

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA LA  
ZONIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CIMENTACIONES  
SUPERFICIALES EN COCHAS GRANDE - SECTOR  
LAGUNILLAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ACOSTA SATILLÁN, JANETH GABRIELA.**

**Bach. APAZA VÁSQUEZ, JOSEPH MARIO.**

**Línea de Investigación Institucional:  
Transporte y Urbanismo.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO PARA LA  
ZONIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CIMENTACIONES  
SUPERFICIALES EN COCHAS GRANDE - SECTOR  
LAGUNILLAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ACOSTA SATILLÁN, JANETH GABRIELA.**

**Bach. APAZA VÁSQUEZ, JOSEPH MARIO.**

**Línea de Investigación Institucional:  
Transporte y Urbanismo.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2022**

Mg. Córdova Zorrilla, Nataly Lucía.

**Asesor**

### **Dedicatoria**

Este trabajo va dedicado a mis padres y familiares por su apoyo incondicional

Janeth Gabriela Acosta Santillán,

Joseph Mario Apaza Vásquez.

### **Agradecimiento**

A la Universidad Peruana Los Andes por la gran contribución en mi desarrollo profesional.

Janeth Gabriela Acosta Santillán,

Joseph Mario Apaza Vásquez.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.  
Presidente

---

Ph. D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed.  
Jurado

---

Mg. Rando Porras Olarte.  
Jurado

---

Ing. Christian Mallaupoma Reyes.  
Jurado

---

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario docente

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>17</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>17</b>
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Justificación	19
1.3.1. Social	19
1.3.2. Científica o teórica	19
1.3.3. Metodológica	19
1.4. Delimitación del problema	20
1.4.1. Espacial	20
1.4.2. Temporal	20
1.4.3. Económica	20
1.5. Limitaciones	20
1.6. Objetivos	20
1.6.1. Objetivo general	20
1.6.2. Objetivos específicos	20
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>22</b>
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Antecedentes nacionales	22
2.1.2. Antecedentes internacionales	24
2.2. Marco conceptual	25
2.2.1. Capacidad portante del suelo	25
2.2.2. Zonificación en base a la capacidad portante del suelo	26
2.2.3. Clasificación SUCS	26
2.2.4. Cimentaciones superficiales	27
2.2.5. Profundidad de cimentación	27
2.2.6. Zapata aislada	27
2.2.7. Zapata combinada	28
2.2.8. Zapata conectada	29
2.3. Definición de términos	30
2.4. Hipótesis	31
2.4.1. Hipótesis general	31
2.4.2. Hipótesis específicas	31
2.5. Variables	32
2.5.1. Definición conceptual de las variables	32
2.5.2. Definición operacional de las variables	33
2.5.3. Operacionalización de las variables	33
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>34</b>

<b>METODOLOGÍA</b>	<b>34</b>
3.1. Método investigación	34
3.2. Tipo de investigación	34
3.3. Nivel de investigación	34
3.4. Diseño de investigación	35
3.5. Población y muestra	35
3.5.1. Población	35
3.5.2. Muestra	35
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
3.6.1. Técnicas	36
3.6.2. Instrumento	36
3.7. Procesamiento de la información	36
3.8. Técnicas y análisis de datos	37
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>38</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>38</b>
4.1. Descripción de resultados	38
4.1.1. Zonificación según la capacidad portante	38
4.1.2. Características del suelo en cada sector	40
4.1.3. Características de las cimentaciones superficiales	50
4.2. Contrastación de hipótesis	69
4.2.1. Contrastación de la hipótesis general	69
4.2.2. Hipótesis específica 1	69
4.2.3. Hipótesis específica 2	70
4.2.4. Hipótesis específica 3	70
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>72</b>
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>72</b>
5.1. Zonificación en base a la capacidad portante del suelo	72
5.2. Características del suelo en cada sector	72
5.3. Características de las cimentaciones superficiales	75
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>79</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO N° 02: RESUMEN DE TABLAS</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO N° 03: MODELAMIENTO CON SAFE</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO N° 04: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO</b>	<b>125</b>
<b>ANEXO N° 06: PLANOS</b>	<b>133</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables	33
Tabla 2. Capacidad portante en cada punto de muestreo.	38
Tabla 3. Estimación del promedio de la capacidad portante en cada sector.	39
Tabla 4. Capacidad portante promedio en cada sector	40
Tabla 5. Contenido porcentual de partículas en el suelo.	40
Tabla 6. Promedio del contenido porcentual de partículas en el suelo.	41
Tabla 7. Contenido de humedad en cada punto de muestreo.	42
Tabla 8. Cálculo del promedio ponderado del contenido de humedad en cada sector.	42
Tabla 9. Contenido de humedad promedio en cada sector.	43
Tabla 10. Límites de Atterberg en cada punto de muestreo.	43
Tabla 11. Promedio de los límites de Atterberg en cada sector.	43
Tabla 12. Clasificación de suelos según SUCS.	44
Tabla 13. Peso específico del suelo en cada punto de muestreo.	45
Tabla 14. Peso específico del suelo por cada sector.	45
Tabla 15. Ángulo de fricción en cada punto de muestreo.	46
Tabla 16. Ángulo de fricción en cada sector.	47
Tabla 17. Ángulo de cohesión en cada calicata.	48
Tabla 18. Valores promedio de la cohesión en cada sector.	48
Tabla 19. Altura del nivel freático en los puntos de muestreo.	49
Tabla 20. Sales, sulfatos y cloruros en los puntos de muestreo.	49
Tabla 21. Contenido de sales, sulfatos y cloruros por cada sector.	50
Tabla 22. Parámetros de diseño considerado para las cimentaciones.	51
Tabla 23. Características de la cimentación para una vivienda aporticada de 02 pisos.	55
Tabla 24. Características de la cimentación para una vivienda aporticada de 03 pisos.	59
Tabla 25. Características de la cimentación para una vivienda de albañilería confinada de 02 pisos.	63
Tabla 26. Características de la cimentación para una vivienda de albañilería confinada de 03 pisos.	67
Tabla 27. Características de la cimentación para una vivienda aporticada de 02 pisos.	102
Tabla 28. Características de la cimentación para una vivienda aporticada de 03 pisos.	110
Tabla 29. Características de la cimentación para una vivienda de albañilería confinada de 02 pisos.	115
Tabla 30. Características de la cimentación para una vivienda de albañilería confinada de 03 pisos.	122

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zapata conectada.	30
Figura 2. Valores promedios de la capacidad portante.	40
Figura 3. Promedio del contenido porcentual de partículas en el suelo.	41
Figura 4. Valores promedios de los límites de Atterberg.	44
Figura 5. Valores promedios del peso específico.	46
Figura 6. Valores promedios del ángulo de fricción.	47
Figura 7. Valores promedios de la cohesión del suelo.	48
Figura 8. Valores promedios de los cloruros, sulfatos y sales en el suelo.	50
Figura 9. Esquema de modelamiento de una vivienda aporticada de 2 piso.	52
Figura 10. Capacidad de carga en el sector 1.	53
Figura 11. Capacidad de carga en el sector 2.	53
Figura 12. Capacidad de carga en el sector 3.	54
Figura 13. Detalle estructural de una zapata conectada típica.	55
Figura 14. Detalle estructural de una zapata aislada típica.	55
Figura 15. Esquema de modelamiento de vivienda aporticada de 3 pisos.	56
Figura 16. Capacidad de carga en el sector 1.	57
Figura 17. Capacidad de carga en el sector 2.	57
Figura 18. Capacidad de carga en el sector 3.	58
Figura 19. Detalle estructural de una zapata aislada típica.	59
Figura 20. Detalle estructural de una zapata conectada típica.	60
Figura 21. Detalle estructural de una zapata combinada típica.	60
Figura 22. Esquema de modelamiento de una vivienda de albañilería confinada de 2 pisos.	61
Figura 23. Capacidad de carga en el sector 1.	62
Figura 24. Capacidad de carga en el sector 2.	62
Figura 25. Capacidad de carga en el sector 3.	62
Figura 26. Detalle de las cimentaciones corridas típicas.	64
Figura 27. Detalle estructural de una zapata aislada típica.	64
Figura 28. Esquema de modelamiento de una vivienda de albañilería confinada de 3 pisos.	65
Figura 29. Capacidad de carga en el sector 1.	65
Figura 30. Capacidad de carga en el sector 2.	66
Figura 31. Capacidad de carga en el sector 3.	66
Figura 32. Detalle de las cimentaciones corridas típicas.	68
Figura 33. Detalle estructural de una zapata aislada típica.	68
Figura 34. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 1)	95
Figura 35. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 2)	95
Figura 36. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 3)	96
Figura 37. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 1)	96
Figura 38. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 2).	97
Figura 39. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 3)	97
Figura 40. Verificación de Asentamientos (Sector 1).	98
Figura 41. Verificación de Asentamientos (Sector 2)	98
Figura 42. Verificación de Asentamientos (Sector 3)	99
Figura 43. Diseño por flexión (Sector 1) dirección X-X.	99
Figura 44. Diseño por flexión (Sector 1) dirección Y-Y.	100

Figura 45. Diseño por flexión (Sector 2) dirección X-X.	100
Figura 46. Diseño por flexión (Sector 2) dirección Y-Y.	101
Figura 47. Diseño por flexión (Sector 3) dirección X-X.	101
Figura 48. Diseño por flexión (Sector 3) dirección Y-Y.	102
Figura 49. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 1)	103
Figura 50. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 2)	103
Figura 51. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 3)	104
Figura 52. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 1)	104
Figura 53. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 2)	105
Figura 54. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 3).	105
Figura 55. Verificación de Asentamientos (Sector 1)	106
Figura 56. Verificación de Asentamientos (Sector 2)	106
Figura 57. Verificación de Asentamientos (Sector 3)	107
Figura 58. Diseño por flexión (Sector 1) dirección X-X.	107
Figura 59. Diseño por flexión (Sector 1) dirección Y-Y.	108
Figura 60. Diseño por flexión (Sector 2) dirección X-X.	108
Figura 61. Diseño por flexión (Sector 2) dirección Y-Y.	109
Figura 62. Diseño por flexión (Sector 3) dirección X-X.	109
Figura 63. Diseño por flexión (Sector 3) dirección Y-Y.	110
Figura 64. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 1).	111
Figura 65. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 2).	112
Figura 66. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 3).	112
Figura 67. Verificación de Asentamientos (Sector 1).	112
Figura 68. Verificación de Asentamientos (Sector 2).	113
Figura 69. Verificación de Asentamientos (Sector 3).	113
Figura 70. Diseño por flexión (Sector 1) dirección X-X.	113
Figura 71. Diseño por flexión (Sector 1) dirección Y-Y.	114
Figura 72. Diseño por flexión (Sector 2) dirección X-X.	114
Figura 73. Diseño por flexión (Sector 2) dirección Y-Y.	114
Figura 74. Diseño por flexión (Sector 3) dirección X-X.	115
Figura 75. Diseño por flexión (Sector 3) dirección Y-Y.	115
Figura 76. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 1).	116
Figura 77. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 2).	117
Figura 78. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 3).	117
Figura 79. Verificación de Asentamientos (Sector 1).	118
Figura 80. Verificación de Asentamientos (Sector 2).	118
Figura 81. Verificación de Asentamientos (Sector 3).	119
Figura 82. Diseño por flexión (Sector 1) dirección X-X.	119
Figura 83. Diseño por flexión (Sector 1) dirección Y-Y.	120
Figura 84. Diseño por flexión (Sector 2) dirección X-X.	120
Figura 85. Diseño por flexión (Sector 2) dirección Y-Y.	121
Figura 86. Diseño por flexión (Sector 3) dirección X-X.	121
Figura 87. Diseño por flexión (Sector 3) dirección Y-Y.	122
Figura 88. Excavación de la calicata 01.	126
Figura 89. Excavación de la calicata 02.	126
Figura 90. Excavación de la calicata 04.	127
Figura 91. Excavación de la calicata 04 desde otra perspectiva.	127
Figura 92. Excavación de la calicata 05.	128

Figura 93. Excavación de la calicata 06.	128
Figura 94. Excavación de la calicata 07.	129
Figura 95. Vista de los estratos de la calicata 07.	129
Figura 96. Excavación de la calicata 08.	130
Figura 97. Excavación de la calicata 09.	130
Figura 98. Vista de estratos en la calicata 09.	131
Figura 99. Vista de estratos en la calicata 10.	131
Figura 100. Reunión con la comunidad.	132
Figura 101. Firma de acta de compromiso con las autoridades.	132

## RESUMEN

La investigación tiene como problema general: ¿Cuál es la capacidad portante del suelo para la zonificación y análisis de cimentaciones superficiales en el anexo Cochas Grande – Sector Lagunillas?, siendo el objetivo general evaluar la capacidad portante del suelo para la zonificación y análisis de cimentaciones superficiales y la hipótesis general que debe contrastarse es que, la capacidad portante del suelo determina la zonificación y características de las cimentaciones superficiales en mencionado anexo.

El método de investigación es el científico, el tipo de investigación aplicada, el nivel de investigación es explicativo y el diseño de investigación no experimental; la población correspondió 123 muestras en un área de 97817 m<sup>2</sup> del sector Lagunillas, anexo Cochas grande, Huancayo y la muestra según el método probabilístico con margen de error 10 % fue de 10.

Como conclusión principal es que, la capacidad portante determinó la zonificación de tres sectores y a su vez las características mínimas de las cimentaciones superficiales para viviendas de dos y tres pisos de albañilería confinada y aporticada.

**Palabras clave:** Zonificación de suelos, cimentación superficial, capacidad portante, albañilería aporticada y confinada.

## **ABSTRACT**

The research has as a general problem: What is the bearing capacity of the soil for zoning and analysis of surface foundations in the annex Cochabamba Grande - Sector Lagunillas?, being the general objective to evaluate the bearing capacity of the soil for zoning and analysis of surface foundations and the general hypothesis to be contrasted is that, the bearing capacity of the soil determines the zoning and characteristics of the surface foundations in that annex.

The method of investigation is scientific, the type of applied investigation, the level of investigation is explanatory and the design of non-experimental investigation; the population corresponded 123 samples in an area of 97817 m<sup>2</sup> of the sector Lagunillas, annex Cochabamba Grande, Huancayo and the sample according to the probabilistic method with margin of error 10 % was of 10.

The main conclusion is that the bearing capacity determined the zoning of three sectors and in turn the minimum characteristics of the surface foundations for two and three story houses of confined and aperticada masonry.

**Keywords:** Soil zoning, surface foundation, bearing capacity, confined and aperticada masonry.

## INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: Capacidad portante del suelo para la zonificación y análisis de cimentaciones superficiales en Cochas Grande – Sector Lagunillas, tiene como objetivo evaluar la capacidad portante del suelo para la zonificación y análisis de cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas; para lo cual se extrajeron muestras en diferentes puntos del área de estudio, con la que se zonificaron en tres sectores y se determinaron las características del suelo y de las cimentaciones en viviendas de dos y tres pisos de albañilería confinada y aporricada.

Para una mejor comprensión, la investigación presenta los siguientes capítulos:

El Capítulo I desarrolla el problema de investigación considerando el planteamiento, formulación y sistematización del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones y objetivos.

El Capítulo II se refiere al marco teórico mostrando los antecedentes nacionales e internacionales, marco conceptual, definición de términos, bases legales, hipótesis y variables.

El Capítulo III trata sobre la metodología, resaltando el método, tipo, nivel y diseño de investigación; asimismo, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV describe los resultados en función a los objetivos planteados.

El Capítulo V desarrolla la discusión de los resultados.

Culminando esta investigación están las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Janeth Gabriela Acosta Santillán.

Joseph Mario Apaza Vásquez.



## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

La construcción sin asesoría técnica es un problema muy frecuente, especialmente en urbes en vías de desarrollo, en la que la construcción de las edificaciones no es supervisada por ninguna entidad del estado y es ejecutada por personal sin capacitación técnica.

En América Latina la vivienda “informal” y barrios formados por invasión han constituido la mayor parte del desarrollo urbano en las ciudades más grandes, Según Ernest (2015) las estadísticas muestran que la vivienda informal es la contribución más importante al déficit de viviendas de los países menos desarrollados, en la que el estado ha pasado de la oposición activa a la aceptación o tolerancia, tal es así que los desarrollos clandestinos se han convertido en la forma dominante de asentamiento en Colombia y otros países; pues en la actualidad representa un tercio de las zonas residenciales de Bogotá y el 31 % en El Salvador.

En el Perú al igual que América Latina, presenta un alto índice de construcción informal, pues según CAPECO (2017) representa cerca del 70 % en la ciudad de Lima, lo cual significa que está muy vulnerable frente eventos sísmicos de gran magnitud, además que son un 30 a 40 % más caras.

En la región Junín y en especial en la ciudad de Huancayo y sus anexos como Cochabambas, la informalidad en la construcción se ha estado acentuando, debido a la gran crecimiento poblacional que se vive, por lo que actualmente las viviendas construidas son realizadas sin ninguna asesoría técnica especializada, en especial en elementos que son fundamentales para la estabilidad de las estructura como lo es la cimentación, esto debido en gran medida a que no se realizan estudios de suelos adecuados, por lo que los constructores asumen dimensiones que podrían no ser las adecuadas para el tipo de suelo.

En tal sentido la presente investigación busca zonificar el suelo en función de la capacidad portante del terreno en el anexo de Cochabambas Grande-Sector Lagunillas y poder brindar a la población los parámetros mínimos que las cimentaciones deberían cumplir para que la construcción sea segura.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la capacidad portante del suelo para la zonificación y análisis de cimentaciones superficiales en el anexo Cochabambas Grande – Sector Lagunillas?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es la zonificación según la capacidad portante del suelo en el anexo Cochabambas Grande – Sector Lagunillas?

b) ¿Cuáles son las características del suelo en cada sector del anexo Cochabamba Grande – Sector Lagunillas?

c) ¿Qué características deberá presentar las cimentaciones superficiales en el anexo Cochabamba Grande – Sector Lagunillas?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Social**

La justificación social es si la investigación resolverá un problema o por lo menos, propone estrategias que ayudarán a resolverlo; entonces según lo descrito se establece que, la investigación contribuye a resolver un problema real, que es la zonificación en base a la capacidad portante del suelo, el mismo que resultará como herramienta importante para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas del Sector Lagunillas en el anexo de Cochabamba Grande en el distrito de Huancayo, que no tengan apoyo profesional.

#### **1.3.2. Científica o teórica**

La justificación científica o teórica de la investigación se fundamenta en que la capacidad portante del suelo será empleada para la zonificación, aspecto que no es considerado en el desarrollo de los planes de desarrollo urbano y el ordenamiento territorial.

#### **1.3.3. Metodológica**

Con esta investigación se propone una nueva metodología para generar conocimientos, como la zonificación en base a la capacidad portante del suelo y el diseño de cimentaciones superficiales para viviendas unifamiliares, lo cual puede ser empleado en diversas zonas del país.

## **1.4. Delimitación del problema**

### **1.4.1. Espacial**

La presente investigación se desarrolló en el anexo de Cochas Grande-Sector Lagunillas, del distrito de El Tambo, provincia Huancayo y región Junín.

### **1.4.2. Temporal**

La investigación se realizó en el año 2019, específicamente entre los meses de febrero a mayo.

### **1.4.3. Económica**

Los gastos referentes a la extracción del suelo para la obtención de la capacidad portante de las diferentes calicatas, el traslado de las muestras, la realización de los ensayos y los viáticos fueron asumidos en su totalidad por los tesisistas.

## **1.5. Limitaciones**

El desarrollo del presente trabajo de investigación tuvo la limitación económica, pues no se ha podido abarcar todo el Anexo de Cochas ya que es una gran extensión de terreno para su estudio.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar la capacidad portante del suelo para la zonificación y análisis de cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Establecer la zonificación según la capacidad portante del suelo en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas.

- b) Determinar las características del suelo en cada sector del anexo Cochas Grande – Sector Lagunillas.
- c) Determinar las características que deberá presentar las cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Briones y Irigoín (2015) en su investigación: “Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho alto – Sector Lucmacucho, Distrito de Cajamarca”, zonificaron la zona de estudio de acuerdo a la clasificación SUCS y la capacidad portante, para lo cual obtuvieron 17 calicatas distribuidas por el método de la cuadrícula en un área aproximadamente de 6 hectáreas, considerando además una profundidad de desplante de 1.5m; como resultado se obtuvo que, el suelo de la zona de estudio a una profundidad de 1.50m presenta una capacidad que varía entre 0.19 a 2.03kg/cm<sup>2</sup>; mientras que los tipos de suelos predominantes son: limo arenoso (ML), arcilla ligera arenosa (CL), arena limosa (SM), limo elástico arenoso (MH), arenas arcillosas (SC), arcillas limosas orgánicas con baja plasticidad (OL), suelo orgánico con arena (OH), gravas arcillosas (GC) y arenas densas arenosas (CH).

Carranza y Ponce (2017) en su investigación “Estudio de zonificación geotécnica en el sector III del centro poblado el Milagro para el diseño de cimentaciones superficiales” elaboraron un mapeo de zonificación geotécnica , para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos en el Sector III; para lo cual extrajeron muestras de suelos mediante calicatas , en las que analizaron la humedad natural , los límites de Atterberg, gravedad específica y la granulometría; como conclusión obtuvieron que la zona de estudio se puede clasificar en cuatro zonas, cada una con una característica específica del tipo de suelo y la capacidad portante.

Guerrero y Vidaurre (2018) en su tesis “Estudio de la capacidad portante y zonificación de los suelos del distrito de Catachi San Martín – San Martín” estudiaron, identificaron y evaluaron los tipos de suelos que existen en la localidad y determinar su capacidad portante, con la finalidad de utilizarlas para elaborar un plano de zonificación por las características físicas y mecánicas de los suelos; para tal fin se realizaron el ensayo de corte directo, se obtuvieron los parámetros necesarios como el ángulo de fricción y la cohesión para calcular la capacidad portante; como conclusión obtuvieron que la capacidad portante de la zona de estudio varía entre los intervalos de 0.5 kg/cm<sup>2</sup> y 1.00 kg/cm<sup>2</sup>, además también encontraron 3 diferentes tipos de suelos, SM (suelos arenoso limoso), CL( suelo arcilloso con baja plasticidad), SC (suelo areno-arcilloso); otra conclusión importante fue que la zonificación mediante propiedades mecánicas se realizó seleccionando calicatas con capacidades portantes similares y cercanas, formando de esta manera 3 zonas (ZONA I, ZONA II Y ZONA III), las cuales indican capacidades y tipos de suelos similares en cada zona propuesta.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Castillo (2017) realizó la investigación: “Estudio de zonificación en base a la determinación de la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la Parroquia La Matriz del Cantón Patate Provincia de Tungurahua”, realizó el estudio de la capacidad portante del suelo y la incidencia en las cimentaciones de las viviendas, para lo que utilizó como software de análisis estructural para determinar la relación que tiene la capacidad portante del suelo con la cimentación, para lo cual se realizó el respectivo estudio de mecánica de suelos en varios puntos de muestreo; llegaron a la conclusión que la profundidad mínima de desplante de zapatas es de 1.50 m y las capacidades portantes en las zona de estudio oscila entre 15 a 10.83 ton/m<sup>2</sup>.

Castillo (2014) en la investigación: “Análisis de información de geo mecánica de suelos para la elaboración de una propuesta de mapa de zonificación geotécnica para la ciudad de Loja”, caracterizó física y mecánicamente los suelos de las tres franjas zonificadas, basada en la teoría del semáforo, para lo cual realizaron calicatas en una profundidad de 1.5 a 2.5m y se propuso la elaboración de dos mapas en el programa ArcGis 9.3, la primera en función de la clasificación de suelos y la segunda en función de la capacidad portante promedio del suelo; como conclusiones obtuvo que la zona de estudio de acuerdo al tipo de suelo se clasifica en cinco zonas ; mientras que de acuerdo a la capacidad portante la zonificación del suelo puede ser: baja, media, firme y muy firme.

Moreno (2013) en su investigación “Zonificación y caracterización geotécnica de los suelos de Barranquilla” elaboro el perfil geotécnico de los suelos de



Barranquilla, para lo cual obtuvo muestras de suelo en los que se determinó: clasificación según SUCS, humedad natural, granulometría, límites de consistencia, pesos unitarios y gravedad específica; adicional a esta información cada punto de muestreo fue registrada y georreferenciada mediante el sistema de información geográfica ArcGis y Google Earth, para finalmente obtener un mapa base estandarizado que muestra el perfil estratigráfico del sector de estudio. Como conclusiones obtuvo que Los médanos se clasifican según el sistema unificado de clasificación de suelos como un SP-SM y un SM; es decir, una arena fina con presencia significativa de limos en un porcentaje que oscila entre el 8% y el 17%. La gravedad específica de los sólidos varía entre 2,70 y 2,80, mientras que la densidad está entre 1,40 y 1,50 gr/cm<sup>3</sup>.; además que las arcillas del barrio El Bosque presentan un grado de dispersión inmediato donde los suelo se erosionan lentamente pues su clasificación se enmarca entre Illitas y Montmorillonitas, sin embargo, la arcilla del resto de la zona de estudio presenta poca dispersión.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Capacidad portante del suelo**

Corresponde a la capacidad de carga, presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos; en suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo – arcillosa), se empleará un ángulo de fricción interna (f) igual a cero; en suelo friccionantes (gravas, arenas y gravas – arenosas), se empleará como cohesión (c) igual a cero (MVCS, 2006).

### **2.2.2. Zonificación en base a la capacidad portante del suelo**

La zonificación consiste en la delimitación de sectores en base a las características de capacidad portante del suelo para determinados usos; asimismo debe considerarse a la zonificación no como algo absoluto; mas por el contrario como un conjunto de recomendaciones tendientes a fin de evitar complicaciones (M. Castillo, 2017).

### **2.2.3. Clasificación SUCS**

De acuerdo a lo citado por Briones y Irigoin (2015), es considerado como el más usado y extendido en la práctica geotécnica, se basa en el análisis granulométrico y los límites de Atterberg (Límite líquido y plástico) de los suelos; para la clasificación se considera los siguientes puntos:

- Porcentaje de la fracción que pasa por el tamiz N° 200.
- Forma de la curva de distribución granulométrica.
- Característica de plasticidad y comprensibilidad.

Los suelos se separan en:

- Suelos de grano grueso.
- Suelo de grano fino.
- Suelos altamente orgánicos.

Dentro de los suelos de grano grueso es dividen en gravas (G) y arenas (S), presentando cuatro grupos secundarios:

- |      |      |
|------|------|
| - GW | - SW |
| - GP | - SP |
| - GM | - SM |
| - GC | - SC |

En los suelos de grano fino se subdividen en limos (M) y arcillas (C) de acuerdo a su límite líquido y su índice de plasticidad.

Los suelos altamente orgánicos son usualmente muy compresibles y se clasifican dentro del grupo denominado turba.

#### **2.2.4. Cimentaciones superficiales**

Una cimentación superficial es considerada aquella donde la profundidad ( $D_f$  – altura de desplante) de la cimentación es menor o igual que el ancho de la misma; no obstante, de acuerdo a otros investigadores sugieren que en cimentaciones con  $D_f$  igual a 3 o 4 veces el ancho de la cimentación se definen también como cimentaciones superficiales (M. Castillo, 2017).

De acuerdo al MVCS (2006) son aquellas en las cuales la relación entre la profundidad/ancho ( $D/B$ ) son menores a 5, y estas son: zapatas aisladas, conectadas, combinadas, los cimientos corridos y las plateas de cimentación.

#### **2.2.5. Profundidad de cimentación**

La profundidad de cimentaciones es la distancia entre el nivel de la superficie del terreno y la base de cimentación, esta profundidad queda condicionada a cambio de volumen, por humedecimiento – secado. Hielo-deshielo, no debiendo ser menor a 0.80 m para el caso de zapatas y cimientos corridos (MVCS, 2006).

#### **2.2.6. Zapata aislada**

Según Harmsen (2002) son losas rectangulares o cuadradas que sirven de apoyo a las columnas, presentan peralte constante o variable, o también pueden ser escalonadas; se recomienda que el peralte efectivo mínimo en el borde de una zapata sea de 15 cm. Son consideradas como las más económicas, cabe

mencionar que la columna puede ser centrada o excéntrica. El procedimiento de diseño se sigue en lo siguiente:

- Determinación de la presión neta del suelo y dimensionamiento de la zapata.

$$q_{sn} = q_s - \gamma_t h_t - \gamma_c h_c - S/C$$

Donde:

$q_{sn}$  : Capacidad portante del suelo.

$q_s$  : Carga admisible del terreno.

$\gamma_t$  : Peso específico del suelo.

$h_t$  : Altura del suelo sobre la zapata.

$\gamma_c$  : Peso específico del concreto.

$h_c$  : Altura de la cimentación.

$S/C$  : Sobrecarga del terreno.

$$A = \frac{\text{Carga externa vertical sin amplificar}}{q_{sn}}$$

Donde:

$A$  : Área de la cimentación.

- Verificación del corte:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c}.bw.d$$

Donde:

$bw$  : Ancho de la sección analizada.

$d$  : Peralte efectivo de la cimentación, generalmente  $b - 10$  cm.

### 2.2.7. Zapata combinada

De acuerdo a Morales (2006) este tipo de cimentación es conveniente en los siguientes casos:

- Columnas muy cercanas entre sí.
- Columna exterior muy cercana del límite de propiedad.

Para el diseño de las zapatas combinadas se considera el siguiente procedimiento:

- Determinación de las resultantes de las cargas actuantes (R) y la ubicación de la resultante:

$$R = \sum Q_x = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$$

- Determinación de la distribución de presiones.
- Determinación del ancho de la cimentación.
- Determinación el diagrama de fuerza cortante.
- Determinación del diagrama de momentos flectores.
- Diseño de la cimentación como una viga continua.
- Diseño de la cimentación en dirección transversal en forma equivalente al de zapatas aisladas.

### **2.2.8. Zapata conectada**

Consisten en dos zapatas independientes unidas a través de una viga de cimentación, el mismo que busca transmitir el momento generado por la excentricidad que se presenta en la zapata exterior, a la zapata interior por lo que la zapata exterior se dimensiona alargada para que presente la menor excentricidad; la viga debe ser lo suficientemente rígida como para garantiza esta transferencia y debe ser capaz de resistir las cargas transmitidas (Harmsen, 2002).

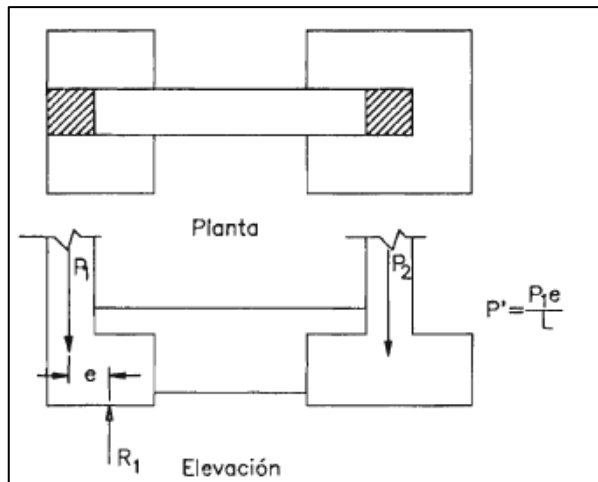


Figura 1. Zapata conectada.

### 2.3. Definición de términos

#### Capacidad de carga permisible

Se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él; es decir es la máxima presión de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzca un fallo por cortante del suelo o asentamientos diferenciales excesivos (Briones y Irigoien, 2015).

#### Zonificación

La zonificación consiste en la delimitación de sectores en base a las características de capacidad portante del suelo para determinados usos; asimismo debe considerarse a la zonificación no como algo absoluto; más por el contrario como un conjunto de recomendaciones tendientes a fin de evitar complicaciones (M. Castillo, 2017).

#### Clasificación SUCS

El sistema unificado de clasificación de suelo es el uso más extendido en la práctica geotécnica; se basa en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg; es usualmente utilizada en para la clasificación de suelos en cimentaciones (Briones y Irigoien, 2015).

### **Límites de Atterberg**

Es la forma gráfica de representar la lluvia incremental, y por lo general se presenta con un diagrama de barras (Briones y Irigoin, 2015).

### **Cimentación**

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación (M. Castillo, 2017).

### **Cimentaciones superficiales**

Se consideran cimentaciones superficiales cuando su anchura es igual o mayor a la profundidad de desplante; estas engloban zapatas conectadas, combinadas y losas de cimentación (M. Castillo, 2017).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La capacidad portante del suelo determina la zonificación y características de las cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- a) La zonificación según la capacidad portante del suelo en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas serán 3 sectores.
- b) Las características del suelo en cada sector del anexo Cochas Grande – Sector Lagunillas será de acuerdo a la granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, clasificación de suelos, peso específico, ángulo de fricción, cohesión, nivel freático y agresividad de suelos.

- c) Las características que deberá presentar las cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas, están en función al tipo de cimentación, dimensiones y profundidad de desplante.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de las variables**

#### **Variable independiente**

Capacidad portante; corresponde a la capacidad de carga, presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos; en suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo – arcillosa), se empleará un ángulo de fricción interna ( $f$ ) igual a cero; en suelo friccionantes (gravas, arenas y gravas – arenosas), se empleará como cohesión ( $c$ ) igual a cero (MVCS, 2006).

#### **Variable dependiente 1**

Zonificación del suelo; la zonificación consiste en la delimitación de sectores en base a las características de capacidad portante del suelo para determinados usos; asimismo debe considerarse a la zonificación no como algo absoluto; más por el contrario como un conjunto de recomendaciones tendientes a fin de evitar complicaciones (M. Castillo, 2017).

#### **Variable dependiente 2**

Características de las cimentaciones superficiales; se consideran cimentaciones superficiales cuando su anchura es igual o mayor a la profundidad de desplante; estas engloban zapatas conectadas, combinadas y losas de cimentación (Castillo, 2017).



## 2.5.2. Definición operacional de las variables

### Variable independiente

Capacidad portante; se determinó de acuerdo a los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

### Variable dependiente 1

Zonificación del suelo; se formuló en base al resultado de la capacidad portante del suelo, estableciéndose rangos del mismo.

### Variable dependiente 2

Características de las cimentaciones superficiales; se determinó en función a las condiciones de las infraestructuras y la capacidad portante del suelo.

## 2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Capacidad portante	Capacidad portante	S0 (Roca) S1 (Mayor a 1 kg/cm <sup>2</sup> ) S2 ( Entre 0.5 a 1 kg/cm <sup>2</sup> ) S3 ( 0.25 a 0.5 kg/cm <sup>2</sup> ) S4 (Menor a 0.25 kg/cm <sup>2</sup> )
	Propiedad mecánica	Capacidad portante Granulometría Contenido de humedad Límites de Atterberg Clasificación de suelos
Zonificación del suelo	Propiedades físicas	Peso específico Ángulo de fricción Cohesión Nivel freático Agresividad
Cimentaciones superficiales	Tipo de cimentación	Aislada Combinada Conectada
	Dimensiones de cimentación	Largo Ancho Peralte
	Desplante	Profundidad

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método investigación**

El método científico considera de manera ordenada tanto el planteamiento del problema, construcción del modelo teórico, deducciones de consecuencias particulares, aplicación de la prueba y la introducción de conclusiones; situación por la cual en la presente investigación se consideró este método.

#### **3.2. Tipo de investigación**

La investigación correspondió a una investigación aplicada puesto que se pretende resolver problemas prácticos con el propósito de cambio y asimismo será instrumento para la toma de decisiones.

#### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de la investigación fue explicativo, puesto que, se considera al fenómeno estudiado y sus componentes, medir y definir variables; a su vez, se determinará las causas del fenómeno y se generará un sentido de entendimiento y predicción.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación por el que se guio esta tesis es no experimental de corte transeccional o transversal, puesto que se recolectó la información en un único momento y no se realizó la manipulación de la variable independiente.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población corresponde a 80 muestras de una extensión que se encuentra delimitada por el norte con el circuito Los artesanos; por el oeste con la avenida Huancayo, por el sur con el jirón Las lagunas y por el este con el jirón Loreto, al cual se le denomina “Sector Lagunillas”.

Se estimó dicha población debido a que en la actualidad la zona delimitada, aunque ya lotizada no se encuentra construida y es posible su acceso.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra de acuerdo al método probabilístico y con un margen de error de 10% da un valor de 10 muestras, en base a la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot z_a^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + z_a^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

N: Tamaño de la población.

Z: Nivel de confianza.

p: Probabilidad de confianza.

q: Probabilidad de fracaso.

d: Precisión.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas**

##### **Análisis documental**

Esta técnica fue empleada para obtener información secundaria de bibliografías referentes al tema de la investigación, en especial a las metodologías utilizadas en otras investigaciones, para determinar los ensayos de laboratorio necesarios y la obtención de los resultados.

##### **La observación**

Consistió en la toma directa de muestras de suelos de diferentes puntos de la zona de estudio, caracterizando principalmente sus propiedades físicas y mecánicas.

#### **3.6.2. Instrumento**

Se hizo uso de fichas de campo para la toma de muestras y planos de ubicación estratégica en las que se encontraban señalizadas las calicatas.

### **3.7. Procesamiento de la información**

Los datos obtenidos en laboratorio fueron procesados mediante cuadros de doble entrada en Microsoft Excel, y posteriormente plasmados en planos en base al plan de desarrollo urbano del Anexo de Cochas. Como parte final de la investigación, en base a los resultados obtenidos del análisis en laboratorio, se determinaron características de las cimentaciones para viviendas de 2 y 3 pisos de un sistema estructural de albañilería confinada y aporricada, mediante el modelamiento en ETABS y SAFE.

El análisis de los datos se dio mediante matrices de tabulación en la que se esquematizaron de manera ordenada los datos obtenidos en la fase de

laboratorio mediante tablas y esquemas gráficos, esto bajo un enfoque cuantitativo, en la que dichas matrices sirvieron para describir, analizar, comparar y resumir la información mediante una estadística descriptiva.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

El análisis de los datos fue procesado desde el enfoque cuantitativo, por lo que se han utilizado técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales.

