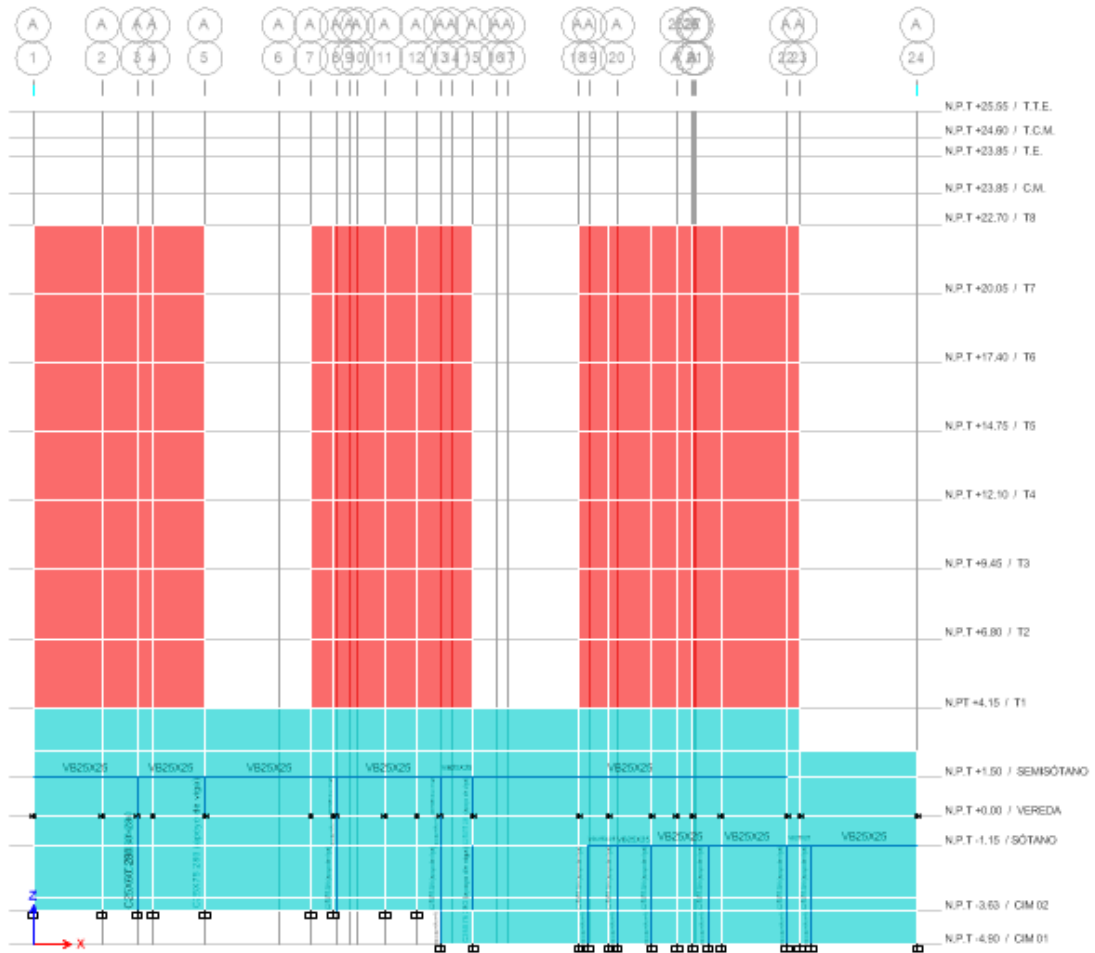


EJE 19			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	2.70	-	-
T7	2.70	-	-
T6	2.70	1.00	NO EXISTE
T5	2.70	1.00	NO EXISTE
T4	2.70	1.00	NO EXISTE
T3	2.70	1.00	NO EXISTE
T2	2.70	1.00	NO EXISTE
T1	2.70	1.00	NO EXISTE

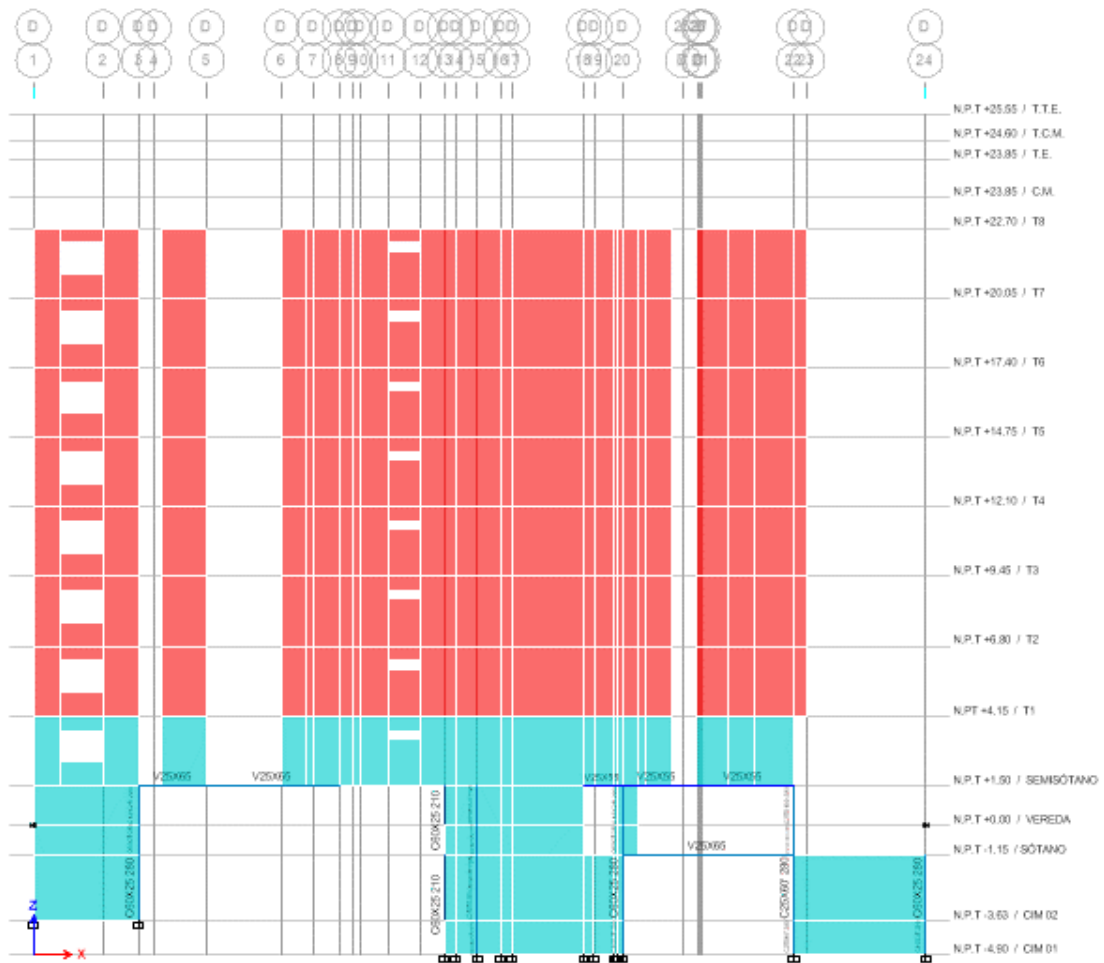




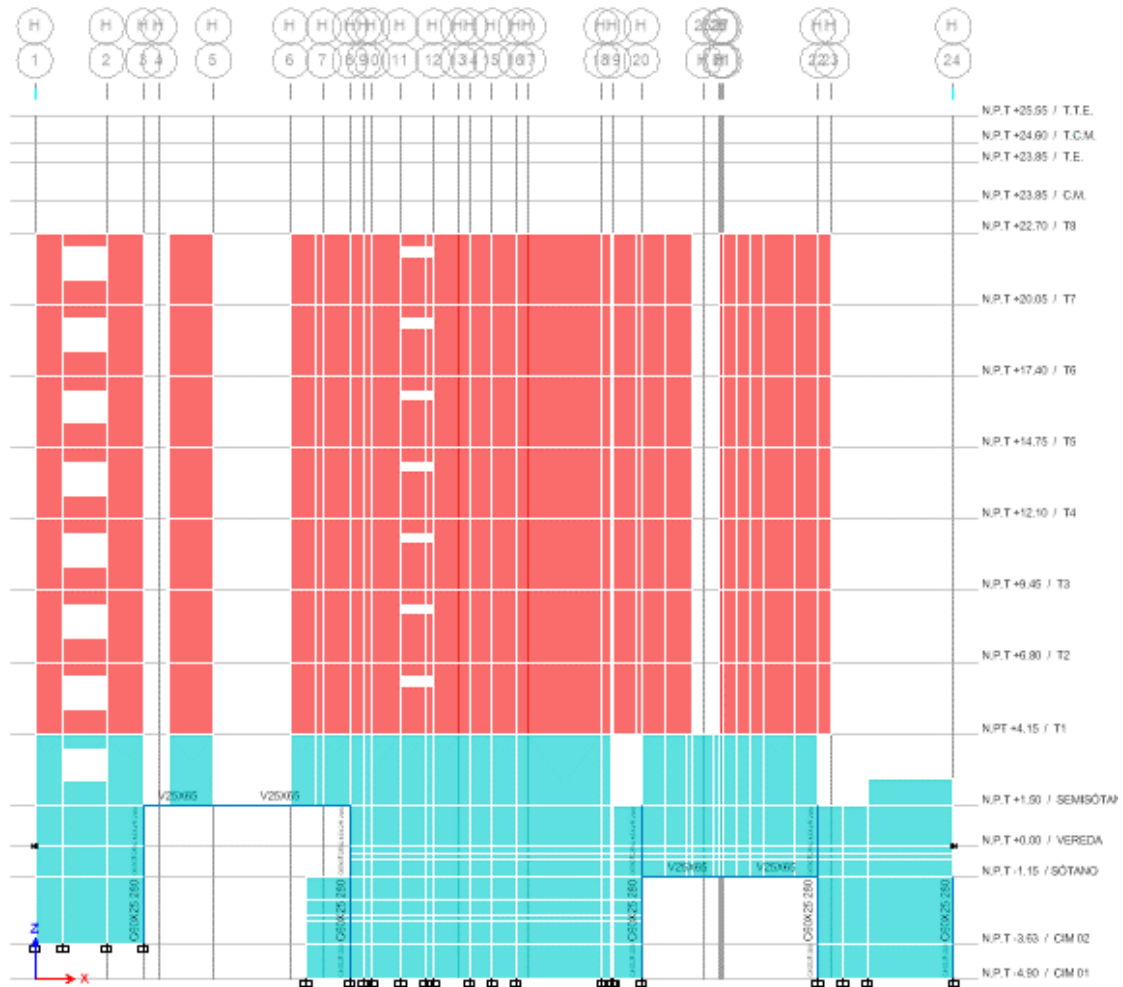
EJE 23			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	3.50	-	-
T7	3.50	-	-
T6	3.50	1.00	NO EXISTE
T5	3.50	1.00	NO EXISTE
T4	3.50	1.00	NO EXISTE
T3	3.50	1.00	NO EXISTE
T2	3.50	1.00	NO EXISTE
T1	3.50	1.00	NO EXISTE



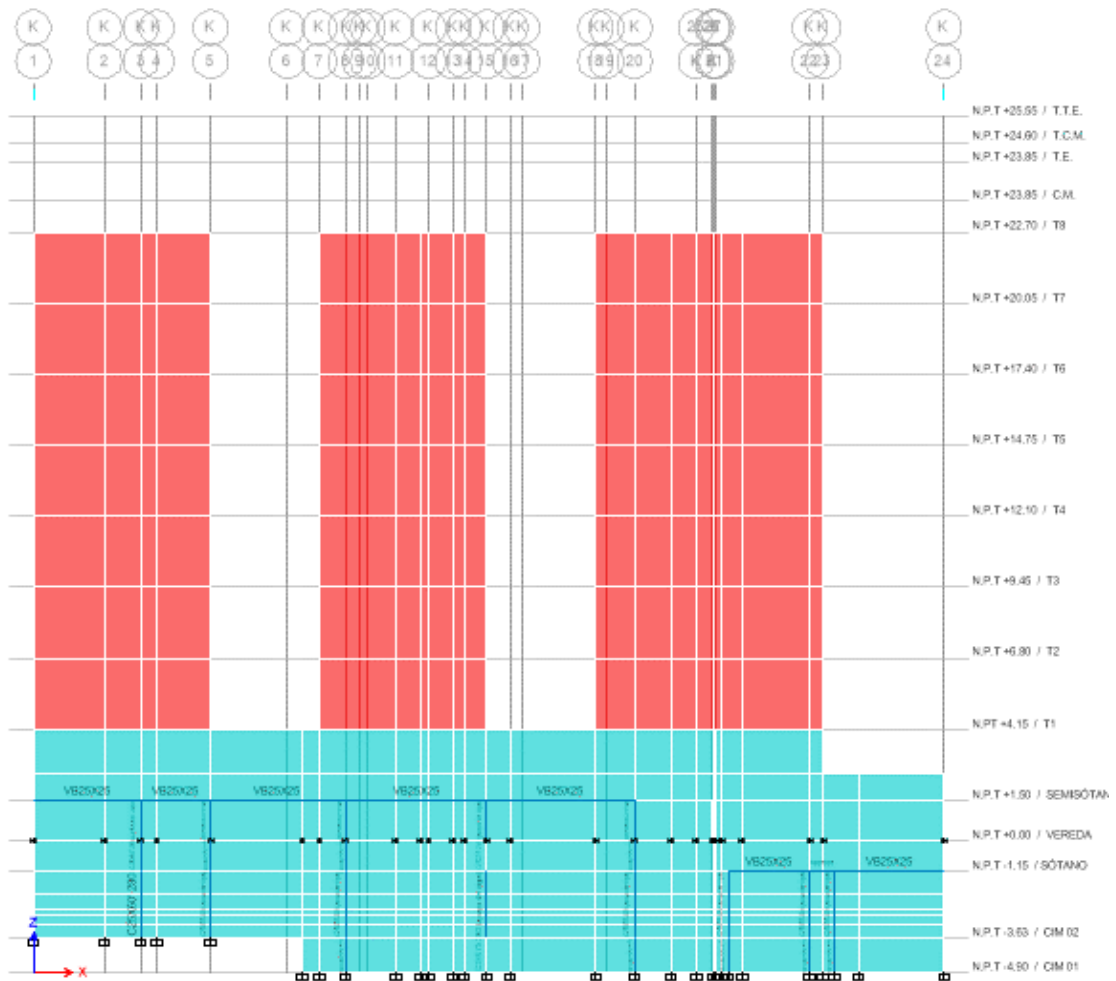
EJE A			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	6.60	-	-
T7	6.60	-	-
T6	6.60	1.00	NO EXISTE
T5	6.60	1.00	NO EXISTE
T4	6.60	1.00	NO EXISTE
T3	6.60	1.00	NO EXISTE
T2	6.60	1.00	NO EXISTE
T1	6.60	1.00	NO EXISTE



EJE D			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	14.80	-	-
T7	14.80	-	-
T6	14.80	1.00	NO EXISTE
T5	14.80	1.00	NO EXISTE
T4	14.80	1.00	NO EXISTE
T3	14.80	1.00	NO EXISTE
T2	14.80	1.00	NO EXISTE
T1	14.80	1.00	NO EXISTE



EJE H			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	14.80	-	-
T7	14.80	-	-
T6	14.80	1.00	NO EXISTE
T5	14.80	1.00	NO EXISTE
T4	14.80	1.00	NO EXISTE
T3	14.80	1.00	NO EXISTE
T2	14.80	1.00	NO EXISTE
T1	14.80	1.00	NO EXISTE



EJE K			
Nivel	Dimensión	Cambio de dimensión	>1,3 I. Geométrica Vertical
	m		
T8	6.60	-	-
T7	6.60	-	-
T6	6.60	1.00	NO EXISTE
T5	6.60	1.00	NO EXISTE
T4	6.60	1.00	NO EXISTE
T3	6.60	1.00	NO EXISTE
T2	6.60	1.00	NO EXISTE
T1	6.60	1.00	NO EXISTE

Como se visualiza, no se encontró irregularidad de geometría vertical debido a que desde el segundo nivel se tienen pisos típicos.

**IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO Y PISO DÉBIL**

**IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ – PISO BLANDO Y DE RESISTENCIA – PISO DÉBIL  
ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN XX**

Nivel	Caso de carga/Combo	Dirección	Kx	Der. de entrepiso/ Der. Superior	<0.70 Irreg. Piso Blando	Rigidez lateral del entrepiso/ $\Sigma$ Rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes	<0.80 Irreg. Piso Blando	Vu de entrepiso	Resistencia de entrepiso/ Resistencia de entrepiso superior	<80% Irreg. Piso Débil
			tonf/m							
T8	SDXX	X	996024.268	-	-	-	-	232.4393	-	-
T7	SDXX	X	1562131.297	-	-	-	-	413.9424	1.78	<b>NO EXISTE</b>
T6	SDXX	X	1930356.29	1.24	<b>NO EXISTE</b>	-	-	566.3678	1.37	<b>NO EXISTE</b>
T5	SDXX	X	2213616.153	1.15	<b>NO EXISTE</b>	1.48	<b>NO EXISTE</b>	694.9535	1.23	<b>NO EXISTE</b>
T4	SDXX	X	2470094.03	1.12	<b>NO EXISTE</b>	1.30	<b>NO EXISTE</b>	799.1436	1.15	<b>NO EXISTE</b>
T3	SDXX	X	2827968.331	1.14	<b>NO EXISTE</b>	1.28	<b>NO EXISTE</b>	876.5372	1.10	<b>NO EXISTE</b>
T2	SDXX	X	3648355.04	1.29	<b>NO EXISTE</b>	1.46	<b>NO EXISTE</b>	928.7129	1.06	<b>NO EXISTE</b>
T1	SDXX	X	5017654.979	1.38	<b>NO EXISTE</b>	1.68	<b>NO EXISTE</b>	963.3614	1.04	<b>NO EXISTE</b>

**IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ Y RESISTENCIA  
ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN XX**

Nivel	Caso de carga/Combo	Dirección	Kx	Der. de entrepiso/ Der. Superior	<0.60 Irreg. Piso Blando	Rigidez lateral del entrepiso/ $\Sigma$ Rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes	<0.70 Irreg. Piso Blando	Vu de entrepiso	Resistencia de entrepiso/ Resistencia de entrepiso superior	<65% Irreg. Piso Débil
			tonf/m							
T8	SDXX	X	996024.268	-	-	-	-	232.4393	-	-
T7	SDXX	X	1562131.297	-	-	-	-	413.9424	1.78	<b>NO EXISTE</b>
T6	SDXX	X	1930356.29	1.24	<b>NO EXISTE</b>	-	-	566.3678	1.37	<b>NO EXISTE</b>
T5	SDXX	X	2213616.153	1.15	<b>NO EXISTE</b>	1.48	<b>NO EXISTE</b>	694.9535	1.23	<b>NO EXISTE</b>
T4	SDXX	X	2470094.03	1.12	<b>NO EXISTE</b>	1.30	<b>NO EXISTE</b>	799.1436	1.15	<b>NO EXISTE</b>
T3	SDXX	X	2827968.331	1.14	<b>NO EXISTE</b>	1.28	<b>NO EXISTE</b>	876.5372	1.10	<b>NO EXISTE</b>
T2	SDXX	X	3648355.04	1.29	<b>NO EXISTE</b>	1.46	<b>NO EXISTE</b>	928.7129	1.06	<b>NO EXISTE</b>
T1	SDXX	X	5017654.979	1.38	<b>NO EXISTE</b>	1.68	<b>NO EXISTE</b>	963.3614	1.04	<b>NO EXISTE</b>

**IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ – PISO BLANDO Y DE RESISTENCIA – PISO DÉBIL  
ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN YY**

Nivel	Caso de carga/Combo	Dirección	Ky	Der. de entrepiso/ Der. Superior	<0.70 Irreg. Piso Blando	Rigidez lateral del entrepiso/ $\Sigma$ Rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes	<0.80 Irreg. Piso Blando	Vu de entrepiso	Resistencia de entrepiso/ Resistencia de entrepiso superior	<80% Irreg. Piso Débil
			tonf/m							
T8	SDYY	Y	237793.744	-	-	-	-	245.5217	-	-
T7	SDYY	Y	384543.134	-	-	-	-	433.2283	1.76	<b>NO EXISTE</b>
T6	SDYY	Y	489587.679	1.27	<b>NO EXISTE</b>	-	-	585.7325	1.35	<b>NO EXISTE</b>
T5	SDYY	Y	577962.279	1.18	<b>NO EXISTE</b>	1.56	<b>NO EXISTE</b>	710.493	1.21	<b>NO EXISTE</b>
T4	SDYY	Y	677420.853	1.17	<b>NO EXISTE</b>	1.40	<b>NO EXISTE</b>	812.1734	1.14	<b>NO EXISTE</b>
T3	SDYY	Y	797288.15	1.18	<b>NO EXISTE</b>	1.37	<b>NO EXISTE</b>	892.7853	1.10	<b>NO EXISTE</b>
T2	SDYY	Y	994483.25	1.25	<b>NO EXISTE</b>	1.45	<b>NO EXISTE</b>	952.4577	1.07	<b>NO EXISTE</b>
T1	SDYY	Y	1007457.099	1.01	<b>NO EXISTE</b>	1.22	<b>NO EXISTE</b>	995.0428	1.04	<b>NO EXISTE</b>



**IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ Y RESISTENCIA  
ANÁLISIS EN LA DIRECCIÓN YY**

Nivel	Caso de carga/Combo	Dirección	Ky	Der. de entrepiso/ Der. Superior	<0.60 Irreg. Piso Blando	Der. de entrepiso/ $\sum$ Der. de los tres entrepisos superiores	<0.70 Irreg. Piso Blando	ØVn de entrepiso	Resistencia de entrepiso/Resistencia de entrepiso superior	<65% Irreg. Piso Débil
			tonf/m							
T8	SDYY	Y	237793.744	-	-	-	-	245.5217	-	-
T7	SDYY	Y	384543.134	-	-	-	-	433.2283	1.76	<b>NO EXISTE</b>
T6	SDYY	Y	489587.679	1.27	<b>NO EXISTE</b>	-	-	585.7325	1.35	<b>NO EXISTE</b>
T5	SDYY	Y	577962.279	1.18	<b>NO EXISTE</b>	1.56	<b>NO EXISTE</b>	710.493	1.21	<b>NO EXISTE</b>
T4	SDYY	Y	677420.853	1.17	<b>NO EXISTE</b>	1.40	<b>NO EXISTE</b>	812.1734	1.14	<b>NO EXISTE</b>
T3	SDYY	Y	797288.15	1.18	<b>NO EXISTE</b>	1.37	<b>NO EXISTE</b>	892.7853	1.10	<b>NO EXISTE</b>
T2	SDYY	Y	994483.25	1.25	<b>NO EXISTE</b>	1.45	<b>NO EXISTE</b>	952.4577	1.07	<b>NO EXISTE</b>
T1	SDYY	Y	1007457.099	1.01	<b>NO EXISTE</b>	1.22	<b>NO EXISTE</b>	995.0428	1.04	<b>NO EXISTE</b>

Como se evidencia en los resultados no existe irregularidades de rigidez o resistencia, por ende, los factores de modificación no alteraron al coeficiente básico de reducción sísmica.

## Anexo 7. Análisis de similitud con el programa Turnitin

Diseño estructural de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, Urbanización Docentes Cajamarca .pdf

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>19%</b>	<b>19%</b>	<b>0%</b>	<b>2%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>13%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.upt.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>tesis.ucsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>qdoc.tips</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Anexo 8. Panel fotográfico

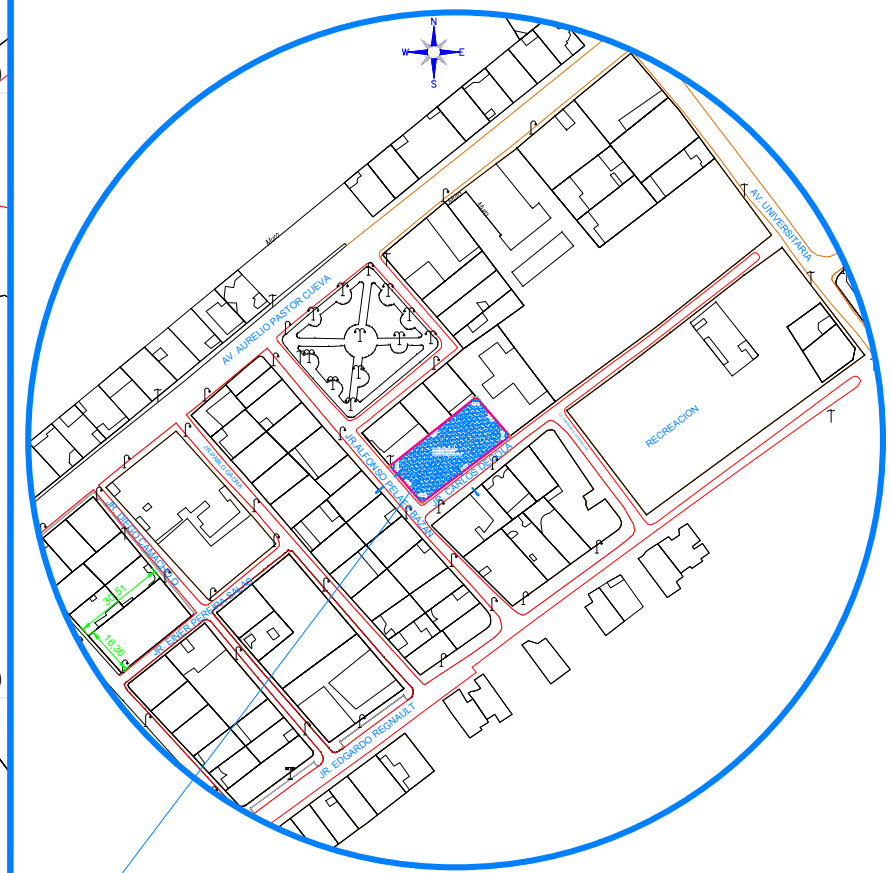
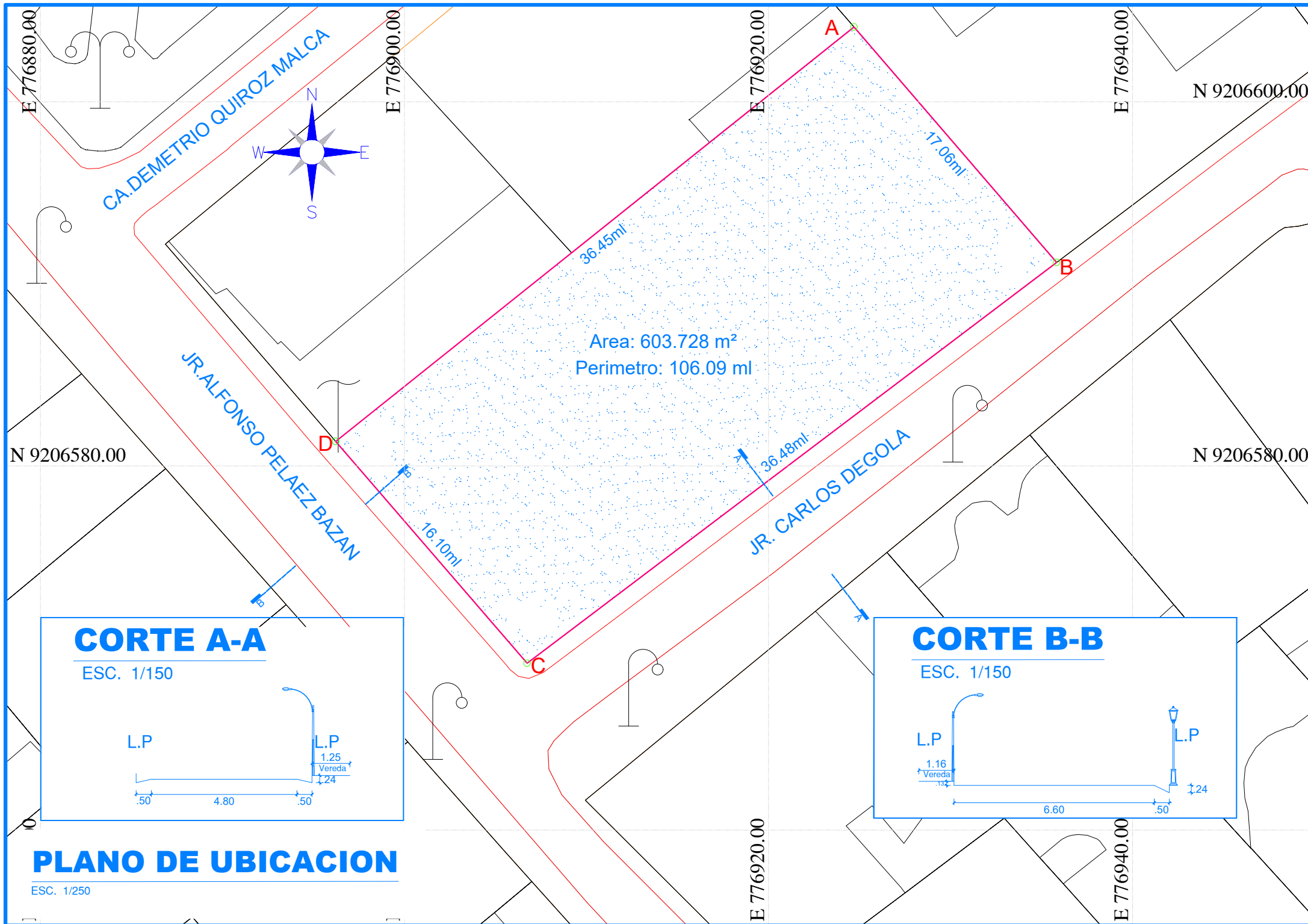






# **Anexo 9. Planos**



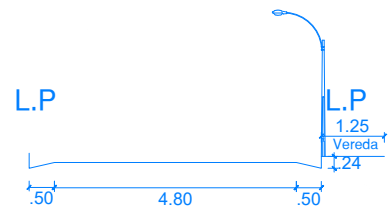


### ESQUEMA DE LOCALIZACION

ESC: 1/2500

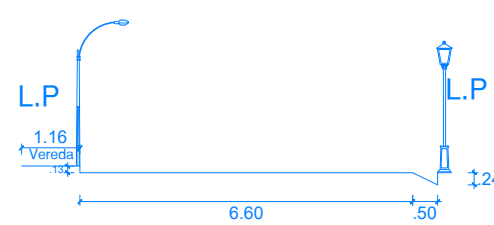
### CORTE A-A

ESC. 1/150



### CORTE B-B

ESC. 1/150



### PLANO DE UBICACION

ESC. 1/250

ZONIFICACIÓN :  
URBANIZACION : LOS DOCENTES  
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA  
PROVINCIA : CAJAMARCA  
DISTRITO : CAJAMARCA  
URBANIZACION : DOCENTES  
NOMBRE DE LA VIA : VIA DE EVITAMIENTO SUR  
N° DEL INMUEBLE : S/N  
MANZANA : J  
LOTE : S/N  
PROYECTO:  
Diseño estructural de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada  
Urbanización Docentes Cajamarca

### CUADRO NORMATIVO

### CUADRO DE AREAS (m<sup>2</sup>)

PARAMETROS	NORMATIVO	PROYECTO	PISOS	AREAS DECLARADAS					
				Existente	Demolición	Nueva	Amp./ Rem.	Parcial	Total
USOS	.....	.....	PISO UNO	----	----	----	----	----	----
DENSIDAD NETA	.....	.....	PISO OCHO	----	----	----	----	----	----
COEF. DE EDIFICACION	.....	.....							
AREA LIBRE	.....	.....							
ALTURA MAXIMA	.....	.....							
RETIRO MINIMO	FRONTAL	.....							
	LATERAL	.....							
	POSTERIOR	.....							
ESTACIONAMIENTO	.....	.....							603.728m <sup>2</sup>
			AREA TECHADA						
			AREA LIBRE						
			AREA DEL TERRENO						

TESISTAS:  
Requelme Chávez Wilmer  
Celis Peralta Kevin Jampier

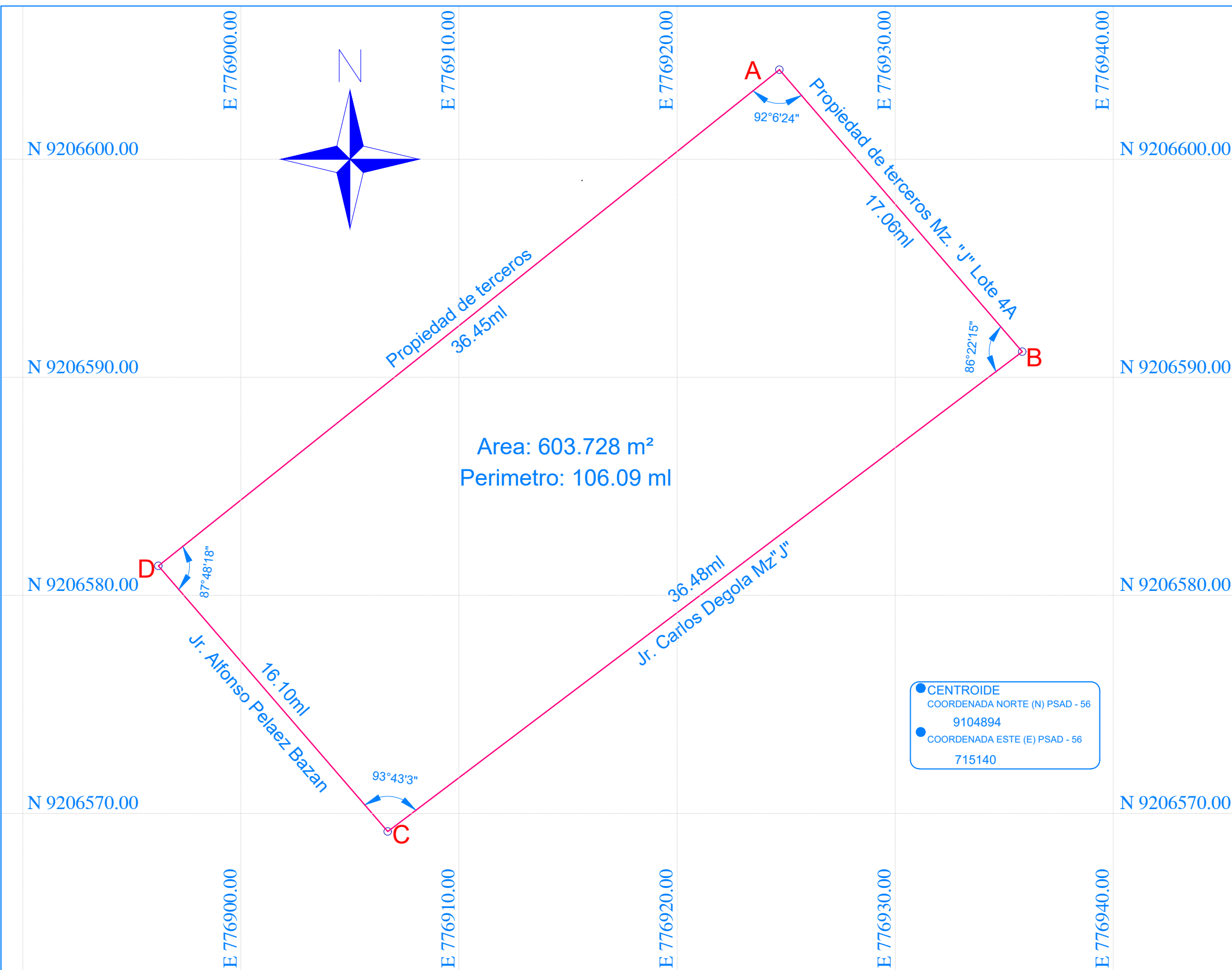


DOCENTE:  
Dr. Ing. Valdivieso Velarde Alan Yordan

PLANO:  
UBICACION Y LOCALIZACION

ESCALA INDICADA: FECHA DICIEMBRE DEL 2021

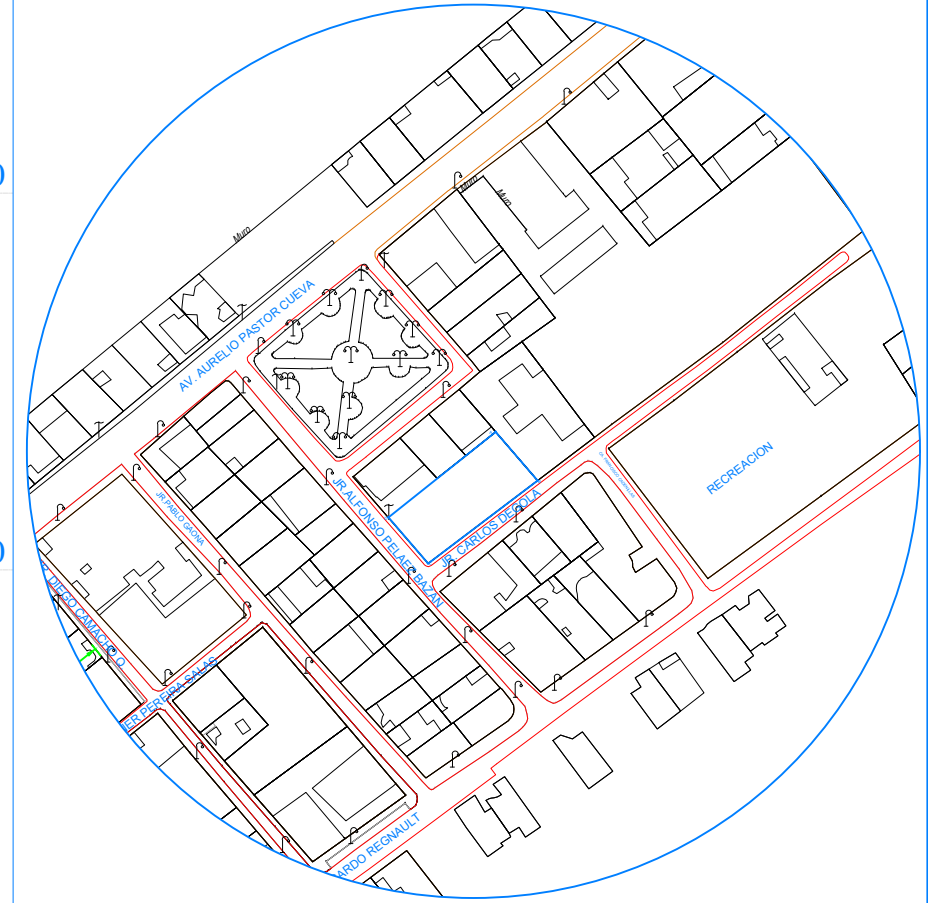
LAMINA:  
**U-01**



Area: 603.728 m<sup>2</sup>  
Perimetro: 106.09 ml

● CENTROIDE  
COORDENADA NORTE (N) PSAD - 56  
9104894  
● COORDENADA ESTE (E) PSAD - 56  
715140

## PLANO DE UBICACIÓN



ESC. 1/2000

### CUADRO DE DATOS TECNICOS

VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
A	A - B	17.06	92°6'24"	776924.695	9206604.106
B	B - C	36.48	86°22'15"	776935.830	9206591.174
C	C - D	16.10	93°43'3"	776906.738	9206569.172
D	D - A	36.45	87°48'18"	776896.217	9206581.353