El análisis estadístico descriptivo fue para estimar los valores medios de los valores obtenidos en cada grupo de análisis, mientras que la estadística inferencial, fue aplicada para probar las hipótesis planteadas en la presente investigación.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Descripción de resultados

##### 4.1.1. Zonificación según la capacidad portante

La capacidad portante es una propiedad del suelo que indica o da indicio del esfuerzo que es capaz de soportar a incidencias de solicitaciones como el peso propio o cargas sísmicas.

La Tabla 2 muestra los valores de la capacidad portante en todos los puntos de muestreo, se ha considerado valores para una profundidad de 1.50 m y 3.00m.

Tabla 2. Capacidad portante en cada punto de muestreo.

Calicata	Df (m)	Capacidad portante (kg/cm <sup>2</sup> )	Df (m)	Capacidad portante (kg/cm <sup>2</sup> )
C-01	1.5	1.05	3	0.86
C-02	1.5	1.03	3	0.83
C-03	1.5	1.75	3	3.12
C-04	1.5	1.79	3	3.23
C-05	1.5	0.97	3	1.25
C-06	1.5	1.02	3	1.32
C-07	1.5	0.99	3	1.29
C-08	1.5	1.01	3	1.34
C-09	1.5	1.71	3	3.20
C-10	1.5	1.64	3	3.00

Para poder estimar un valor adecuado y representativo para cada zona de estudio se ha realizado un promedio ponderado en base a un área de influencia de cada calicata, la cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Estimación del promedio de la capacidad portante en cada sector.

Sector	Área	$\sigma$ a 1.5 m (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ a 3.0 m (kg/cm <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	% del área total	$\sigma$ ponderada a 1.5 m (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ ponderada a 3.0 m (kg/cm <sup>2</sup> )
Sector 1 (Con nivel freático)	A1	1.05	0.86	27045.82	27.75%	0.29	0.24
	A2	1.25	1.01	9828.65	10.08%	0.13	0.10
	A3	0.6	0.45	22613.42	23.20%	0.14	0.10
	A4	1.05	0.76	7253.54	7.44%	0.08	0.06
	A5	1.03	0.83	19905.86	20.42%	0.21	0.17
	A6	1.17	1.25	10814.28	11.10%	0.13	0.14
Sumatoria				97461.57	100.00%	0.97	0.81
Sector 2	A7	1.79	3.23	4646.51	3.92%	0.07	0.13
	A8	1.75	3.12	12696.34	10.71%	0.19	0.33
	A9	1.25	1.01	19781.16	16.68%	0.21	0.17
	A10	1.02	1.32	20348.86	17.16%	0.18	0.23
	A11	1.05	0.76	7786.79	6.57%	0.07	0.05
	A12	0.97	1.25	19443.65	16.40%	0.16	0.20
	A13	0.99	1.32	11280.67	9.51%	0.09	0.13
	A14	1.17	1.25	9475.93	7.99%	0.09	0.10
	A15	1.01	1.34	9000.97	7.59%	0.08	0.10
	A16	1.71	3.2	4109.71	3.47%	0.06	0.11
Sumatoria				118570.59	100.00%	1.19	1.55
Sector 3	A17	1.71	3.2	14480.75	9.80%	0.17	0.31
	A18	1.01	1.34	15580.72	10.54%	0.11	0.14
	A19	1.64	3	74137.25	50.15%	0.82	1.50
	A20	1.17	1.25	18730.21	12.67%	0.15	0.16
	A21	1.03	0.83	24891.67	16.84%	0.17	0.14
Sumatoria				147820.6	100.00%	1.42	2.26

La Tabla 4 muestra los valores promedio de la capacidad portante para cada sector y profundidades de desplante; de esta se puede inferir que el sector 3 presenta un mayor valor debido a que, en su composición un buen porcentaje del suelo es granular, además que a medida que se incrementa la profundidad de desplante este valor se incrementa; sin embargo el sector 1 es el que presenta menor capacidad portante y a medida que la profundidad de desplante se incrementa esta se reduce debido en gran medida al nivel freático.

Tabla 4. Capacidad portante promedio en cada sector

Sector	Capacidad portante (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Df=1.50 m	Df=3.00 m
Sector 1	0.97	0.81
Sector 2	1.19	1.55
Sector 3	1.42	2.26

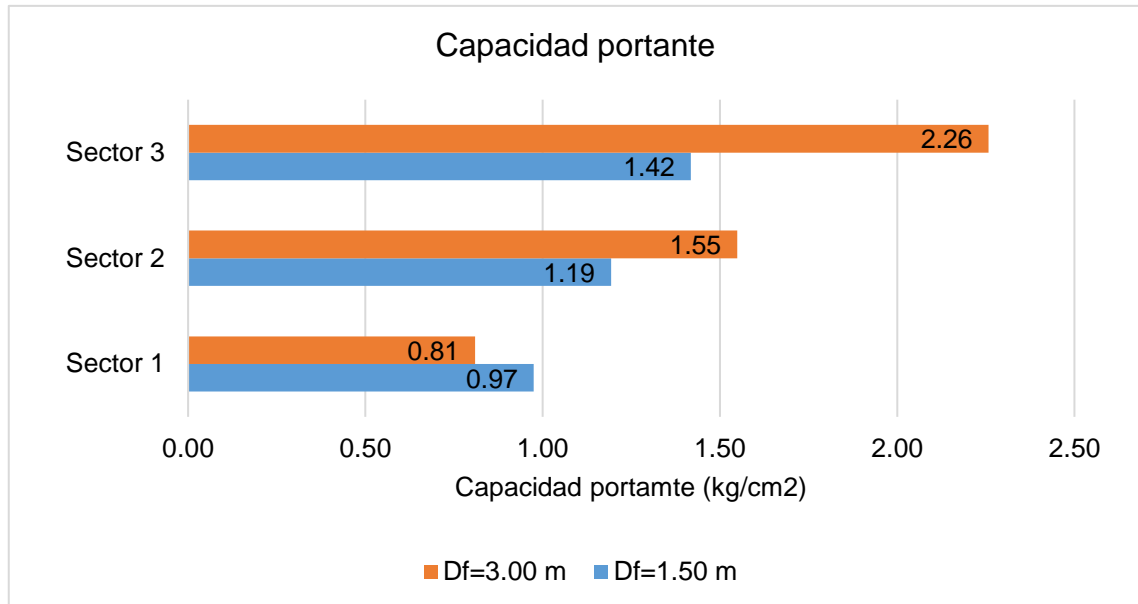


Figura 2. Valores promedio de la capacidad portante.

#### 4.1.2. Características del suelo en cada sector

Es importante considerar las características principales de las muestras obtenidas en campo y relacionarlas con cada sector; tal como se muestran a continuación:

##### Granulometría

El trabajo en campo consistió en la obtención de 10 muestra de suelos de diferentes sitios en la zona de investigación a una profundidad de 3 m; los contenidos de grava, arena y finos tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Contenido porcentual de partículas en el suelo.

Calicata	Porcentaje de suelos		
	Grava (%)	Arena (%)	Fino (%)
C-01	0.78	11.49	87.73
C-02	1.04	12.26	86.7
C-03	45.68	32.63	21.69
C-04	46.3	34.49	19.2
C-05	1.78	12.16	86.06



C-06	2.42	11.23	86.35
C-07	0.37	16.46	83.18
C-08	0.29	17.21	82.51
C-09	40.11	31.25	28.64
C-10	45.8	31.19	23.01

Una vez establecidos los valores en laboratorio, se procedió a determinar mediante ponderación un promedio que sea capaz de representar dichos porcentajes en cada sector de la zona de estudio; dichos valores se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Promedio del contenido porcentual de partículas en el suelo.

Sector	Grava (%)	Arena (%)	Fino (%)
Sector 1	0.86	11.73	87.41
Sector 2	16.74	19.94	63.32
Sector 3	27.24	24.14	48.63

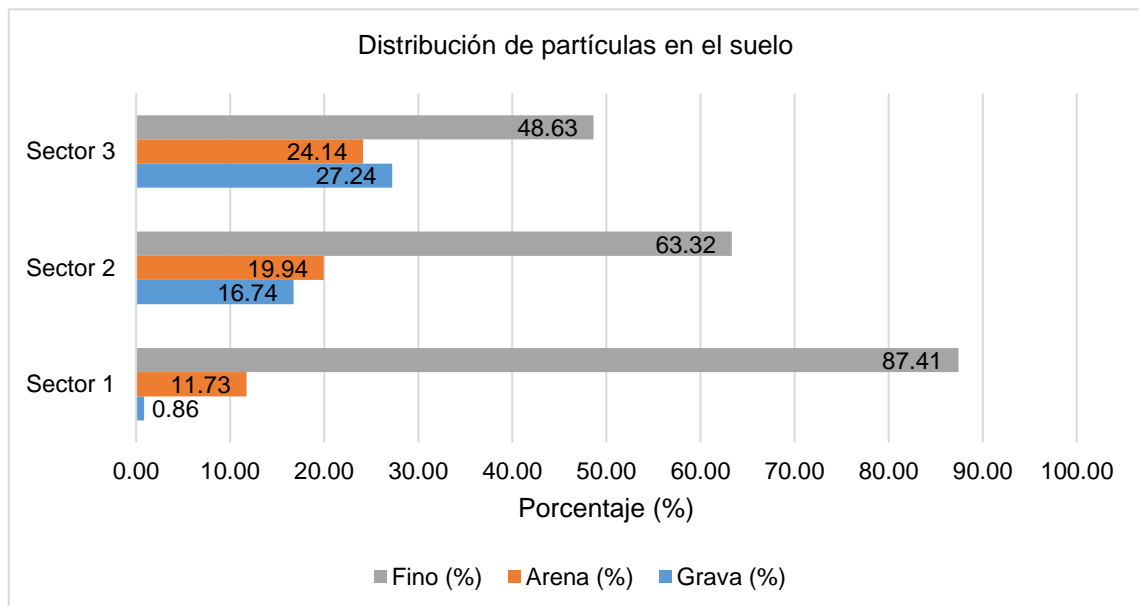


Figura 3. Promedio del contenido porcentual de partículas en el suelo.

La Figura 3 muestra gráficamente la variación de grava, arena y finos presentes en cada sector de la zona de estudio, obteniéndose que, los finos son los que en mayor cantidad se presentan.

### Contenido de humedad

El contenido de humedad del suelo es un aspecto importante para determinar el grado de saturación del suelo, además que es parte fundamental para la

obtención de los límites de Atterberg. Para el desarrollo de la investigación se han obtenido 40 muestra (4 por cada punto de muestreo), y cuyos valores promedios se dan a conocer en la Tabla 7.

Tabla 7. Contenido de humedad en cada punto de muestreo.

Calicata	Contenido de humedad (%)
C-01	7.4
C-02	8.15
C-03	6.93
C-04	7.48
C-05	8.34
C-06	7.95
C-07	9.41
C-08	8.76
C-09	8.16
C-10	9.05

Posteriormente, los resultados obtenidos en cada punto de muestreo, fueron promediados para determinar un valor representativo en cada sector de la zona de estudio; la Tabla 8 muestra el procedimiento de cálculo.

Tabla 8. Cálculo del promedio ponderado del contenido de humedad en cada sector.

Sector	Áreas	Contenido de humedad (%)	Área (m <sup>2</sup> )	% del área total	Contenido de humedad (%)
Sector 1 (Con nivel freático)	A1	7.4	27045.82	27.75%	2.05
	A2	7.4	9828.65	10.08%	0.75
	A3	7.4	22613.42	23.20%	1.72
	A4	7.4	7253.54	7.44%	0.55
	A5	8.15	19905.86	20.42%	1.66
	A6	8.15	10814.28	11.10%	0.90
	Sumatoria		97461.57	100.00%	7.64
Sector 2	A7	7.48	4646.51	3.92%	0.29
	A8	6.93	12696.34	10.71%	0.74
	A9	6.93	19781.16	16.68%	1.16
	A10	7.95	20348.86	17.16%	1.36
	A11	8.34	7786.79	6.57%	0.55
	A12	8.34	19443.65	16.40%	1.37
	A13	9.41	11280.67	9.51%	0.90
	A14	8.34	9475.93	7.99%	0.67
	A15	8.76	9000.97	7.59%	0.66
	A16	8.16	4109.71	3.47%	0.28
	Sumatoria		118570.59	100.00%	7.98
Sector 3	A17	8.16	14480.75	9.80%	0.80
	A18	8.76	15580.72	10.54%	0.92
	A19	9.05	74137.25	50.15%	4.54
	A20	8.15	18730.21	12.67%	1.03

A21	8.15	24891.67	16.84%	1.37
Sumatoria		147820.6	100.00%	8.67

La Tabla 9 muestra el valor promedio del contenido de humedad en cada sector de análisis, en esta se observa que el sector con mayor porcentaje de humedad es el 3; cabe resaltar que este valor puede variar durante el año, sin embargo, para la presente investigación se considera como uno de los más críticos debido a que fueron obtenidos en épocas de lluvia.

Tabla 9. Contenido de humedad promedio en cada sector.

Sector	Contenido de humedad (%)
Sector 1	7.64
Sector 2	7.98
Sector 3	8.67

### Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg caracterizan el comportamiento de los suelos con presencia de finos; estos indican el porcentaje de contenido de humedad para que un suelo pase de un estado sólido a uno plástico y finalmente a uno líquido.

Tabla 10. Límites de Atterberg en cada punto de muestreo.

Calicata	Límites de Atterberg		
	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
C-01	33.64	18.43	15.21
C-02	30.86	15.82	15.04
C-03	28.1	16.04	12.06
C-04	27.74	14.02	13.72
C-05	33.38	19.26	14.12
C-06	31.94	19.61	12.33
C-07	31.17	16.44	14.73
C-08	30.96	17.29	13.67
C-09	32.21	19.13	13.08
C-10	30.14	17.65	12.49

La Tabla 10 muestra los valores de los límites de Atterberg para cada punto de muestreo, de los cuales se obtuvo un promedio ponderado (ver Tabla 11).

Tabla 11. Promedio de los límites de Atterberg en cada sector.

Sector	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)
Sector 1	32.76	17.61	15.16
Sector 2	31.03	17.81	13.22
Sector 3	30.64	17.22	13.42

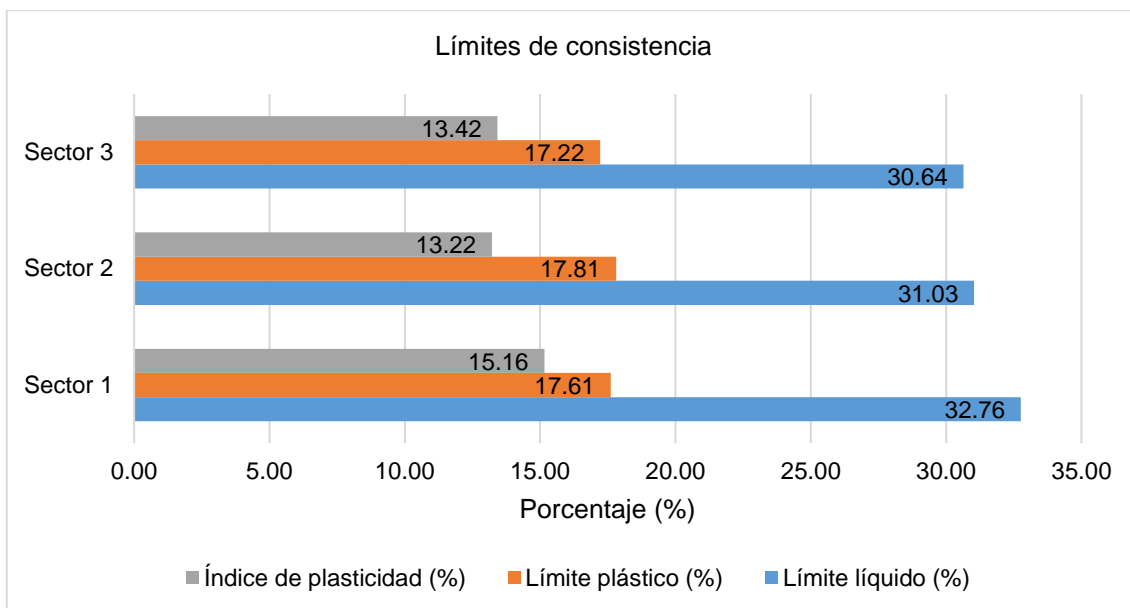


Figura 4. Valores promedio de los límites de Atterberg.

La Tabla 11 y la Figura 4 muestra los valores promedio finales en cada sector analizado; estas indican que, en promedio los suelos para todas las zonas son plásticos pues, los límites plásticos son menores que los límites líquidos.

### Clasificación de suelos

Una vez determinado la granulometría, el contenido de humedad y los límites de Atterberg fue posible determinar una clasificación de suelos de acuerdo al método SUCS. En los anexos también se muestra la clasificación AASHTO de cada punto de muestreo, sin embargo, esta clasificación no fue considerada para esta zonificación debido a que es más utilizada en carreteras.

Tabla 12. Clasificación de suelos según SUCS.

Sector	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)		Tipo de suelo
Sector 1	97,461.57	100.00%	CL	Arcilla fina
Total	97,461.57	100.00%		
Sector 2	41,233.72	34.78%	GC	Grava arcillosa con arena
	57,055.23	48.12%	CL	Arcilla fina
	20,281.64	17.11%	CL	Arcilla fina con arena
Total	118,570.59	100.00%		
Sector 3	88,618.00	59.95%	GC	Grava arcillosa con arena
	15,580.72	10.54%	CL	Arcilla fina con arena
	43,621.88	29.51%	CL	Arcilla fina
Total	147,820.60	100.00%		

La Tabla 12 muestra la distribución de los diferentes tipos de suelos en la zona de estudio; en este contexto, en el sector 1 se pudo determinar que solo existe arcilla fina (CL), mientras que en el sector 2 existe un 34.78 % de Grava arcillosa (GC), 48.12 % de arcilla fina (CL) y 14.11 % de arcilla fina con arena (CL); por otro lado en el sector 3 se puede observar que el suelo mayormente predominante es el de Grava arcillosa con arena (59.95 %).

### **Peso específico**

El peso específico del suelo es uno de los factores con importancia para el posterior diseño de la cimentación.

Tabla 13. Peso específico del suelo en cada puno de muestreo.

Calicata	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )
C-01	1.26
C-02	1.23
C-03	1.57
C-04	1.60
C-05	1.19
C-06	1.21
C-07	1.24
C-08	1.27
C-09	1.58
C-10	1.56

La tabla anterior muestra los valores del peso específico en cada punto de muestreo; sin embargo para generalizar los valores a cada sector propuesto fue necesario determinar un promedio ponderado, cuyos valores se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Peso específico del suelo por cada sector.

Sector	Peso específico (kg/cm <sup>3</sup> )
Sector 1	1.251
Sector 2	1.338
Sector 3	1.434

La Figura 5 muestra los valores de del peso específico por cada sector propuesto, en esta se puede interpretar que el que mayor valor posee es el sector 3, debido principalmente al gran porcentaje de material grueso que presenta.

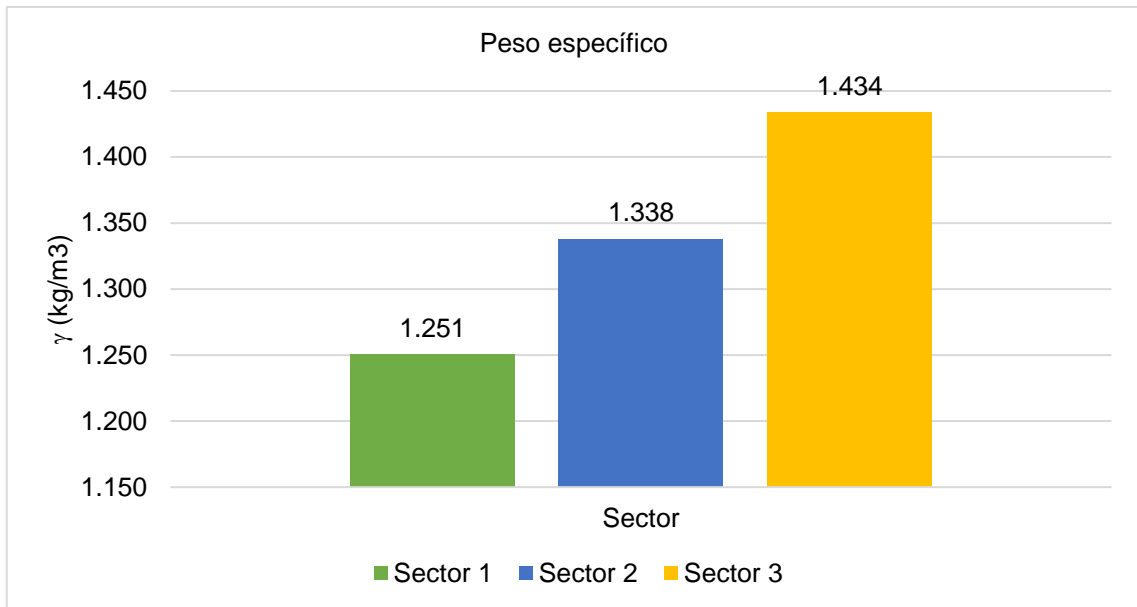


Figura 5. Valores promedios del peso específico.

### Ángulo de fricción

El ángulo de fricción está relacionado con el ángulo máximo posible para la pendiente de un conjunto de dicho material, por lo que es muy común en suelos no cohesivos y para la determinación de la capacidad portante del suelo.

Tabla 15. Ángulo de fricción en cada punto de muestreo.

Calicata	Ángulo de fricción (°)
C-01	14.29
C-02	14.52
C-03	25.94
C-04	26.18
C-05	14.37
C-06	15.03
C-07	14.73
C-08	15.21
C-09	26.52
C-10	25.87

La Tabla 15 muestra los valores obtenidos en cada punto de muestreo, mientras en la Tabla 16 se puede observar los valores promedios del ángulo de fricción para cada sector determinado.

Tabla 16. Ángulo de fricción en cada sector.

Sector	Ángulo de fricción (°)
Sector 1	14.362
Sector 2	18.634
Sector 3	21.461

La Figura 6 muestra gráficamente los valores del ángulo de fricción en cada sector, pudiéndose observar que el sector 3 tiene un alto valor, lo que indica que su composición tiene un buen porcentaje de gravas.

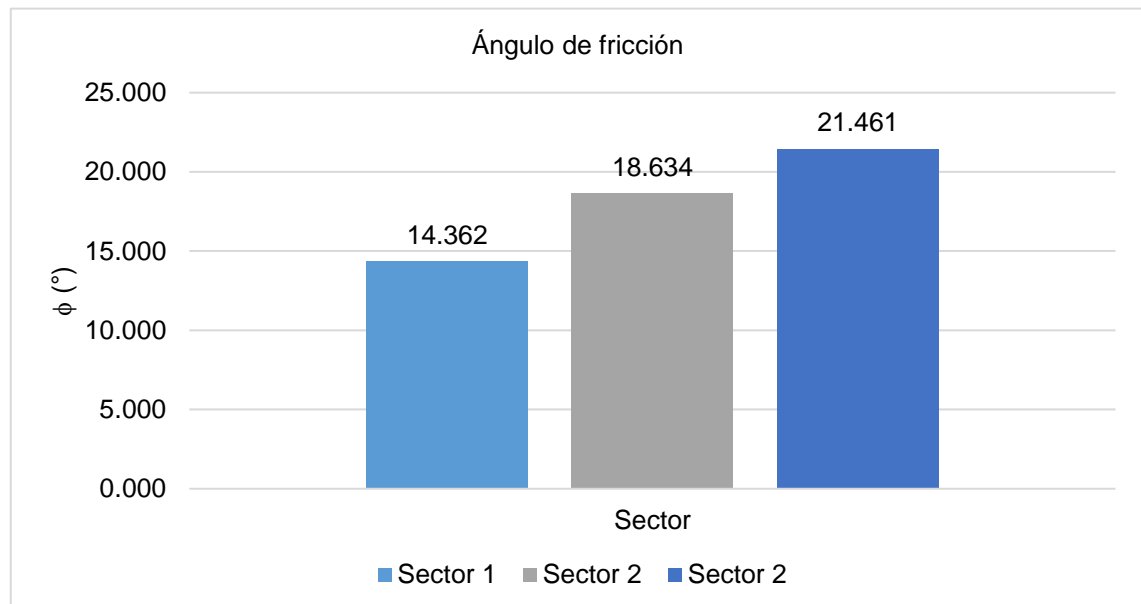


Figura 6. Valores promedios del ángulo de fricción.

### **Cohesión**

La cohesión es una propiedad del suelo en el que las partículas mantienen una unión en base a fuerzas internas, por lo que es un factor importante para la determinación de la capacidad portante en suelo cohesivos, especialmente en suelo finos o que contengan arcillas en su composición como es el caso de la presente investigación.

Tabla 17. Ángulo de cohesión en cada calicata.

Calicata	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
C-01	0.154
C-02	0.148
C-03	0.016
C-04	0.012
C-05	0.14
C-06	0.137
C-07	0.135
C-08	0.129
C-09	0.001
C-10	0.009

La tabla anterior muestra los valores de la cohesión en cada punto de muestreo, la cual para generalizarla en los sectores establecidos se realizó un promedio ponderado en base a su área de influencia, los resultados de dicha inferencia se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Valores promedio de la cohesión en cada sector.

Sector	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
Sector 1	0.152
Sector 2	0.094
Sector 3	0.062

En la Figura 7 se muestra gráficamente los valores de la cohesión, la cual indica que es el sector 1 la que mayor valor presenta, esto debido a que es un suelo arcilloso.

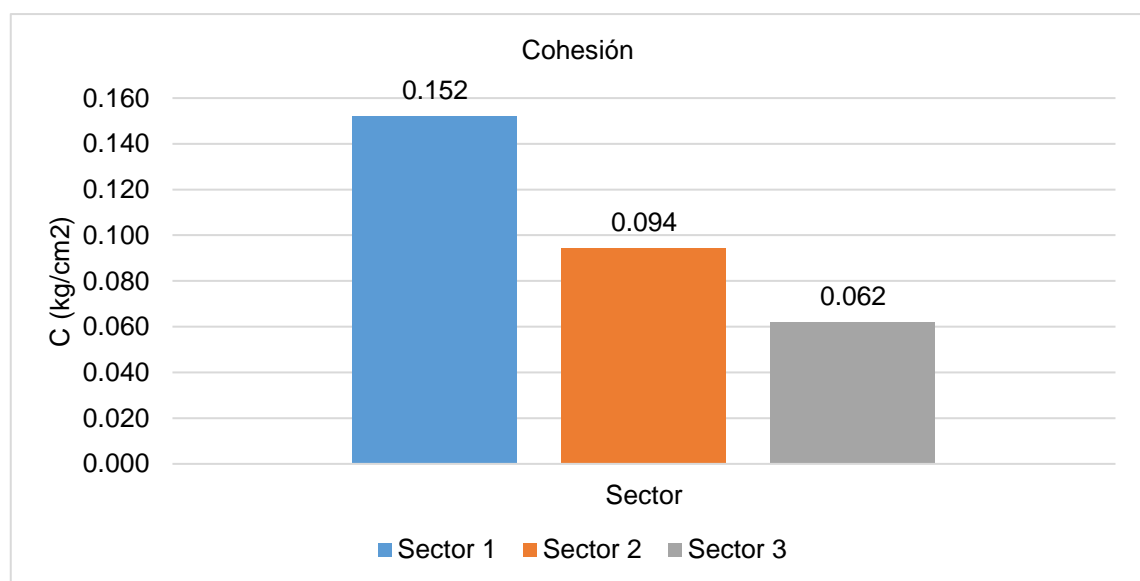


Figura 7. Valores promedios de la cohesión del suelo.



## Nivel freático

De acuerdo al trabajo en campo se pudo determinar lo siguiente:

Tabla 19. Altura del nivel freático en los puntos de muestreo.

Calicata	Profundidad (m)
C-01	2.8
C-02	2.9
C-03	No presenta
C-04	No presenta
C-05	No presenta
C-06	No presenta
C-07	No presenta
C-08	No presenta
C-09	No presenta
C-10	No presenta

Como se observa en la Tabla 19 el nivel freático solo se encontró en la calicata 01 y 02, los cuales se ubican dentro del sector 1 a una profundidad promedio de 2.85 m.

## Agresividad de suelos

La agresividad del suelo se basó principalmente en la determinación de sales, sulfatos y cloruros, los cuales son los principales agentes del deterioro de materiales como el concreto o el acero.

Como se puede observar en la Tabla 20, es innegable la presencia de estos compuestos, sin embargo, la cantidad en que se presenta no resulta dañino a los materiales comunes de construcción.

Tabla 20. Sales, sulfatos y cloruros en los puntos de muestreo.

Calicata	Sales solubles (ppm)	Sulfatos solubles (ppm)	Cloruros solubles (ppm)
C-01	7750	610.39	264.16
C-02	4350	424.67	237.12
C-03	1078	691.8	364
C-04	8419	531	347.36
C-05	6514	750.45	274.56
C-06	1104	397.15	305.76
C-07	9613	487.31	297.44
C-08	4658	480.72	282.88
C-09	8035	519.47	351.52
C-10	7342	693.16	361.92

La determinación de los compuestos químicos agresivos en el suelo para cada sector se determinó de acuerdo a un análisis ponderado, por lo que los valores promedio se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 21. Contenido de sales, sulfatos y cloruros por cada sector.

Sector	Sales solubles (ppm)	Sulfatos solubles (ppm)	Cloruros solubles (ppm)
Sector 1	6678.31	551.85	255.64
Sector 2	4377.89	611.64	312.74
Sector 3	6244.05	574.52	315.74

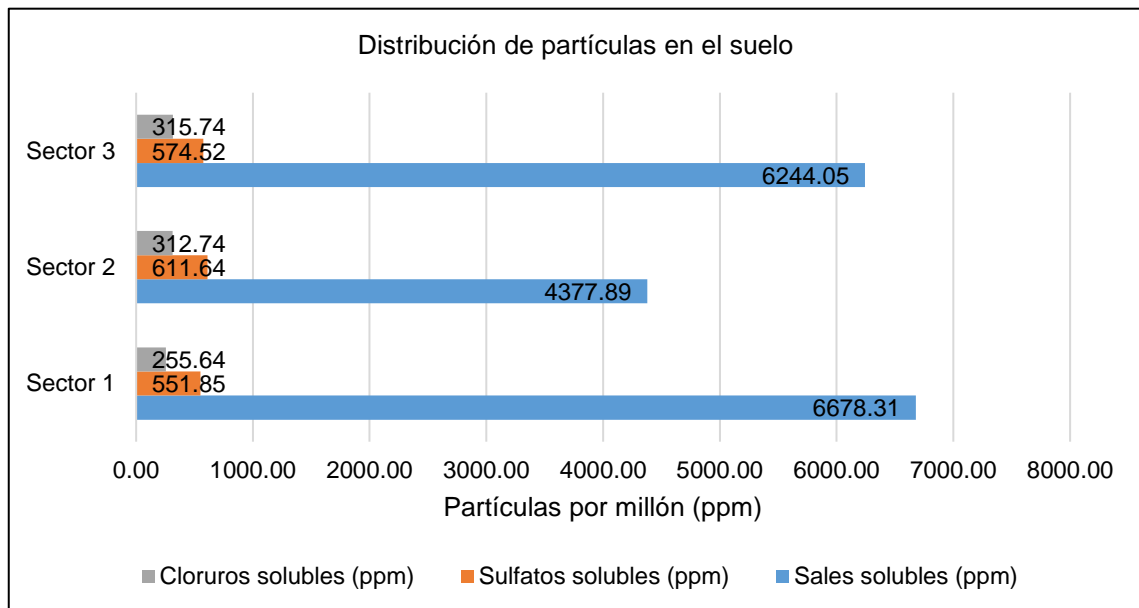


Figura 8. Valores promedio de los cloruros, sulfatos y sales en el suelo.

La Tabla 21 y la Figura 8 muestran la cantidad de elementos agresivos en el suelo por cada sector establecido; sin embargo son consideradas como leve según el estudio de mecánica de suelos. Descartando así el uso de materiales especiales como un tipo de cemento diferente al tipo I.

#### 4.1.3. Características de las cimentaciones superficiales

Los resultados determinados anteriormente proporcionaron los principales parámetros para describir las principales características de las cimentaciones superficiales que deberían considerarse para las construcciones en la zona de investigación; en este sentido para la culminación de este objetivo se ha

realizado el diseño de cimentaciones típicas para viviendas aporricadas de 2 y 3 pisos y para viviendas de albañilería confinada de 2 y 3 pisos de una vivienda unifamiliar.

### Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño son las condiciones iniciales para el modelamiento de una cimentación; para el caso de esta investigación los valores que se muestran en la Tabla 22 se han considerado tanto para el sistema estructural de pórtico y el de albañilería confinada.

Tabla 22. Parámetros de diseño considerado para las cimentaciones.

Descripción	Sector 01	Sector 02	Sector 03
Condición de diseño por capacidad de carga (Cargas a servicio)	D+L	D+L	D+L
Coeficiente de balasto (kg/cm <sup>3</sup> )	2.11	2.56	2.97
Capacidad portante del suelo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.97	1.19	1.42
Condición de diseño por punzonamiento (Cargas ultimas)	1.4D+1.7L	1.4D+1.7L	1.4D+1.7L
Coeficiente de reducción por punzonamiento "Ø"	0.85	0.85	0.85
Condición de diseño por cortante (Cargas ultimas)	1.4D+p1.7L	1.4D+1.7L	1.4D+1.7L
Coeficiente de reducción por cortante "Ø"	0.85	0.85	0.85
Condición de diseño por flexión (Cargas ultimas)	1.4D+1.7L	1.4D+1.7L	1.4D+1.7L
Coeficiente de reducción por flexión "Ø"	0.9	0.9	0.9
Verificación de asentamientos (Cargas a servicio)	D+L	D+L	D+L
Asentamiento tolerable	1"=2.54cm	1"=2.54cm	1"=2.54cm
Asentamiento Diferencial (Artículo 14, E.050)	1/500	1/500	1/500
Dimensiones mínimas de diseño			
Peralte mínimo de las zapatas (capítulo 15-15.7, E.060)	30 cm	30 cm	30 cm
Recubrimiento constructivo (capítulo 7-7.7.1, E.060)	7.00 cm	7.00 cm	7.00 cm
Recubrimiento de diseño	7.50 cm	7.50 cm	7.50 cm

### Vivienda aporricada de 02 pisos

En una vivienda aporricada los principales elementos encargados soportar la sollicitación de peso propio y de sismo son las columnas.

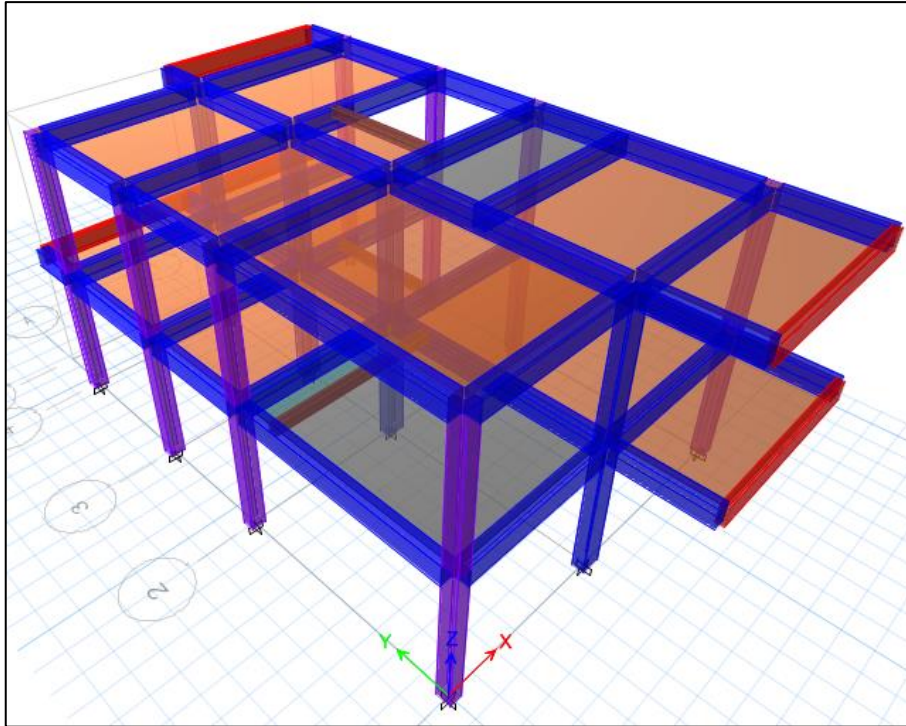


Figura 9. Esquema de modelamiento de una vivienda aporticada de 2 piso.

La figura anterior muestra el esquema de la vivienda aporticada de 2 pisos en el software ETABS; de este modelamiento se han importados cargas para el posterior modelamiento de las cimentaciones.

### **Capacidad de carga**

Con la aplicación del software SAFE, se ha determinado los esfuerzo y fuerzas que la estructura propuesta aplica en el suelo de cada sector. Los valores de la capacidad de carga se muestran en las siguientes figuras:

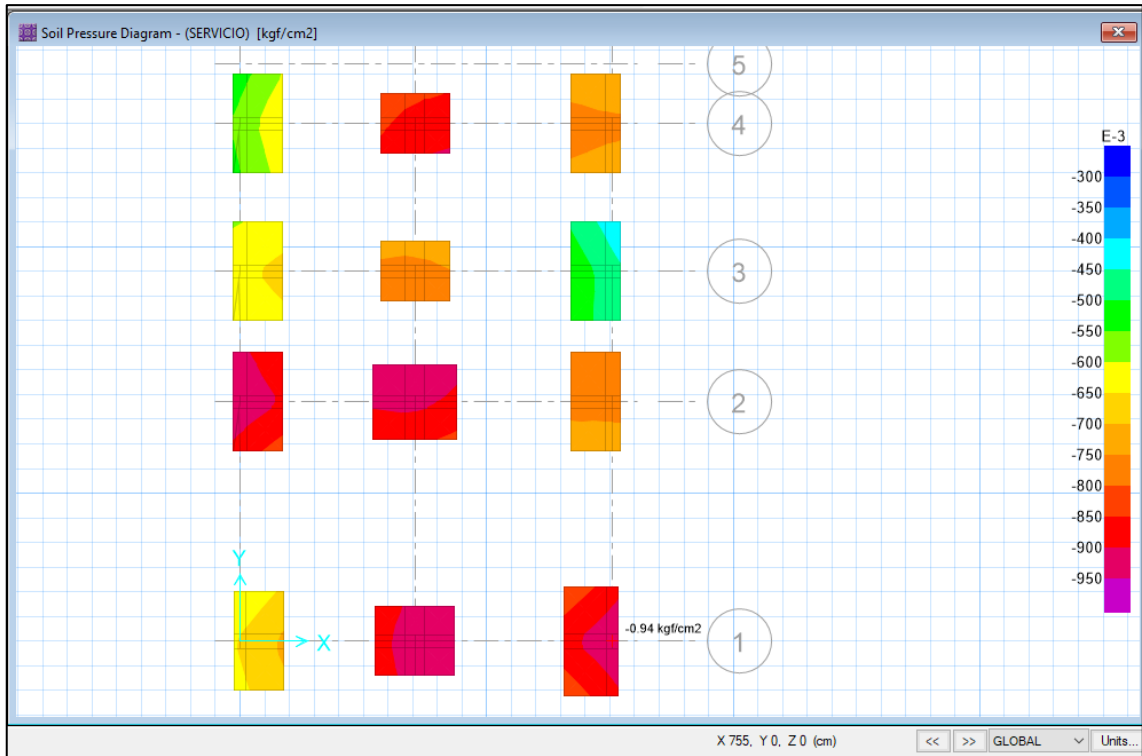


Figura 10. Capacidad de carga en el sector 1.

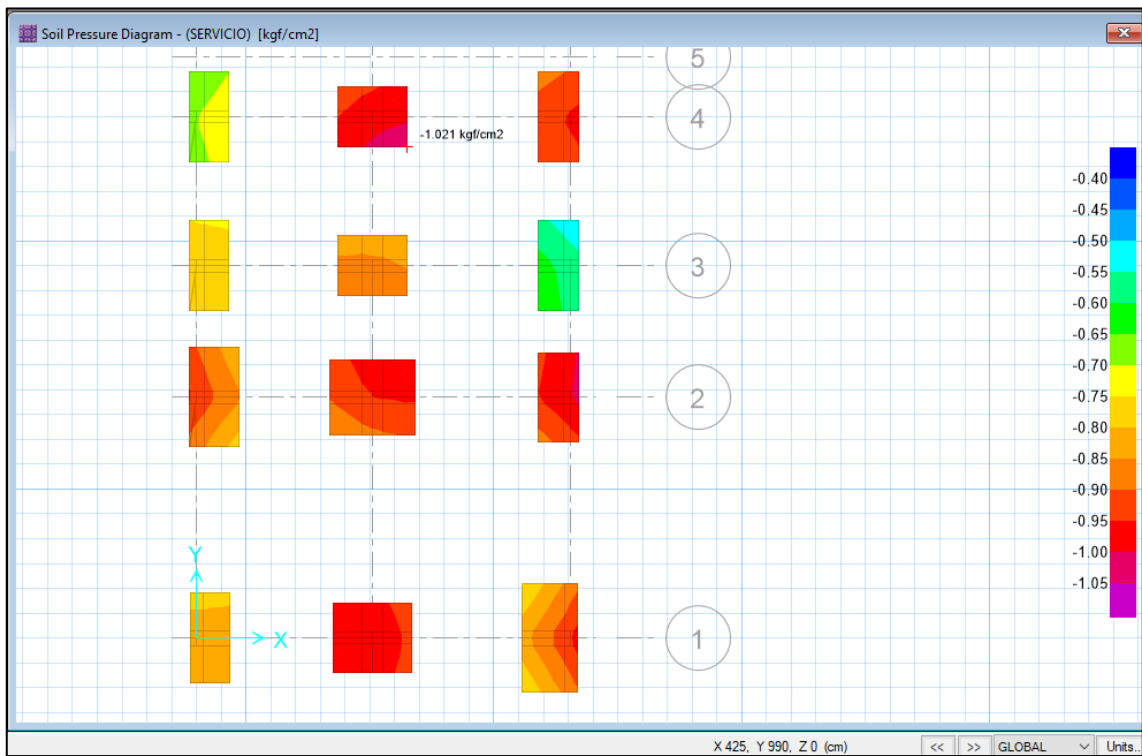


Figura 11. Capacidad de carga en el sector 2.

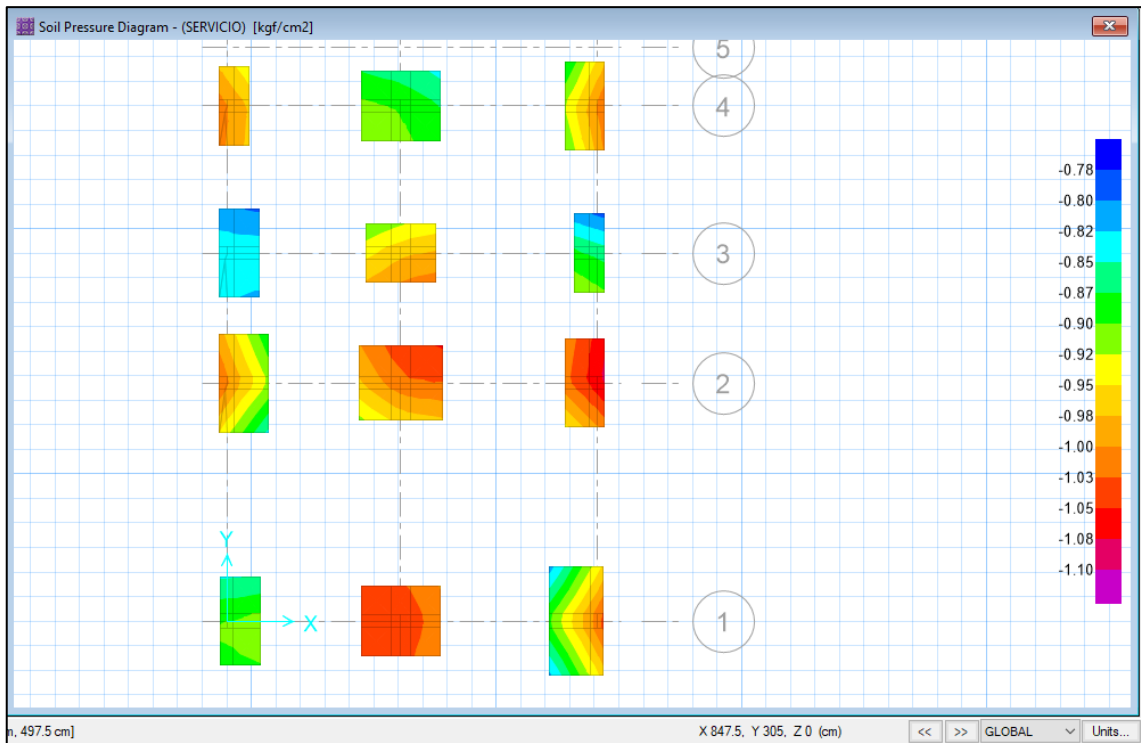


Figura 12. Capacidad de carga en el sector 3.

Como se observan ninguna de las cimentaciones supera los esfuerzos permisibles del suelo.

### Características de cimentación

De acuerdo al análisis con SAFE se ha podido establecer que para viviendas aporticadas de 02 piso en los tres sectores son factibles considerar zapatas aisladas y conectadas (siempre y cuando haya zapatas en límites de propiedad); la profundidad mínima de desplante recomendado es de 1.50m para los sectores 02 y 03, mientras que para el sector 01 la máxima profundidad de desplante es de 1.50 m pues después de esta profundidad la capacidad portante del suelo disminuye. El peralte mínimo de las cimentaciones para este tipo de viviendas debe ser de 0.30m, mientras que para la viga de cimentación es de 0.25 x 0.50m. Por otra parte, la distribución del refuerzo estructural se precisa en la siguiente tabla y en los planos.

Tabla 23. Características de la cimentación para una vivienda aporcada de 02 pisos.

Descripción	Sector 01	Sector 02	Sector 03
Tipo de cimentación recomendada	Zapata aislada Zapata Conectada	Zapata aislada Zapata Conectada	Zapata aislada Zapata Conectada
Profundidad de la cimentación (Df)	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Altura de la zapata	0.30 m	0.30 m	0.30 m
Acero de refuerzo (Zapata aislada)	Superior (no necesita) Inferior $\varnothing 1/2''$ @0.30	Superior (no necesita) Inferior $\varnothing 1/2''$ @0.30	Superior (no necesita) Inferior $\varnothing 1/2''$ @0.30
Viga de cimentación	0.25x50m	0.25x50m	0.25x50m
Acero de refuerzo (Viga de cimentación)	Superior $2\varnothing 5/8''$ Inferior $2\varnothing 5/8''$ Est. $\varnothing 3/8''$ 1@0.05 Rto. @0.20 c/e	Superior $2\varnothing 5/8''$ Inferior $2\varnothing 5/8''$ Est. $\varnothing 3/8''$ 1@0.05 Rto. @0.20 c/e	Superior $2\varnothing 5/8''$ Inferior $2\varnothing 5/8''$ Est. $\varnothing 3/8''$ 1@0.05 Rto. @0.20 c/e

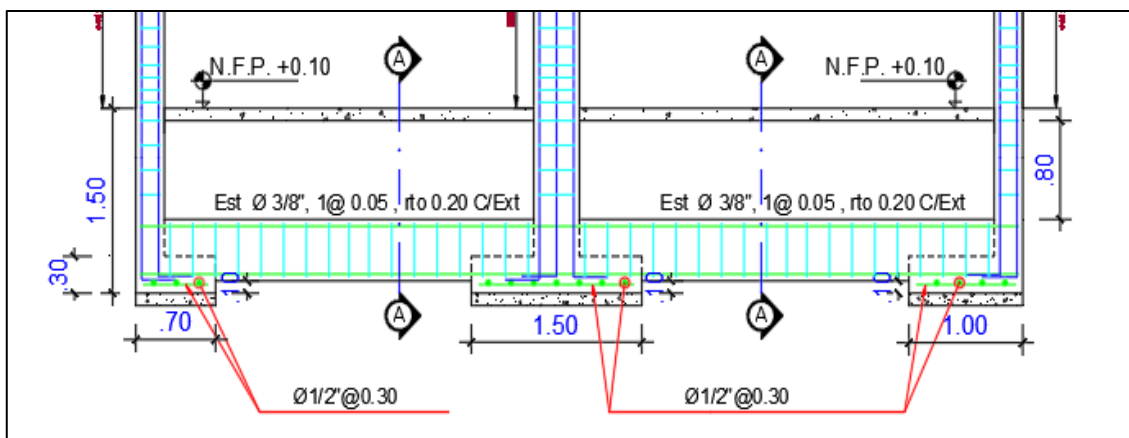


Figura 13. Detalle estructural de una zapata conectada típica.

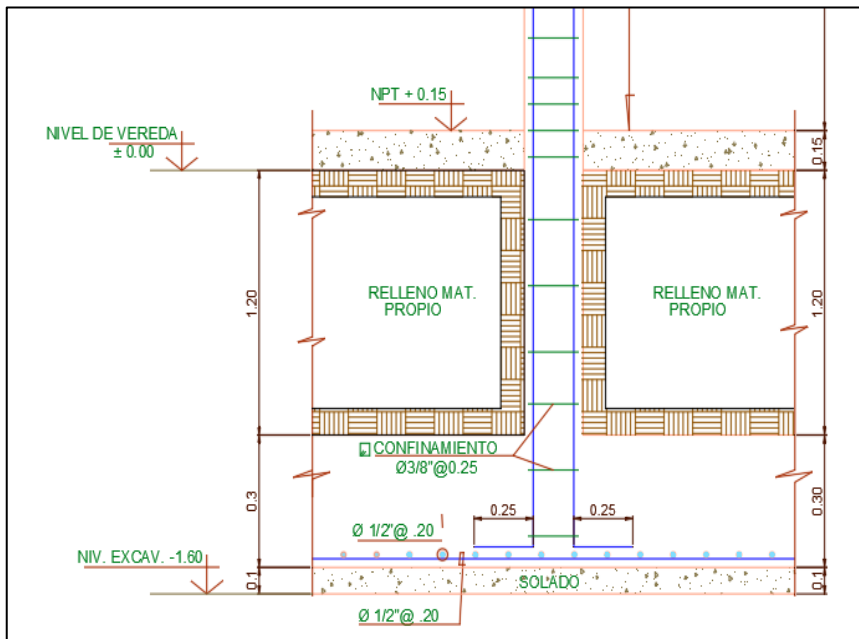


Figura 14. Detalle estructural de una zapata aislada típica.

La Figura 13 y Figura 14 muestra esquemáticamente las secciones y distribución de una zapata conectada y un aislada para viviendas aporricadas de 02 pisos, las secciones y distribuciones de acero fueron obtenidas en SAFE considerando todas las verificaciones necesarias que el reglamento exige.

### **Vivienda aporricada de 03 pisos**

El incremento en un piso en la edificación varía las dimensiones de la cimentación, debido esencialmente al tipo de suelo y su capacidad portante.

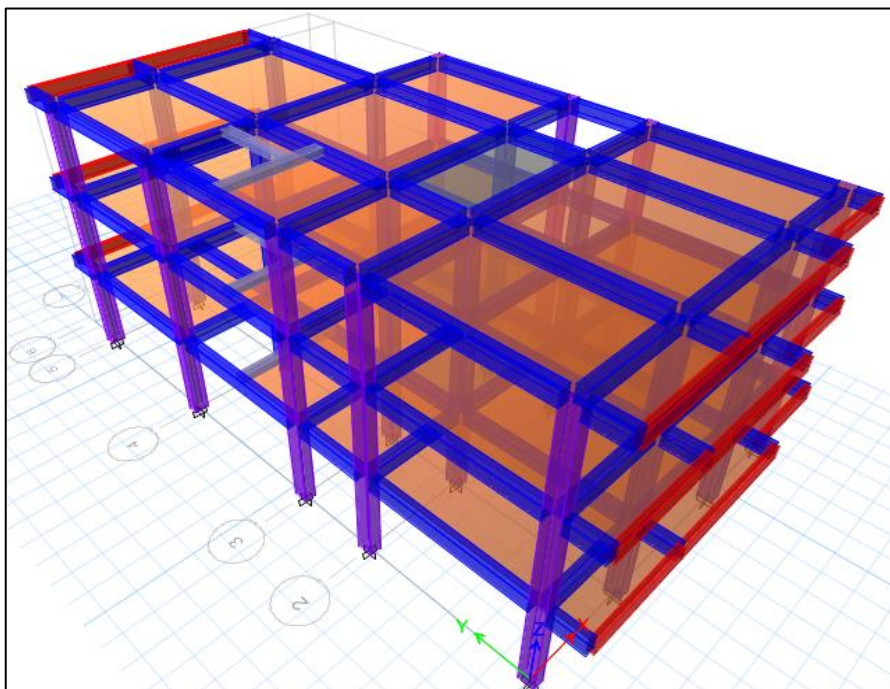


Figura 15. Esquema de modelamiento de vivienda aporricada de 3 pisos.

La figura anterior muestra el esquema para el modelamiento en ETABS, de las cuales se exportaron las cargas para el diseño de las cimentaciones.

### **Capacidad de carga**

El incremento de un piso en la edificación incrementa los esfuerzos en el suelo y por ende las dimensiones y tipos de cimentaciones, tal como se puede observar en las siguientes figuras.



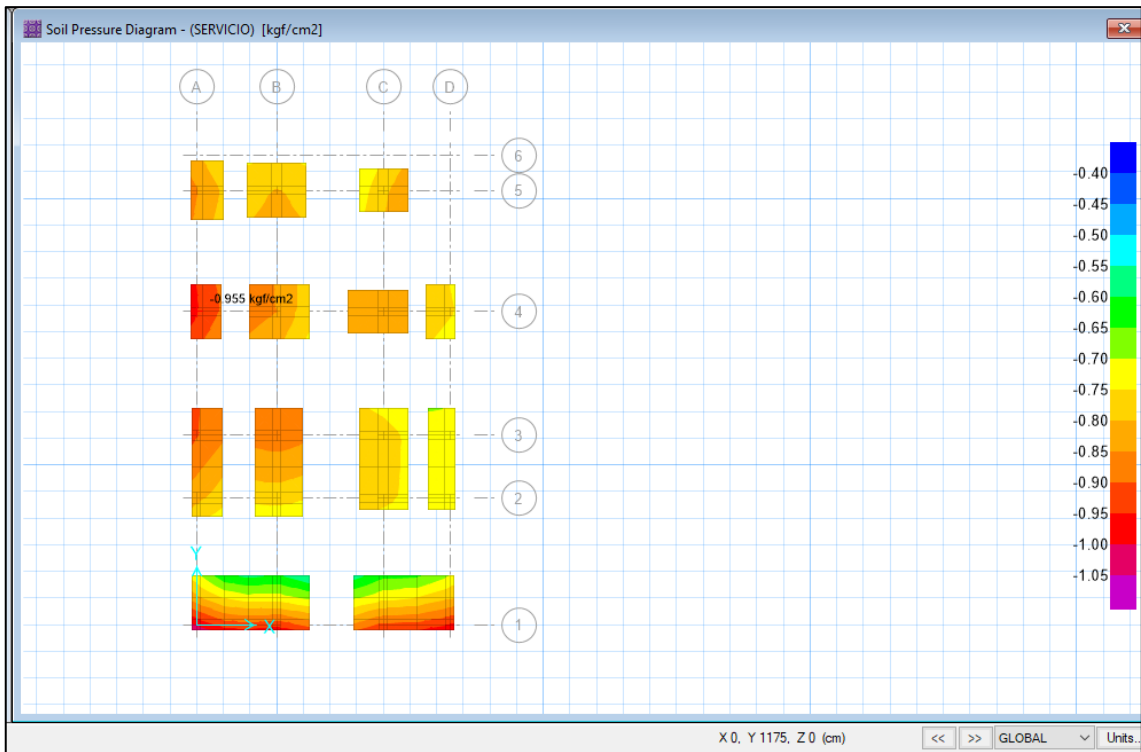


Figura 16. Capacidad de carga en el sector 1.

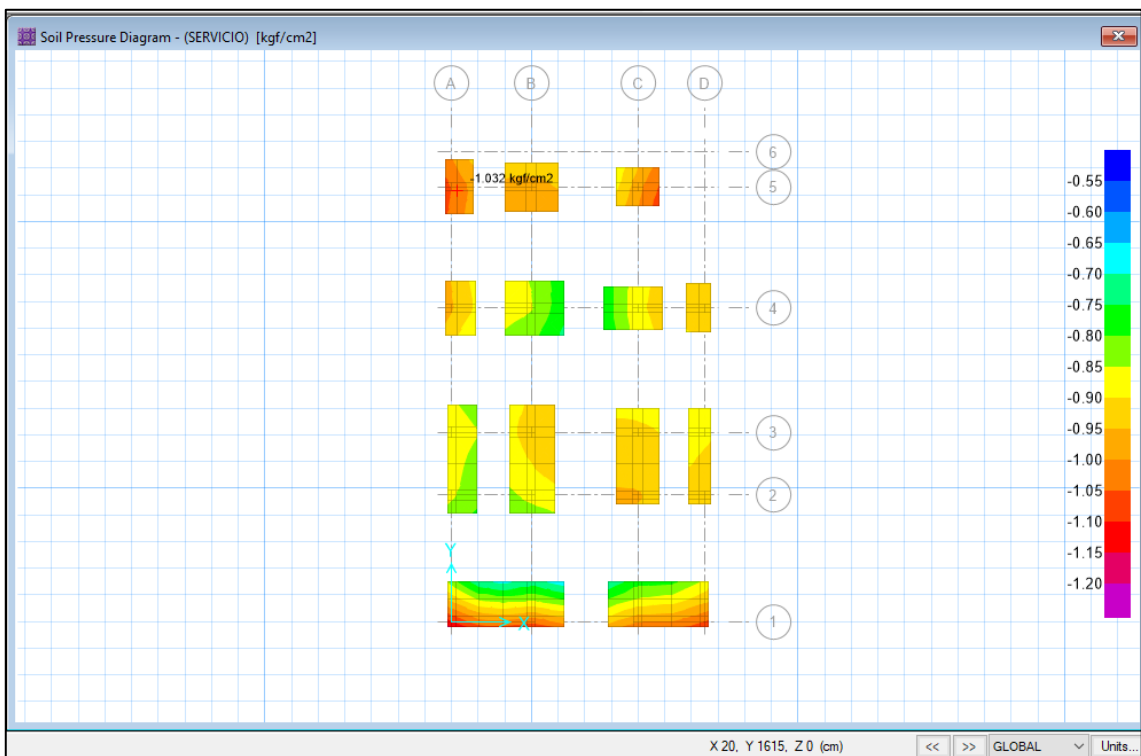


Figura 17. Capacidad de carga en el sector 2.

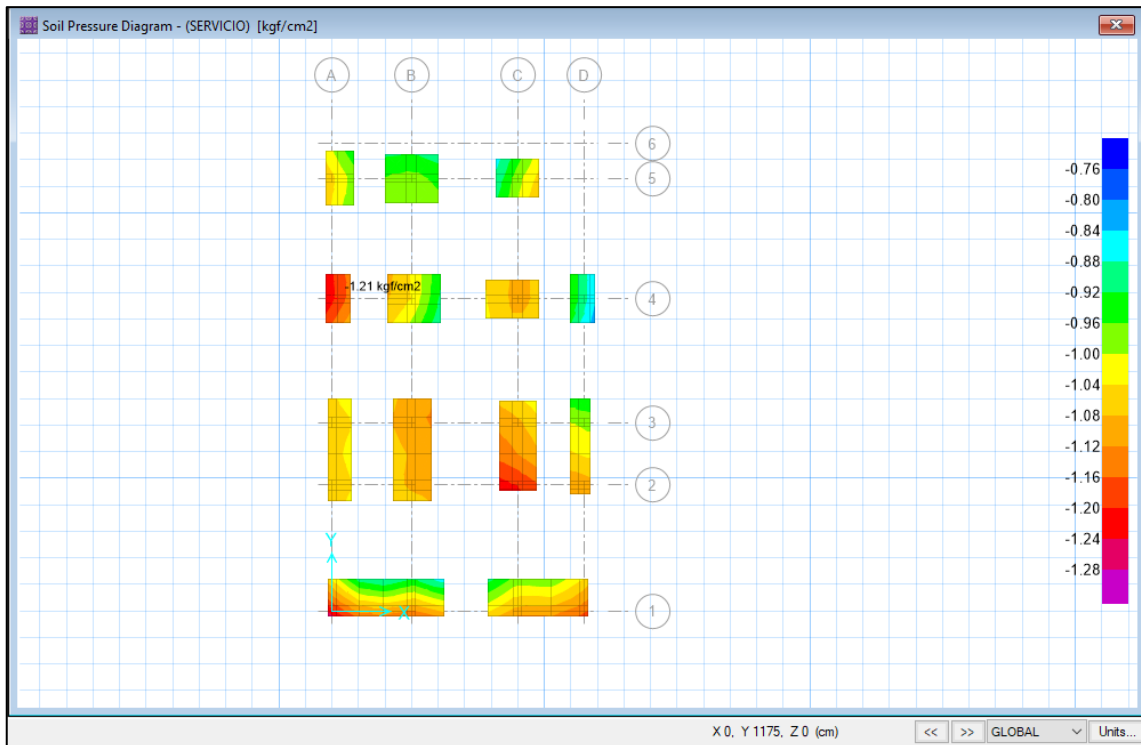


Figura 18. Capacidad de carga en el sector 3.

### Características de cimentación

Del modelamiento con SAFE se ha podido establecer que para viviendas aporticadas de 03 piso en los tres sectores son factibles considerar zapatas aisladas, conectadas y combinadas (siempre y cuando haya zapatas en límites de propiedad o si la distancia entre ellas es menor a 0.50m); la profundidad mínima de desplante recomendado es de 1.50m para los sectores 02 y 03, mientras que para el sector 01 la máxima profundidad de desplante es de 1.50m pues después de esta profundidad la capacidad portante del suelo disminuye.

El peralte mínimo de las cimentaciones para este tipo de viviendas debe ser de 0.40m, mientras que la sección mínima de la viga de cimentación es de 0.30 x 0.60 m.

La distribución del refuerzo estructural se precisa en la siguiente tabla y en los planos.

Tabla 24. Características de la cimentación para una vivienda aporricada de 03 pisos.

Descripción	Sector 01	Sector 02	Sector 03
Tipo de cimentación	Zapata aislada	Zapata aislada	Zapata aislada
	Zapata Combinada	Zapata Combinada	Zapata Combinada
	Zapata Conectada	Zapata Conectada	Zapata Conectada
Profundidad de la cimentación	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Altura de la zapata	0.40 m	0.40 m	0.40 m
Acero de refuerzo (Zapata aislada)	Superior (no necesita)	Superior (no necesita)	Superior (no necesita)
	Inferior Ø1/2" @0.20	Inferior Ø1/2" @0.20	Inferior Ø1/2" @0.20
Acero de refuerzo (Zapata combinada)	Superior Ø1/2" @0.20	Superior Ø1/2" @0.20	Superior Ø1/2" @0.20
	Inferior Ø1/2" @0.20	Inferior Ø1/2" @0.20	Inferior Ø1/2" @0.20
Viga de cimentación	0.30x60m	0.30x60m	0.30x60m
Acero de refuerzo (Viga de cimentación)	Sup. 3Ø5/8"	Sup. 3Ø5/8"	Sup. 3Ø5/8"
	Inf. 2Ø5/8"+ 1Ø1/2"	Inf. 2Ø5/8"+ 1Ø1/2"	Inf. 2Ø5/8"+ 1Ø1/2"
	Est. Ø3/8" 1 @0.05, 1 @0.10, Rto. @0.20 c/e	Est. Ø3/8" 1 @0.05, 1 @0.10, Rto. @0.20 c/e	Est. Ø3/8" 1 @0.05, 1 @0.10, Rto. @0.20 c/e

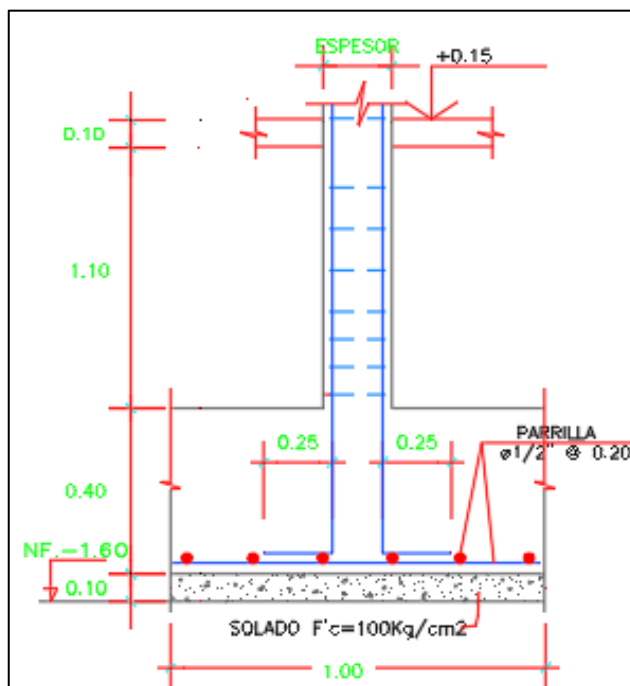


Figura 19. Detalle estructural de una zapata aislada típica.

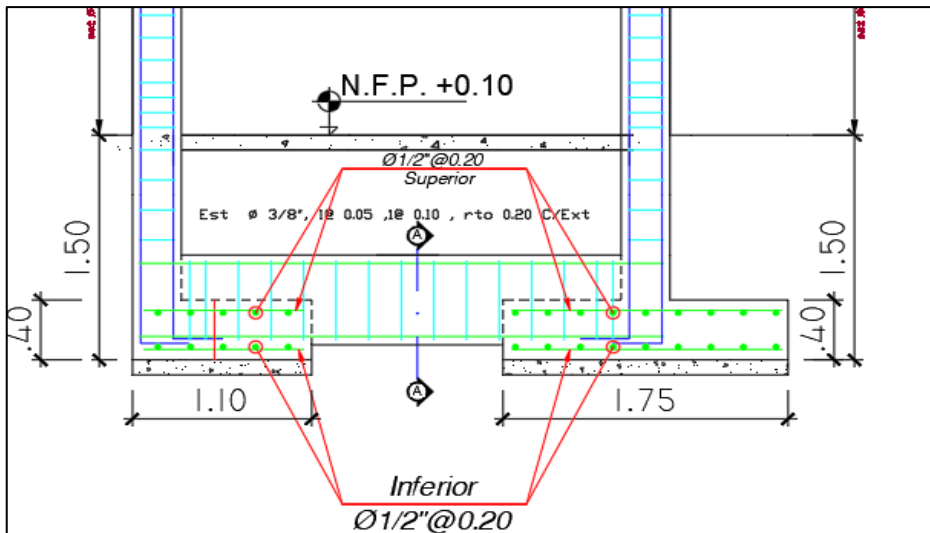


Figura 20. Detalle estructural de una zapata conectada típica.

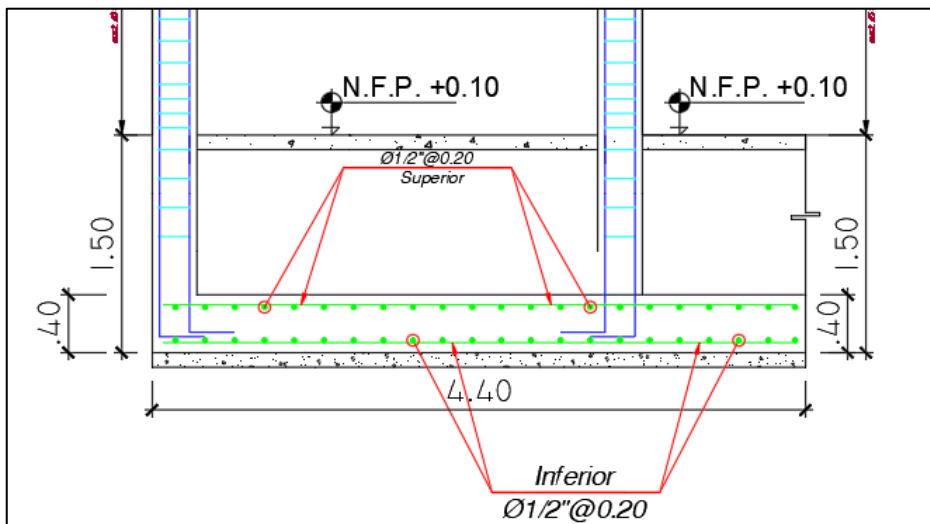


Figura 21. Detalle estructural de una zapata combinada típica.

Las figuras mostradas dan detalles de la distribución del acero en cada tipo de cimentación que se presente en una edificación de 03 pisos unifamiliar.

### **Vivienda de albañilería confinada de 02 pisos**

La construcción de viviendas de albañilería confinada es una de las alternativas que los pobladores adoptan para la construcción de sus viviendas, debido en gran medida a que es la técnica que los maestros de obra más dominan y es la más económica, razón por la cual en la presente investigación

se planteó determinar las características mínimas que estas debería cumplir para una vivienda de 02 pisos.

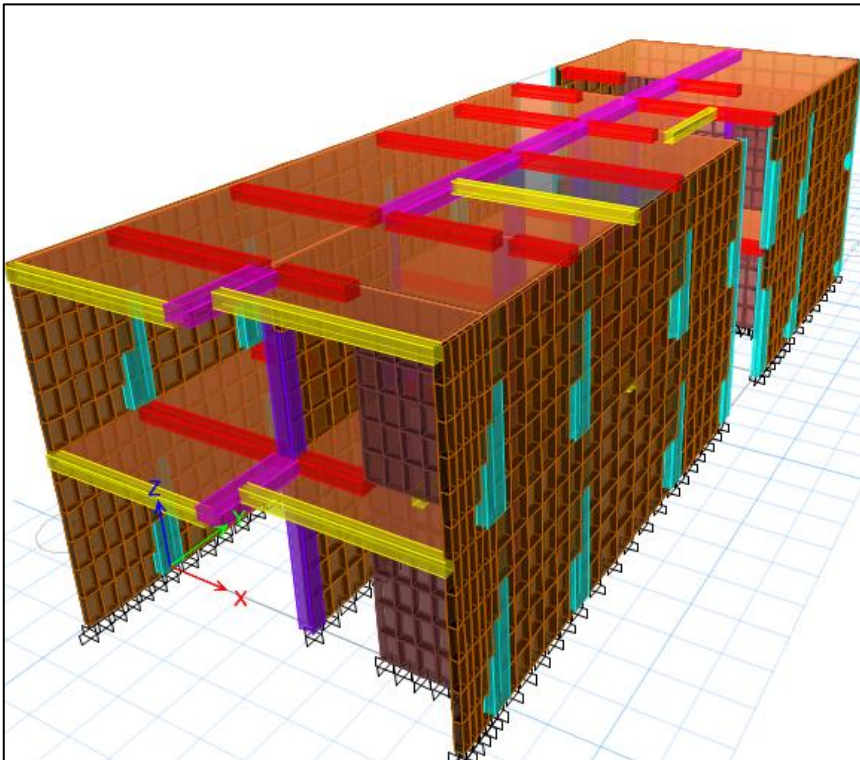


Figura 22. Esquema de modelamiento de una vivienda de albañilería confinada de 2 pisos.

La Figura 22 muestra el esquema para el modelamiento en ETABS de una vivienda de albañilería confinada, de este modelo se exportaron las cargas para el posterior modelamiento de las cimentaciones.

### **Capacidad de carga**

Con la aplicación del software SAFE, se ha determinado los esfuerzo y fuerzas que la estructura propuesta aplica en el suelo de cada sector.

La particularidad de este sistema estructural es que las fuerzas son transmitidas a través de los muros portantes al suelo mediante cimentación corrida.

Los valores de la capacidad de carga del suelo se muestran en las siguientes figuras:

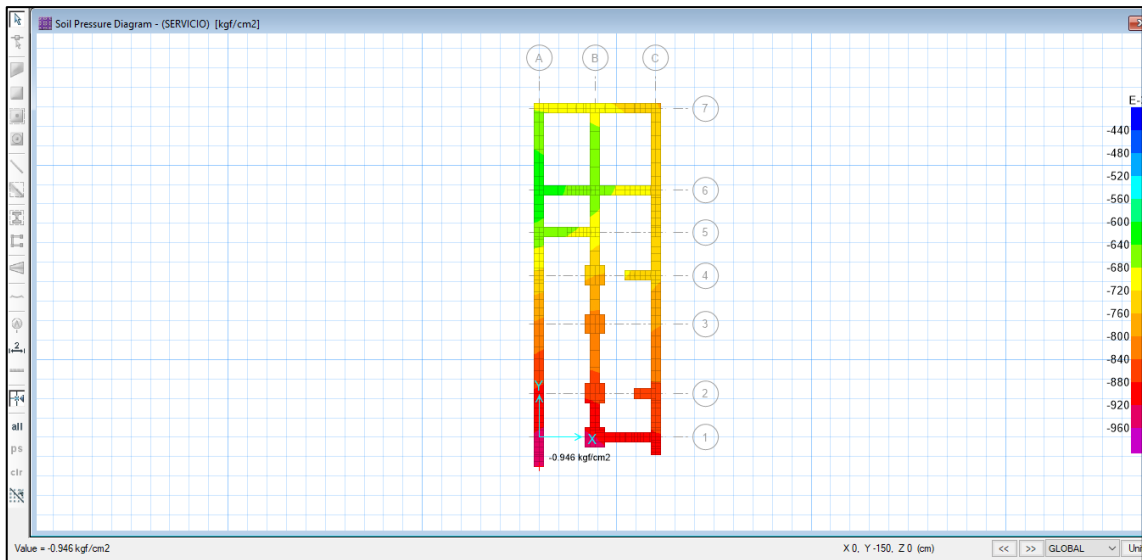


Figura 23. Capacidad de carga en el sector 1.

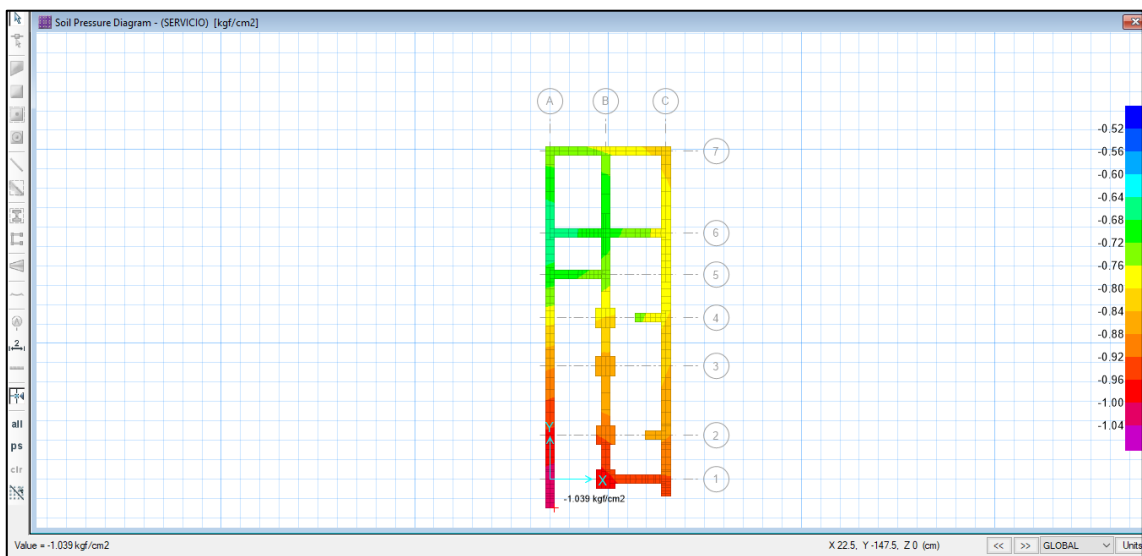


Figura 24. Capacidad de carga en el sector 2.