### CUADRO DE AREAS

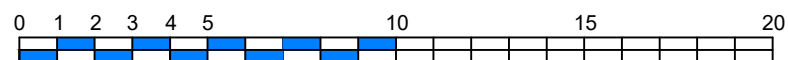
Area 603.728 m<sup>2</sup>  
Perimetro 106.09 ml

### LEYENDA

Vertice Poligono	○
Perimetro	—
Poligono	◊

### CUADRO DE CONSTRUCCION

VERTICE	LADO	COLINDANTES
A	A - B	PROPIEDAD DE TERCEROS Mz. "J" LOTE 4A
B	B - C	JR. CARLOS GENOLA Mz. "J"
C	C - D	JR. ALFONSO PELAEZ BAZAN
D	D - A	PROPIEDAD DE TERCEROS



ESCALA 1:200

### NOTAS:

- Realizo el plano perimetrico con el catastro de la Municipalidad Provincial de Cajamarca
- Datum WGS84

## PLANO PERIMETRICO

ESC. 1/200



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO -SEDE TRUJILLO

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA

### UBICACIÓN POLITICA

URB : DOCENTES MZ "C"  
DISTRITO : CAJAMARCA  
PROVINCIA : CAJAMARCA  
DPTO : CAJAMARCA

ASESOR : DR. VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN

TESISTAS : REQUELME CHÁVEZ WILMER  
CELIS PERALTA KEVIN JAMPIER

PLANO : PERIMETRICO

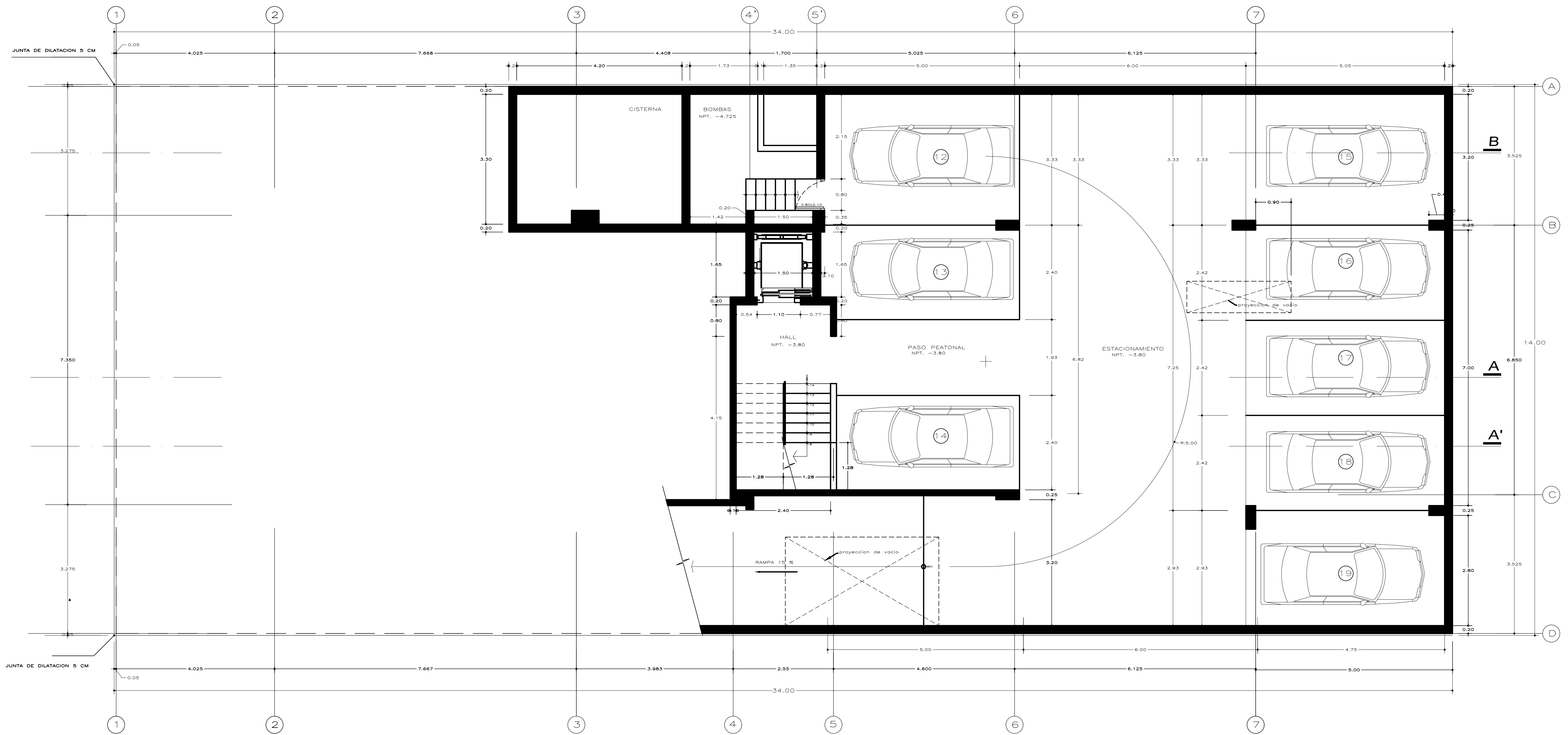
DATUM : WGS84

ESCALA : INDICADA


FECHA : DICIEMBRE DEL 2021

LAMINA :

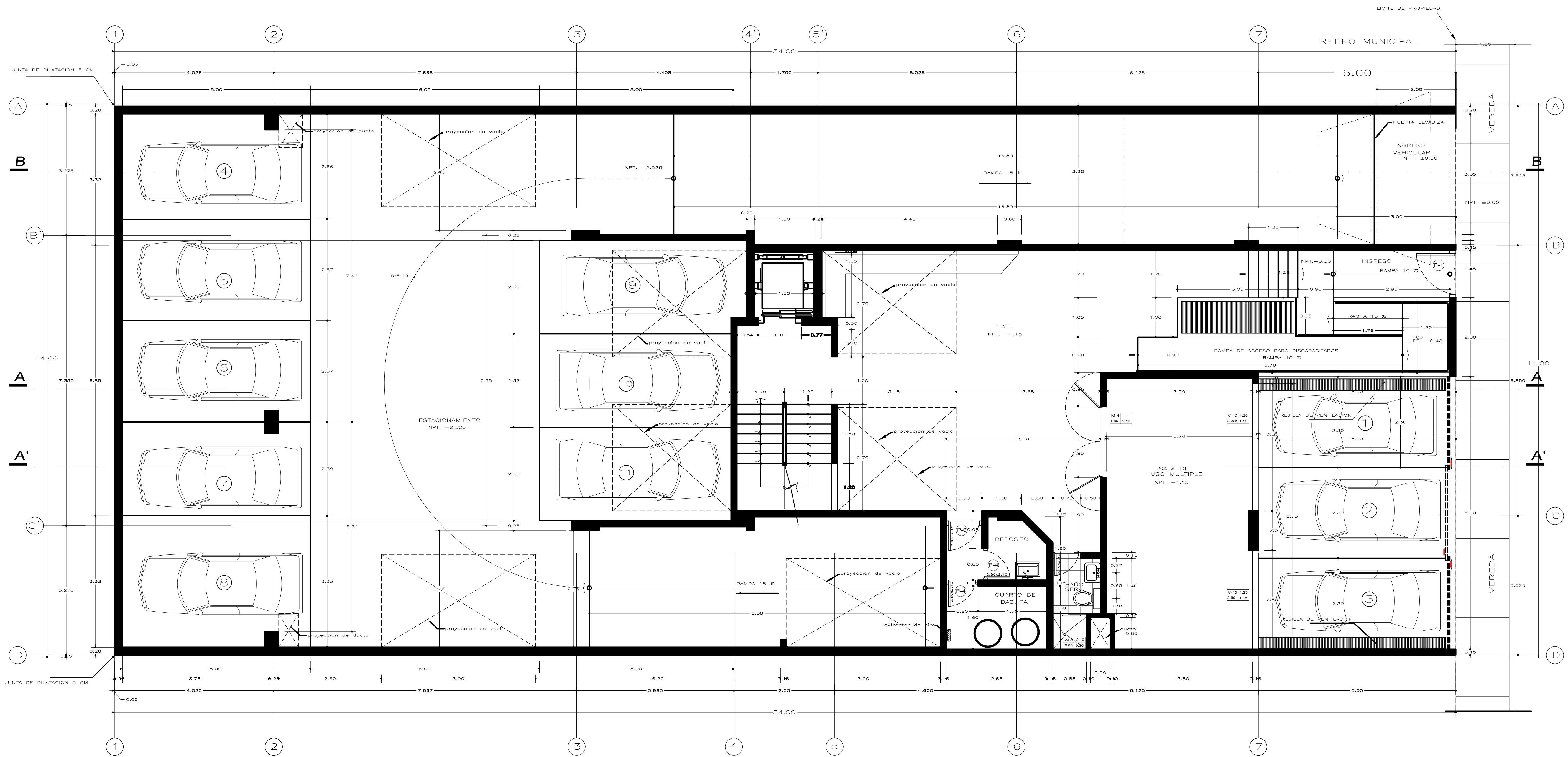
P1




SOTANO  
Esc. 1/50

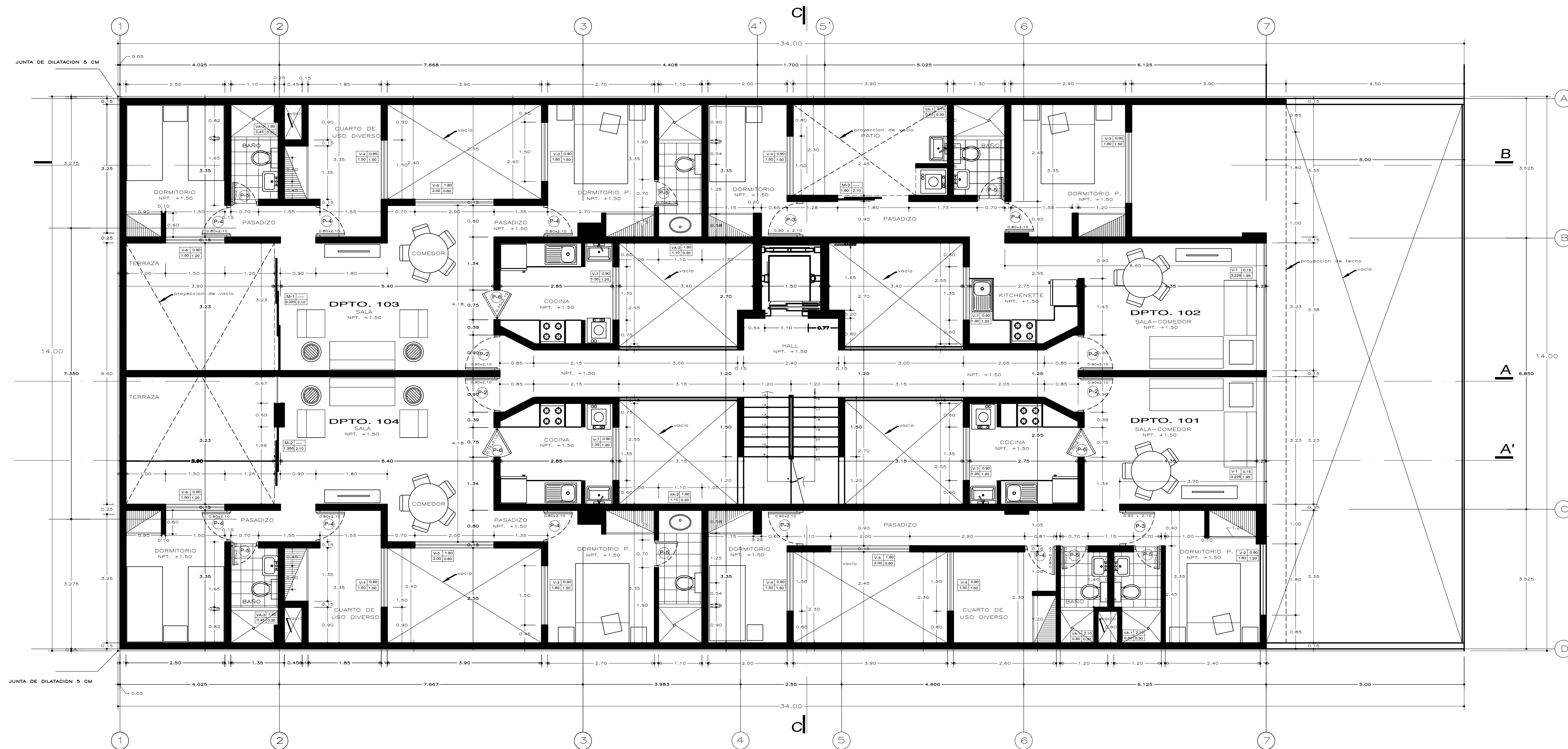
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
TESISISTA 01 : REQUELMÉ CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA			
TESISISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	<table border="1"> <tr> <td>           PLANO :            SÓTANO         </td> <td>           ESCALA:            1/50         </td> <td>           FECHA:            DICIEMBRE DEL 2001         </td> </tr> </table>	PLANO : SÓTANO	ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
PLANO : SÓTANO	ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001		
LAMINA : <b>A-1</b>				






SEMI-SOTANO  
Esc. 1/50

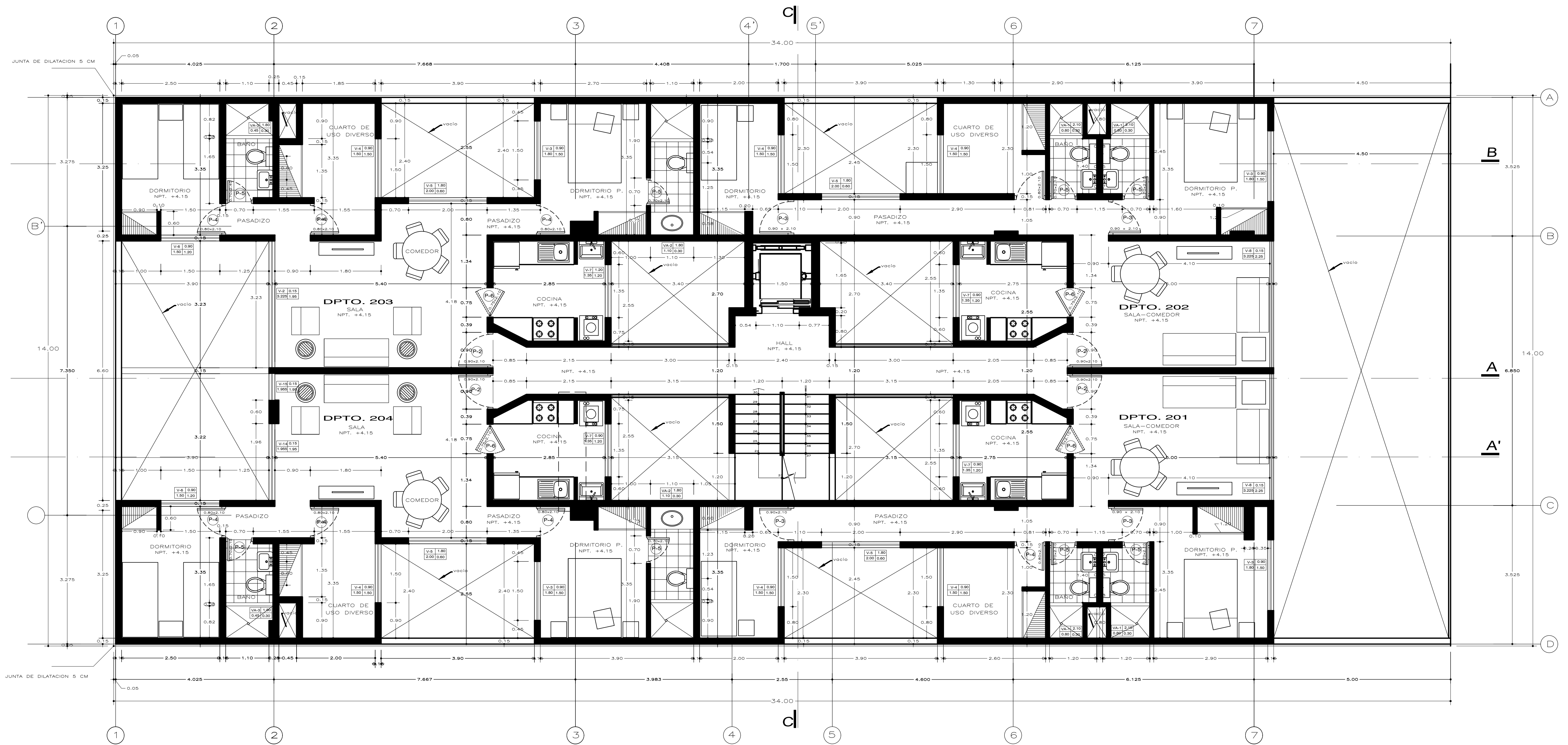
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
TESISISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : SEMI - SÓTANO ASESOR: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN
ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>A-2</b>	




**NIVEL 1**  
Esc. 1/50

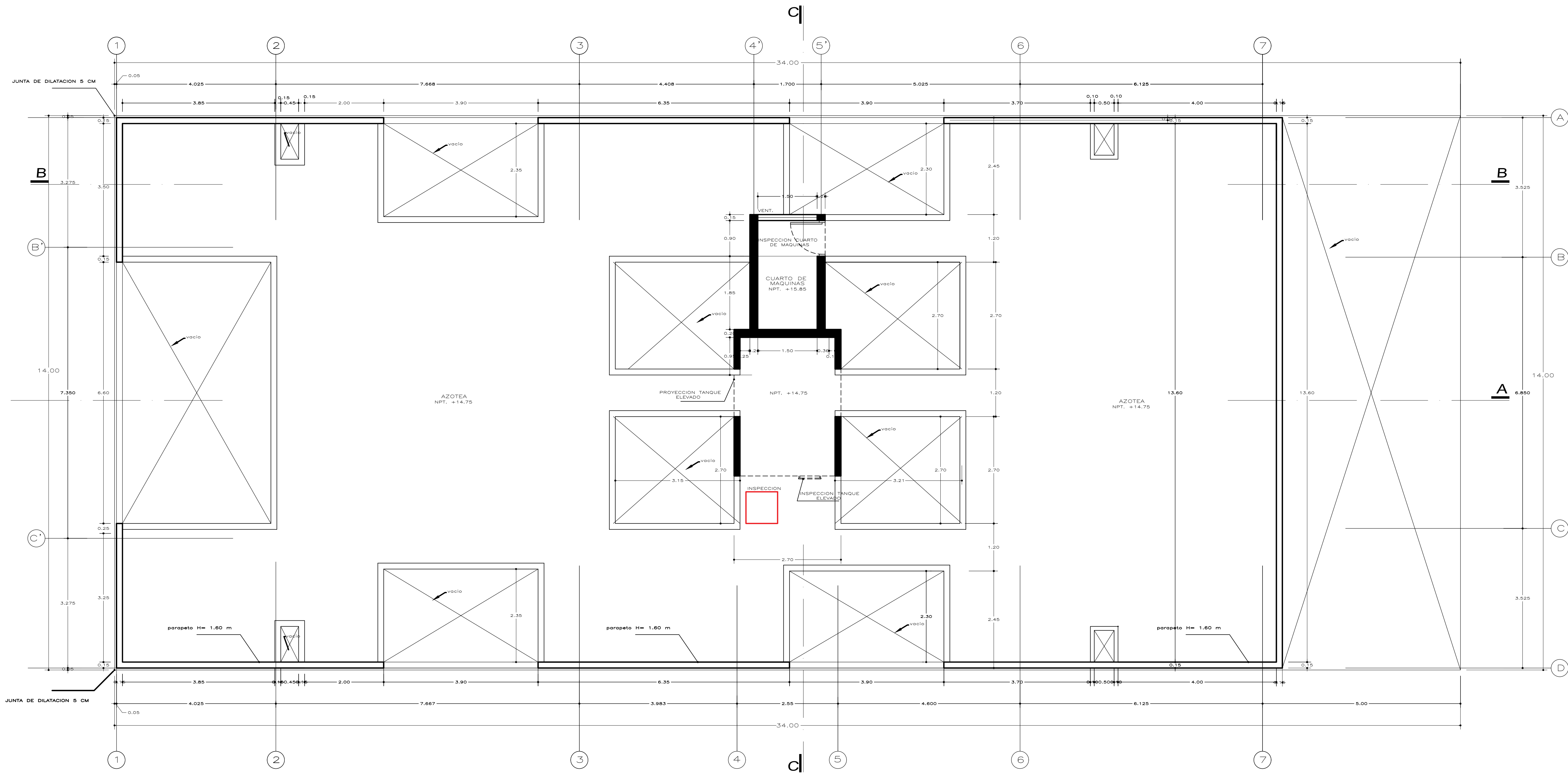
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
TESISISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : DISTRIBUCIÓN PRIMER NIVEL ASesor: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN ESCALA: 1/50 FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>A-3</b>	






NIVEL 2,3,4,5,6,7 y 8  
Esc. 1/50

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
TESISISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : DISTRIBUCIÓN DEL PRIMER NIVEL AL NOVENO ASesor: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN ESCALA: 1/50 FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>A-4</b>	




NIVEL AZOTEA  
Esc. 1/50

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
TESISISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : DISTRIBUCION - NIVEL DE AZOTEA ASESOR: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN
ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>A-5</b>	



**CORTE A-A**


Esc. 1/50

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA. URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : CORTE A - A ASESOR: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN
ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>A-6</b>	






**CORTE B-B**  
Esc. 1/50

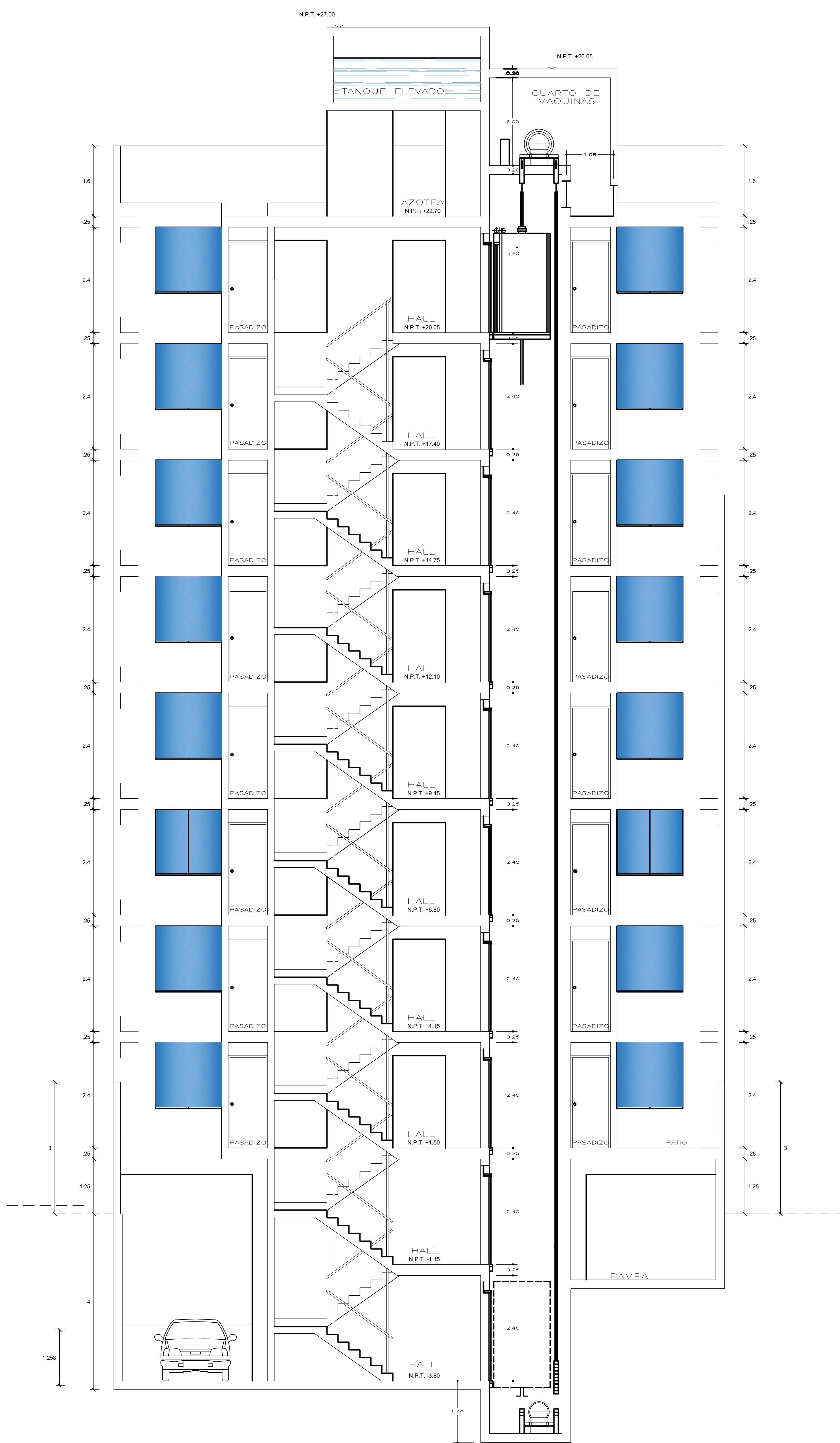
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
TESISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : CORTE B - B ASESOR: VALDIVESIO VELARDE ALAN YORDAN
ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001

LAMINA :  
**A-7**

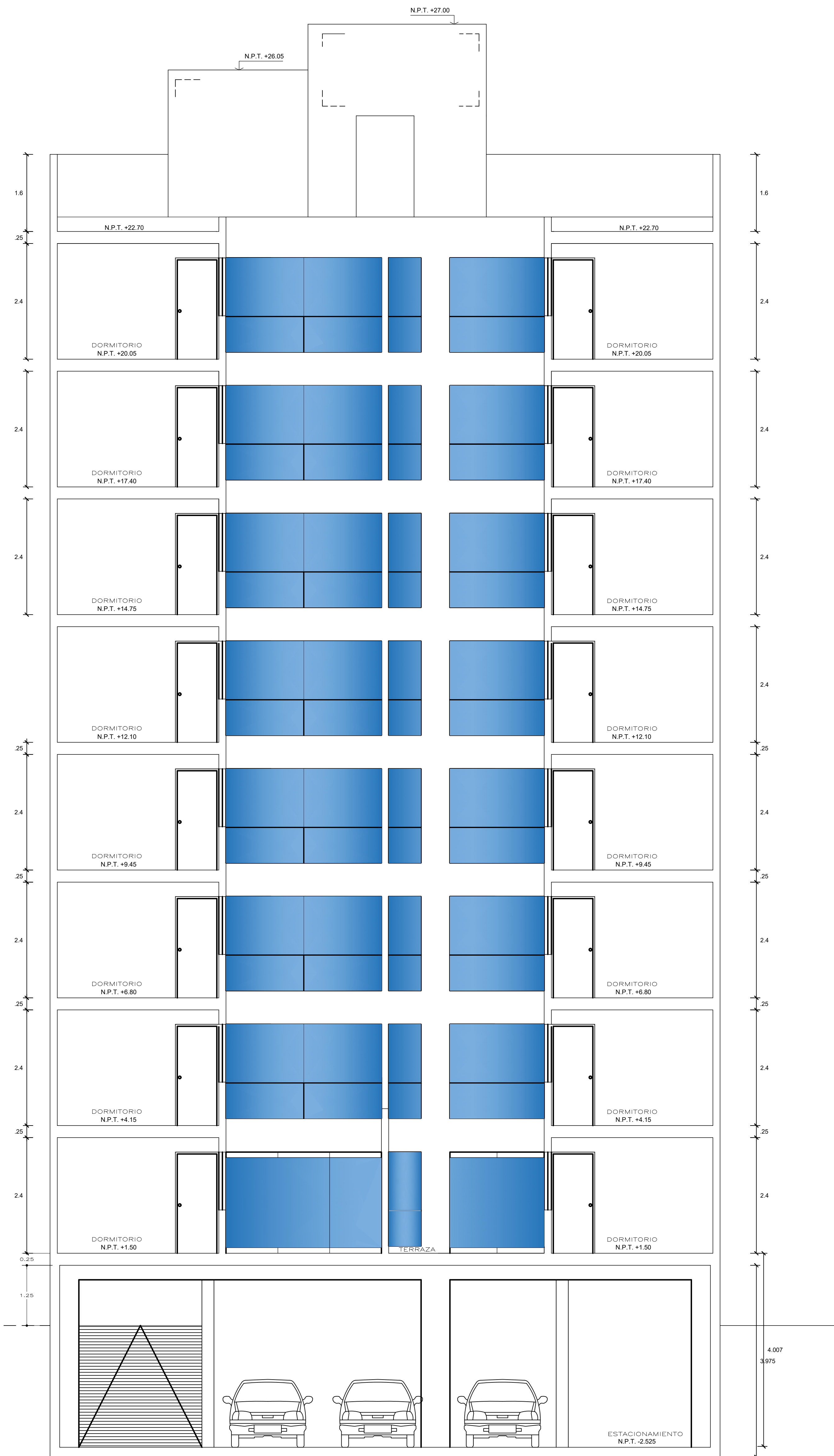


**CORTE A'-A'**  
Esc. 1/50

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
TESISISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO: CORTE A' - A' ASesor: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN
ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>A-8</b>	