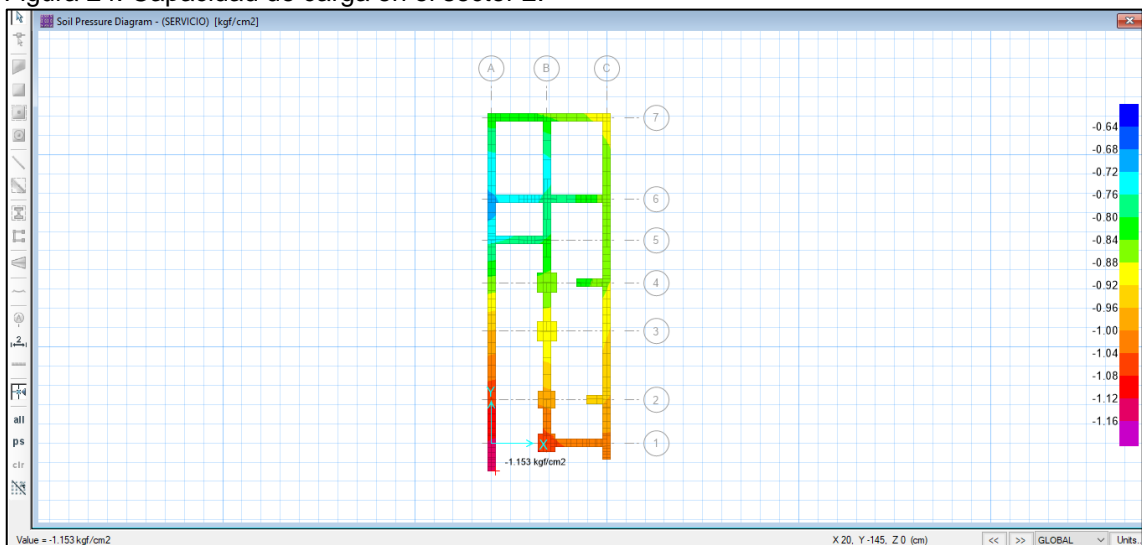


Figura 25. Capacidad de carga en el sector 3.

## Características de cimentación

Del modelamiento con SAFE se ha podido establecer que para viviendas de albañilería confinada de 02 pisos en los tres sectores son factibles considerar zapatas aisladas y cimientos corridos; la profundidad mínima de desplante recomendado es de 1.50m para los sectores 02 y 03, mientras que para el sector 01 la máxima profundidad de desplante es de 1.50 m pues después de esta profundidad la capacidad portante del suelo disminuye.

El peralte mínimo de las zapatas aisladas debe ser de 0.40m, mientras que de los cimientos corridos deben tener una altura mínima de 0.60 m y un ancho de 0.50, 0.45, 0.40 m para el sector 1,2 y 3 respectivamente.

La distribución del refuerzo estructural de la zapata aislada se precisa en la siguiente tabla y en los planos.

Tabla 25. Características de la cimentación para una vivienda de albañilería confinada de 02 pisos.

Descripción	Sector 01	Sector 02	Sector 03
Tipo de cimentación	Zapata aislada Cimientos corridos	Zapata aislada Cimientos corridos	Zapata aislada Cimientos corridos
Profundidad de la cimentación	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Altura de la zapata	0.40 m	0.40 m	0.40 m
Acero de refuerzo (Zapata aislada)	Superior (no necesita) Inferior Ø1/2" @0.20	Superior (no necesita) Inferior Ø1/2" @0.20	Superior (no necesita) Inferior Ø1/2" @0.20
Cimientos corridos	Ancho: 0.50m Alto: 0.60m	Ancho: 0.45m Alto: 0.60m	Ancho: 0.40m Alto: 0.60m

Para un mejor entendimiento de las secciones que se deben considerar al momento de construir sistemas de albañilería confinada en la Figura 26 y la Figura 27 se muestran sus detalles.

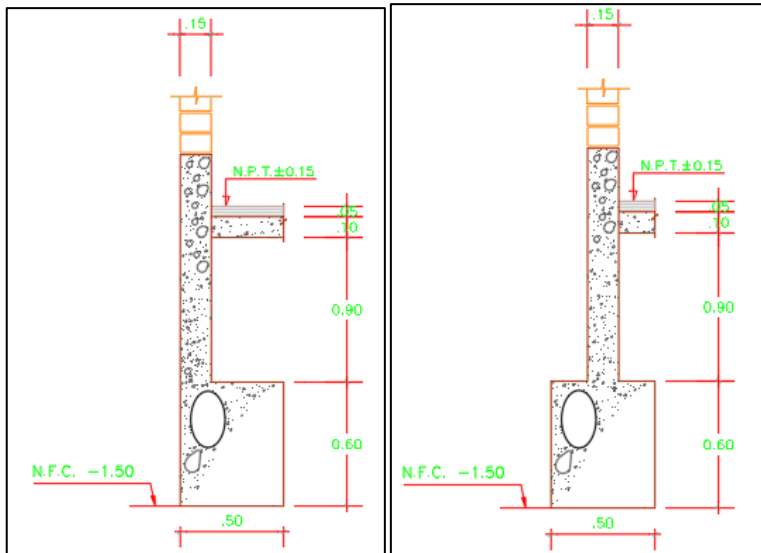


Figura 26. Detalle de las cimentaciones corridas típicas.

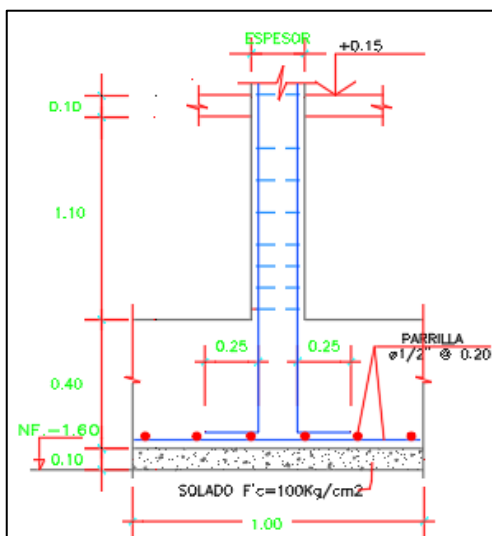


Figura 27. Detalle estructural de una zapata aislada típica.

### Vivienda de albañilería confinada de 03 pisos

Para el diseño de las cimentaciones de una vivienda de albañilería confinada de 03 pisos se ha planteado un modelo en ETABS de las cuales se han exportado las fuerzas actuantes para el posterior diseño en SAFE.



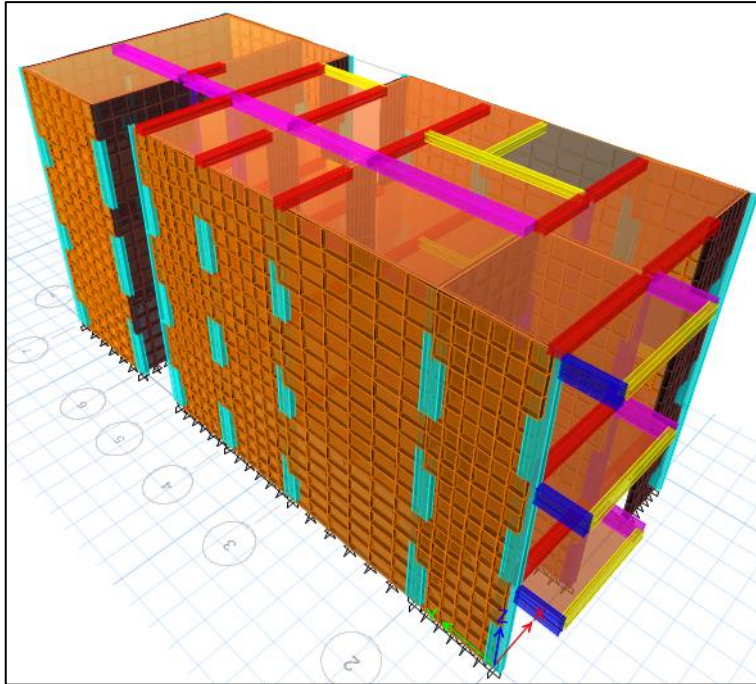


Figura 28. Esquema de modelamiento de una vivienda de albañilería confinada de 3 pisos.

### Capacidad de carga

El incremento de un piso en la edificación incrementa las dimensiones de los cimientos tal como se muestra a continuación:

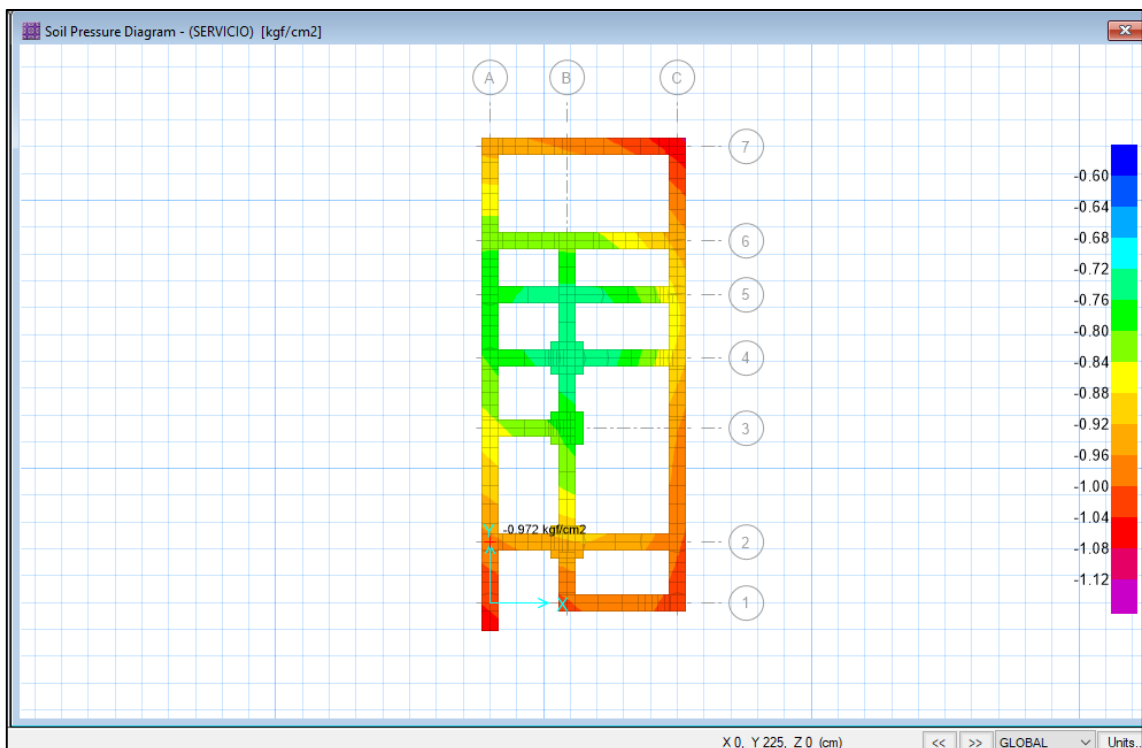


Figura 29. Capacidad de carga en el sector 1.

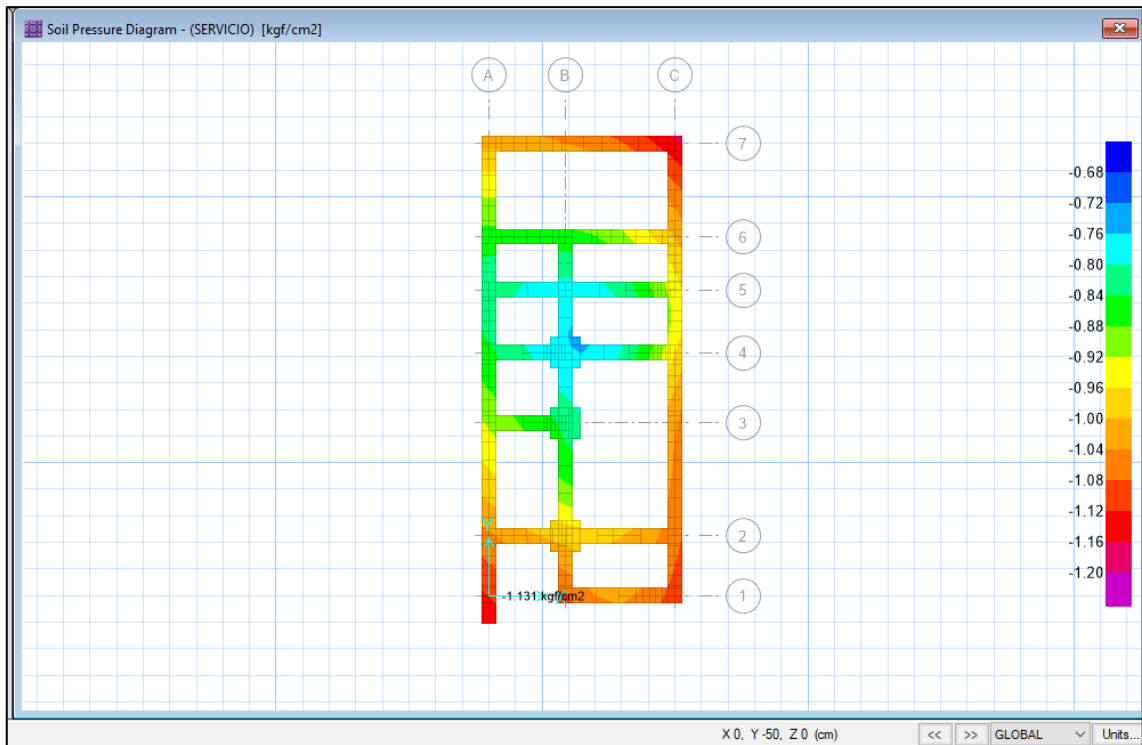


Figura 30. Capacidad de carga en el sector 2.

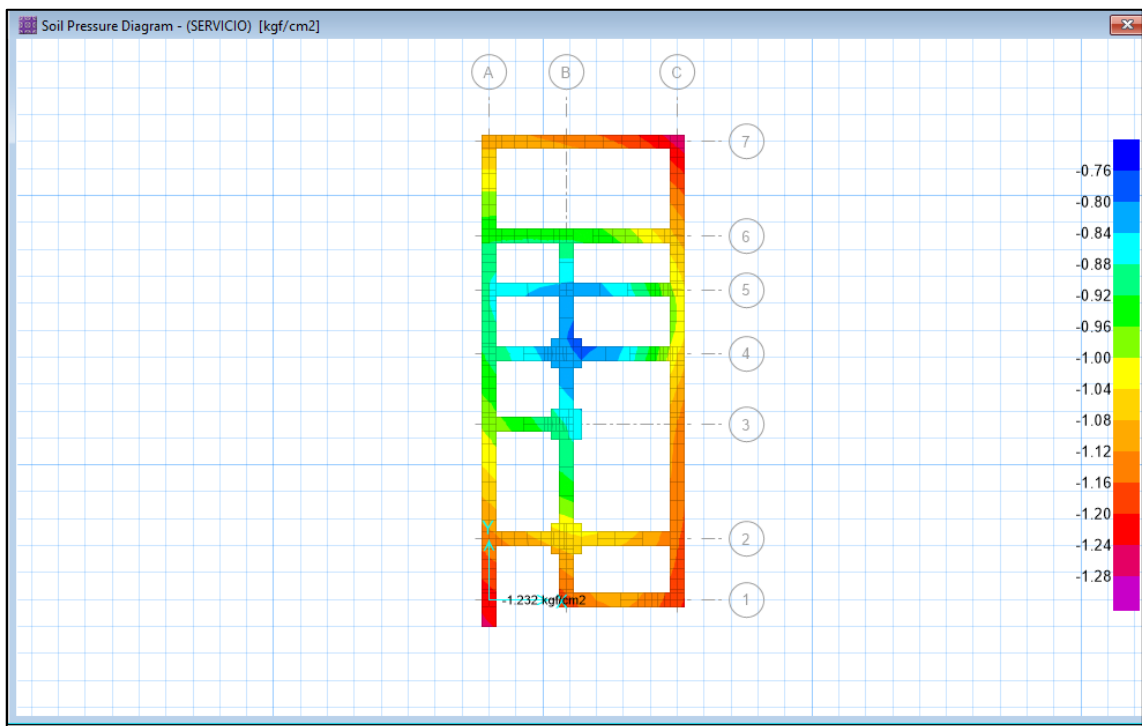


Figura 31. Capacidad de carga en el sector 3.

### Características de cimentación

Del modelamiento con SAFE se ha podido establecer que para viviendas de albañilería confinada de 03 pisos en los tres sectores son factibles considerar

zapatas aisladas y cimientos corridos; la profundidad mínima de desplante recomendado es de 1.50m para los sectores 02 y 03, mientras que para el sector 01 la máxima profundidad de desplante es de 1.50 m pues después de esta profundidad la capacidad portante del suelo disminuye.

El peralte mínimo de las zapatas aisladas debe ser de 0.60 m, mientras que de los cimientos corridos deben tener un alto de 0.80 m y un ancho de 0.60, 0.55, 0.50 m para el sector 1, 2 y 3 respectivamente.

La distribución del refuerzo estructural se precisa en la siguiente tabla y en los planos.

Tabla 26. Características de la cimentación para una vivienda de albañilería confinada de 03 pisos.

Descripción	Sector 01	Sector 02	Sector 03
Tipo de cimentación	Zapata aislada	Zapata aislada	Zapata aislada
	Cimientos corridos	Cimientos corridos	Cimientos corridos
Profundidad de la cimentación	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Altura de la zapata	0.60 m	0.60 m	0.60 m
Acero de refuerzo (Zapata aislada)	Superior (no necesita)	Superior (no necesita)	Superior (no necesita)
	Inferior Ø1/2" @0.15	Inferior Ø1/2" @0.15	Inferior Ø1/2" @0.15
Cimientos corridos	Ancho: 0.60m	Ancho: 0.55m	Ancho: 0.50m
	Alto: 0.80m	Alto: 0.80m	Alto: 0.80m

Para un mejor entendimiento de las secciones que se deben considerar al momento de construir sistemas de albañilería confinada las siguientes figuras muestran sus detalles

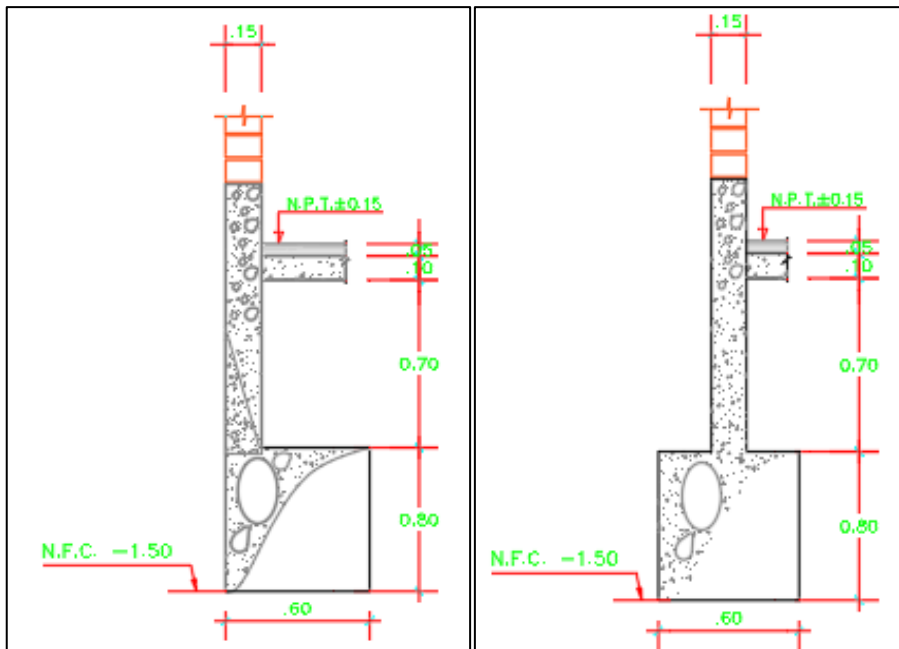


Figura 32. Detalle de las cimentaciones corridas típicas.

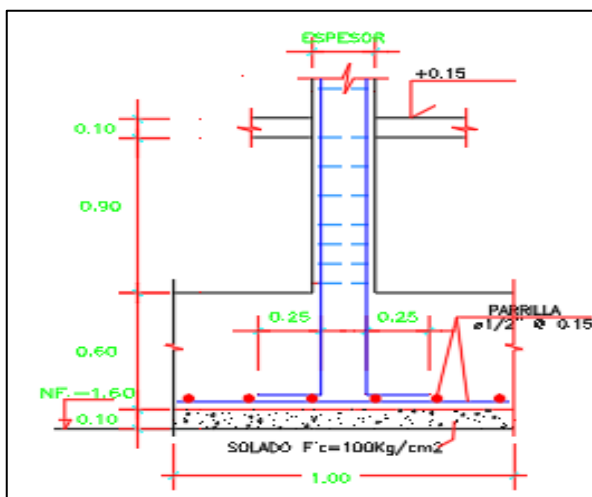


Figura 33. Detalle estructural de una zapata aislada típica.

Como se muestra los resultados dan a entender que es necesario zonificar las urbes para tener, por lo menos, una aproximación de las características mínimas de las cimentaciones que se deben considerar para las edificaciones de 02 y 03 piso que es la aparece con mayor frecuencia en la zona de investigación.

## **4.2. Contrastación de hipótesis**

### **4.2.1. Contrastación de la hipótesis general**

**Hipótesis nula:** La capacidad portante del suelo determina la zonificación y características de las cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas.

**Hipótesis alterna:** La capacidad portante del suelo no determina la zonificación y características de las cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas.

#### **Conclusión técnica:**

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el análisis en laboratorio de muestras de suelos se pudo determinar que la capacidad portante determinan la zonificación y las características de las superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas; por lo que se da por aceptada la hipótesis nula.

### **4.2.2. Hipótesis específica 1**

**Hipótesis nula:** La zonificación según la capacidad portante del suelo en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas serán 3 sectores.

**Hipótesis alterna:** La zonificación según la capacidad portante del suelo en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas no serán 3 sectores.

#### **Conclusión técnica:**

De acuerdo a los resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos se da por aceptada la hipótesis nula, siendo así que, el sector Lagunillas del anexo de Cochas Grandes se ha clasificado en 3 sectores en base a su capacidad portante y otras características del suelo.

#### **4.2.3. Hipótesis específica 2**

**Hipótesis nula:** Las características del suelo en cada sector del anexo Cochas Grande – Sector Lagunillas será de acuerdo a la granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, clasificación de suelos, peso específico, ángulo de fricción, cohesión, nivel freático y agresividad de suelos.

**Hipótesis alterna:** Las características del suelo en cada sector del anexo Cochas Grande – Sector Lagunillas no será de acuerdo a la granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, clasificación de suelos, peso específico, ángulo de fricción, cohesión, nivel freático y agresividad de suelos.

#### **Conclusión técnica:**

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio se da por aceptada la hipótesis nula, siendo así que, para caracterizar cada sector determinado fue necesario establecer los valores de la granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, clasificación de suelos, peso específico, ángulo de fricción, cohesión, nivel freático y agresividad de suelos.

#### **4.2.4. Hipótesis específica 3**

**Hipótesis nula:** Las características que deberá presentar las cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas, están en función al tipo de cimentación, dimensiones y profundidad de desplante.

**Hipótesis alterna:** Las características que deberá presentar las cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas, están en función al tipo de cimentación, dimensiones y profundidad de desplante.

**Conclusión técnica:**

De acuerdo a los resultados obtenidos con la aplicación de softwares especializados en cimentaciones se da por aceptada la hipótesis nula, siendo así que, las características principales de las cimentaciones superficiales en el sector Lagunillas están en función de sus dimensiones y profundidad de desplante.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. Zonificación en base a la capacidad portante del suelo**

Para la zonificación del suelo se tuvo que ponderar los valores de la capacidad portante obtenidos en cada punto de muestreo con su área de influencia (ver Tabla 3 y anexo de planos).

Del trabajo en laboratorio se obtuvo que la capacidad portante a una profundidad de 3.00 m más baja se encuentra en el sector 1 con  $0.81 \text{ kg/cm}^2$  y la más alta el sector 3 con  $2.26 \text{ kg/cm}^2$ ; sin embargo, a una profundidad de 1.50 m estos valores disminuyen tal como se puede ver en la Tabla 4, pero la particularidad surge en el sector 1 en la que en vez de disminuir esta aumenta, debido principalmente al nivel freático, siendo por ende la zona en la que mayor énfasis se debe tomar al momento de plantear edificaciones de gran tamaño o mayores a las analizadas en esta investigación.

#### **5.2. Características del suelo en cada sector**

La caracterización de los suelos estuvo realizada en base a parámetros establecidos en el reglamento vigente, y obtenidos de una profundidad de 3.00m,



cada muestra fue llevada a laboratorio en donde se le practicaron ensayos con la finalidad de obtener la capacidad portante del suelo.

La zonificación se estableció en tres sectores, según los valores promedios de la capacidad portante del suelo que se indicará en el siguiente ítem.

En base a lo mencionado el primer aspecto analizado fue la granulometría del suelo, de acuerdo a la Tabla 6 el tipo de partícula predominante en toda el área de estudio es el fino, especialmente en el sector 1 llegando en promedio hasta un 80 % de cada muestra obtenida, esto da indicios de que la capacidad portante del suelo en todos los sectores son bajos, tal como menciona Briones e Irigoien (2015).

El contenido de humedad del suelo en el área de estudio es de 8.67 % en el sector 3, el cual es el valor más alto, si se compran con los límites de plasticidad y liquidez, este valor no supera dichos límites, por lo que es factible esperar un buen comportamiento del suelo ante solicitudes externas; otros aspecto a rescatar en este punto es que este valor no es constante tal como refiere Castillo (2017), pues los aspectos climáticos pueden hacerla variar; sin embargo, en la presente investigación los valores obtenidos se consideran como críticos debido a que la muestra se obtuvo en épocas de lluvias.

Otro aspecto importante, no solo para la clasificación del suelo, sino también para determinar el estado del suelo, son los límites de Atterberg o consistencia, este nos indica que, de acuerdo a la Tabla 11 y en base a lo mencionado sobre la granulometría, los suelos analizados son plásticos, pues los límites plásticos son menores que los límites líquidos, esto de acuerdo a la norma I.N.V. E-126-07 establecida por el Instituto Nacional de Vías (2002).

Una vez determinado los valores de la granulometría y los límites de Atterberg, se procedió con la clasificación de suelos; cabe resaltar que, para los resultados pareció más conveniente clasificarlos de acuerdo a la metodología SUCS, debido su fácil entendimiento y simbología con los que no solo especialistas sino también propietarios no ligados a la construcción puedan entender; en este contexto se determinó, según lo muestra la Tabla 12, que el sector 1 se compone de arcilla fina, mientras que el sector 2 y 3 dividen su extensión entre grava arcillosa, arcilla fina y arcilla fina con arena. En base al porcentaje de material granular que presenta el sector 3 podemos mencionar que es el que mejor tipo de suelo presenta.

Con respecto al peso específico no se ha notado una gran variabilidad de este valor por lo que se puede deducir que, su valor, en toda el área de estudio, oscila entre 1.25 – 1.50 kg/cm<sup>3</sup>. Por otra parte, el ángulo de fricción, que es el ángulo máximo posible para la pendiente de un conjunto de un material, indica que el sector 3 es el que mayor porcentaje contiene de material granular, lo cual coincide con los resultados obtenidos en la granulometría.

Otro aspecto importante para determinar la capacidad portante de un suelo es la cohesión. Sus valores obtenidos en cada sector analizado indican que el sector 1 es el que contiene mayor cantidad de finos posee, lo cual además induce que posee una menor capacidad portante.

El nivel freático, es el nivel del agua al que se encuentra respecto el terreno. De acuerdo a lo observado en campo su valor oscila entre 2.80 – 2.90 m y solo se presenta en el sector 1; por lo que según Moreno (2013) este tipo de suelo no es factible para viviendas que pretendan tener sótanos, además si la profundidad

de desplante es mayor a lo recomendado necesitaría de sub drenes para no afectar a la cimentación en épocas en que este se incrementa.

Como último aspecto importante analizado fue la agresividad del suelo; este análisis se basó principalmente en determinar elementos como sales, sulfatos y cloruros, los cuales son perjudiciales para los materiales de construcción. En este contexto y de acuerdo al estudio en laboratorio su presencia en el suelo es mínima por lo que su incidencia es considerada como leve; así que para la construcción de las cimentaciones en todos los sectores no serán necesarios materiales especiales como cemento tipo V o aditivos.

### **5.3. Características de las cimentaciones superficiales**

El diseño de las cimentaciones estuvo en base al modelamiento en SAFE, para una vivienda de 02 y 03 pisos con sistema estructural aporticada y para una vivienda de 02 y 03 pisos de albañilería confinada.

Las principales características para una vivienda 02 pisos con sistema estructural aporticada se muestra en la Tabla 23 y da a conocer que el peralte de 0.30m en las zapatas son suficientes para resistir las fuerzas actuantes en la estructura.

Por otro lado, al ser viviendas ubicadas en lugares colindantes con otros terrenos también se plantean zapatas conectas a fin de resistir las excentricidades que estas producen tal como sugiere Morales (2006).

Para viviendas de 03 pisos con un sistema estructural aporticado se ha determinado que además de las zapatas aisladas y conectadas son necesarias las zapatas combinadas, puesto que el incremento de la carga hace que las áreas de las zapatas se traslapen.

Con respecto al sistema estructural de albañilería confinada de 02 piso se ha determinado que, el peralte mínimo de las zapatas aisladas debe ser de 0.40 m, mientras que de los cimientos corridos deben tener un alto de 0.60 m y un ancho de 0.50, 0.45, 0.40 m para el sector 1,2 y 3 respectivamente, mientras que para una vivienda de albañilería confinada de 03 pisos el peralte mínimo de las zapatas aisladas debe ser de 0.60m, y de los cimientos corridos deben tener un alto de 0.80 m y un ancho de 0.60, 0.55, 0.50 m para el sector 1,2 y 3 respectivamente.

Con respecto a las profundidades de desplante, la mínima recomendada es de 1.50 m para los sectores 02 y 03, mientras que para el sector 01 la máxima profundidad de desplante es de 1.50 m pues después de esta profundidad la capacidad portante del suelo disminuye

## CONCLUSIONES

1. La capacidad portante determinó la zonificación de tres sectores y a su vez las características mínimas de las cimentaciones superficiales para viviendas de dos y tres pisos de albañilería confinada y aporticada.
2. Con los valores de la capacidad portante se zonificó el área de estudio en tres sectores, con capacidad portante de 0.81, 1.55, 2.26 kg/cm<sup>2</sup> para los sectores 1, 2 y 3 respectivamente a una profundidad de 3 m, mientras que a una profundidad de 1.50m son de 0.97, 1.19 y 1.42 kg/cm<sup>2</sup> para los sectores 1, 2 y 3; la particularidad que se observa en el sector 1 es el nivel freático.
3. Las características de suelo en cada sector se tienen que, respecto a la granulometría se observó que las partículas finas tienen más presencia en el suelo, representado hasta en un 87.41 % del suelo en el sector 1, por lo el tipo de suelo, en su mayoría, es considerado como un suelo plástico, según el índice de plasticidad, lo que implica valores altos de cohesión. Por otro lado, el sector 3 presenta un suelo con mayor cantidad de material granular por lo que sus propiedades como la cohesión son mínimas y su ángulo de fricción se acercan a 21.461°. El sector 2 se puede entender como una parte intermedia entre los sectores 1 y 3 pues el contenido de material granular y fino se encuentran casi en equilibrio, por lo que la cohesión y el ángulo de fricción son valores intermedios entre los suelos cohesivos y granulares respectivamente. Otro aspecto importante a tomar en cuenta es la agresividad del suelo, la cual de acuerdo a los resultados se considera como leve; por otra parte, el nivel freático solo se presentó en el sector 1 y se

encuentra a una profundidad de entre 2.80 a 2.90m del nivel del terreno natural.

4. Se determinó las características de las cimentaciones en SAFE obteniendo que para viviendas aporricadas de 02 piso son necesarias zapatas aisladas y conectadas con un peralte mínimo de 0.30 m; mientras que para viviendas aporricadas de 03 pisos además de las ya mencionadas, es necesario zapatas combinadas, pero con peraltes de 0.40 m. Para viviendas de albañilería confinada las cimentaciones que mejor comportamiento presentaron fueron las zapatas aisladas (con peralte de 0.40 m) y los cimientos corridos con una altura mínima de 0.60 m y un acho de 0.50, 0.45, 0.40 m para el sector 1, 2 y 3 respectivamente; mientras que para la de 03 pisos las zapatas aisladas deben tener un peralte mínimo de 0.60 m, y los cimientos corridos deben tener un alto de 0.80 m con un acho de 0.60, 0.55, 0.50 m para el sector 1,2 y 3 respectivamente.

## RECOMENDACIONES

1. De acuerdo al análisis en laboratorio la agresividad del suelo se considera como leve, por lo que no se recomienda el uso de aditivos ni cementos especiales para la construcción de las cimentaciones.
2. Se recomienda para los sectores 2 y 3 con profundidad mínima de desplante de 1.50 m, mientras que para el sector 1 la profundidad de desplante máxima será de 1.50 m para una cimentación con sub drenes.
3. La capacidad portante calculada en la presente investigación considera profundidades de 3.00 y 1.50 m, sin embargo, para fine de cimentación se recomienda los valores de la capacidad portante a una profundidad de 1.50 m, la cual es común en edificaciones para viviendas unifamiliares de 2 o 3 pisos.
4. Las características de las cimentaciones superficiales planteadas en la presente investigación son exclusivas para el área de estudio y para viviendas de 02 y 03 pisos de sistemas estructurales de aporticados y de albañilería confinada, por lo que se recomienda hacer nuevas investigaciones referentes a otros lugares aledaños a la zona de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Briones, M., & Irigoín, N. (2015). *Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del Anexo Lucmacucho Alto - Sector Lucmacucho, Distrito de Cajamarca*. Universidad Privada del Norte.
- Carranza, I., & Ponce, A. (2017). *Estudio de zonificación geotécnica en el sector III del centro poblado El Milagro para el diseño de cimentaciones superficiales*. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Castillo, D. (2014). *Análisis de información de geomecánica de suelos para la elaboración de una propuesta de mapa de zonificación geotécnica para la ciudad de Loja*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Castillo, M. (2017). *Estudio de zonificación en base a la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la parroquia la matriz el Cantón Patate provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato.
- Guerrero, R., & Vidaurre, K. (2018). *Estudio de la capacidad portante y zonificación de los suelos del distrito de Cacatachi San Martín – San Martín*. Universidad Nacional de San Martín.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado* (Tercera). Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- INV. (2002). *Límite plástico e índice de plasticidad del suelo*. Bogotá-Colombia: Instituto Nacional de Vías.
- Morales, R. (2006). *Diseño en concreto armado*. (F. E. ICG, Ed.) (Tercera Ed). Lima - Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.



Moreno, N. (2013). *Zonificación y caracterización de los suelos de Barranquilla*.

Corporación universidad de la Costa.

MVCS. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima - Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

## **ANEXOS**

## **ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Problema	Objetivos	Justificación	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es la capacidad portante del suelo para la zonificación y análisis de cimentaciones superficiales en el anexo Cochas Grande – Sector Lagunillas?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> a) ¿Cuál es la zonificación según la capacidad portante del suelo en el anexo Cochas Grande – Sector Lagunillas? b) ¿Cuáles son las características del suelo en cada sector del anexo Cochas Grande – Sector Lagunillas? c) ¿Qué características deberá presentar las cimentaciones superficiales en el anexo Cochas Grande – Sector Lagunillas?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Evaluar la capacidad portante del suelo para la zonificación y análisis de cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> a) Establecer la zonificación según la capacidad portante del suelo en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas. b) Determinar las características del suelo en cada sector del anexo Cochas Grande – Sector Lagunillas. c) Determinar las características que deberá presentar las cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas.</p>	<p><b>Social o práctica:</b> La presente investigación presenta justificación social o práctica, pues contribuye a la zonificación en base a la capacidad portante del suelo, el mismo que resultará como herramienta importante para el diseño de cimentaciones superficiales.</p> <p><b>Metodológica:</b> La justificación metodológica de la presente investigación, se basó principalmente en la propuesta de una metodología que guíe la zonificación de suelos en base a la capacidad portantes.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La capacidad portante del suelo determina la zonificación y características de las cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> a) La capacidad portante según la capacidad portante del suelo en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas serán 3 sectores. b) Las características del suelo en cada sector del anexo Cochas Grande – Sector Lagunillas será de acuerdo a la granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, clasificación de suelos, peso específico, ángulo de fricción, cohesión, nivel freático y agresividad de suelos. c) Las características que deberá presentar las cimentaciones superficiales en el anexo de Cochas Grande – Sector Lagunillas, están en función al tipo de cimentación, dimensiones y profundidad de desplante.</p>	<p><b>Variable de caracterización:</b> <b>Capacidad portante</b> <b>Dimensiones:</b> -Capacidad portante</p> <p><b>Zonificación del suelo</b> <b>Dimensiones:</b> -Propiedad mecánica -Propiedades físicas</p> <p><b>Cimentaciones superficiales</b> <b>Dimensiones:</b> -Tipo. - Dimensiones. - Profundidad.</p>	<p><b>Método:</b> Método científico.</p> <p><b>Tipo:</b> Aplicada.</p> <p><b>Nivel:</b> Explicativo.</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental.</p> <p><b>Población:</b> Corresponde a 80 muestras de una extensión que se encuentra delimitada por el norte con el circuito Los artesanos; por el oeste con la avenida Huancayo, por el sur con el jirón Las lagunas y por el este con el jirón Loreto, al cual se le denomina “Sector Lagunillas”.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra de acuerdo al método probabilístico y con un margen de error de 10% da un valor de 10 muestras.</p>

Investigación: Capacidad portante del suelo para la zonificación y análisis de cimentaciones superficiales en Cochas Grande – Sector Lagunillas.