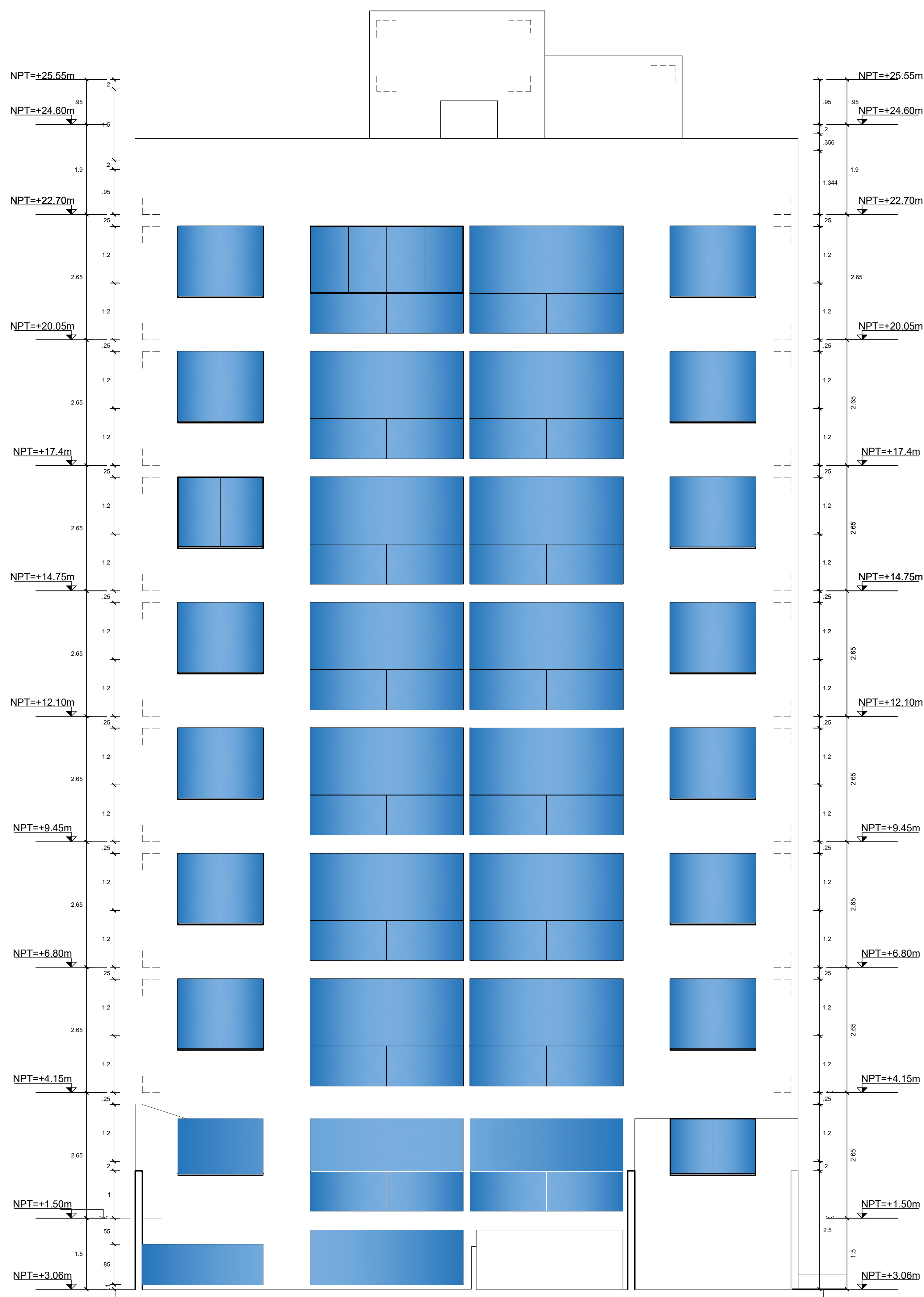
**CORTE C-C**  
Esc. 1/50



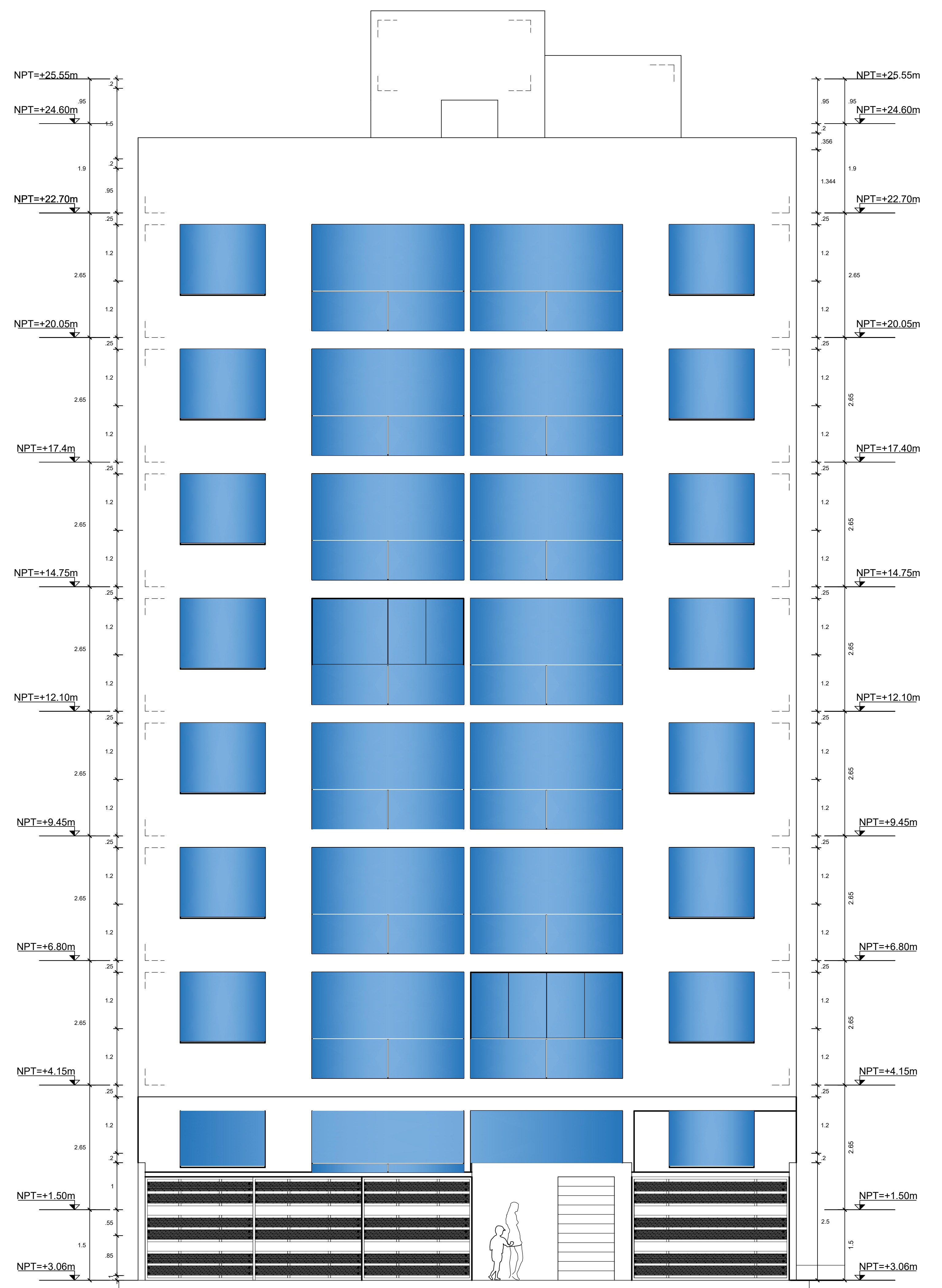
**ELEVACION POSTERIOR**  
Esc. 1/50

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
TESISISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA. URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : CORTE C - C Y ELEVACIÓN POSTERIOR ASESOR: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN
ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>A-9</b>	




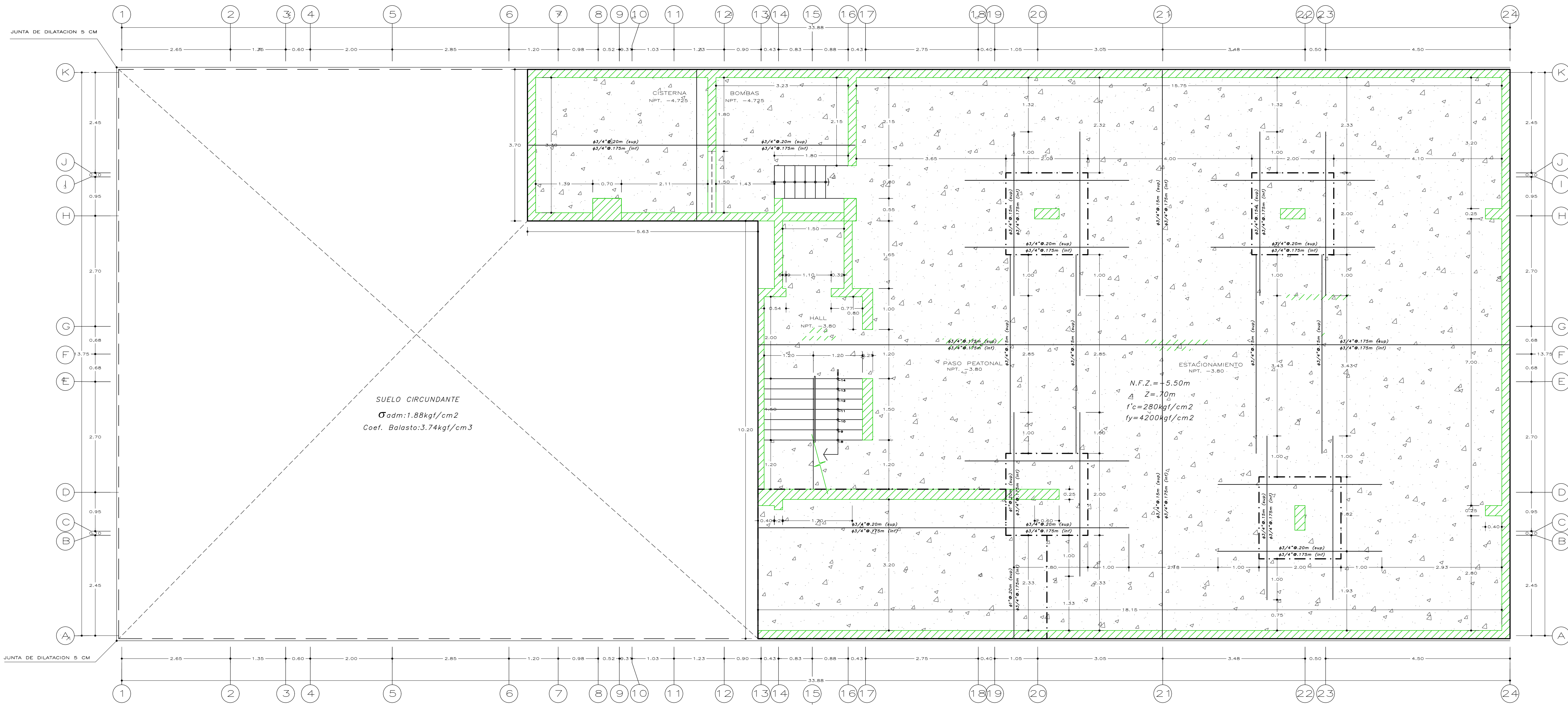


**ELEVACION FRONTAL**  
Esc. 1/50



**ELEVACION FRONTAL CON CERCO**  
Esc. 1/50

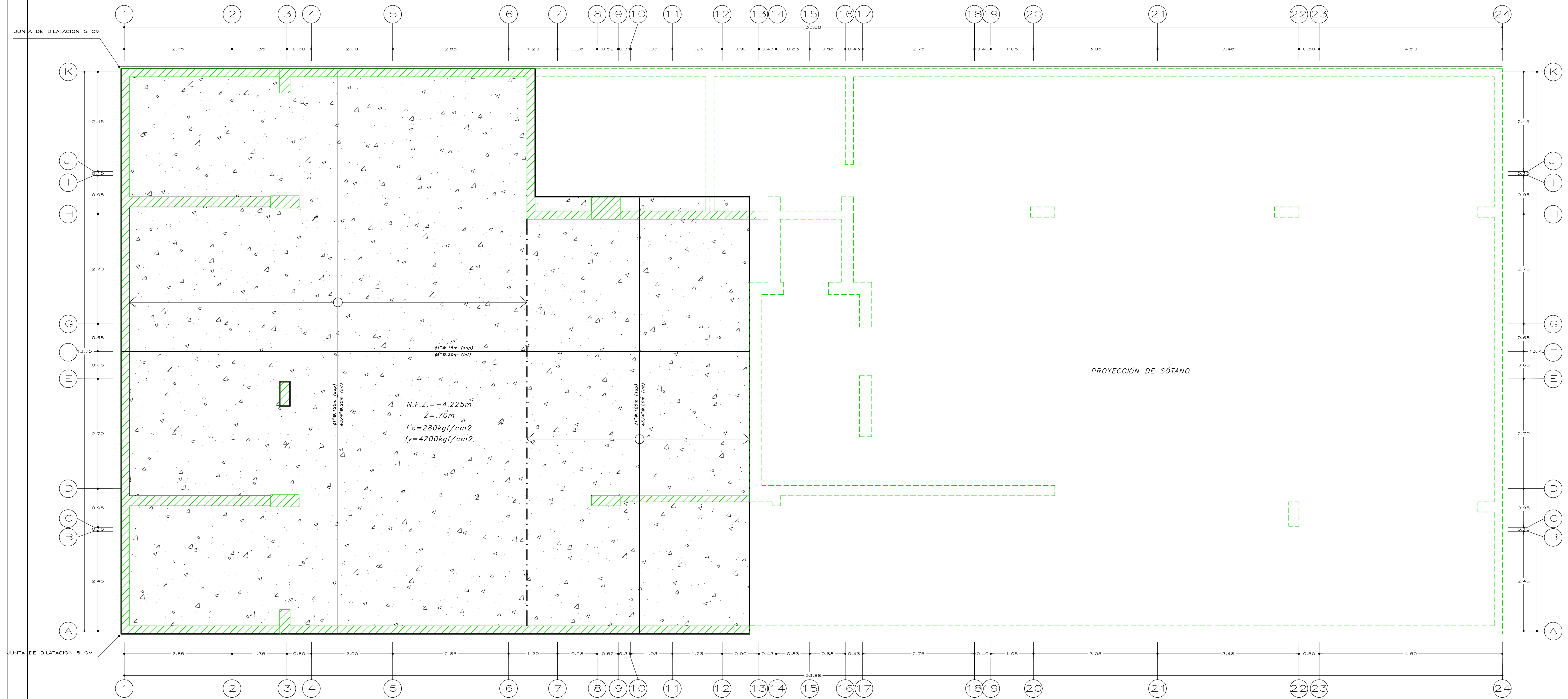
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
TESISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA. URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : ELEV. FRONTAL - ELEV. FRONTAL CON CERCO ASesor: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN ESCALA: 1/50 FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>A-10</b>	



# PLATEA DE CIMENTACIÓN PRIMER NIVEL


Esc. 1/50

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
TESISISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA				
TESISISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	<table border="1"> <tr> <td>           PLANO :            PLATEA DE CIMENTACIÓN - PRIMER NIVEL         </td> <td>           LAMINA :  <b>E-1</b> </td> </tr> <tr> <td>           ASESOR:            VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN         </td> <td>           ESCALA: 1/50            FECHA:            DICIEMBRE DEL 2001         </td> </tr> </table>	PLANO : PLATEA DE CIMENTACIÓN - PRIMER NIVEL	LAMINA : <b>E-1</b>	ASESOR: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN	ESCALA: 1/50 FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
PLANO : PLATEA DE CIMENTACIÓN - PRIMER NIVEL	LAMINA : <b>E-1</b>				
ASESOR: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN	ESCALA: 1/50 FECHA: DICIEMBRE DEL 2001				

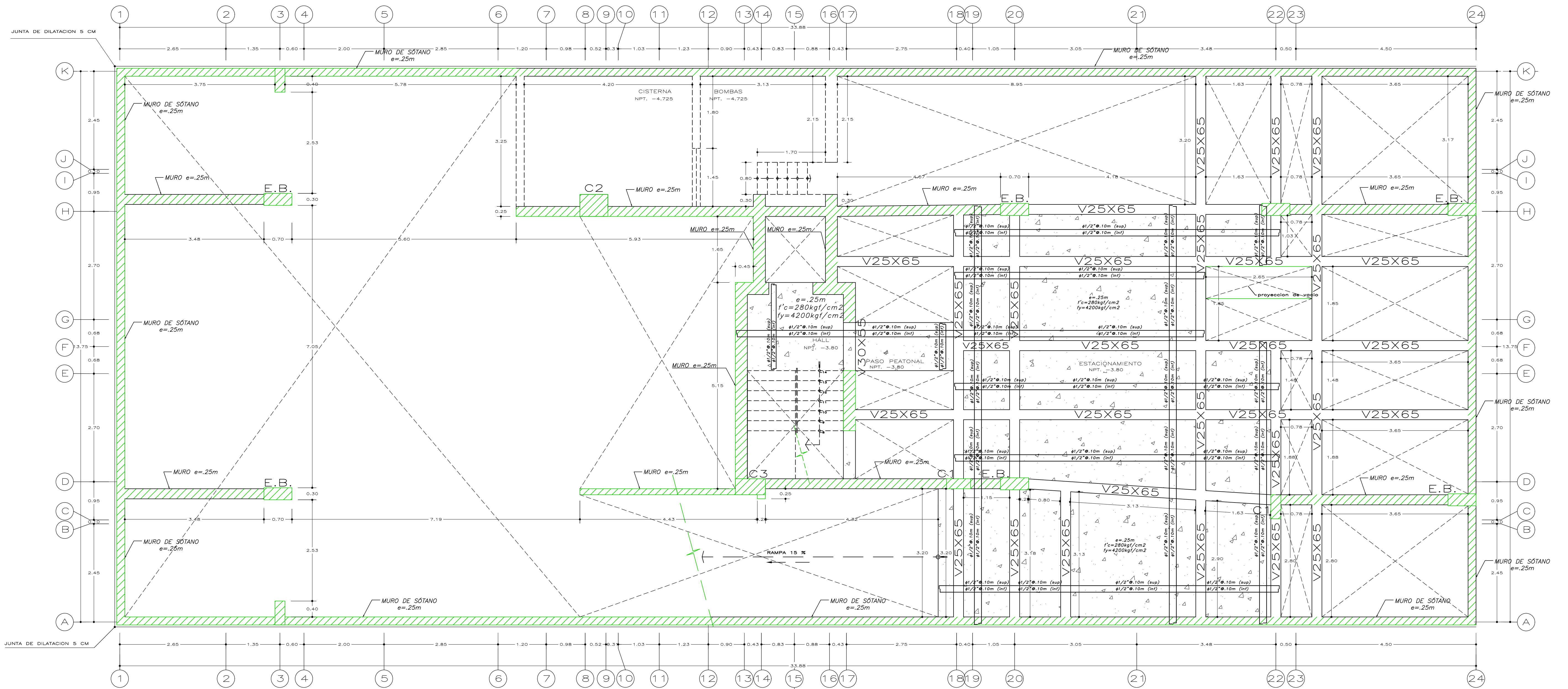


## PLATEA DE CIMENTACIÓN SEGUNDO NIVEL

Esc. 1/50


 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESISISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA						
TESISISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	<table border="1"> <tr> <td>           PLANO :            PLATEA DE CIMENTACION - SEGUNDO NIVEL         </td> <td>           LAMINA :  <b>E-2</b> </td> </tr> <tr> <td>           ASESOR:            VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN         </td> <td>           ESCALA:            1/50         </td> </tr> <tr> <td>           FECHA:            DICIEMBRE DEL 2001         </td> <td> </td> </tr> </table>	PLANO : PLATEA DE CIMENTACION - SEGUNDO NIVEL	LAMINA : <b>E-2</b>	ASESOR: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN	ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001	
PLANO : PLATEA DE CIMENTACION - SEGUNDO NIVEL	LAMINA : <b>E-2</b>						
ASESOR: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN	ESCALA: 1/50						
FECHA: DICIEMBRE DEL 2001							

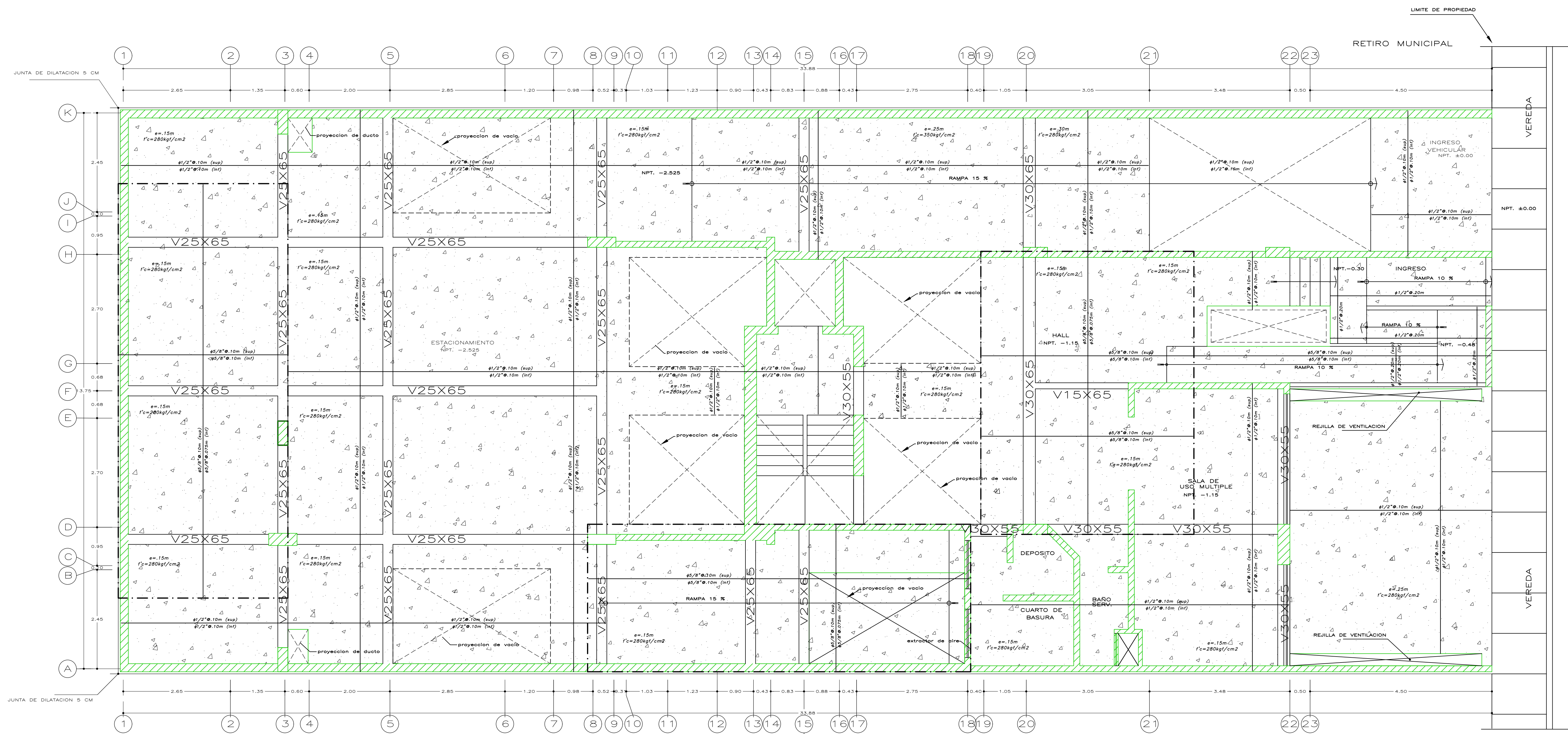




# LOSA MACIZA NIVEL DE SÓTANO


Esc. 1/50

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESISISTA 01 : REQUELMÉ CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA. URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : LOSA MACIZA - NIVEL DE SÓTANO ASesor: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN ESCALA: 1/50 FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>E-3</b>	

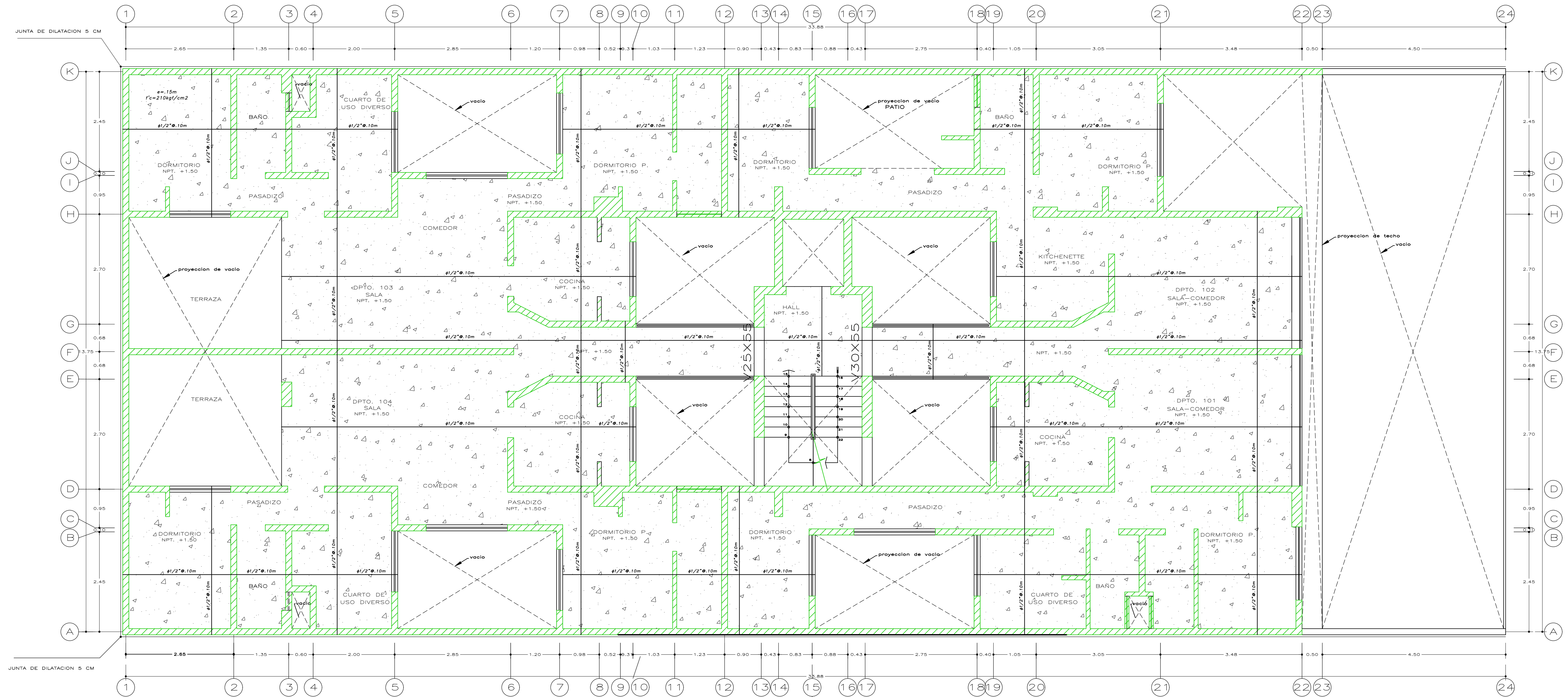


# SISTEMA DE TRANSFERENCIA NIVEL DE SEMI-SÓTANO

Esc. 1/50


 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : SISTEMA DE TRANSFERENCIA - SEMISÓTANO ASesor: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN ESCALA: 1/50 FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>E-4</b>	

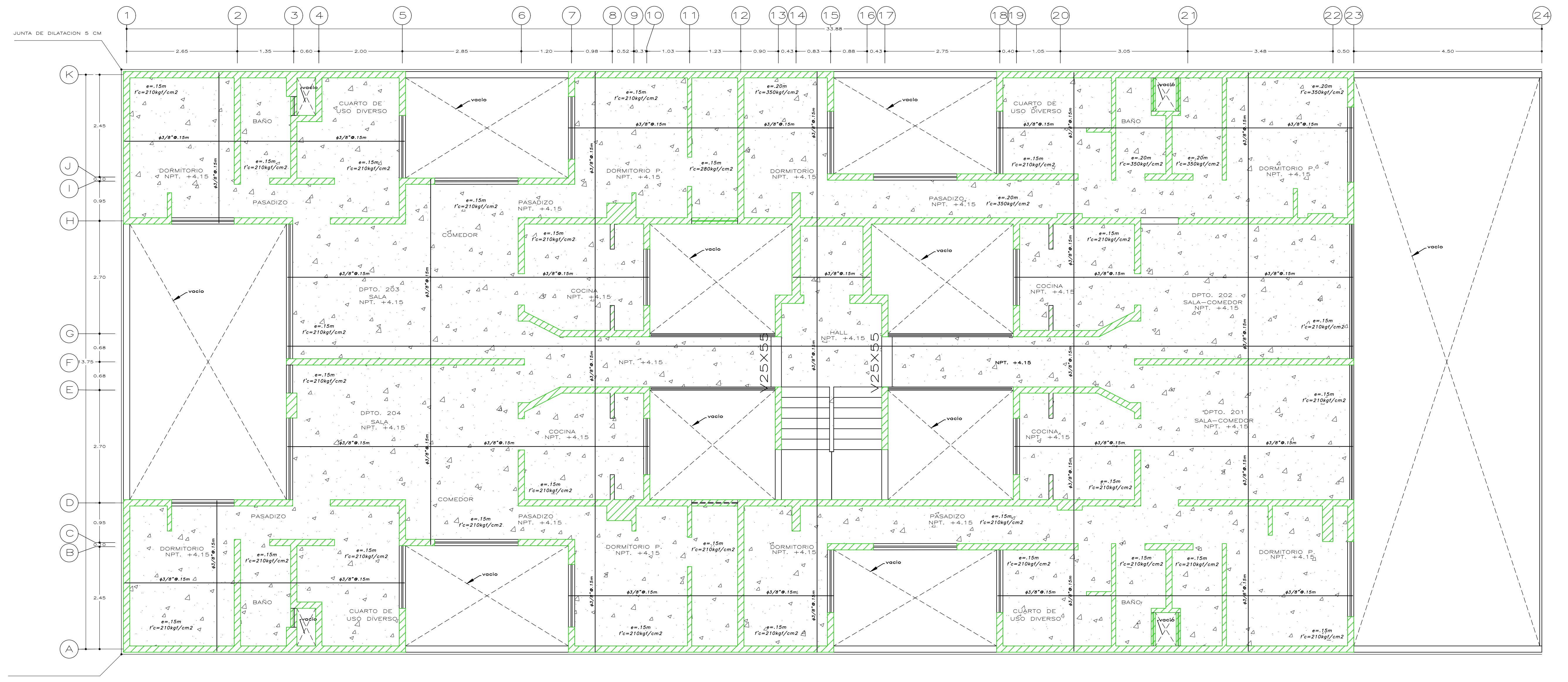




# SISTEMA DE TRANSFERENCIA PRIMER NIVEL


Esc. 1/50

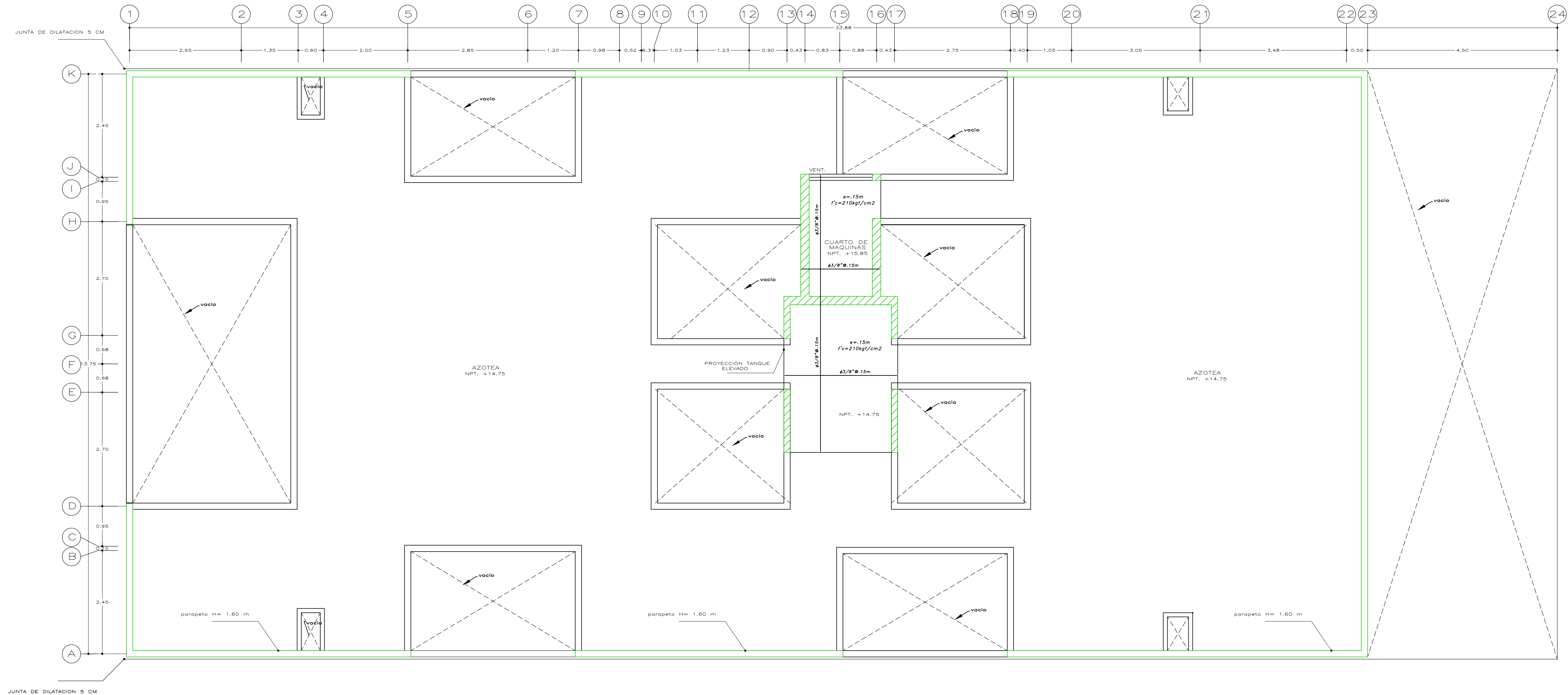
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : LOSA MACIZA - PRIMER NIVEL ASESOR: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN
ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>E-5</b>	




**LOSA MACIZA  
SEGUNDO a OCTAVO NIVEL**

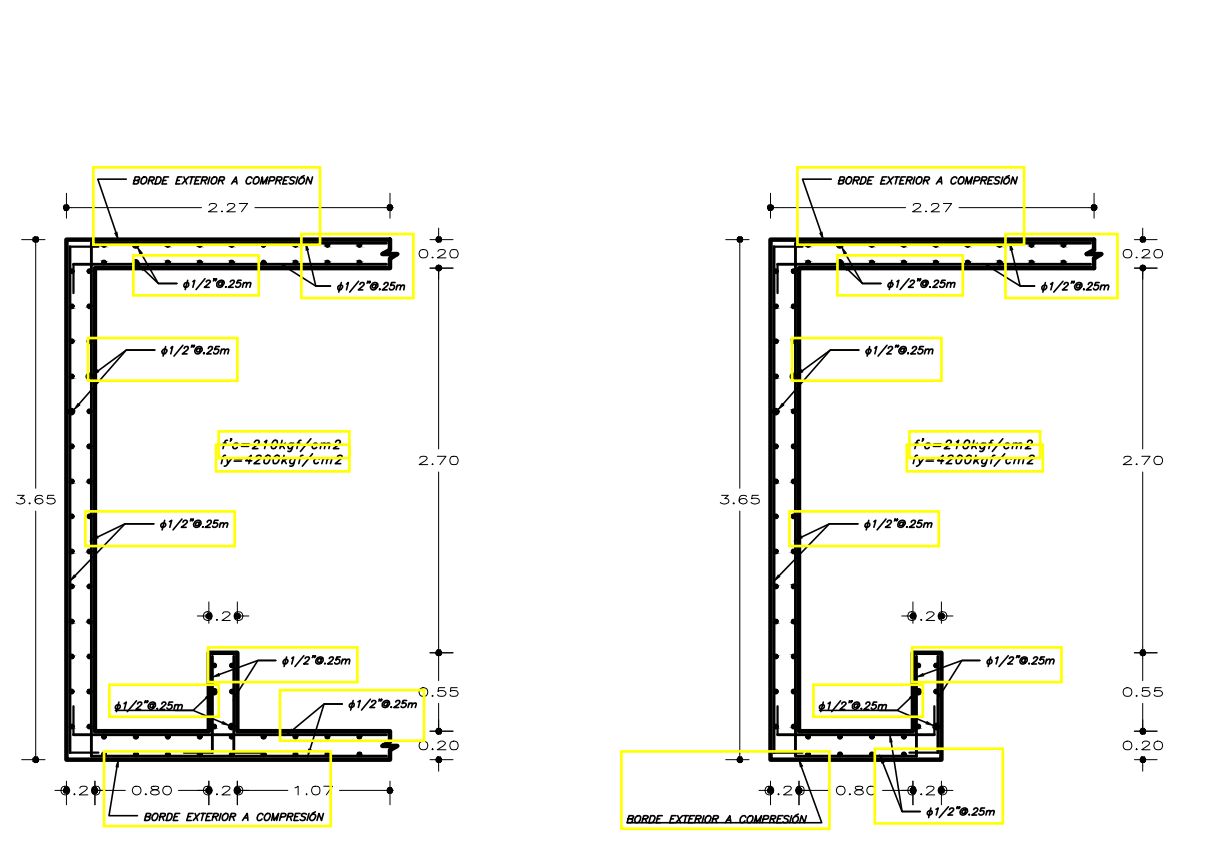
Esc. 1/50

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS TA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA
TESIS TA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	PLANO : LOSA MACIZA - SEGUNDO AL OCTAVO NIVEL ASesor: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN
ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001
LAMINA : <b>E-6</b>	



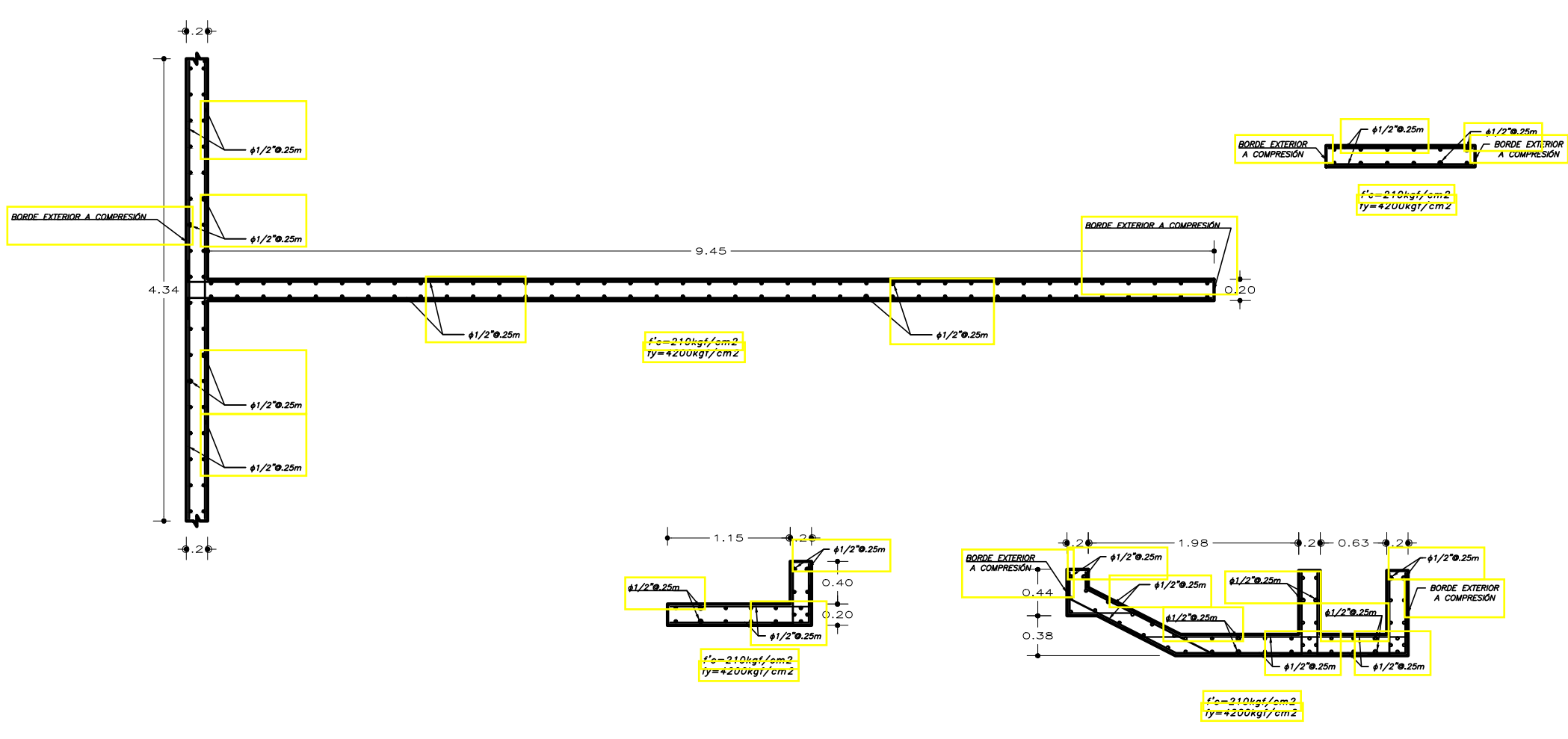
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESISISTA 01 : REQUELME CHÁVEZ WILMER	PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA						
TESISISTA 02: CELIS PERALTA KEVIN JAMPIERE	<table border="1"> <tr> <td>           PLANO :            LOSA MACIZA - CUARTO DE MÁQUINAS Y ESCALERA         </td> <td>           LAMINA :  <b>E-7</b> </td> </tr> <tr> <td>           ASESOR:            VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN         </td> <td>           ESCALA:            1/50         </td> </tr> <tr> <td>           FECHA:            DICIEMBRE DEL 2001         </td> <td> </td> </tr> </table>	PLANO : LOSA MACIZA - CUARTO DE MÁQUINAS Y ESCALERA	LAMINA : <b>E-7</b>	ASESOR: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN	ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE DEL 2001	
PLANO : LOSA MACIZA - CUARTO DE MÁQUINAS Y ESCALERA	LAMINA : <b>E-7</b>						
ASESOR: VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN	ESCALA: 1/50						
FECHA: DICIEMBRE DEL 2001							





DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m (SECCION COMPLETA)

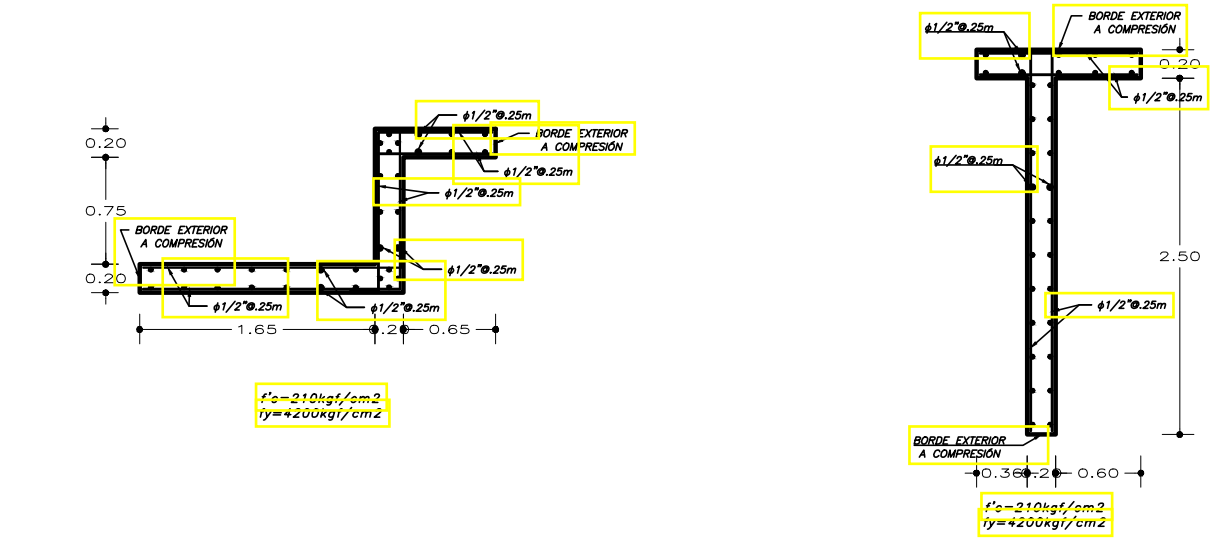
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m (SECCION DE TRANSICION EN VACIO)



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

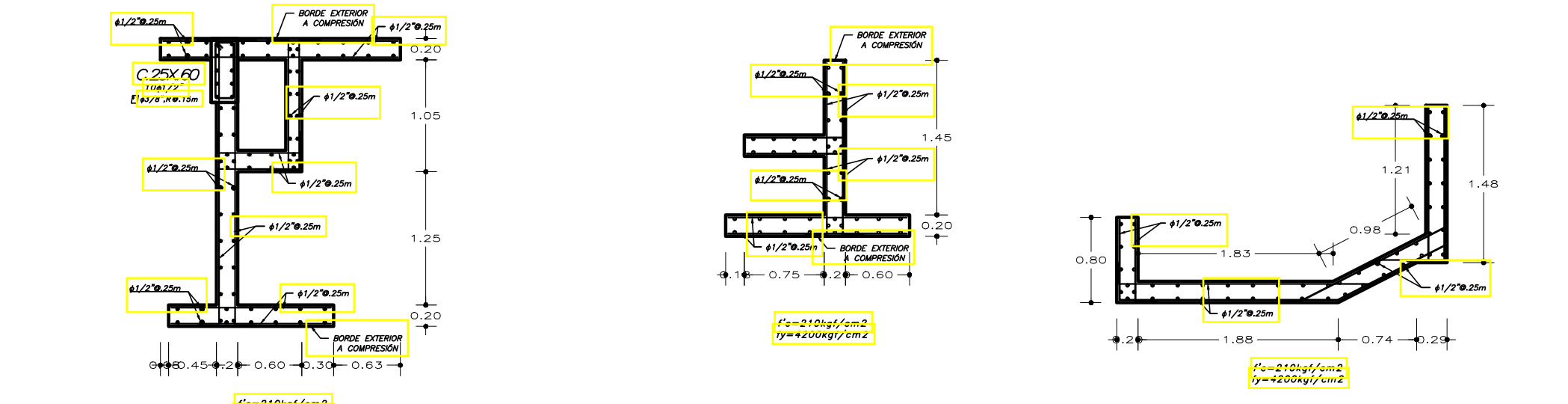
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

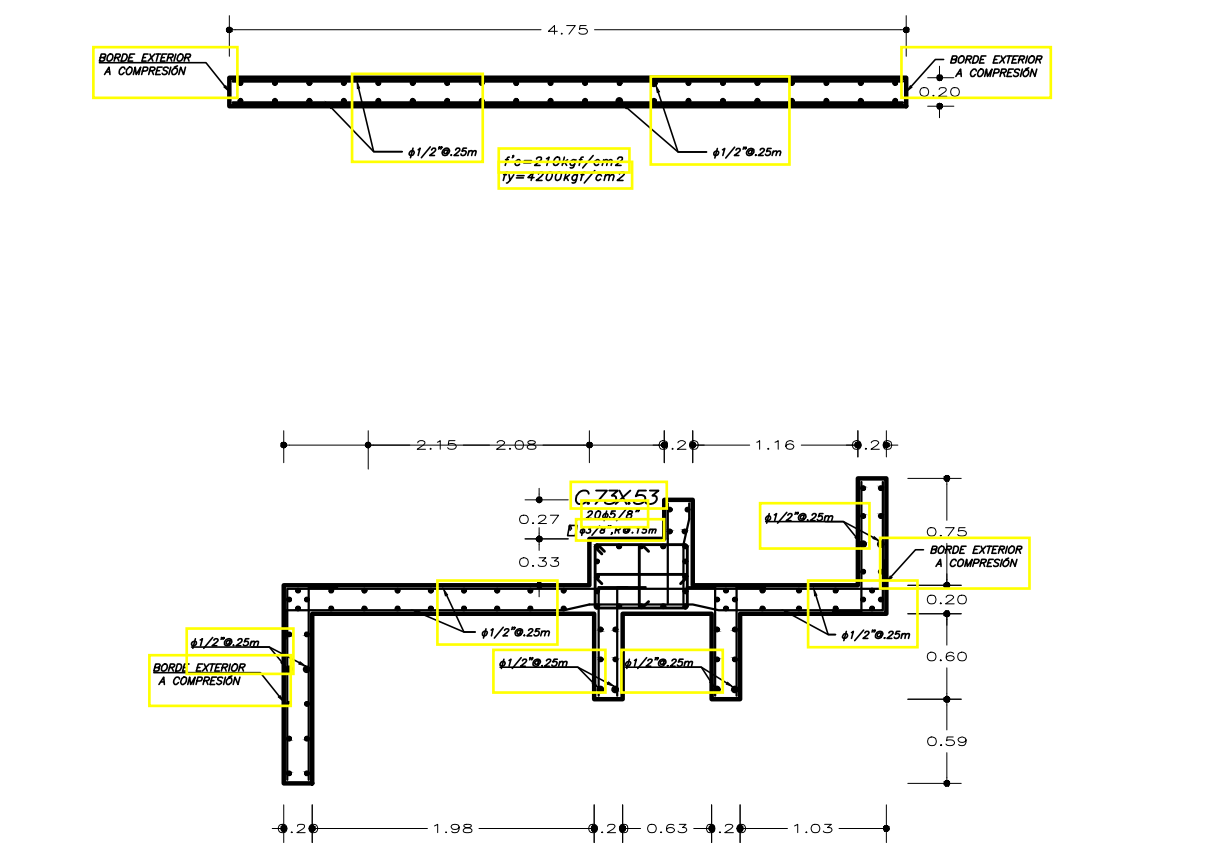
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

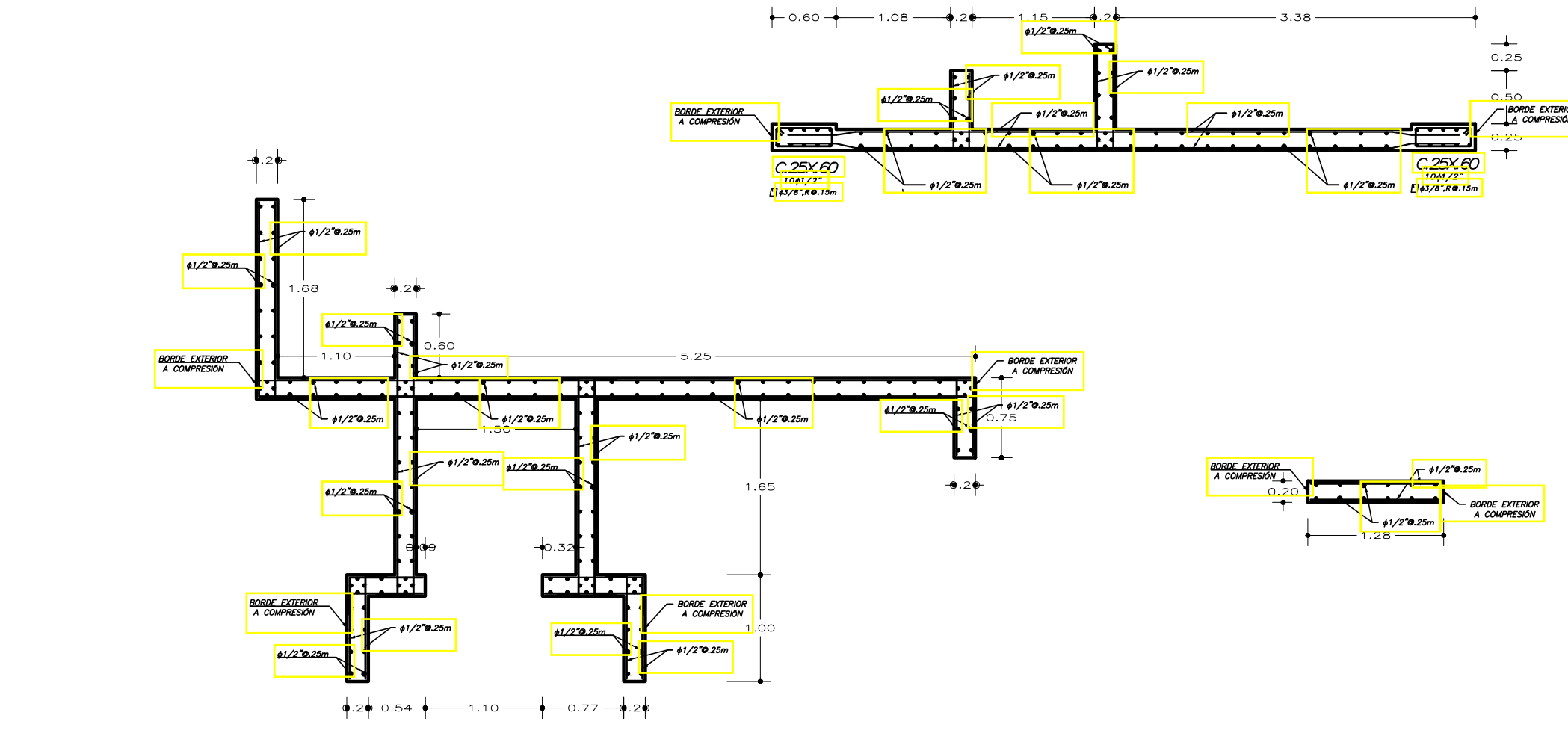
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

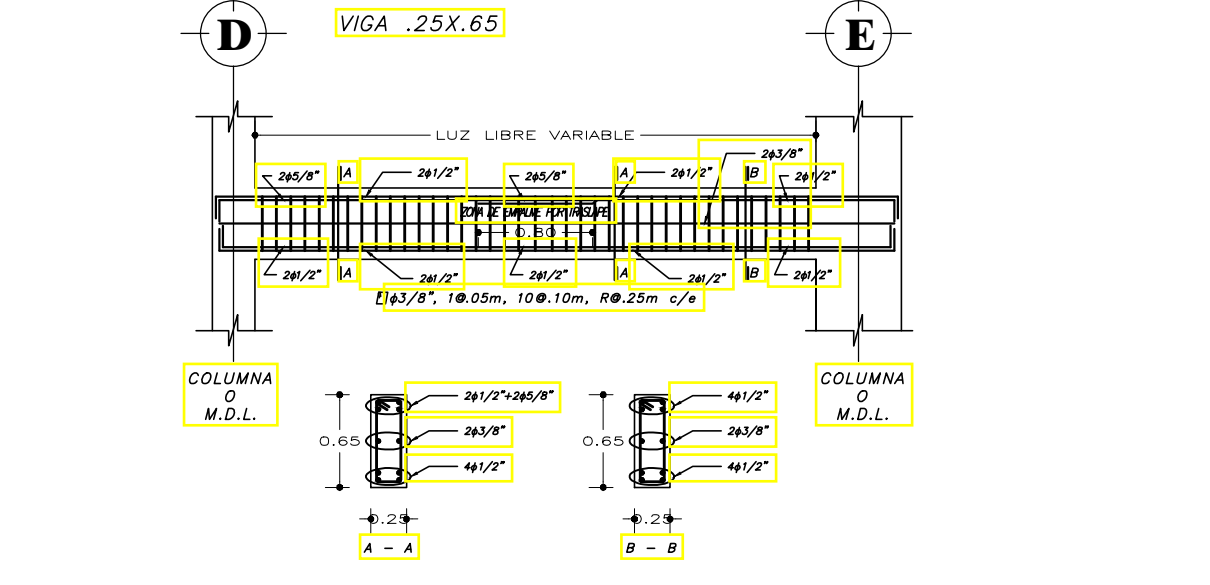
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

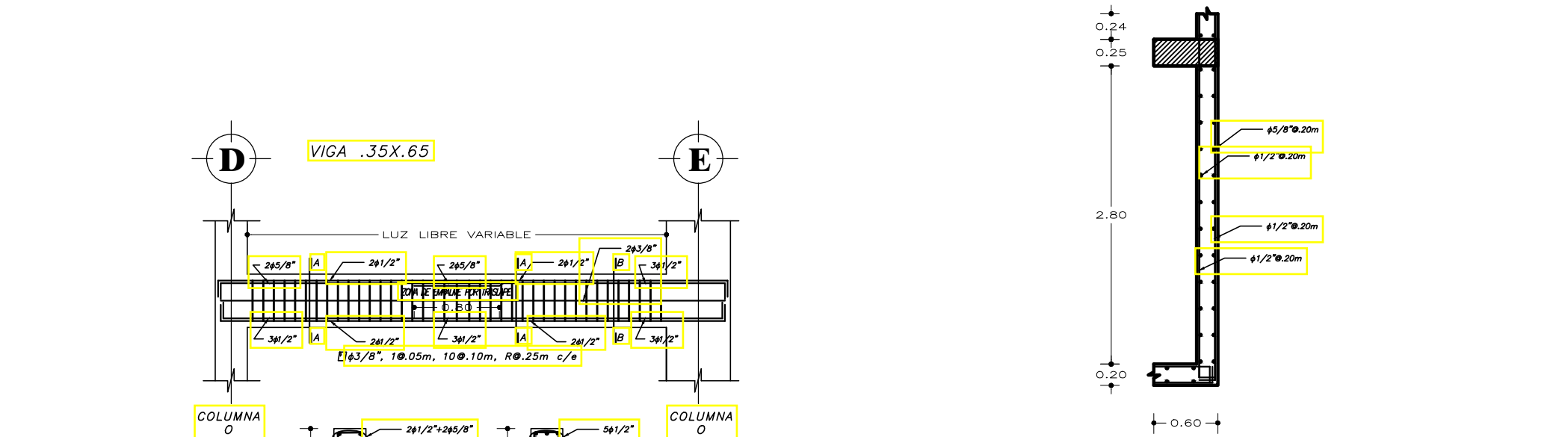
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

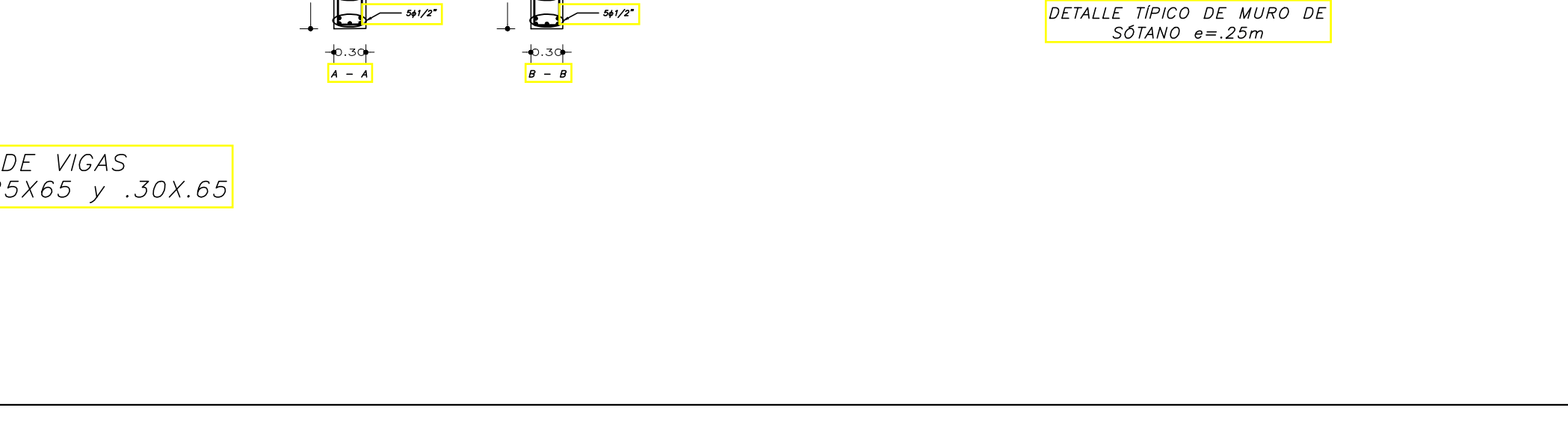
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