## **ANEXO N° 02: RESUMEN DE TABLAS**

### Coordenadas de calicatas

Punto	Este	Norte
1	478219.17	8673068.38
2	478322.977	8672824.29
3	478231.45	8673161.9
4	478132.244	8673199.54
5	478718.02	8673068.88
6	478803.028	8673116.98
7	478855.15	8673022.91
8	478836.167	8672946.99
9	478973.71	8672888.58
10	478624.522	8672708.86

### Propiedades fisicas del suelo en cada punto de muestreo

Calicata	Cohesión	Ø	γ (gr/cm <sup>3</sup> )
C-01	0.154	14.29	1.26
C-02	0.148	14.52	1.23
C-03	0.016	25.94	1.57
C-04	0.012	26.18	1.6
C-05	0.14	14.37	1.19
C-06	0.137	15.03	1.21
C-07	0.135	14.73	1.24
C-08	0.129	15.21	1.27
C-09	0.001	26.52	1.58
C-10	0.009	25.87	1.56

### Profundidades de extracción de suelo en cada punto de muestreo

Calicata	Df (m)	Capacidad portante (kg/cm <sup>2</sup> )	Df (m)	Capacidad portante (kg/cm <sup>2</sup> )
C-01	1.5	1.05	3	0.86
C-02	1.5	1.03	3	0.83
C-03	1.5	1.75	3	3.12
C-04	1.5	1.79	3	3.23
C-05	1.5	0.97	3	1.25
C-06	1.5	1.02	3	1.32
C-07	1.5	0.99	3	1.29
C-08	1.5	1.01	3	1.34
C-09	1.5	1.71	3	3.20
C-10	1.5	1.64	3	3.00

### Clasificación de suelos en cada punto de muestreo

Clasificación de suelos			
Calicata	SUCS	AASHTO	Nombre del grupo
C-01	CL	A-6(13)	Arcilla fina
C-02	CL	A-6(12)	Arcilla fina
C-03	GC	A-1-b(0)	Grava arcillosa con arena
C-04	GC	A-1-b(0)	Grava arcillosa con arena
C-05	CL	A-6 (11)	Arcilla fina
C-06	CL	A-6 (10)	Arcilla fina
C-07	CL	A-6 (11)	Arcilla fina con arena
C-08	CL	A-6 (10)	Arcilla fina con arena
C-09	GC	A-1-b(0)	Grava arcillosa con arena

### Agresividad del suelo en cada punto de muestreo

Calicata	Sales solubles (ppm)	Sulfatos solubles (ppm)	Cloruros solubles (ppm)
C-01	7750	610.39	264.16
C-02	4350	424.67	237.12
C-03	1078	691.8	364
C-04	8419	531	347.36
C-05	6514	750.45	274.56
C-06	1104	397.15	305.76
C-07	9613	487.31	297.44
C-08	4658	480.72	282.88
C-09	8035	519.47	351.52
C-10	7342	693.16	361.92

### Propiedades físicas en cada punto de muestreo

Calicata	Contenido de humedad (%)	Límites de Atterberg		
		Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
C-01	7.4	33.64	18.43	15.21
C-02	8.15	30.86	15.82	15.04
C-03	6.93	28.1	16.04	12.06
C-04	7.48	27.74	14.02	13.72
C-05	8.34	33.38	19.26	14.12
C-06	7.95	31.94	19.61	12.33
C-07	9.41	31.17	16.44	14.73
C-08	8.76	30.96	17.29	13.67
C-09	8.16	32.21	19.13	13.08
C-10	9.05	30.14	17.65	12.49

### Cálculo del promedio ponderado de la granulometría en cada sector

Sector	Áreas	Gravas (%)	Arena (%)	Fino (%)	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje del área total	Gravas (%)	Arena (%)	Fino (%)
Sector 1 (Con nivel freático)	A1	0.78	11.49	87.73	27045.82	27.75%	0.22	3.19	24.35
	A2	0.78	11.49	87.73	9828.65	10.08%	0.08	1.16	8.85
	A3	0.78	11.49	87.73	22613.42	23.20%	0.18	2.67	20.36
	A4	0.78	11.49	87.73	7253.54	7.44%	0.06	0.86	6.53
	A5	1.04	12.26	86.7	19905.86	20.42%	0.21	2.50	17.71
	A6	1.04	12.26	86.7	10814.28	11.10%	0.12	1.36	9.62
Sumatoria					97461.57	100.00%	0.86	11.73	87.41
Sector 2	A7	46.3	34.49	19.2	4646.51	3.92%	1.81	1.35	0.75
	A8	45.68	32.63	21.69	12696.34	10.71%	4.89	3.49	2.32
	A9	45.68	32.63	21.69	19781.16	16.68%	7.62	5.44	3.62
	A10	2.42	11.23	86.35	20348.86	17.16%	0.42	1.93	14.82
	A11	1.78	12.16	86.06	7786.79	6.57%	0.12	0.80	5.65
	A12	1.78	12.16	86.06	19443.65	16.40%	0.29	1.99	14.11
	A13	0.37	16.46	83.18	11280.67	9.51%	0.04	1.57	7.91
	A14	1.78	12.16	86.06	9475.93	7.99%	0.14	0.97	6.88
	A15	0.29	17.21	82.51	9000.97	7.59%	0.02	1.31	6.26
	A16	40.11	31.25	28.64	4109.71	3.47%	1.39	1.08	0.99
Sumatoria					118570.59	100.00%	16.74	19.94	63.32
Sector 3	A17	40.11	31.25	28.64	14480.75	9.80%	3.93	3.06	2.81
	A18	0.29	17.21	82.51	15580.72	10.54%	0.03	1.81	8.70
	A19	45.8	31.19	23.01	74137.25	50.15%	22.97	15.64	11.54
	A20	1.04	12.26	86.7	18730.21	12.67%	0.13	1.55	10.99
	A21	1.04	12.26	86.7	24891.67	16.84%	0.18	2.06	14.60
Sumatoria					147820.6	100.00%	27.24	24.14	48.63



## Cálculo del promedio ponderado del contenido de humedad en cada

### sector

Sector	Áreas	Contenido de humedad (%)	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje del área total	Contenido de humedad (%)
Sector 1 (Con nivel freático)	A1	7.4	27045.82	27.75%	2.05
	A2	7.4	9828.65	10.08%	0.75
	A3	7.4	22613.42	23.20%	1.72
	A4	7.4	7253.54	7.44%	0.55
	A5	8.15	19905.86	20.42%	1.66
	A6	8.15	10814.28	11.10%	0.90
	Sumatoria		97461.57	100.00%	7.64
Sector 2	A7	7.48	4646.51	3.92%	0.29
	A8	6.93	12696.34	10.71%	0.74
	A9	6.93	19781.16	16.68%	1.16
	A10	7.95	20348.86	17.16%	1.36
	A11	8.34	7786.79	6.57%	0.55
	A12	8.34	19443.65	16.40%	1.37
	A13	9.41	11280.67	9.51%	0.90
	A14	8.34	9475.93	7.99%	0.67
	A15	8.76	9000.97	7.59%	0.66
A16	8.16	4109.71	3.47%	0.28	
	Sumatoria		118570.59	100.00%	7.98
Sector 3	A17	8.16	14480.75	9.80%	0.80
	A18	8.76	15580.72	10.54%	0.92
	A19	9.05	74137.25	50.15%	4.54
	A20	8.15	18730.21	12.67%	1.03
	A21	8.15	24891.67	16.84%	1.37
	Sumatoria		147820.6	100.00%	8.67

## Cálculo del promedio ponderado de los límites de Atterberg en cada

### sector.

Sector	Áreas	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje del área total	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)
Sector 1 (Con nivel freático)	A1	33.64	18.43	15.21	27045.82	27.75%	9.34	5.11	4.22
	A2	33.64	18.43	15.21	9828.65	10.08%	3.39	1.86	1.53
	A3	33.64	18.43	15.21	22613.42	23.20%	7.81	4.28	3.53
	A4	33.64	18.43	15.21	7253.54	7.44%	2.50	1.37	1.13
	A5	30.86	15.82	15.04	19905.86	20.42%	6.30	3.23	3.07
	A6	30.86	15.82	15.04	10814.28	11.10%	3.42	1.76	1.67

Sumatoria					97461.57	100.00%	32.76	17.61	15.16
Sector 2	A7	27.74	14.02	13.72	4646.51	3.92%	1.09	0.55	0.54
	A8	28.1	16.04	12.06	12696.34	10.71%	3.01	1.72	1.29
	A9	28.1	16.04	12.06	19781.16	16.68%	4.69	2.68	2.01
	A10	31.94	19.61	12.33	20348.86	17.16%	5.48	3.37	2.12
	A11	33.38	19.26	14.12	7786.79	6.57%	2.19	1.26	0.93
	A12	33.38	19.26	14.12	19443.65	16.40%	5.47	3.16	2.32
	A13	31.17	16.44	14.73	11280.67	9.51%	2.97	1.56	1.40
	A14	33.38	19.26	14.12	9475.93	7.99%	2.67	1.54	1.13
A15	30.96	17.29	13.67	9000.97	7.59%	2.35	1.31	1.04	
A16	32.21	19.13	13.08	4109.71	3.47%	1.12	0.66	0.45	
Sumatoria					118570.59	100.00%	31.03	17.81	13.22
Sector 3	A17	32.21	19.13	13.08	14480.75	9.80%	3.16	1.87	1.28
	A18	30.96	17.29	13.67	15580.72	10.54%	3.26	1.82	1.44
	A19	30.14	17.65	12.49	74137.25	50.15%	15.12	8.85	6.26
	A20	30.86	15.82	15.04	18730.21	12.67%	3.91	2.00	1.91
	A21	30.86	15.82	15.04	24891.67	16.84%	5.20	2.66	2.53
Sumatoria					147820.6	100.00%	30.64	17.22	13.42

### Cálculo del promedio ponderado de la agresividad en el suelo en cada

#### sector

Sector	Áreas	Sales solubles (ppm)	Sulfatos solubles (ppm)	Cloruros solubles (ppm)	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje del área total	Sales solubles (ppm)	Sulfatos solubles (ppm)	Cloruros solubles (ppm)
Sector 1 (Con nivel freático)	A1	7750	610.39	264.16	27045.82	27.75%	2150.64	169.38	73.31
	A2	7750	610.39	264.16	9828.65	10.08%	781.56	61.56	26.64
	A3	7750	610.39	264.16	22613.42	23.20%	1798.19	141.63	61.29
	A4	7750	610.39	264.16	7253.54	7.44%	576.79	45.43	19.66
	A5	4350	424.67	237.12	19905.86	20.42%	888.46	86.74	48.43
	A6	4350	424.67	237.12	10814.28	11.10%	482.67	47.12	26.31

Sumatoria				97461.57	100.00%	6678.31	551.85	255.64	
Sector 2	A7	8419	531	347.36	4646.51	3.92%	329.92	20.81	13.61
	A8	1078	691.8	364	12696.34	10.71%	115.43	74.08	38.98
	A9	1078	691.8	364	19781.16	16.68%	179.84	115.41	60.73
	A10	1104	397.15	305.76	20348.86	17.16%	189.47	68.16	52.47
	A11	6514	750.45	274.56	7786.79	6.57%	427.79	49.28	18.03
	A12	6514	750.45	274.56	19443.65	16.40%	1068.19	123.06	45.02
	A13	9613	487.31	297.44	11280.67	9.51%	914.57	46.36	28.30
	A14	6514	750.45	274.56	9475.93	7.99%	520.59	59.97	21.94
A15	4658	480.72	282.88	9000.97	7.59%	353.60	36.49	21.47	
A16	8035	519.47	351.52	4109.71	3.47%	278.50	18.01	12.18	
Sumatoria				118570.59	100.00%	4377.89	611.64	312.74	
Sector 3	A17	8035	519.47	351.52	14480.75	9.80%	787.12	50.89	34.44
	A18	4658	480.72	282.88	15580.72	10.54%	490.97	50.67	29.82
	A19	7342	693.16	361.92	74137.25	50.15%	3682.27	347.64	181.52
	A20	4350	424.67	237.12	18730.21	12.67%	551.18	53.81	30.05
	A21	4350	424.67	237.12	24891.67	16.84%	732.50	71.51	39.93
Sumatoria				147820.6	100.00%	6244.05	574.52	315.74	

### Cálculo del promedio ponderado de las propiedades físicas en cada

#### sector

Sector	Áreas	Cohesión	Ø	Y (gr/cm <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje del área total	Cohesión	Ø	Y (gr/cm <sup>3</sup> )
Sector 1 (Con nivel freático)	A1	0.154	14.29	1.26	27045.82	27.75%	0.04	3.97	0.35
	A2	0.154	14.29	1.26	9828.65	10.08%	0.02	1.44	0.13
	A3	0.154	14.29	1.26	22613.42	23.20%	0.04	3.32	0.29
	A4	0.154	14.29	1.26	7253.54	7.44%	0.01	1.06	0.09
	A5	0.148	14.52	1.23	19905.86	20.42%	0.03	2.97	0.25
	A6	0.148	14.52	1.23	10814.28	11.10%	0.02	1.61	0.14

Sumatoria				97461.57	100.00%	0.15	14.3 6	1.25	
Sector 2	A7	0.012	26.1 8	1.6	4646.51	3.92%	0.00	1.03	0.06
	A8	0.016	25.9 4	1.57	12696.34	10.71%	0.00	2.78	0.17
	A9	0.016	25.9 4	1.57	19781.16	16.68%	0.00	4.33	0.26
	A10	0.137	15.0 3	1.21	20348.86	17.16%	0.02	2.58	0.21
	A11	0.14	14.3 7	1.19	7786.79	6.57%	0.01	0.94	0.08
	A12	0.14	14.3 7	1.19	19443.65	16.40%	0.02	2.36	0.20
	A13	0.135	14.7 3	1.24	11280.67	9.51%	0.01	1.40	0.12
	A14	0.14	14.3 7	1.19	9475.93	7.99%	0.01	1.15	0.10
	A15	0.129	15.2 1	1.27	9000.97	7.59%	0.01	1.15	0.10
A16	0.001	26.5 2	1.58	4109.71	3.47%	0.00	0.92	0.05	
Sumatoria				118570.5 9	100.00%	0.09	18.6 3	1.34	
Sector 3	A17	0.001	26.5 2	1.58	14480.75	9.80%	0.00	2.60	0.15
	A18	0.129	15.2 1	1.27	15580.72	10.54%	0.01	1.60	0.13
	A19	0.009	25.8 7	1.56	74137.25	50.15%	0.00	12.9 7	0.78
	A20	0.148	14.5 2	1.23	18730.21	12.67%	0.02	1.84	0.16
	A21	0.148	14.5 2	1.23	24891.67	16.84%	0.02	2.45	0.21
Sumatoria				147820.6	100.00%	0.06	21.4 6	1.43	

### Cálculo del promedio ponderado de la capacidad portante en cada sector

Sector	Áreas	Capacidad portante a 1.5 m (kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad portante a 3.0 m (kg/cm <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Porcentaje del área total	Capacidad portante ponderada a 1.5 m (kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad portante ponderada a 3.0 m (kg/cm <sup>2</sup> )
Sector 1 (Con nivel freático)	A1	1.05	0.86	27045.82	27.75%	0.29	0.24
	A2	1.25	1.01	9828.65	10.08%	0.13	0.10
	A3	0.6	0.45	22613.42	23.20%	0.14	0.10
	A4	1.05	0.76	7253.54	7.44%	0.08	0.06
	A5	1.03	0.83	19905.86	20.42%	0.21	0.17
	A6	1.17	1.25	10814.28	11.10%	0.13	0.14
Sumatoria				97461.57	100.00%	0.97	0.81
	A7	1.79	3.23	4646.51	3.92%	0.07	0.13

Sector 2	A8	1.75	3.12	12696.34	10.71%	0.19	0.33
	A9	1.25	1.01	19781.16	16.68%	0.21	0.17
	A10	1.02	1.32	20348.86	17.16%	0.18	0.23
	A11	1.05	0.76	7786.79	6.57%	0.07	0.05
	A12	0.97	1.25	19443.65	16.40%	0.16	0.20
	A13	0.99	1.32	11280.67	9.51%	0.09	0.13
	A14	1.17	1.25	9475.93	7.99%	0.09	0.10
	A15	1.01	1.34	9000.97	7.59%	0.08	0.10
	A16	1.71	3.2	4109.71	3.47%	0.06	0.11
Sumatoria				118570.59	100.00%	1.19	1.55
Sector 3	A17	1.71	3.2	14480.75	9.80%	0.17	0.31
	A18	1.01	1.34	15580.72	10.54%	0.11	0.14
	A19	1.64	3	74137.25	50.15%	0.82	1.50
	A20	1.17	1.25	18730.21	12.67%	0.15	0.16
	A21	1.03	0.83	24891.67	16.84%	0.17	0.14
Sumatoria				147820.6	100.00%	1.42	2.26

## **ANEXO N° 03: MODELAMIENTO CON SAFE**

## Vivienda aporticada 02 pisos

### Condición de diseño por capacidad de carga

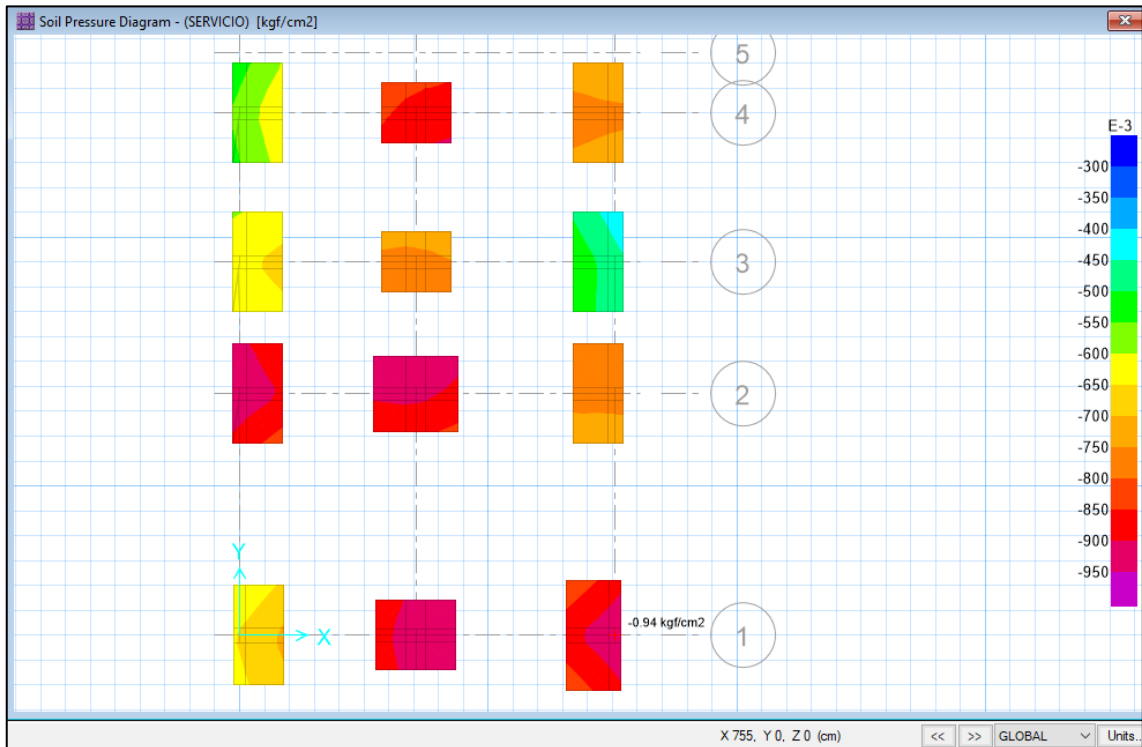


Figura 34. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 1)

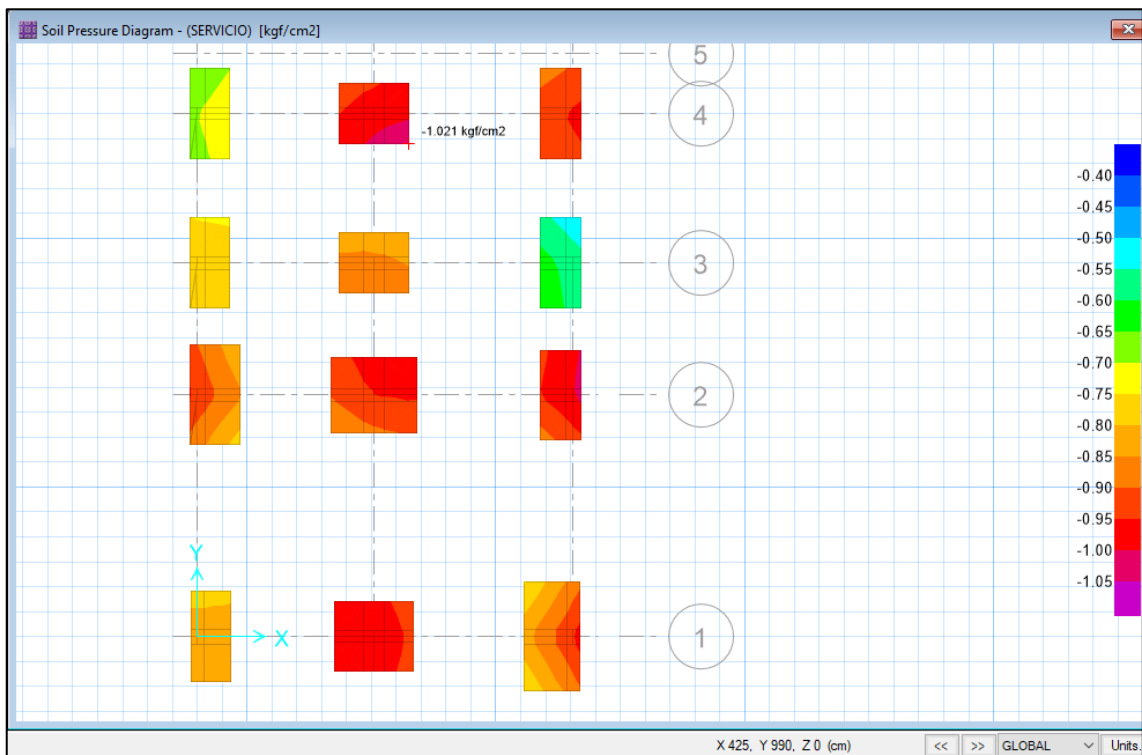


Figura 35. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 2)

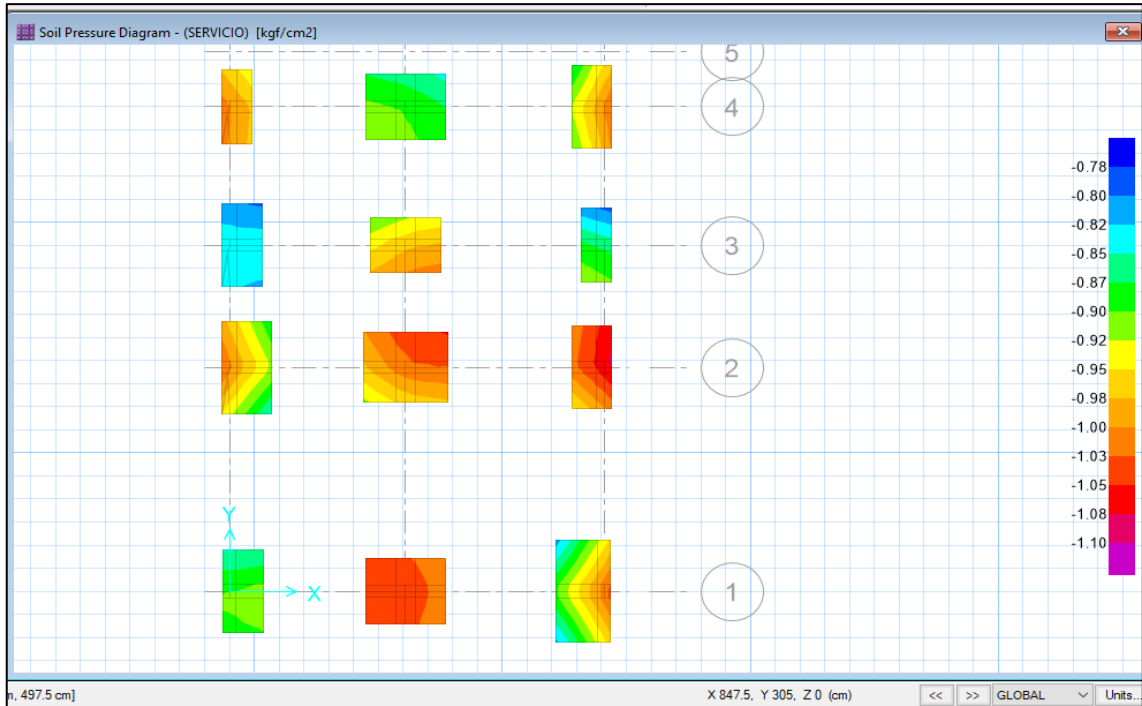


Figura 36. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 3)

### Condición de diseño por punzonamiento

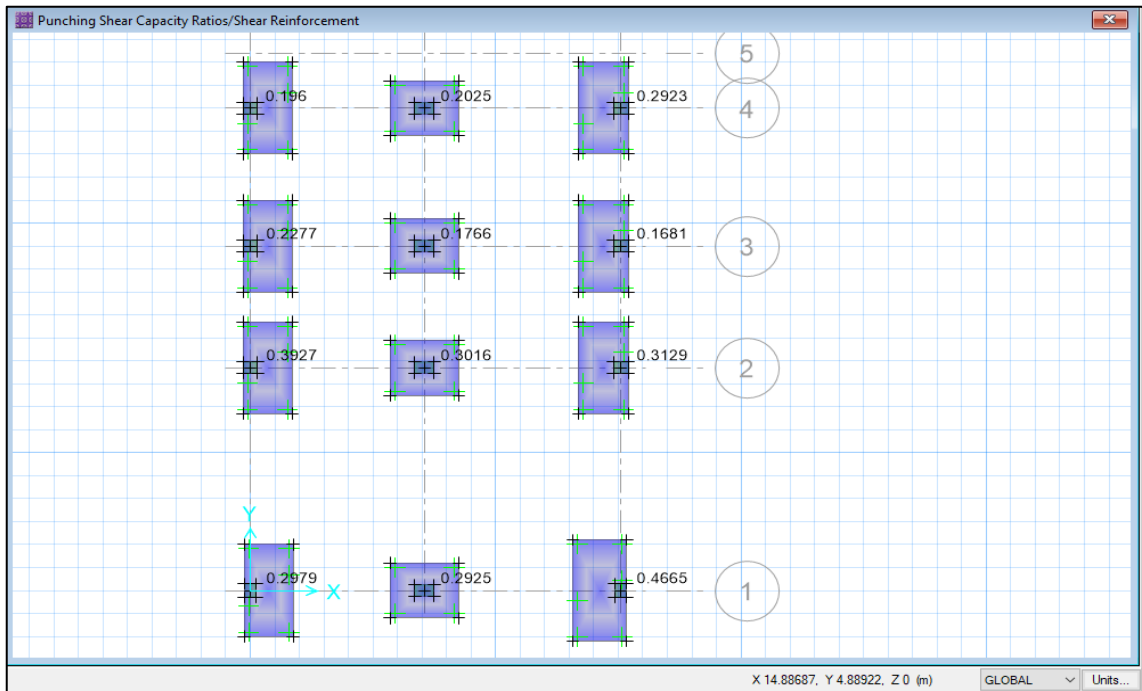


Figura 37. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 1)



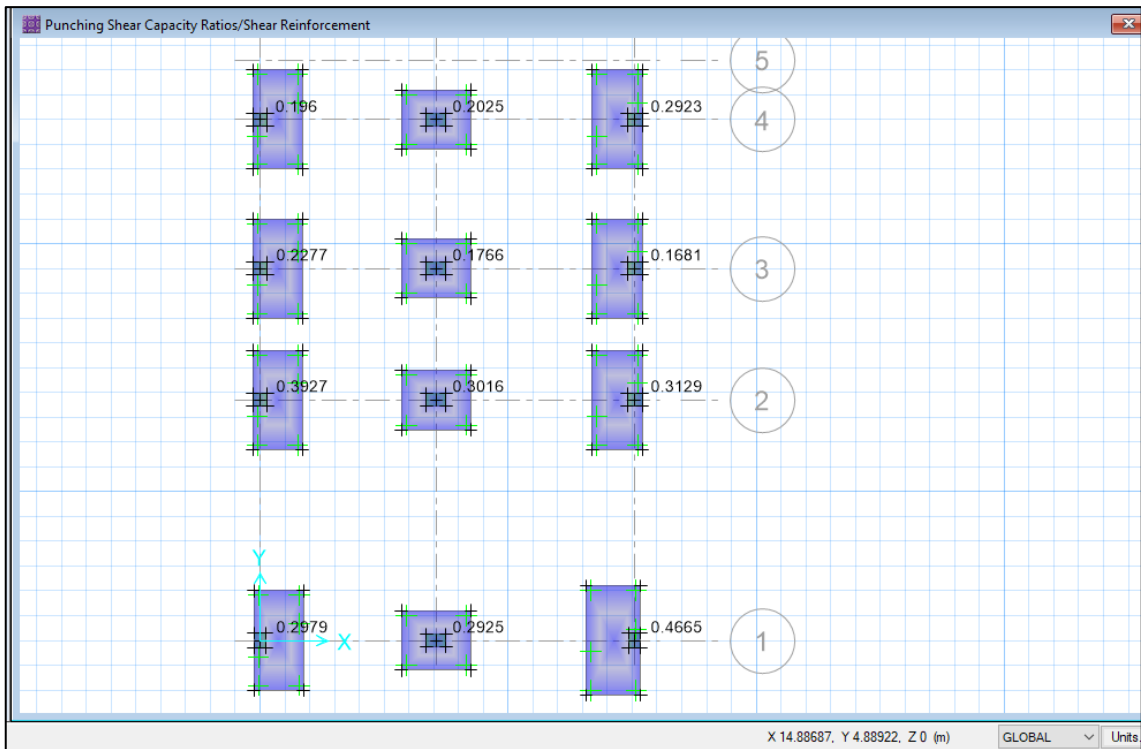


Figura 38. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 2).

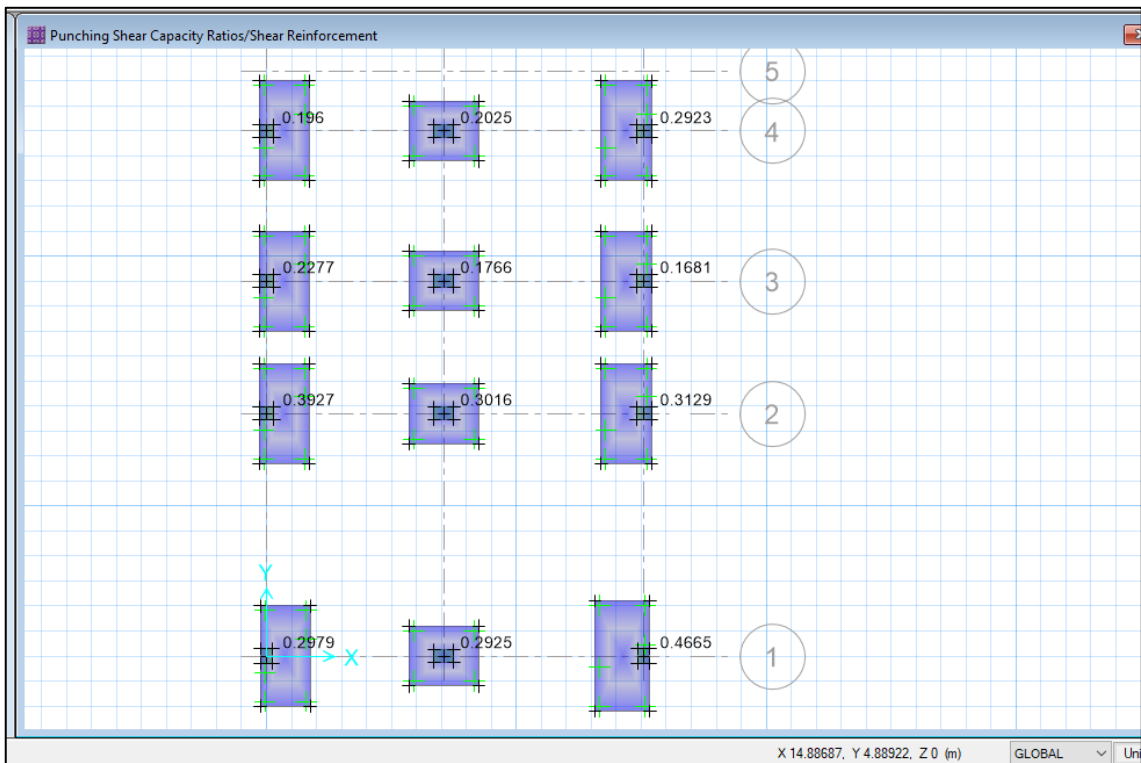


Figura 39. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 3)

## Verificación de asentamientos

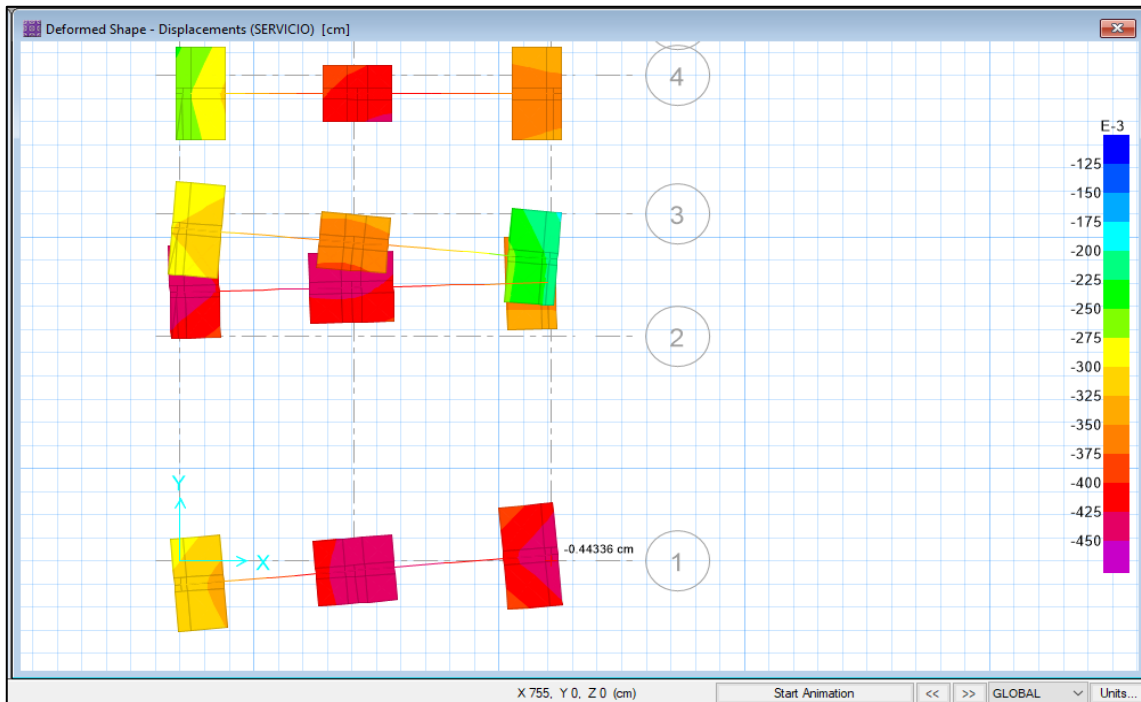


Figura 40. Verificación de Asentamientos (Sector 1).