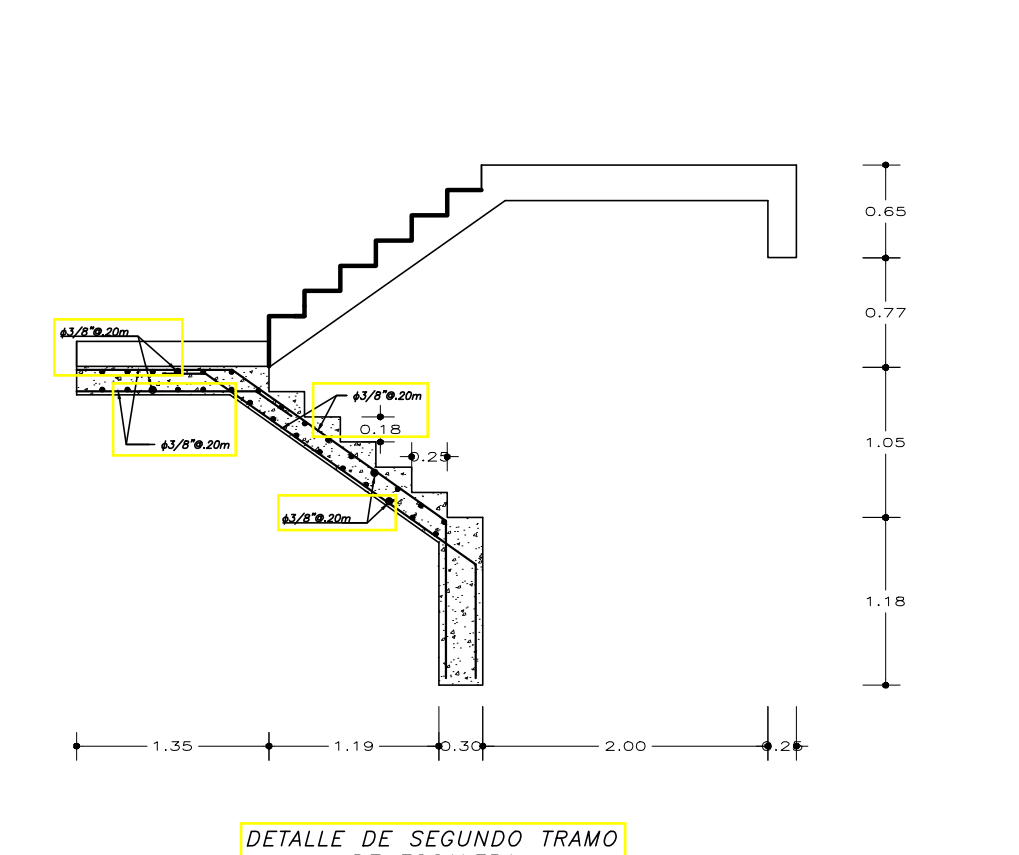
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

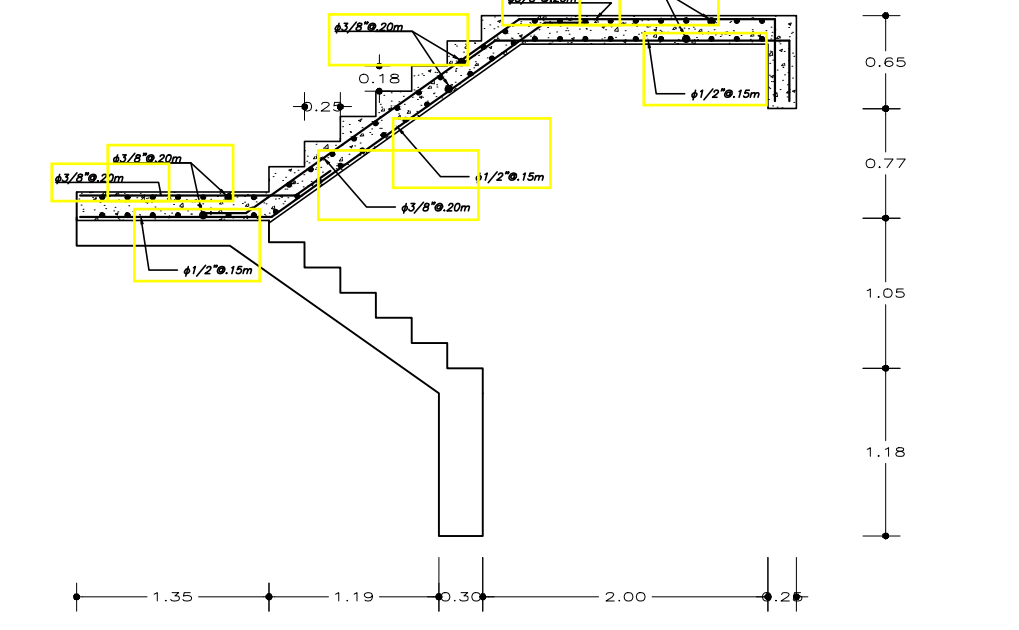
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

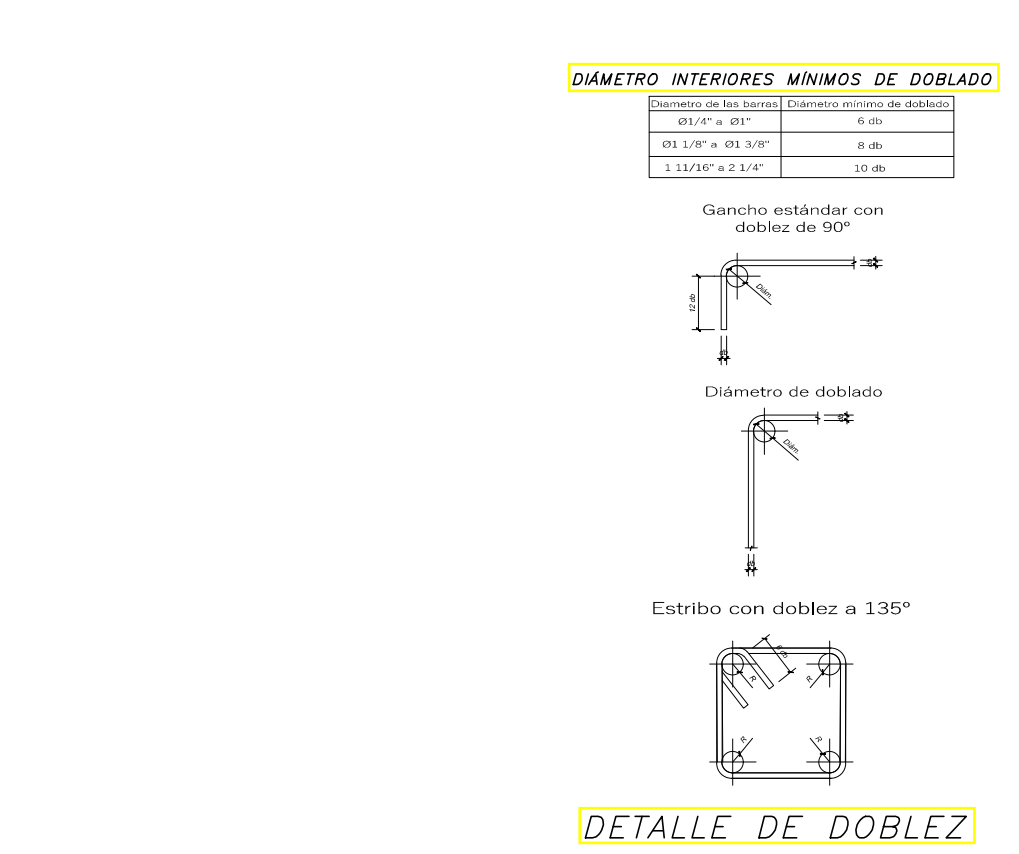
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

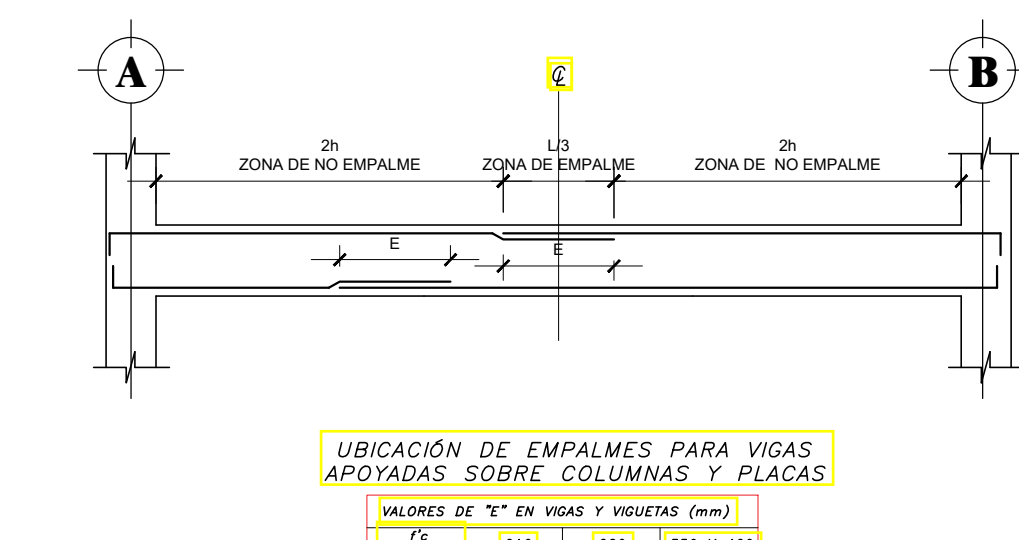
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

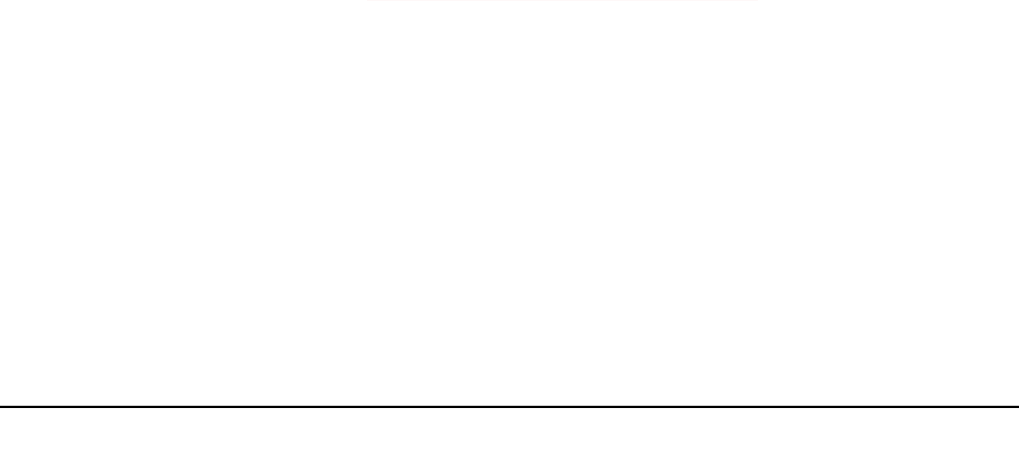
DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m



DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

DETALLE DE MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA e=.20m

### ESPECIFICACIONES

- CONCRETO**
  - CONCRETO ARMADO EN:
    - ZAPATAS:  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$
    - COLUMNAS:  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  (superestructura),  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  (sótano)
    - VIGAS:  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  (superestructura),  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  (s.transf.)
    - M. DUCTILIDAD LIMITADA:  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  (superestructura),  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  (s.transf.)
  - CIMENTOS CORRIDOS: CEMENTO : HORMIGÓN : 1 : 10 + 30%
  - SARDINELES Y SOBRE CIMENTO:  $f_c=100 \text{ kg/cm}^2$
  - ACERO:  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
  - CEMENTO EN CIMENTACIÓN: Tipo MS
  - CEMENTO EN EL RESTO DE LA ESTRUCTURA: Tipo I
  - RECUBRIMIENTOS:
    - ZAPATAS: 7.5 cm
    - COLUMNAS Y VIGAS: 4.0 cm
    - COLUMNETAS, VIGAS CHATAS Y VIGUETAS: 2.5 cm
    - MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA: 2.5 cm
    - (elementos de borde): 4.0 cm
- ALBAÑILERIA**
  - TABICERÍA (MUROS CON LADRILLOS HUECOS)
  - LADRILLO : PANDERETA
  - MORTERO: CEMENTO ARENA : 1:4
- SOBRECARGAS**
  - ESCALERA Y PAZADIZOS: 200 kg/m<sup>2</sup>
  - OTROS: 200 kg/m<sup>2</sup>
  - AZOTEA: 100 kg/m<sup>2</sup>
- CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES**

SEGÚN LA NORMA: E-030, SE OPTÓ POR LOS SIGUIENTES PARAMETROS:

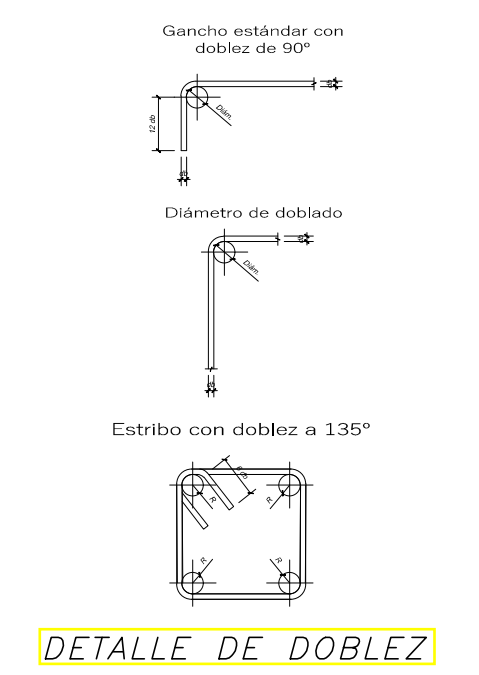
  - FACTOR DE ZONA:  $Z=0.35g$
  - FACTOR DE USO:  $U=1.0$
  - FACTOR DE AMPLIFICACION DEL SUELO:  $S_2=1.15$
  - PERIODO QUE DEFINE LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO:  $T_p=0.6 \text{ seg}$   $R_X=3.06$   $R_Y=3.06$   $D f = 6.00 \text{ m}$ .
  - SISTEMA ESTRUCTURAL: MUROS ESTRUCTURALES EN "XX" Y "YY":
    - MÁXIMO DESPLAZAMIENTO EN ÚLTIMO PISO:  $XX=0.3156 \text{ cm}$   $YY=0.3901 \text{ cm}$
    - SEPARACIÓN SÍSMICA CON CONSTRUCCIONES VECINAS = 2'
    - COMBINACIÓN DIRECCIONAL UTILIZADA: SIMULTÁNEA, DE APLICACIÓN DE SISMO EN AMBAS DIRECCIONES, TOMANDO UN 100% EN LA DIRECCIÓN PRINCIPAL DE ANÁLISIS Y 30% DE LA MAGNITUD DEL SISMO EN DIRECCIÓN ORTOGONAL (COMBINACIÓN DIRECCIONAL : SUMA DE LAS RAICES DE LOS CUADRADOS).
- RESISTENCIA DE TERRENO**

Según el EMS, el tipo de suelo es : GP-GC y GC (ARENA-MAL GRADUADA, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS y/o ARENAS ARCILLOSAS)

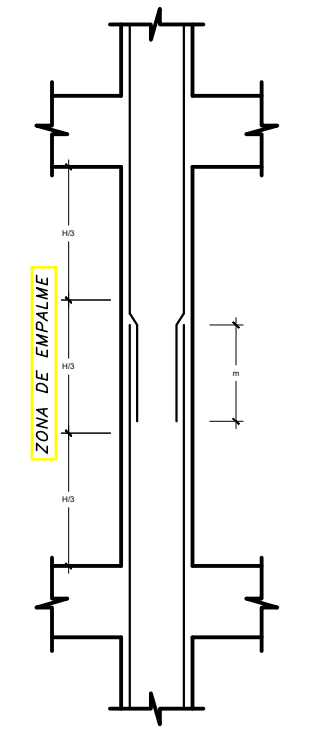
$dT = 2.67 \text{ kg/cm}^2$

**DIÁMETRO INTERIORES MÍNIMOS DE DOBLADO**

Diámetro nominal	Diámetro mínimo de doblado
1/2"	1.27
3/8"	0.95
5/8"	1.57
1"	2.16



DETALLE DE DOBLEZ



UBICACIÓN DE EMPALMES PARA VIGAS APOYADAS SOBRE COLUMNAS Y PLACAS

**VALORES DE "t" EN VIGAS (mm)**

$f_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	210	280	350 y 420
1"	450	400	400
1/2"	550	500	450
3/4"	650	600	550
1"	850	800	750
1 1/4"	1400	1200	1050

UBICACIÓN DE EMPALMES PARA VIGAS APOYADAS SOBRE COLUMNAS Y PLACAS

**VALORES DE "t" EN VIGAS Y INDUSTRIAS (mm)**

$f_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	210	280	350 y 420
1"	450	400	400
1/2"	550	500	450
3/4"	650	600	550
1"	850	800	750
1 1/4"	1400	1200	1050

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESISTA 01 :  
REQUELME  
CHÁVEZ  
WILMER

TESISTA 02:  
CELIS  
PERALTA  
KEVIN JAMPIERE

PROYECTO :  
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES DOS SÓTANOS CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA, URBANIZACIÓN DOCENTES CAJAMARCA

PLANO :  
DETALLES GENERALES DE ESTRUCTURAS

ASESOR:  
VALDIVIESO VELARDE ALAN YORDAN

ESCALA:  
1/50

FECHA:  
DICIEMBRE DEL 2001

LAMINA :  
**E-8**