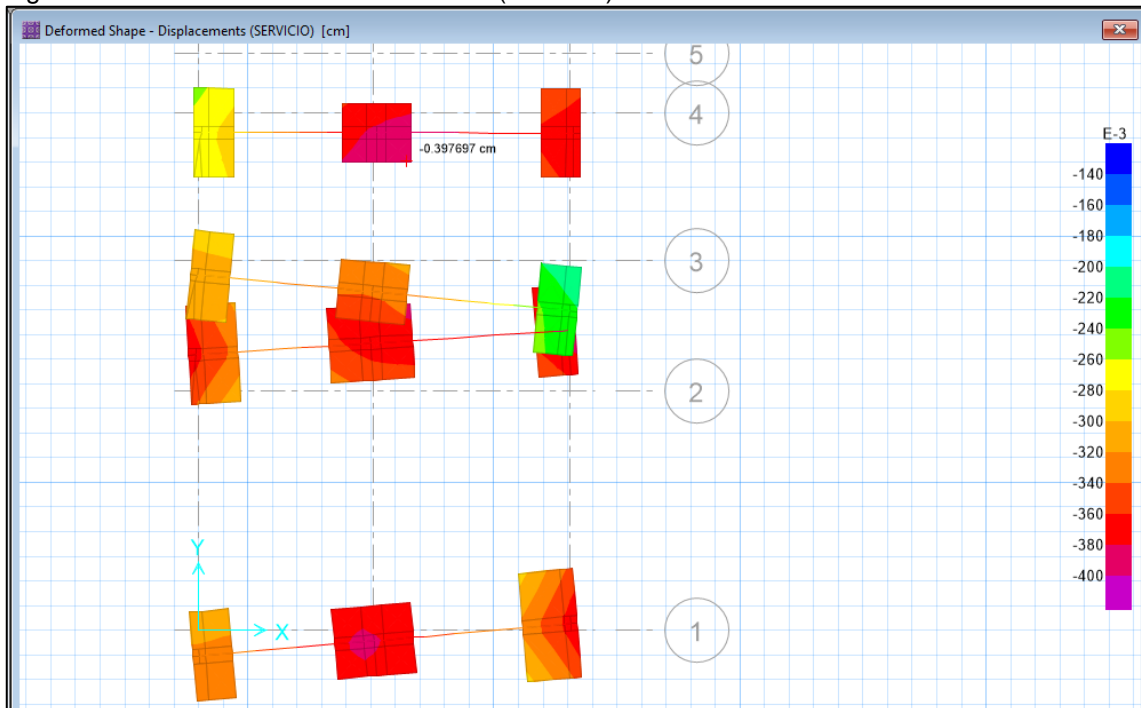


Figura 41. Verificación de Asentamientos (Sector 2)

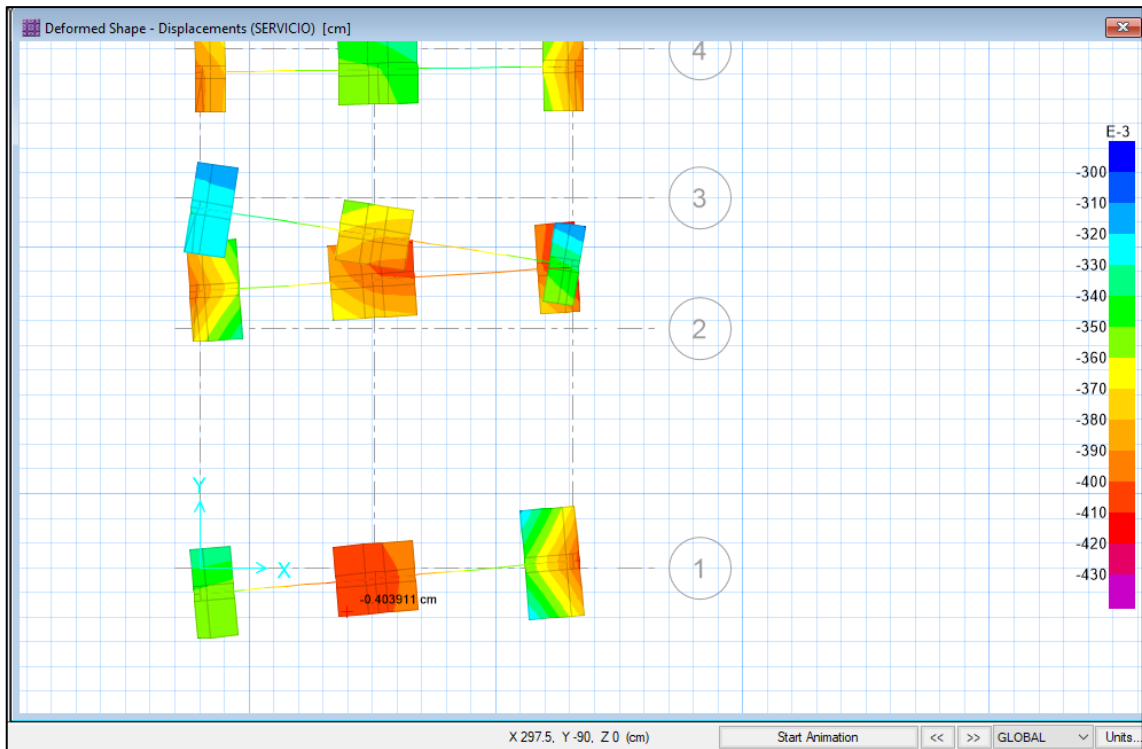


Figura 42. Verificación de Asentamientos (Sector 3)

### Diseño por flexión

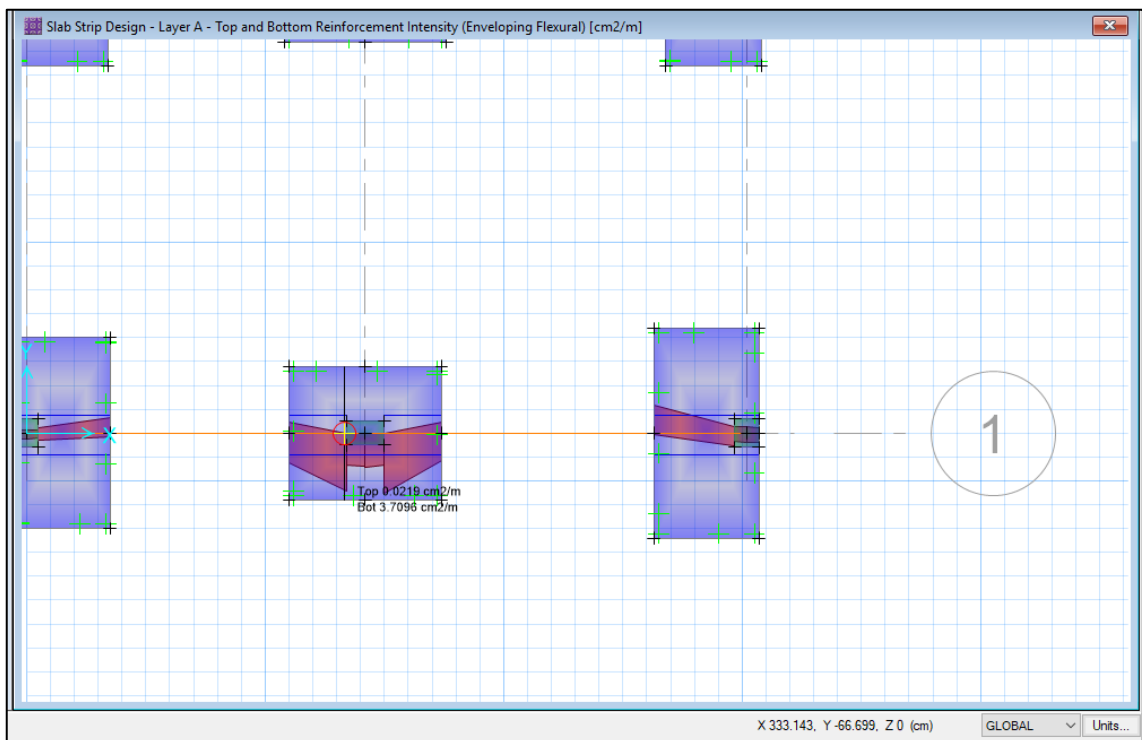


Figura 43. Diseño por flexión (Sector 1) dirección X-X.

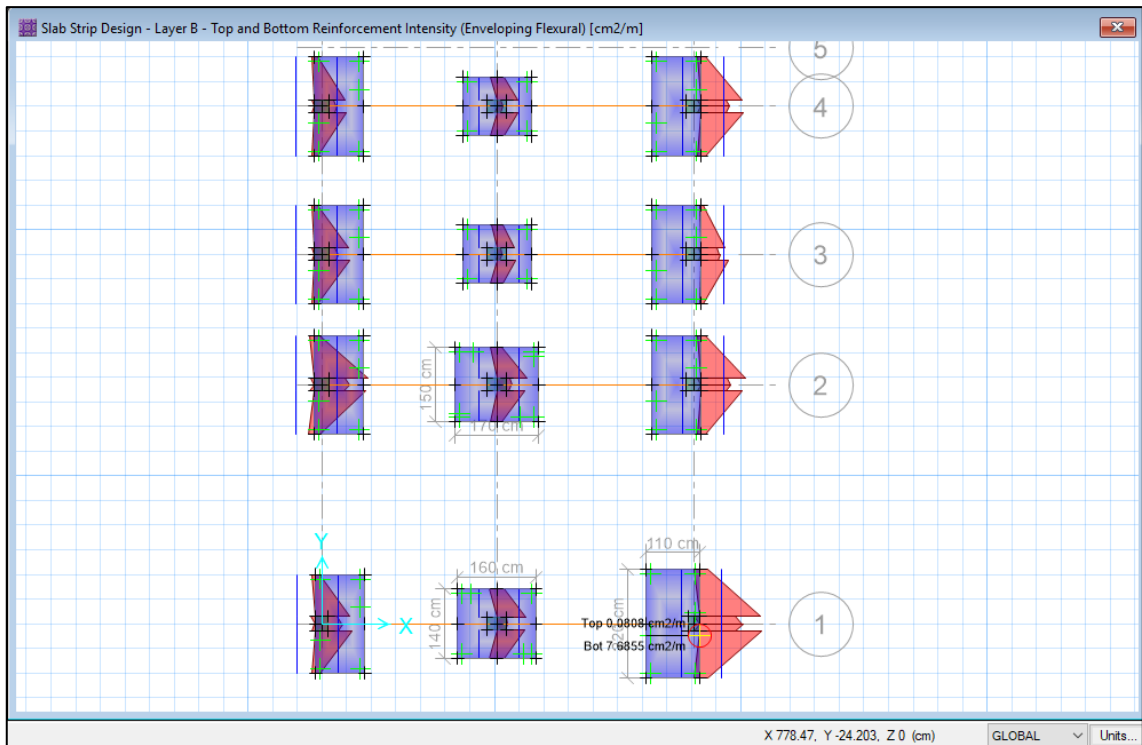


Figura 44. Diseño por flexión (Sector 1) dirección Y-Y.

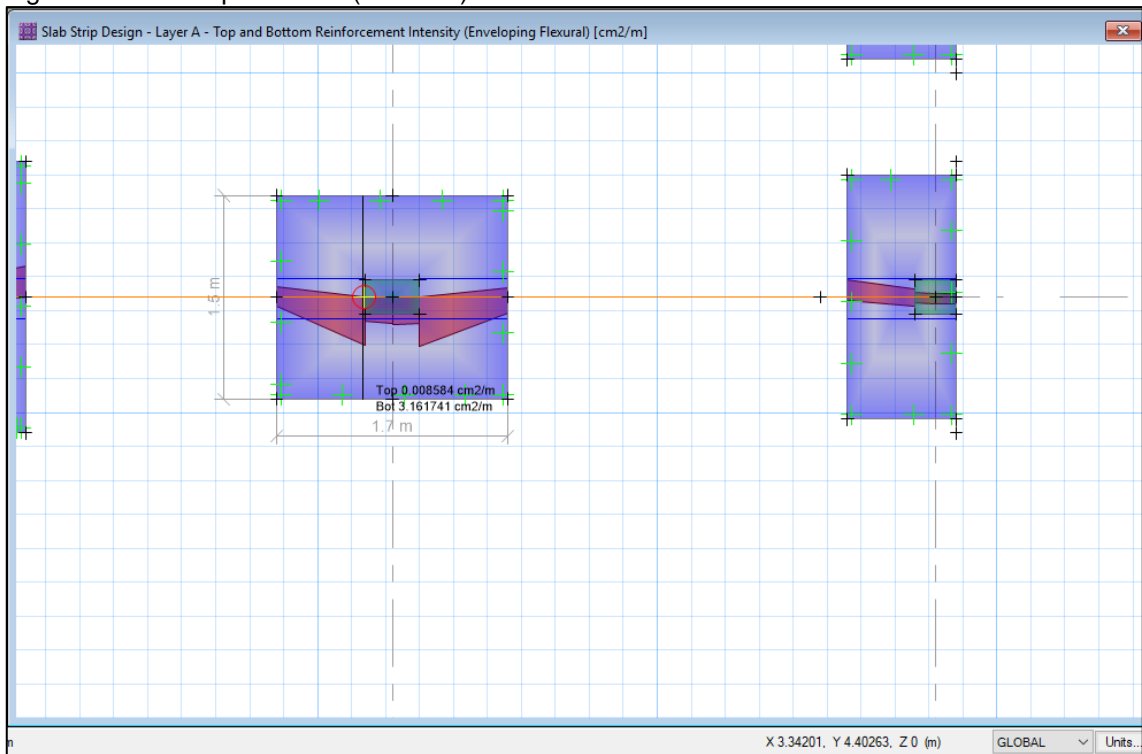


Figura 45. Diseño por flexión (Sector 2) dirección X-X.

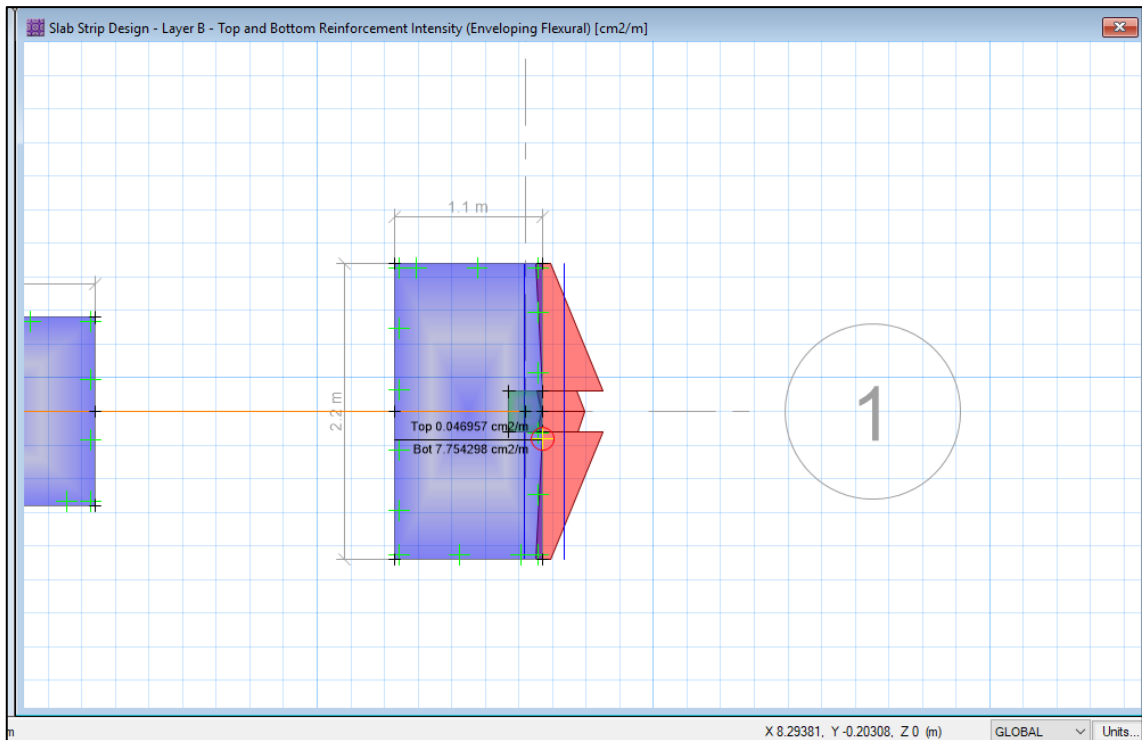


Figura 46. Diseño por flexión (Sector 2) dirección Y-Y.

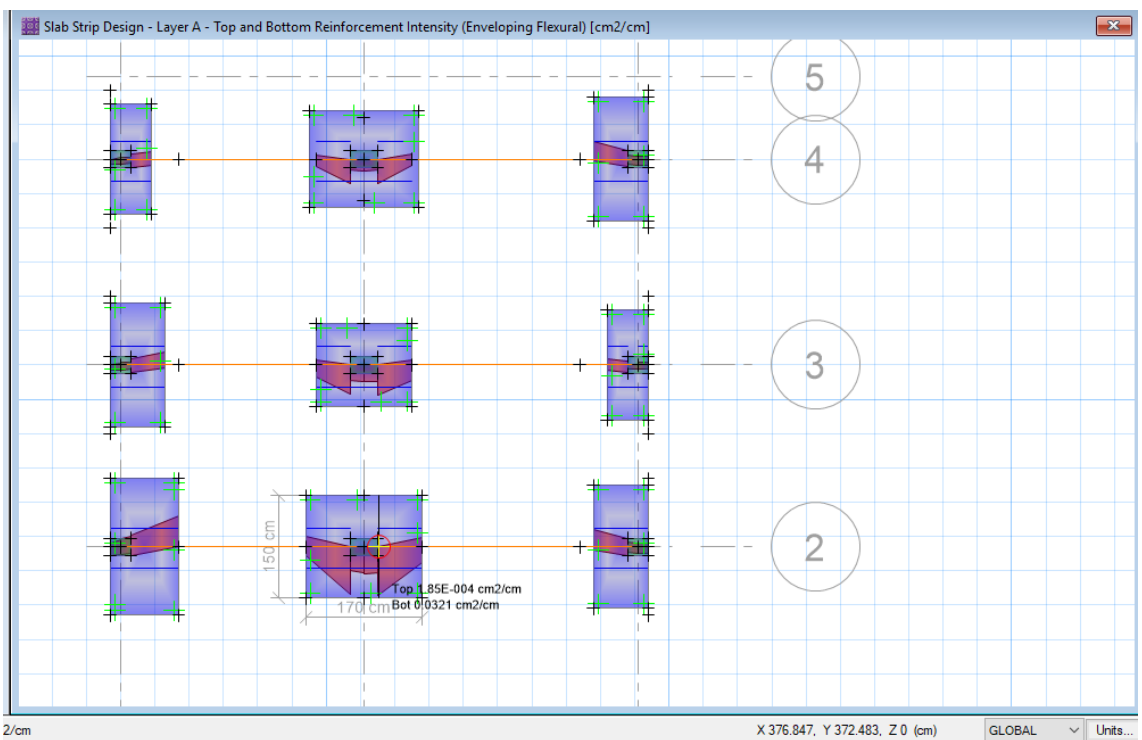


Figura 47. Diseño por flexión (Sector 3) dirección X-X.

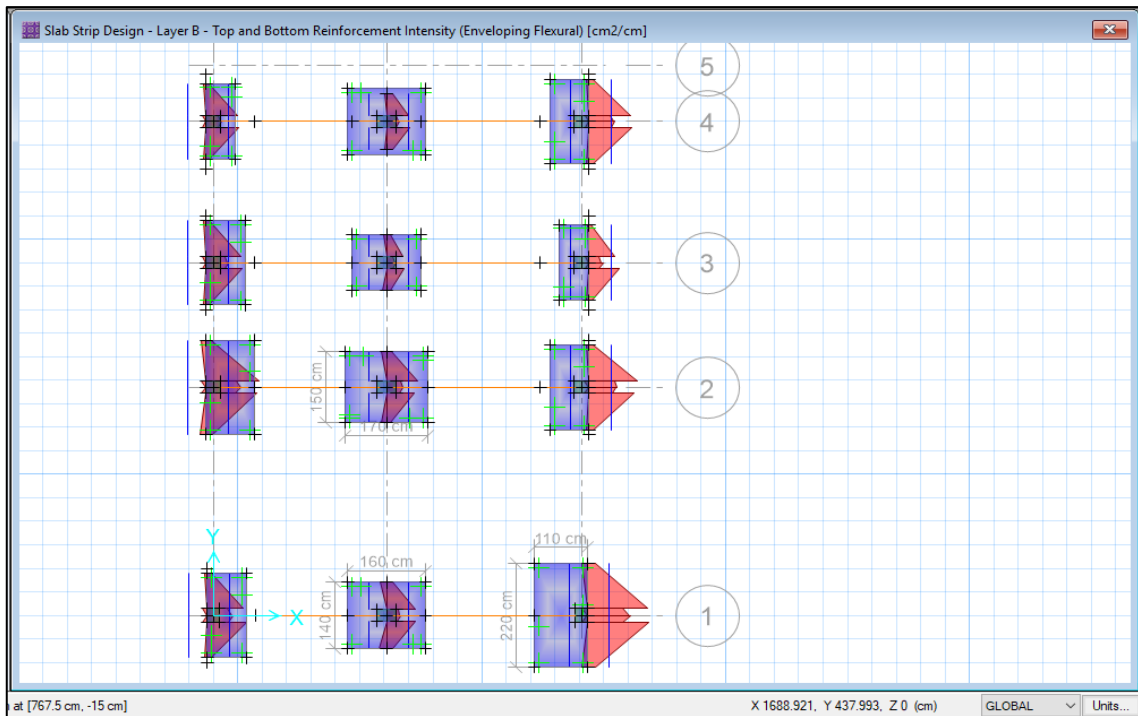


Figura 48. Diseño por flexión (Sector 3) dirección Y-Y.

## Resumen de diseño

Tabla 27. Características de la cimentación para una vivienda aporticada de 02 pisos.

Descripción	Sector 01	Sector 02	Sector 03
Tipo de cimentación recomendada	Zapata aislada Zapata Conectada	Zapata aislada Zapata Conectada	Zapata aislada Zapata Conectada
Profundidad de la cimentación (Df)	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Altura de la zapata	0.30 m	0.30 m	0.30 m
Acero de refuerzo (Zapata aislada)	Superior (no necesita) Inferior Ø1/2" @0.30	Superior (no necesita) Inferior Ø1/2" @0.30	Superior (no necesita) Inferior Ø1/2" @0.30
Viga de cimentación	0.25x50m	0.25x50m	0.25x50m
Acero de refuerzo (Viga de cimentación)	Superior 2Ø5/8" Inferior 2Ø5/8" Est. Ø3/8" 1@0.05 Rto. @0.20 c/e	Superior 2Ø5/8" Inferior 2Ø5/8" Est. Ø3/8" 1@0.05 Rto. @0.20 c/e	Superior 2Ø5/8" Inferior 2Ø5/8" Est. Ø3/8" 1@0.05 Rto. @0.20 c/e

Para el caso del sector 01 que cuenta con nivel freático, se recomienda efectuar el drenaje del terreno, ya que es la forma más eficiente e infalible de evacuar el agua, con la finalidad de evitar la expansión y contracción de arcillas, alteración de la resistencia del terreno, etc.

La viga de cimentación o conexión es un elemento rígido, que nos permite controlar la rotación de la zapata excéntrica correspondiente a una columna que está ubicada en el límite de propiedad.

### Vivienda aporricada 03 pisos

#### Condición de diseño por capacidad de carga

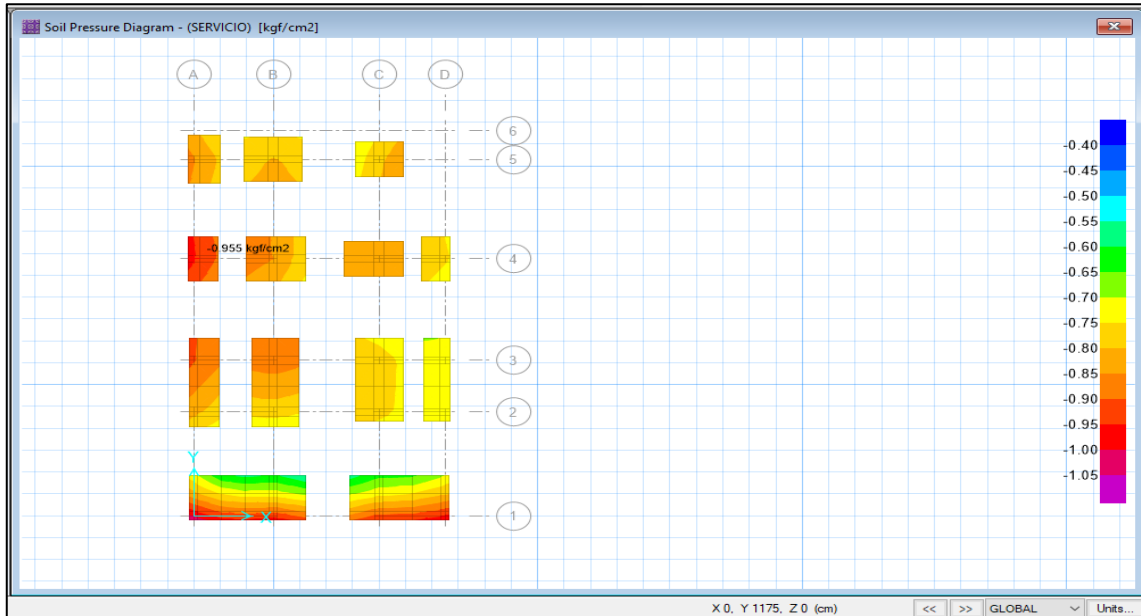


Figura 49. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 1)

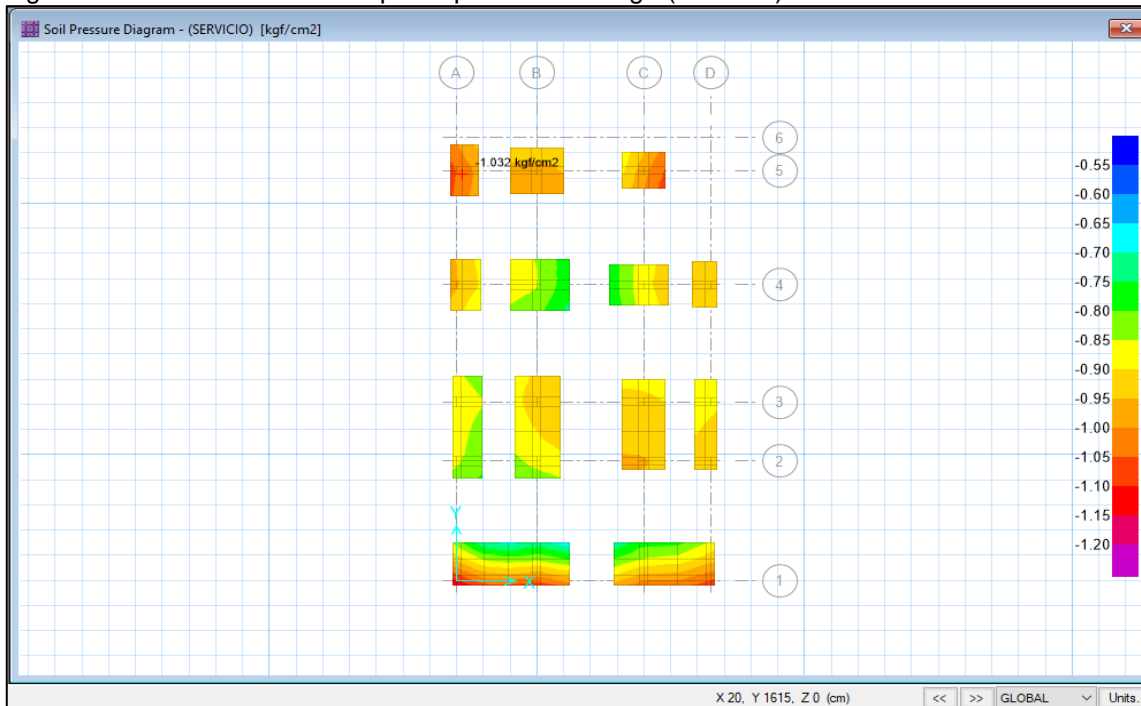


Figura 50. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 2)

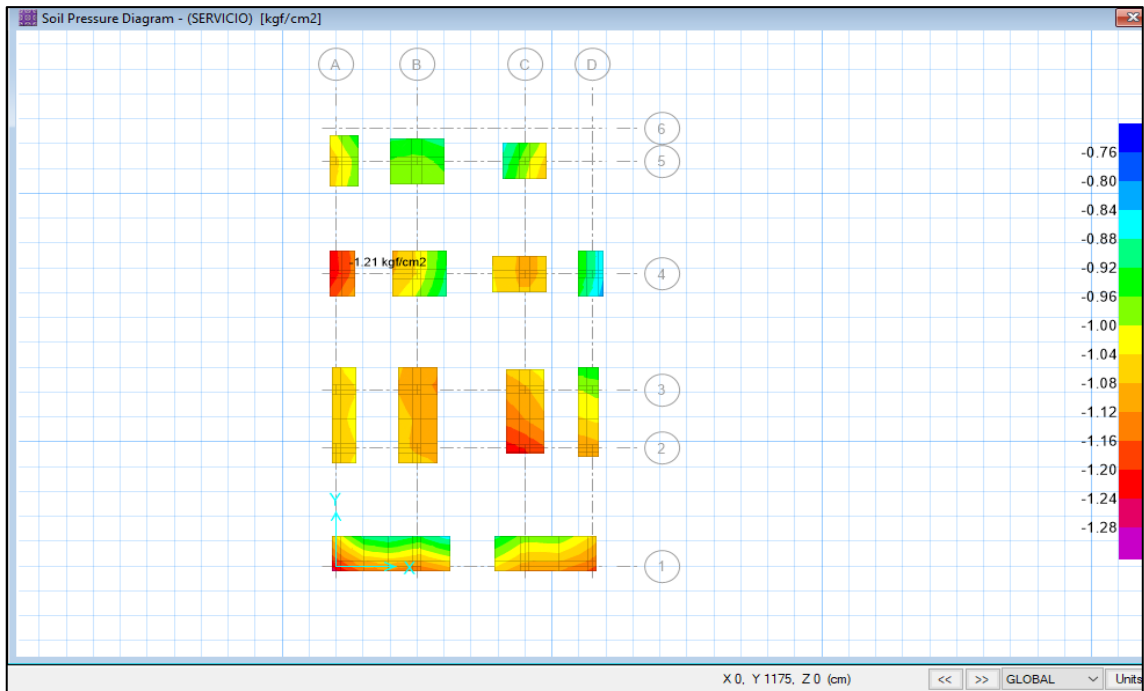


Figura 51. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 3)

### Condición de diseño por punzonamiento

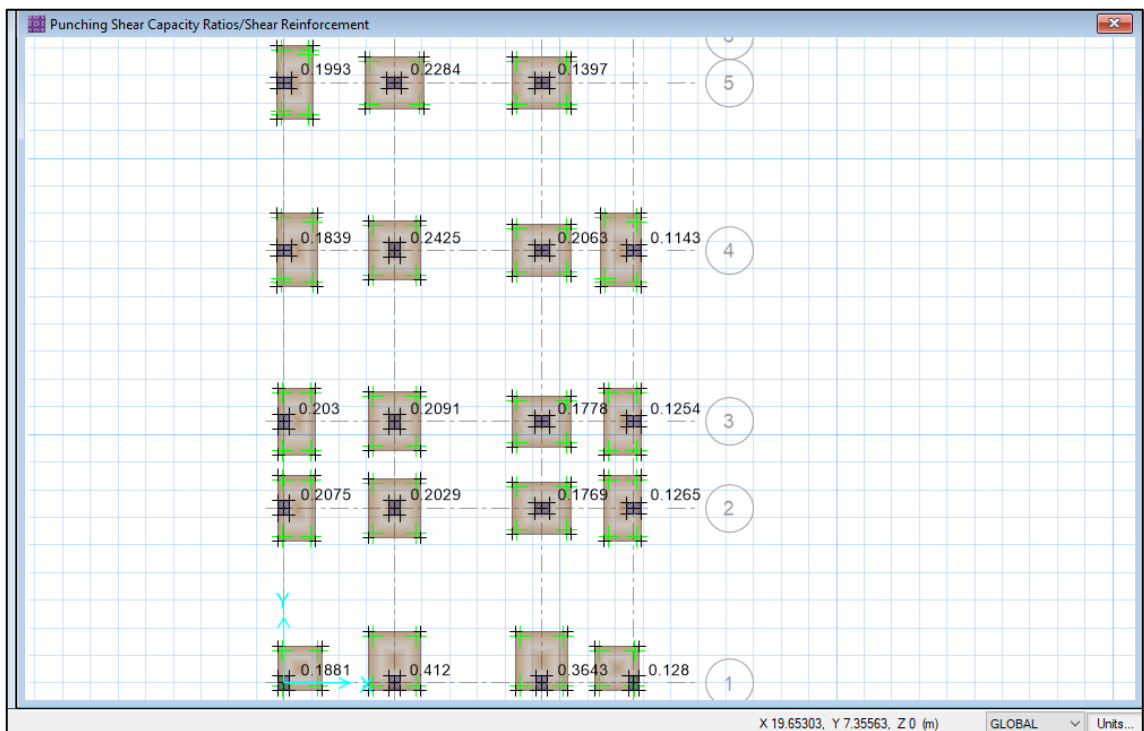


Figura 52. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 1)



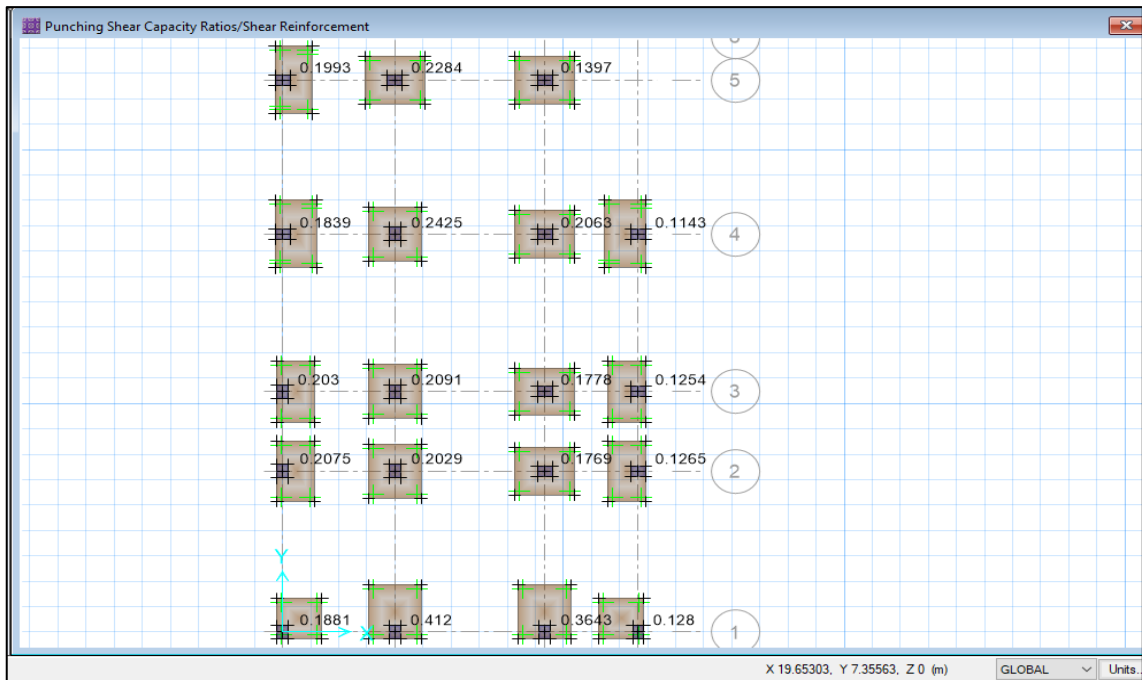


Figura 53. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 2)

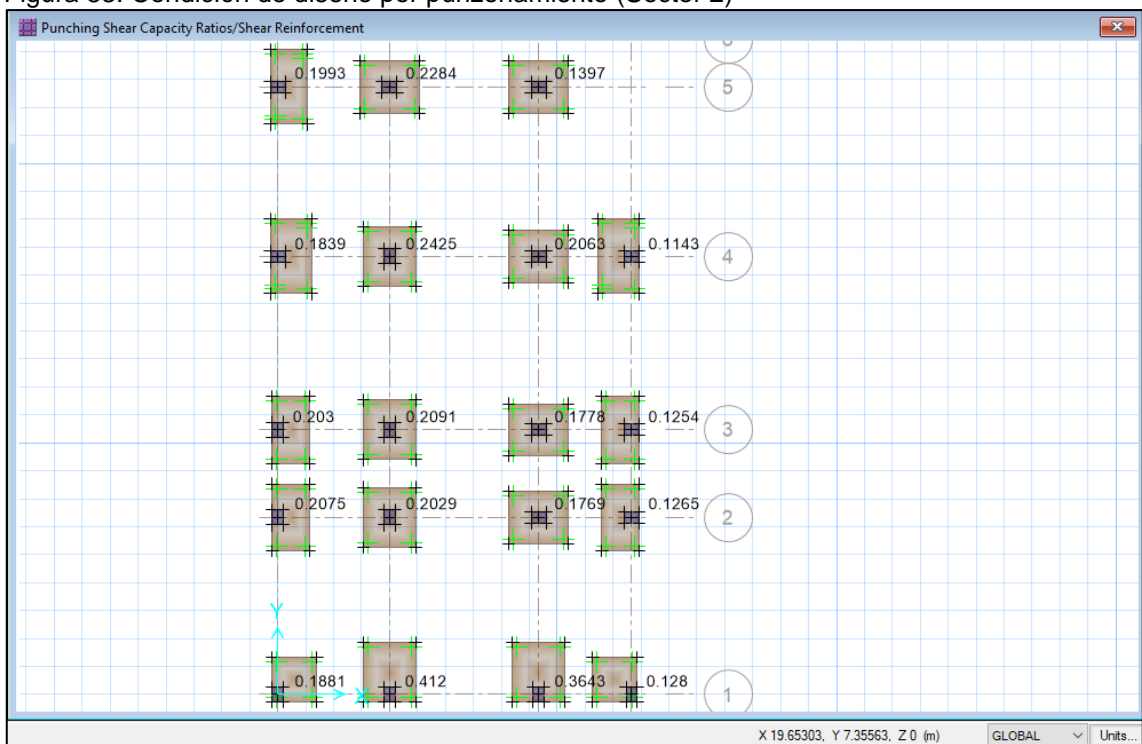


Figura 54. Condición de diseño por punzonamiento (Sector 3).

## Verificación de asentamientos

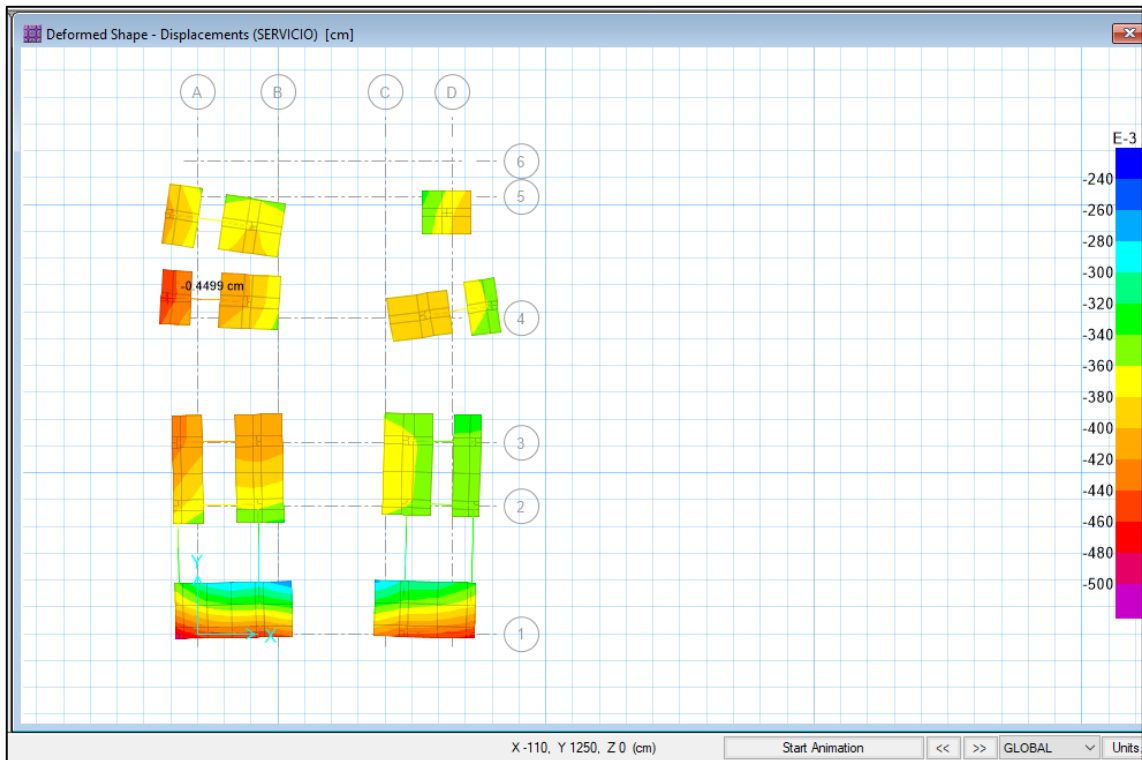


Figura 55. Verificación de Asentamientos (Sector 1)

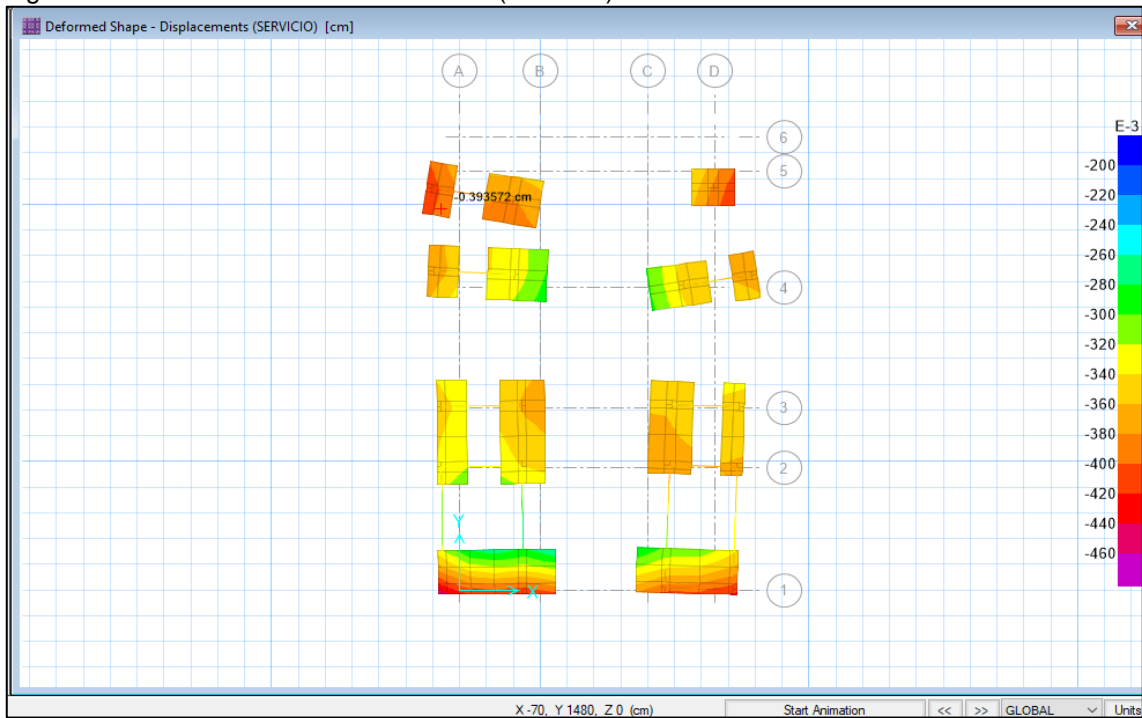


Figura 56. Verificación de Asentamientos (Sector 2)

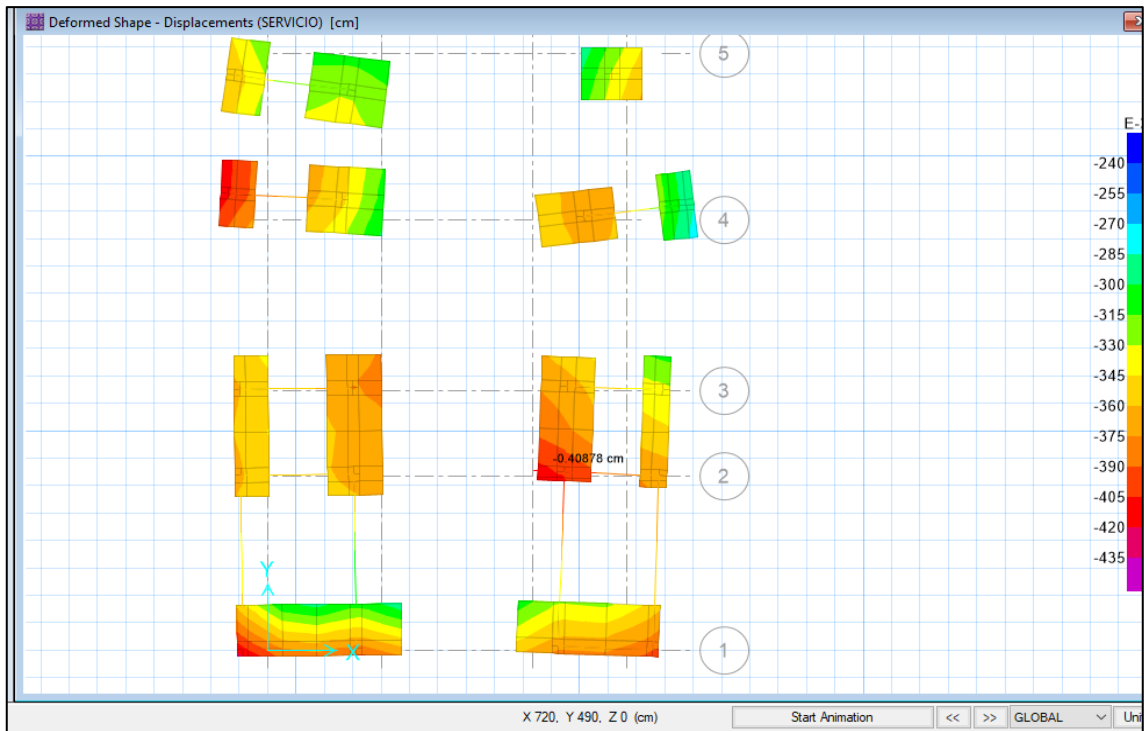


Figura 57. Verificación de Asentamientos (Sector 3)

### Diseño por flexión

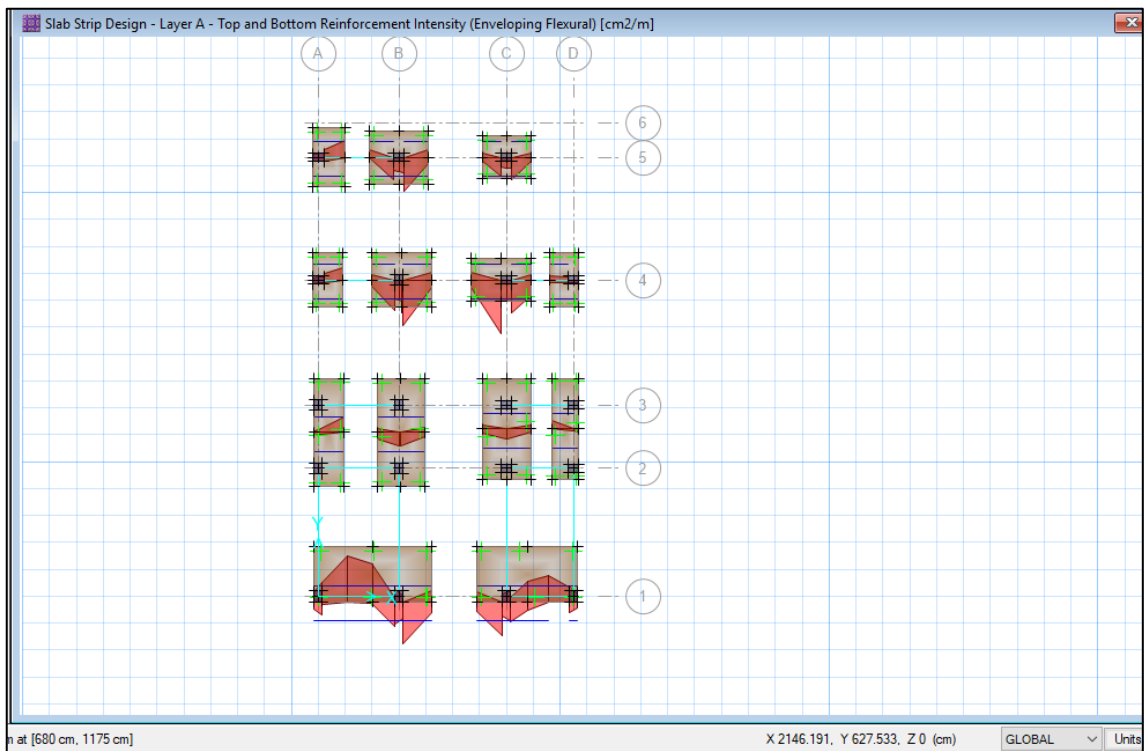


Figura 58. Diseño por flexión (Sector 1) dirección X-X.

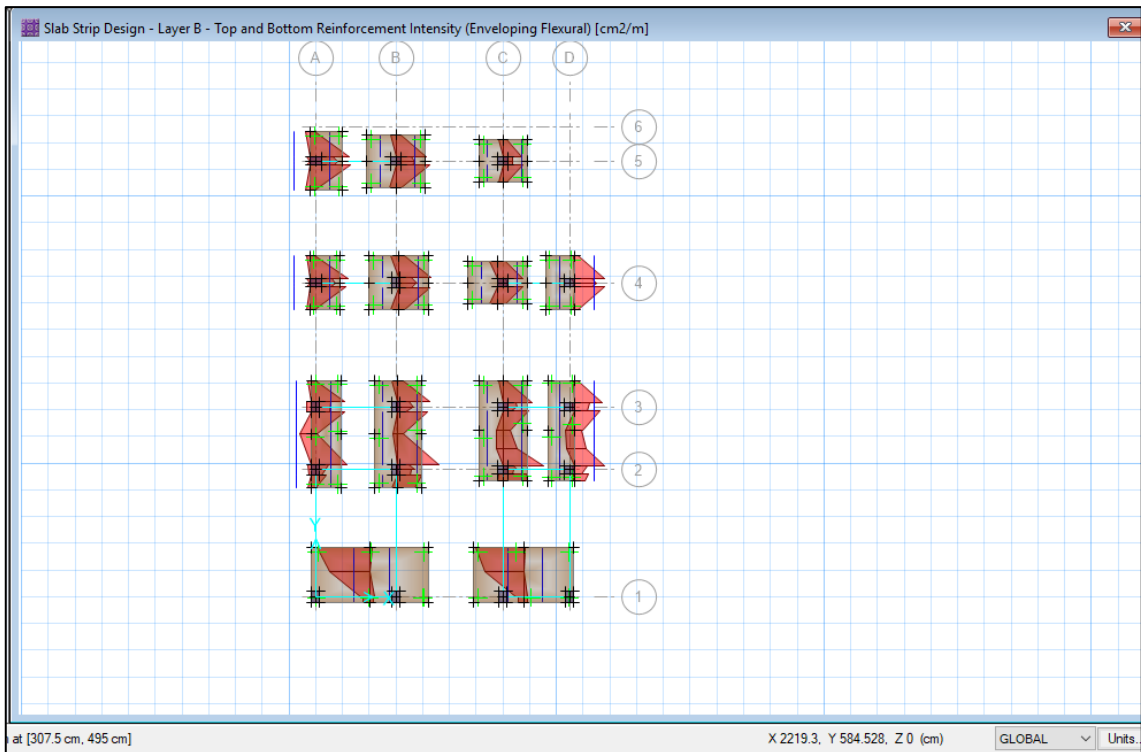


Figura 59. Diseño por flexión (Sector 1) dirección Y-Y.

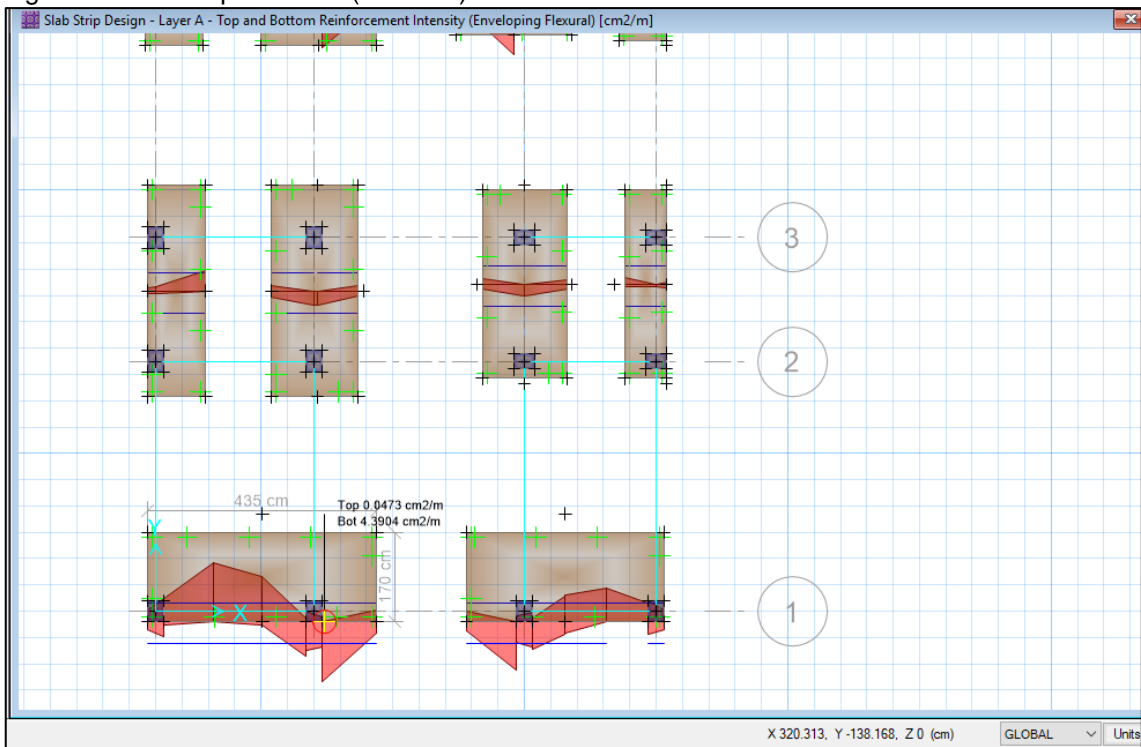


Figura 60. Diseño por flexión (Sector 2) dirección X-X.

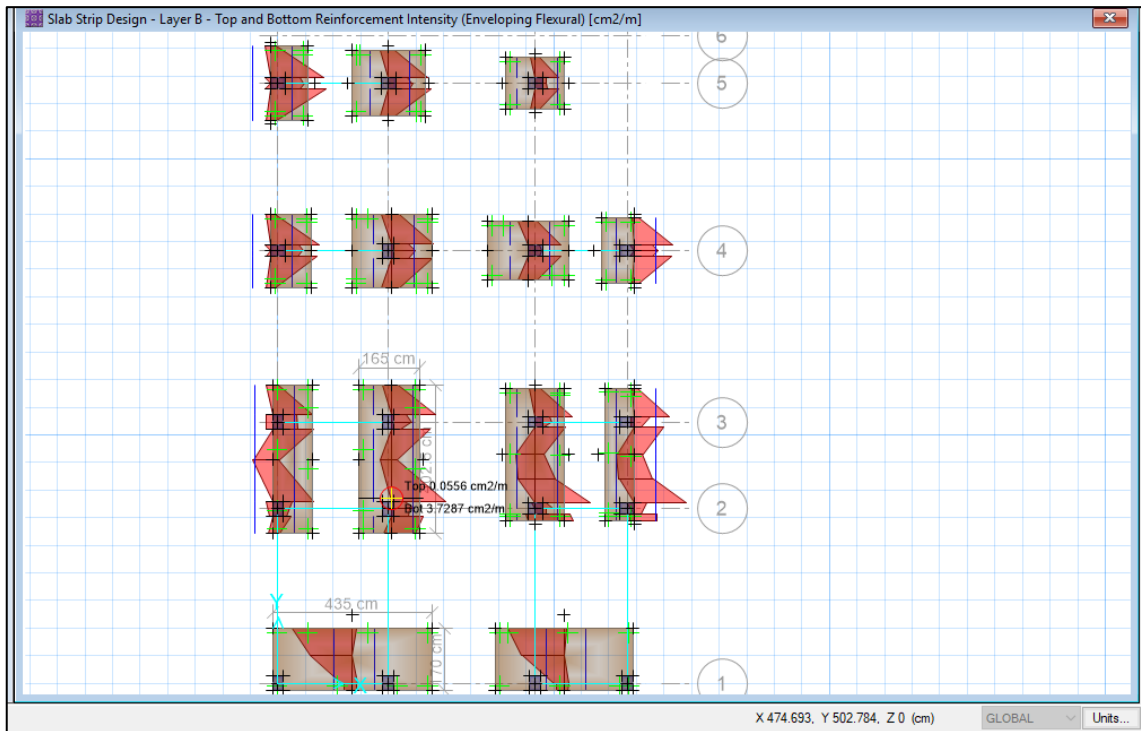


Figura 61. Diseño por flexión (Sector 2) dirección Y-Y.

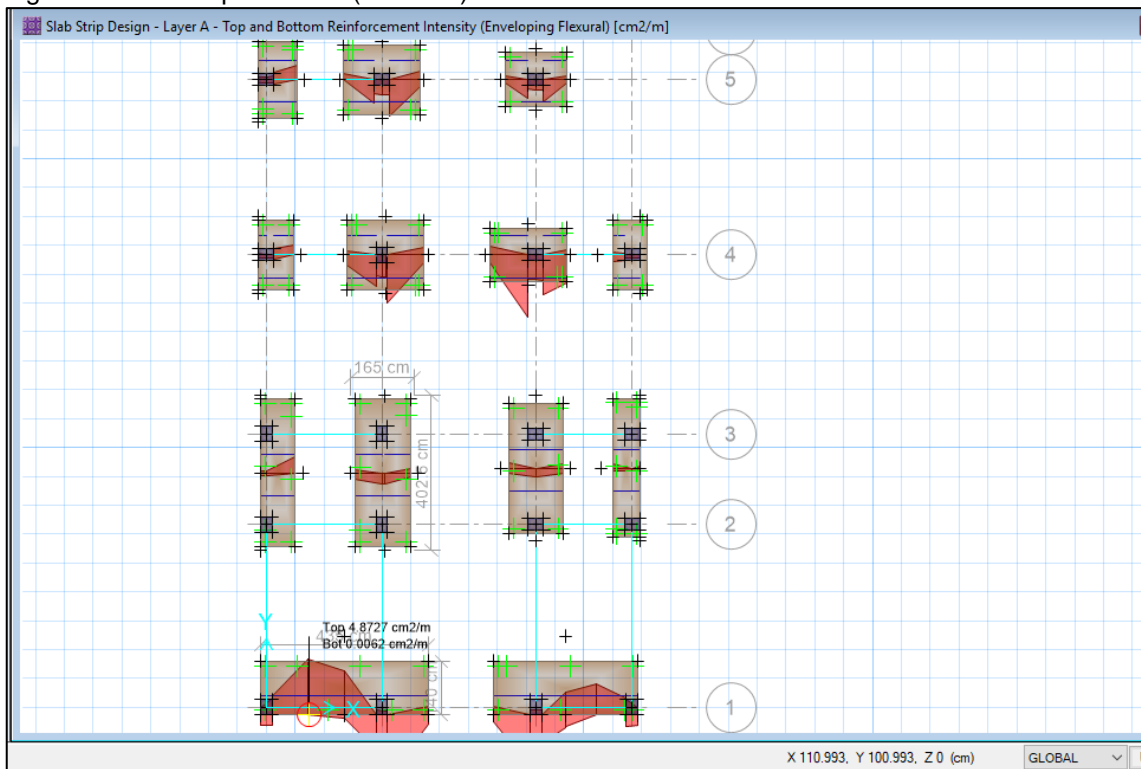


Figura 62. Diseño por flexión (Sector 3) dirección X-X.

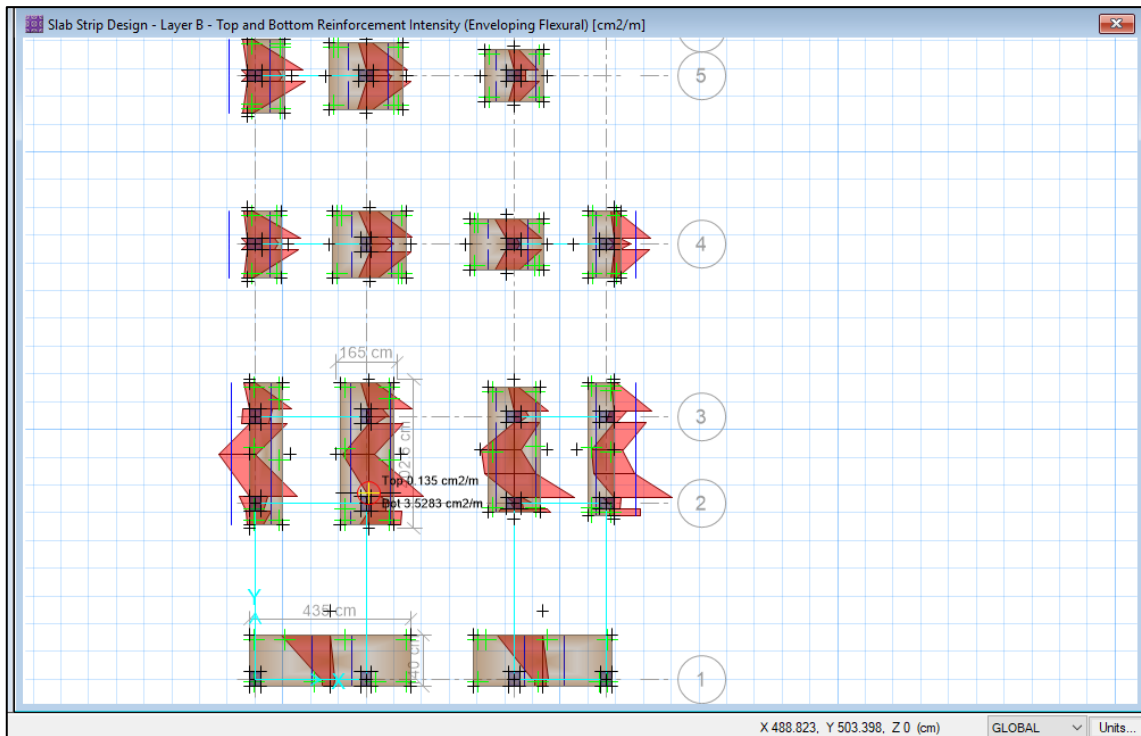


Figura 63. Diseño por flexión (Sector 3) dirección Y-Y.

## Resumen de diseño

Tabla 28. Características de la cimentación para una vivienda aporricada de 03 pisos.

Descripción	Sector 01	Sector 02	Sector 03
Tipo de cimentación	Zapata aislada	Zapata aislada	Zapata aislada
	Zapata Combinada	Zapata Combinada	Zapata Combinada
	Zapata Conectada	Zapata Conectada	Zapata Conectada
	Zapata Conectada	Zapata Conectada	Zapata Conectada
Profundidad de la cimentación	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Altura de la zapata	0.40 m	0.40 m	0.40 m
Acero de refuerzo (Zapata aislada)	Superior (no necesita)	Superior (no necesita)	Superior (no necesita)
	Inferior Ø1/2" @0.20	Inferior Ø1/2" @0.20	Inferior Ø1/2" @0.20
Acero de refuerzo (Zapata combinada)	Superior Ø1/2" @0.20	Superior Ø1/2" @0.20	Superior Ø1/2" @0.20
	Inferior Ø1/2" @0.20	Inferior Ø1/2" @0.20	Inferior Ø1/2" @0.20
	Inferior Ø1/2" @0.20	Inferior Ø1/2" @0.20	Inferior Ø1/2" @0.20
Viga de cimentación	0.30x60m	0.30x60m	0.30x60m
Acero de refuerzo (Viga de cimentación)	Sup. 3Ø5/8"	Sup. 3Ø5/8"	Sup. 3Ø5/8"
	Inf. 2Ø5/8"+ 1Ø1/2"	Inf. 2Ø5/8"+ 1Ø1/2"	Inf. 2Ø5/8"+ 1Ø1/2"
	Est. Ø3/8"	Est. Ø3/8"	Est. Ø3/8"
	1@0.05, 1@0.10, Rto. @0.20 c/e	1@0.05, 1@0.10, Rto. @0.20 c/e	1@0.05, 1@0.10, Rto. @0.20 c/e
	1@0.10, Rto. @0.20 c/e	1@0.10, Rto. @0.20 c/e	1@0.10, Rto. @0.20 c/e

Para el caso del sector 01 que cuenta con nivel freático, se recomienda efectuar el drenaje del terreno, ya que es la forma más eficiente e infalible de evacuar el agua, con la finalidad de evitar la expansión y contracción de arcillas, alteración de la resistencia del terreno, etc.

La viga de cimentación o conexión es un elemento rígido, que nos permite controlar la rotación de la zapata excéntrica correspondiente a una columna que está ubicada en el límite de propiedad.

### Vivienda de albañilería confinada 02 pisos

#### Condición de diseño por capacidad de carga

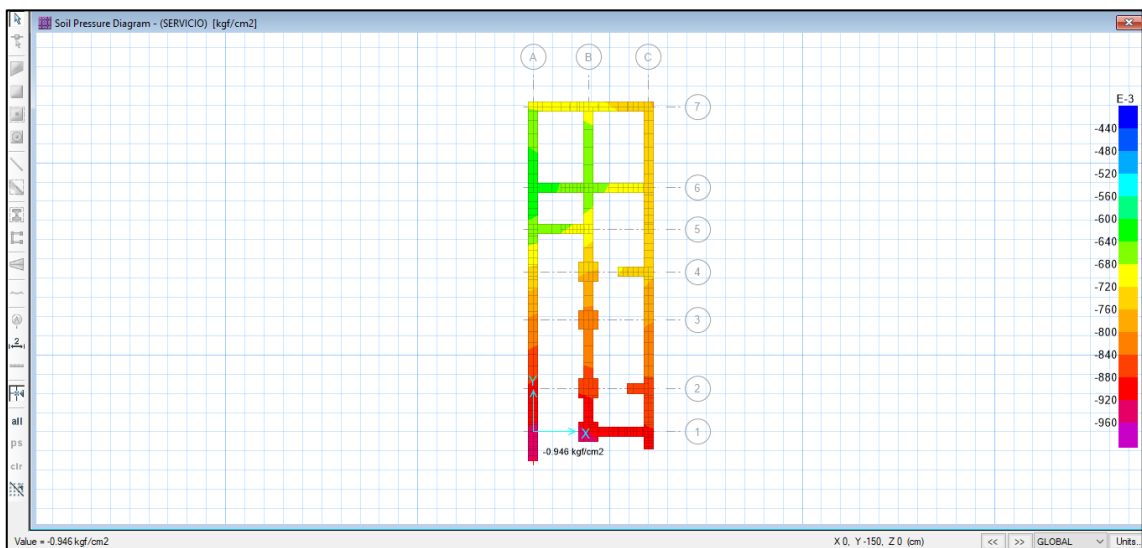


Figura 64. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 1).

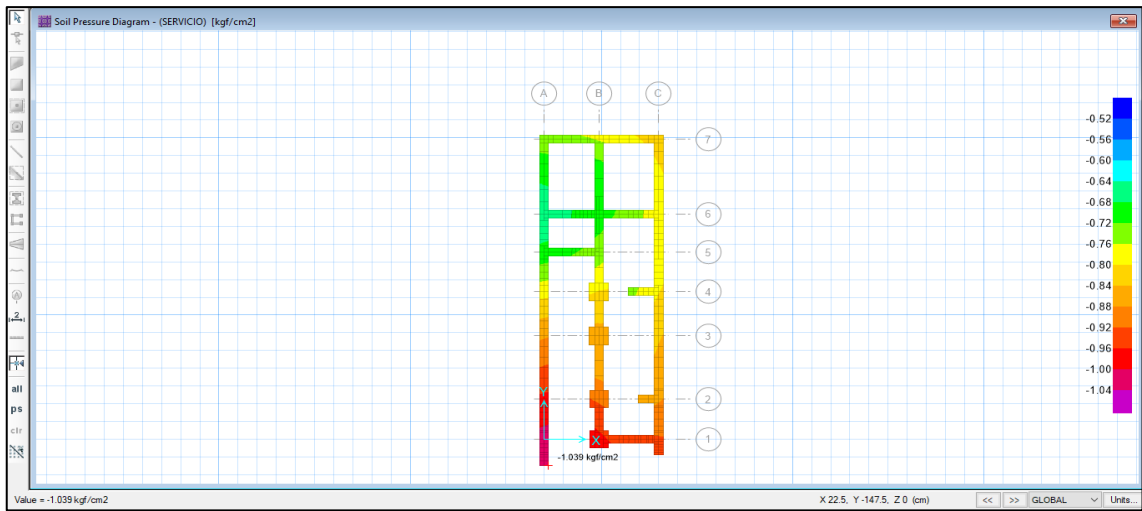


Figura 65. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 2).

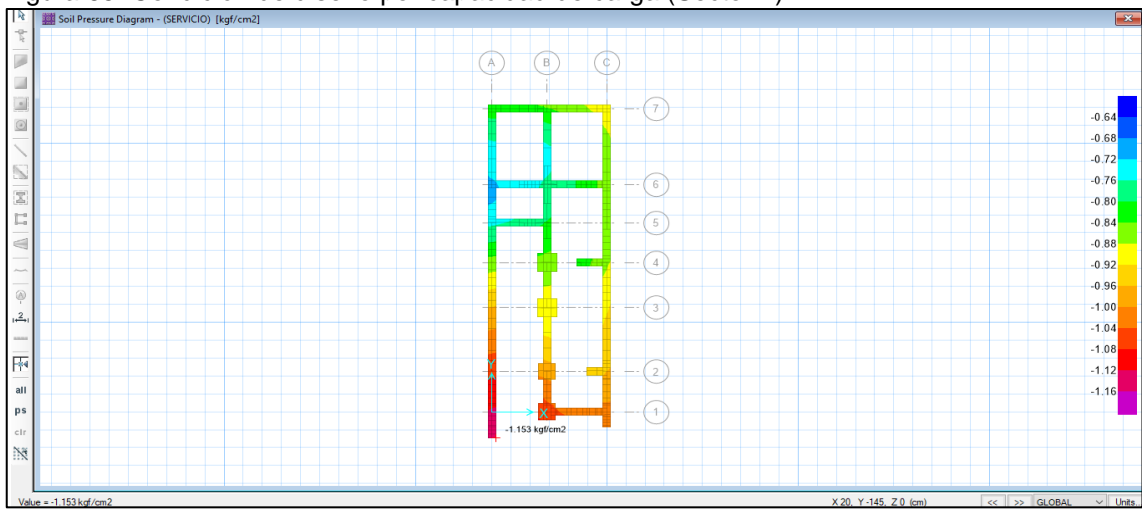


Figura 66. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 3).

## Verificación de asentamientos

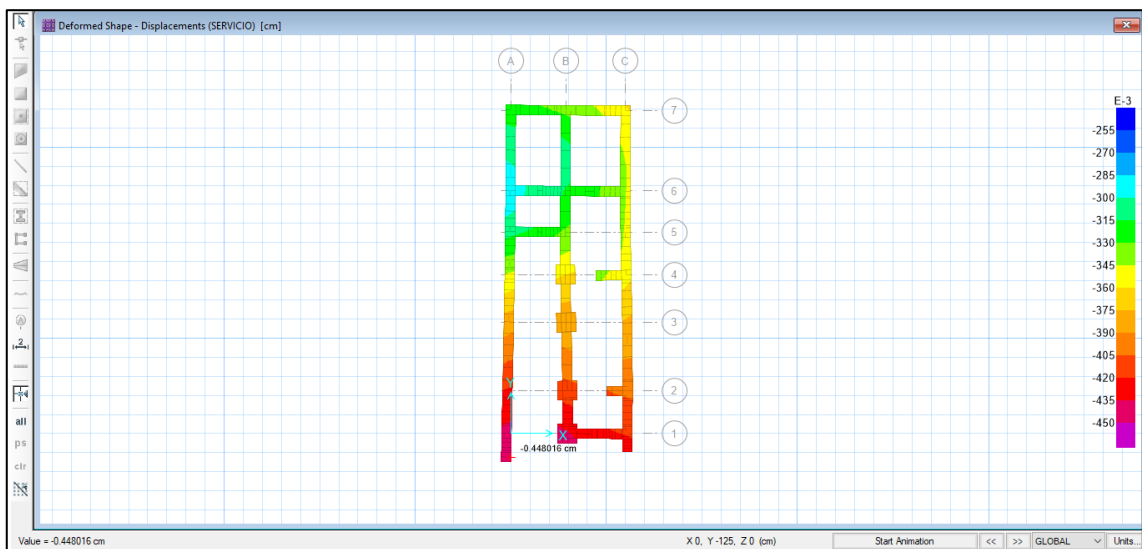


Figura 67. Verificación de Asentamientos (Sector 1).



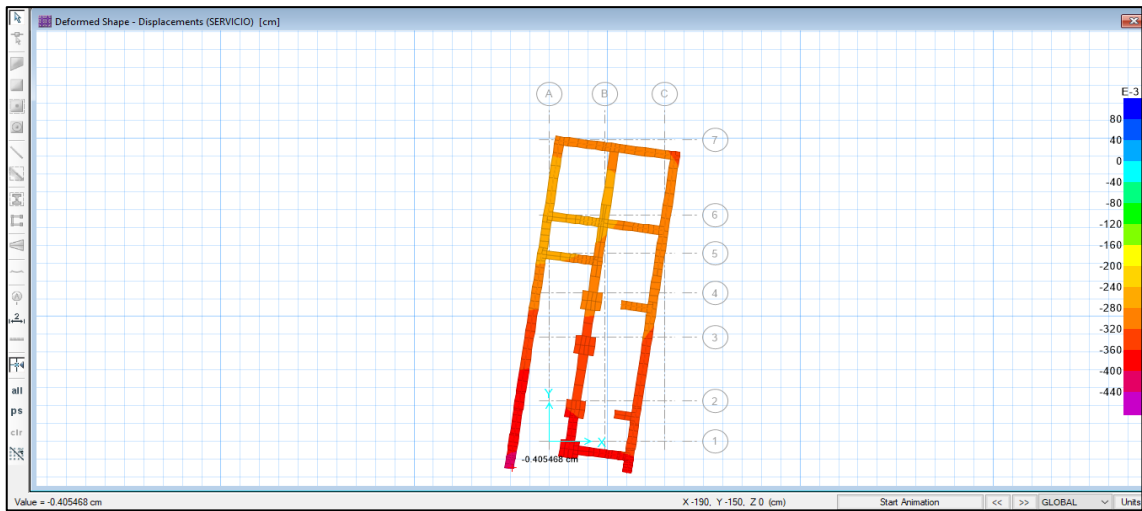


Figura 68. Verificación de Asentamientos (Sector 2).

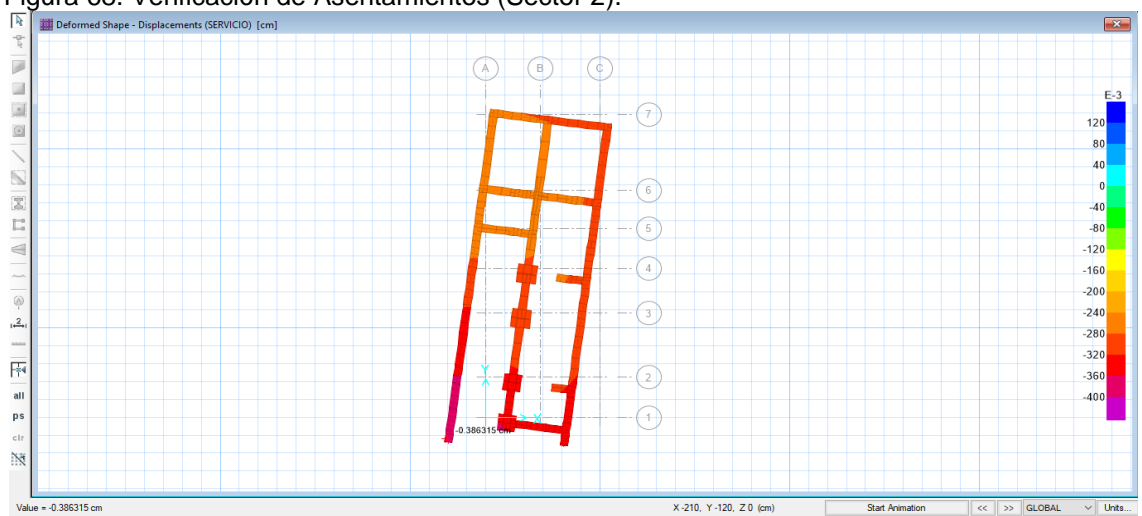


Figura 69. Verificación de Asentamientos (Sector 3).

## Diseño por flexión

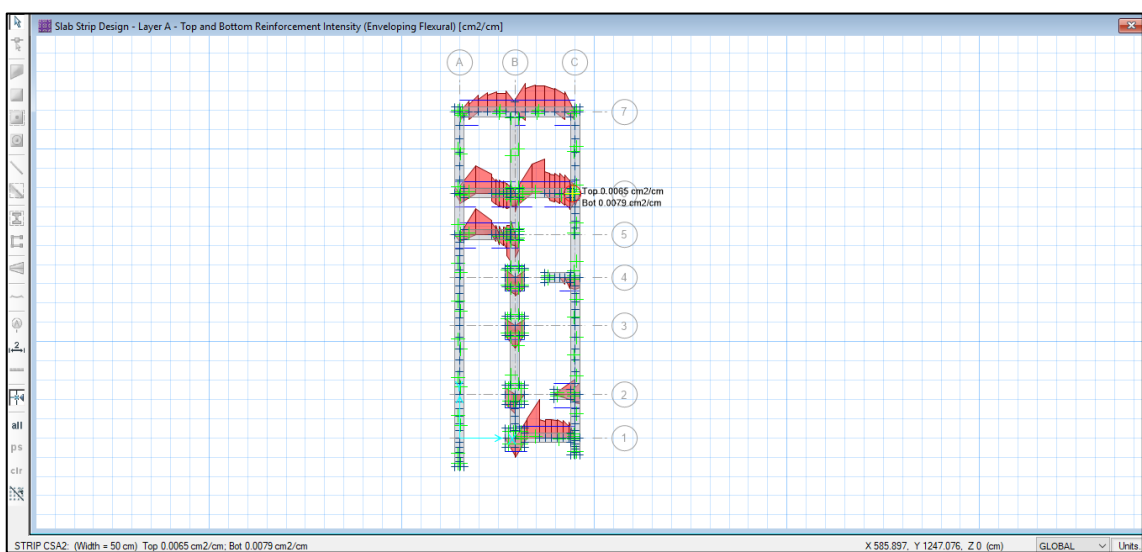


Figura 70. Diseño por flexión (Sector 1) dirección X-X.

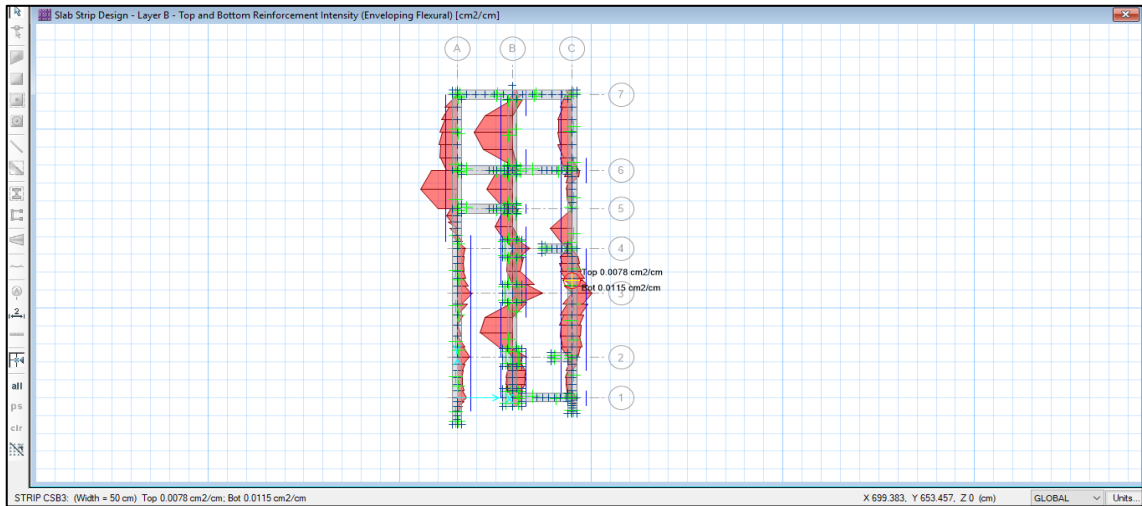


Figura 71. Diseño por flexión (Sector 1) dirección Y-Y.

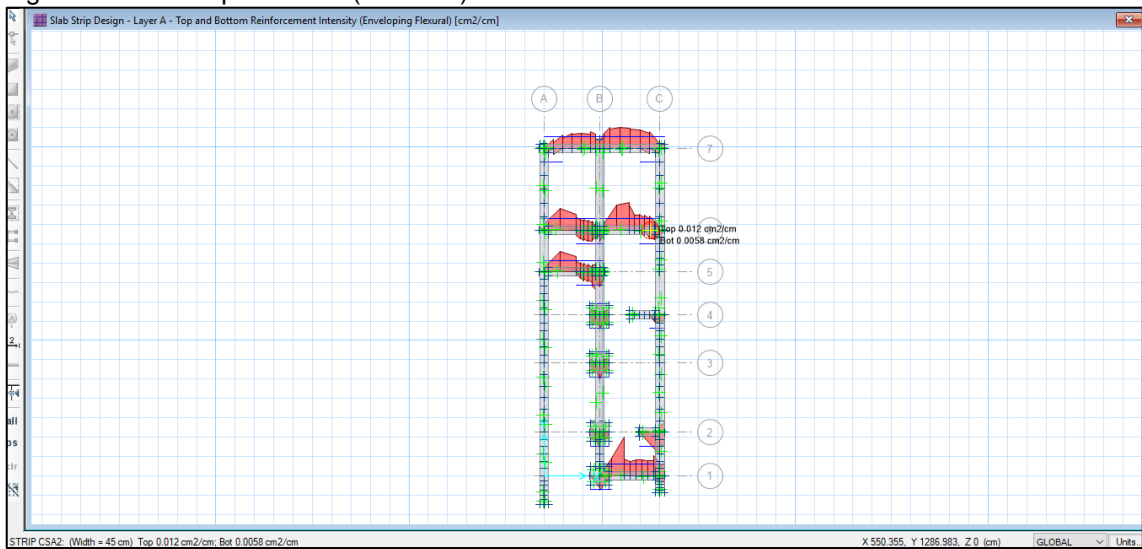


Figura 72. Diseño por flexión (Sector 2) dirección X-X.

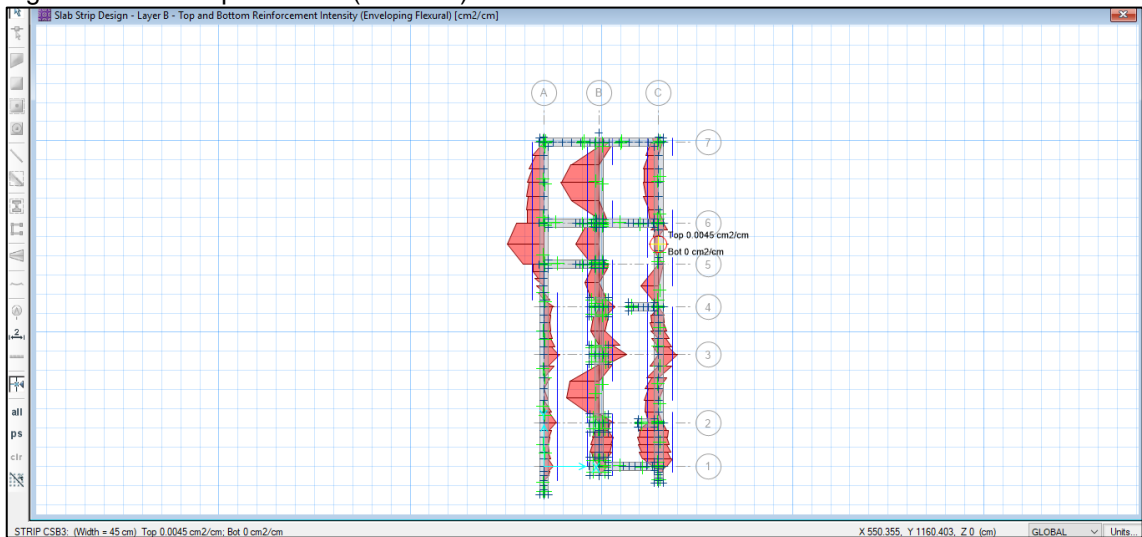


Figura 73. Diseño por flexión (Sector 2) dirección Y-Y.

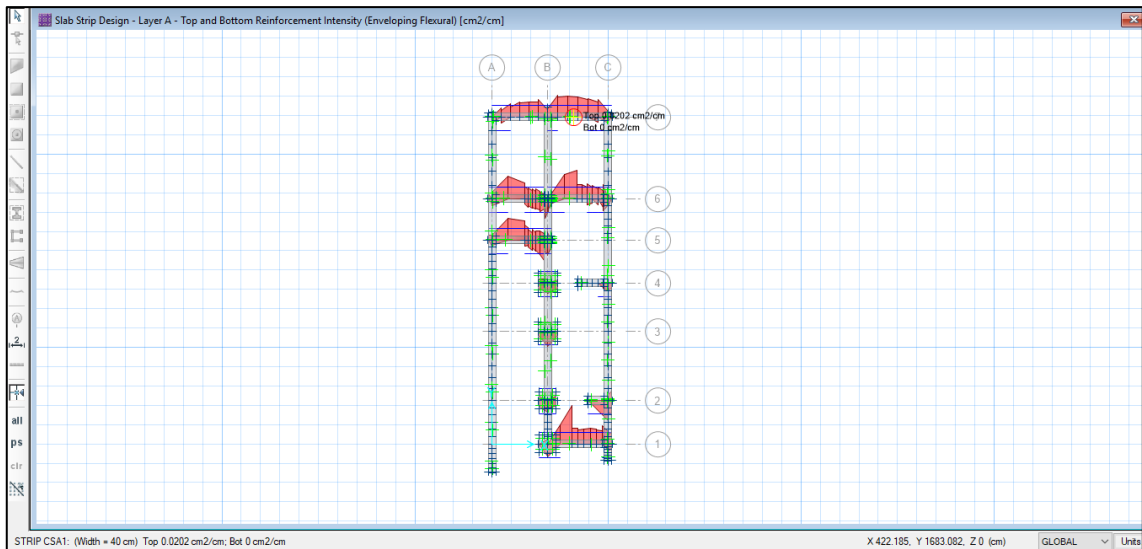


Figura 74. Diseño por flexión (Sector 3) dirección X-X.

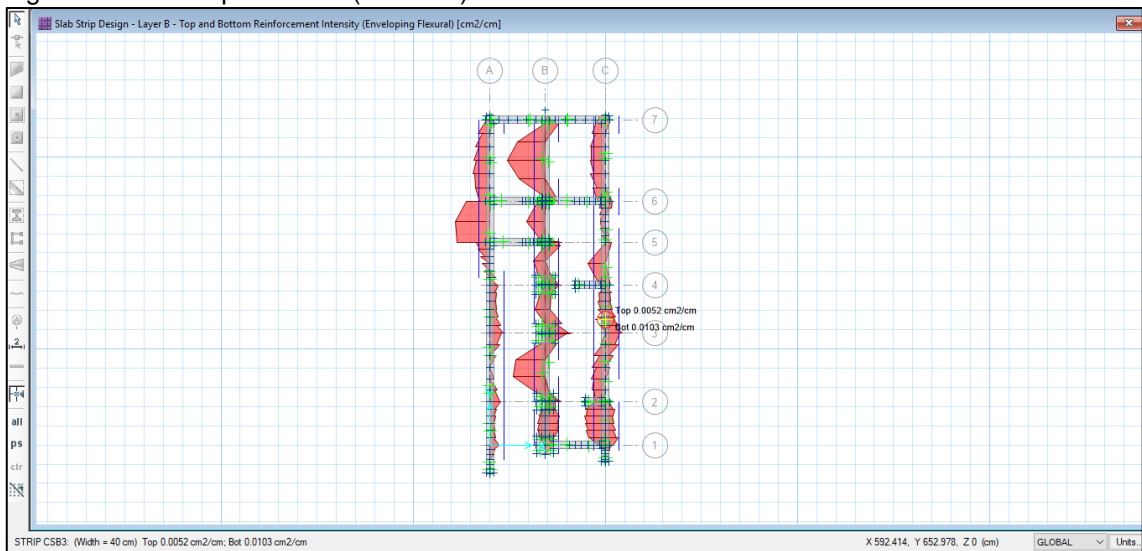


Figura 75. Diseño por flexión (Sector 3) dirección Y-Y.

## Resumen de diseños

Tabla 29. Características de la cimentación para una vivienda de albañilería confinada de 02 pisos.

Descripción	Sector 01	Sector 02	Sector 03
Tipo de cimentación	Zapata aislada Cimientos corridos	Zapata aislada Cimientos corridos	Zapata aislada Cimientos corridos
Profundidad de la cimentación	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Altura de la zapata	0.40 m	0.40 m	0.40 m
Acero de refuerzo (Zapata aislada)	Superior (no necesita) Inferior Ø1/2" @0.20	Superior (no necesita) Inferior Ø1/2" @0.20	Superior (no necesita) Inferior Ø1/2" @0.20
Cimientos corridos	Ancho: 0.50m	Ancho: 0.45m	Ancho: 0.40m

Para el caso del sector 01 que cuenta con nivel freático, se recomienda efectuar el drenaje del terreno, ya que es la forma más eficiente e infalible de evacuar el agua, con la finalidad de evitar la expansión y contracción de arcillas, alteración de la resistencia del terreno, etc.

Se entenderá por cimiento corrido todos los elementos que conforman el cimiento, medidos desde el nivel de piso hasta el fondo de la cimentación. Consiste en un elemento colocado en posición horizontal que tiene la función estructural de recibir las cargas de los muros de albañilería y las transmite al suelo.

### Vivienda de albañilería confinada de 03 pisos

#### Condición de diseño por capacidad de carga

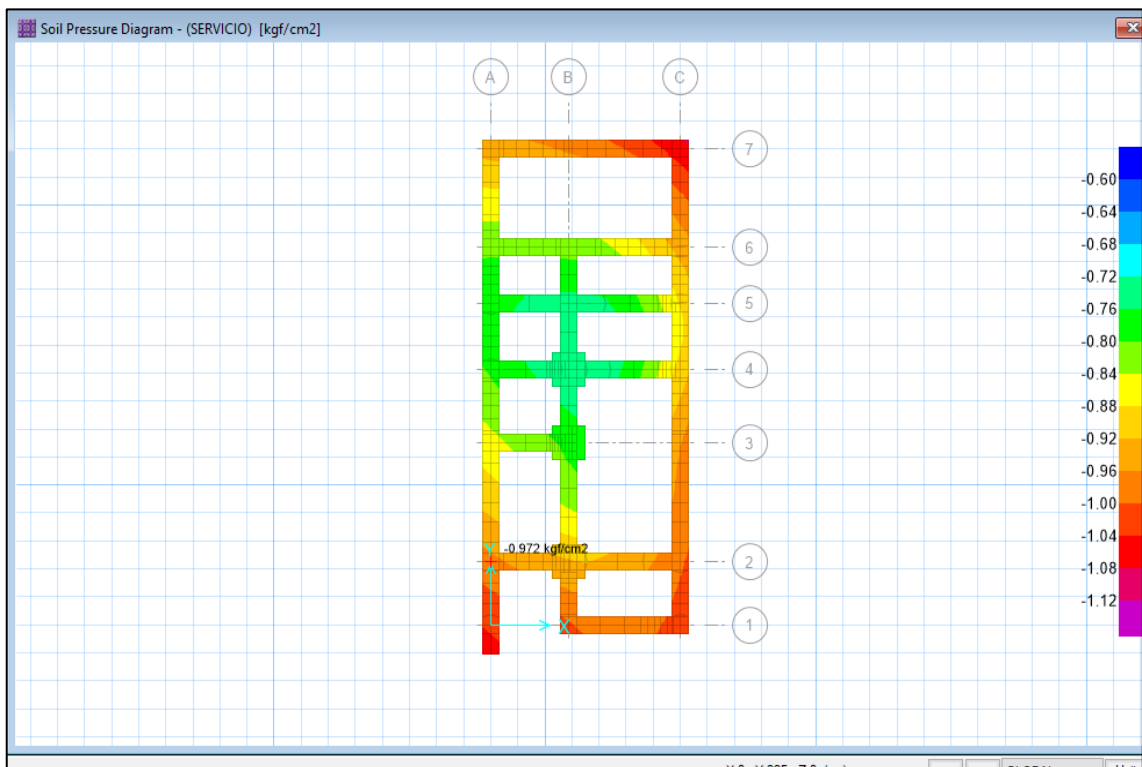


Figura 76. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 1).

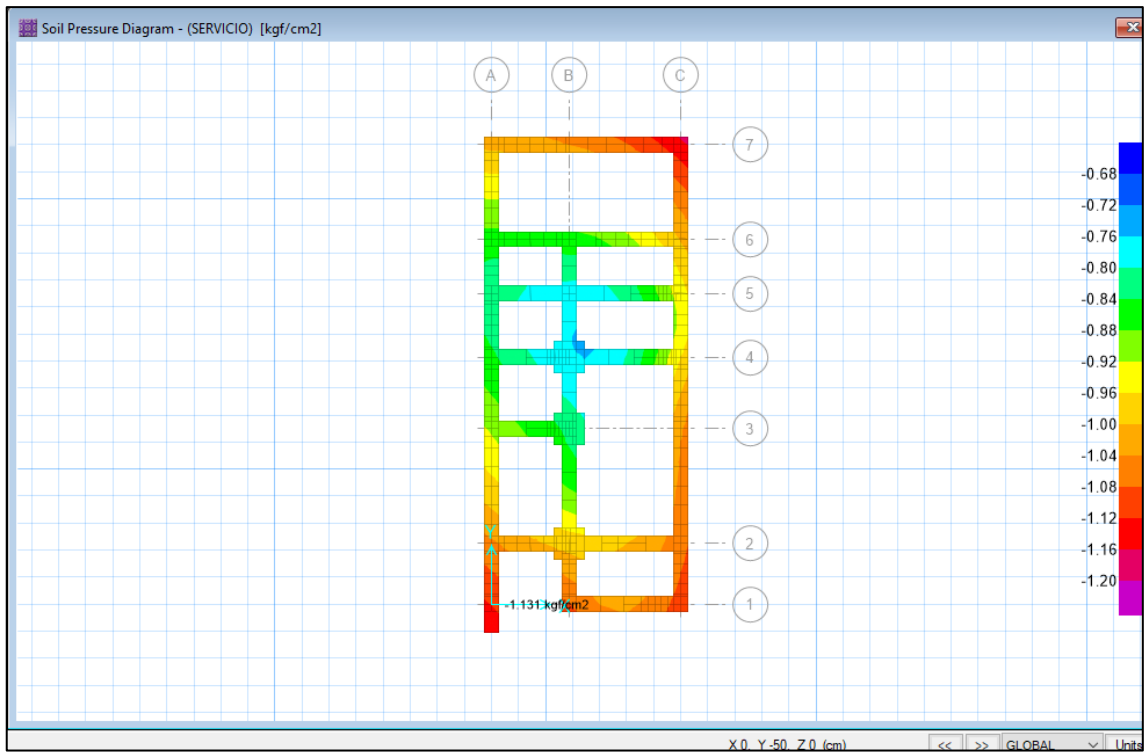


Figura 77. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 2).

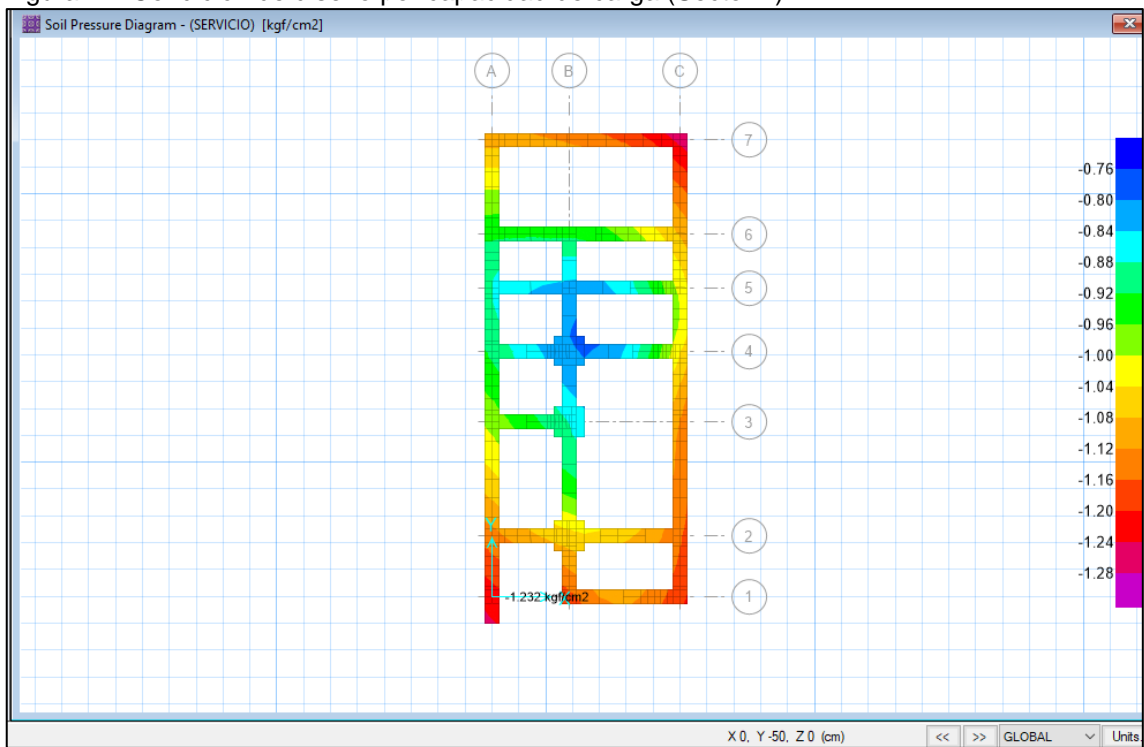


Figura 78. Condición de diseño por capacidad de carga (Sector 3).

## Verificación de asentamientos

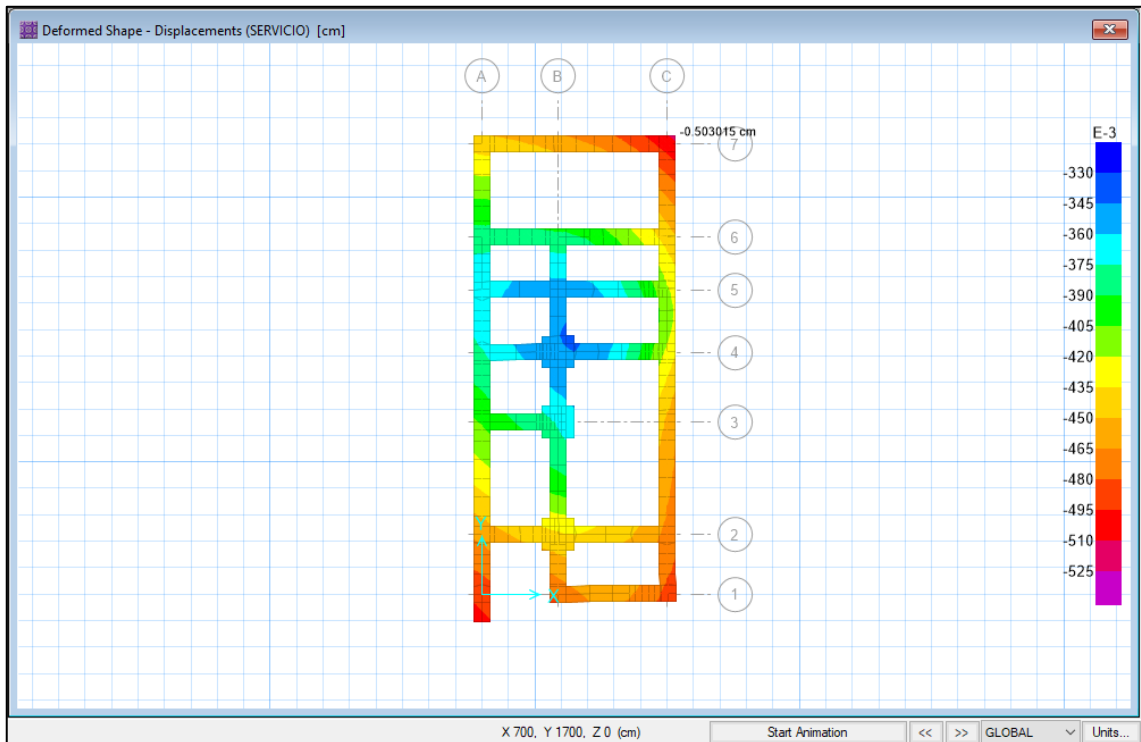


Figura 79. Verificación de Asentamientos (Sector 1).

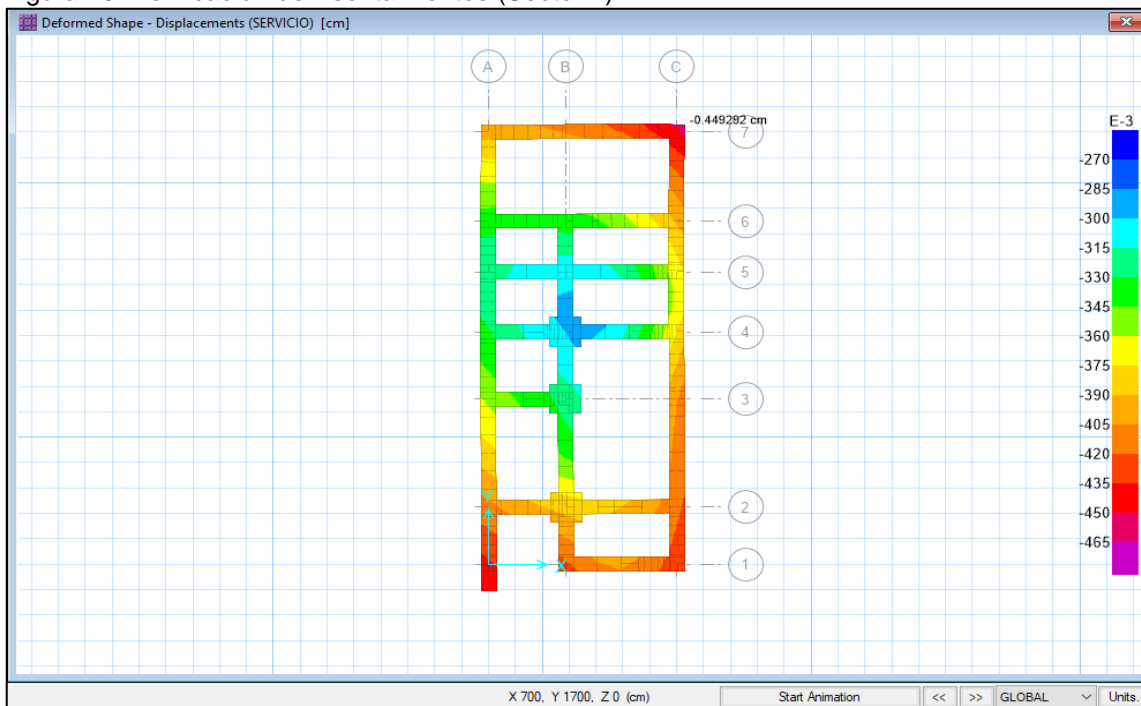


Figura 80. Verificación de Asentamientos (Sector 2).

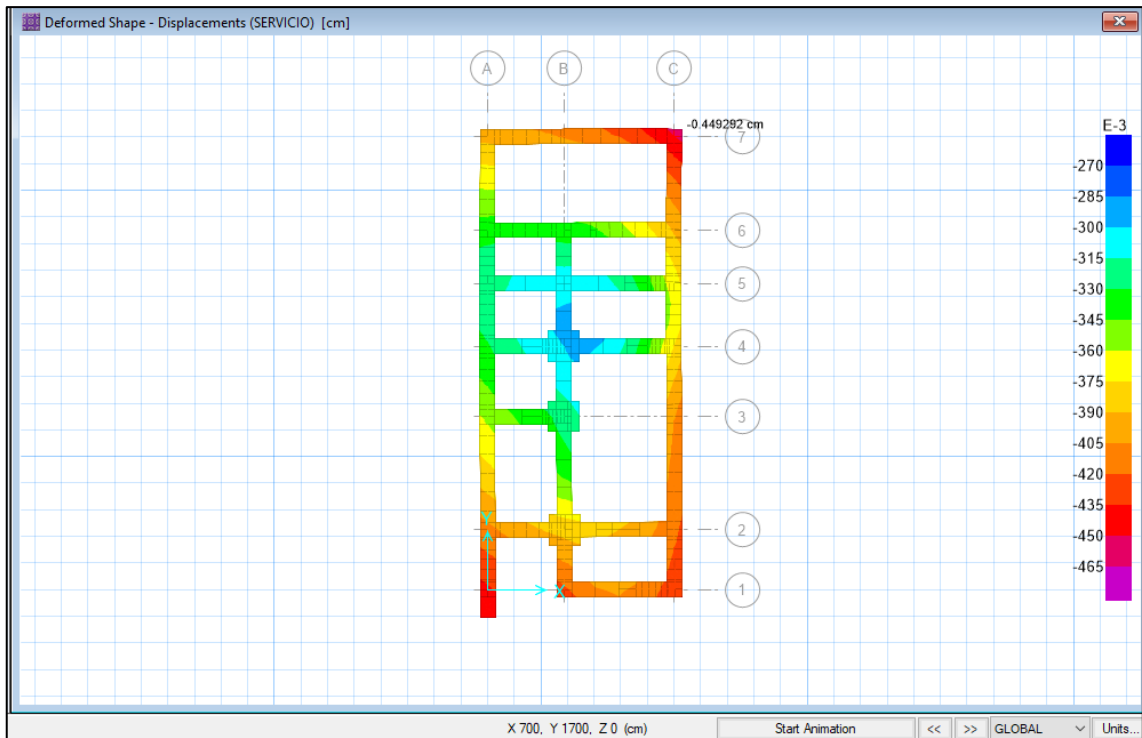


Figura 81. Verificación de Asentamientos (Sector 3).

## Diseño por flexión

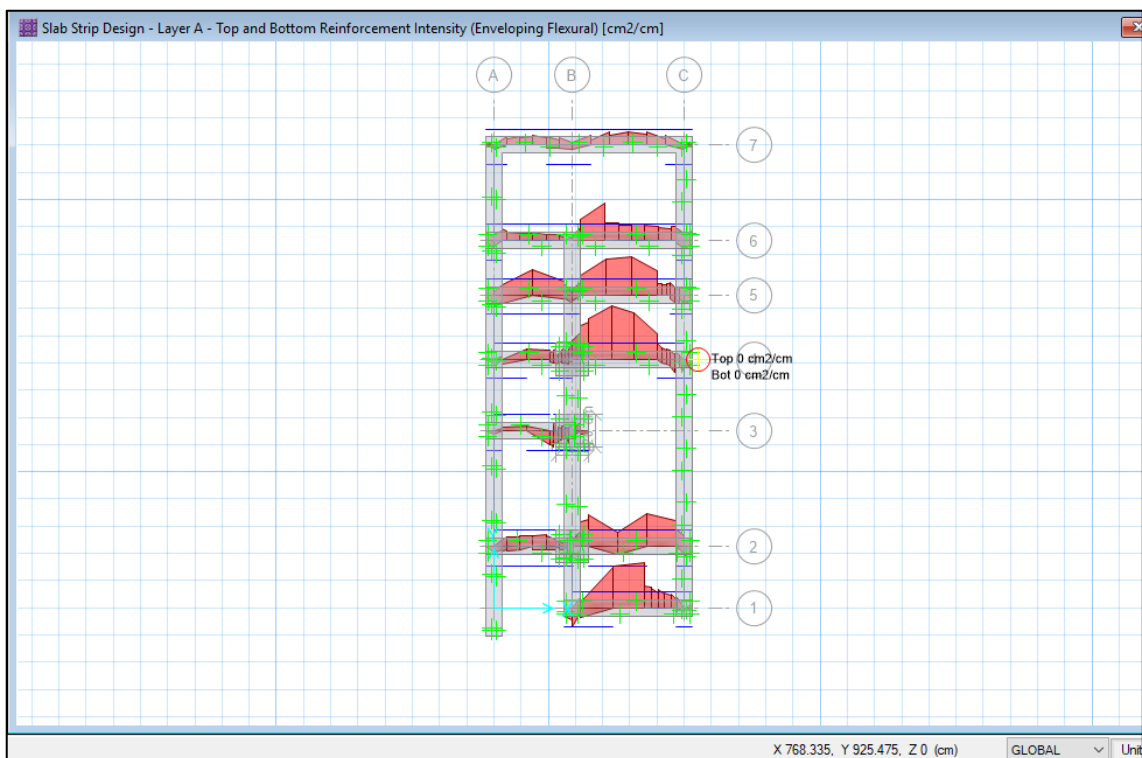


Figura 82. Diseño por flexión (Sector 1) dirección X-X.

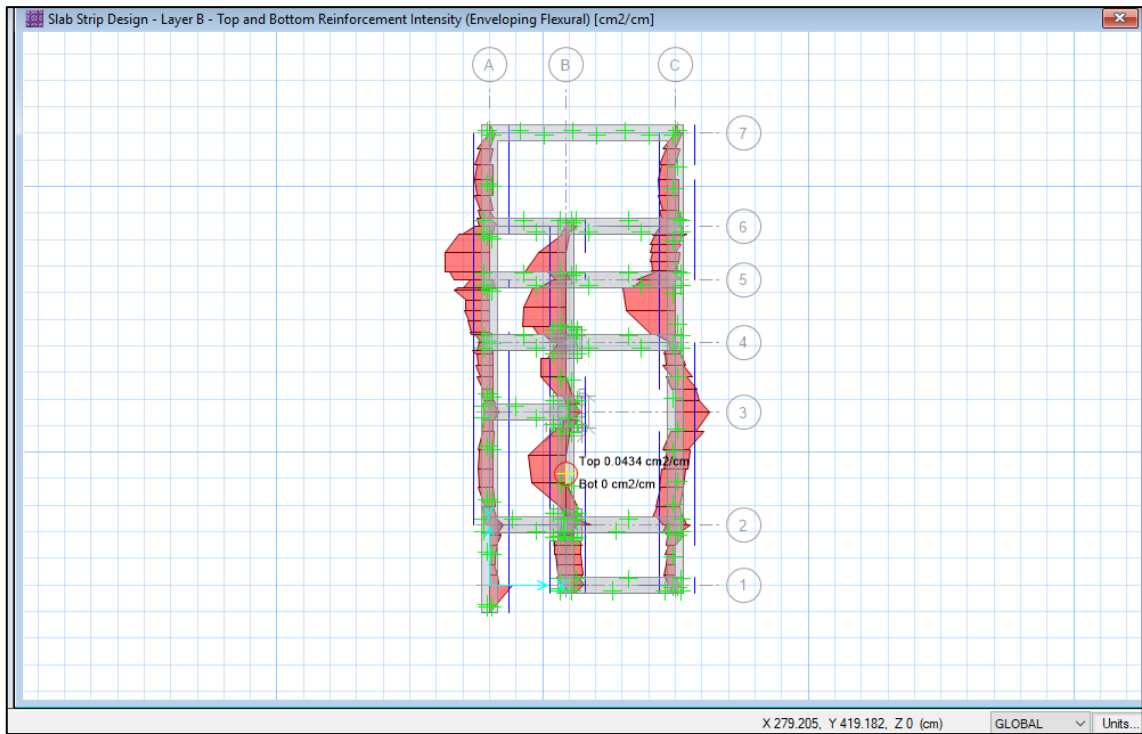


Figura 83. Diseño por flexión (Sector 1) dirección Y-Y.

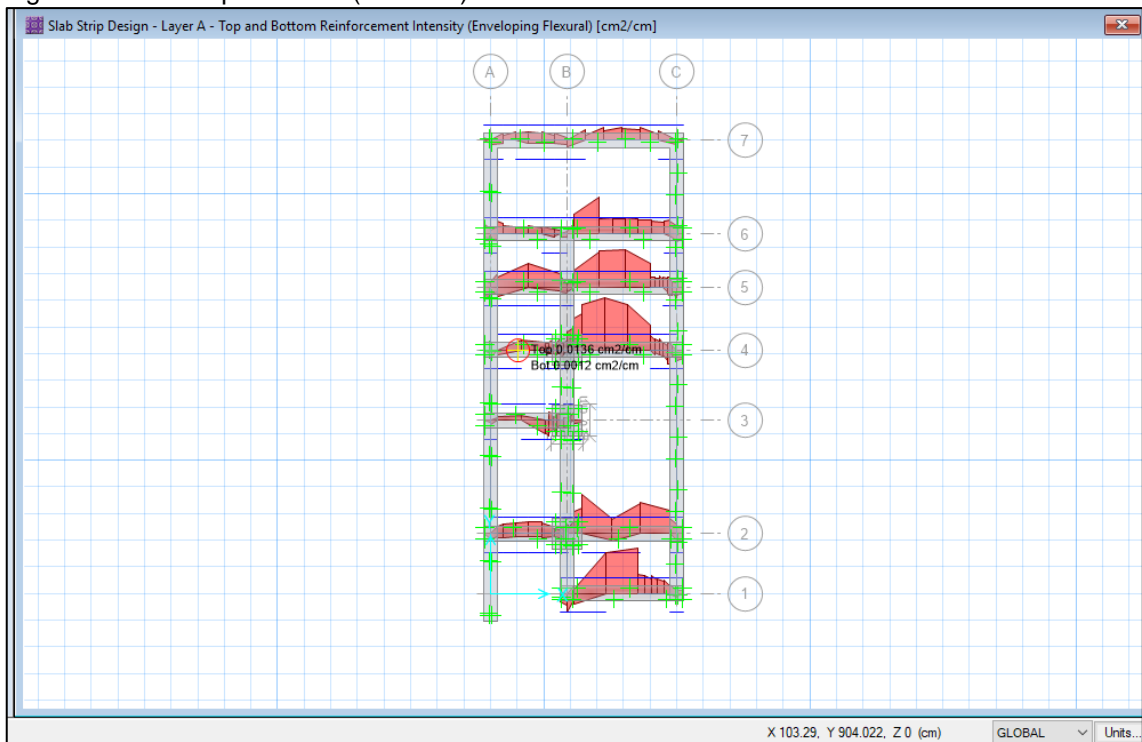


Figura 84. Diseño por flexión (Sector 2) dirección X-X.



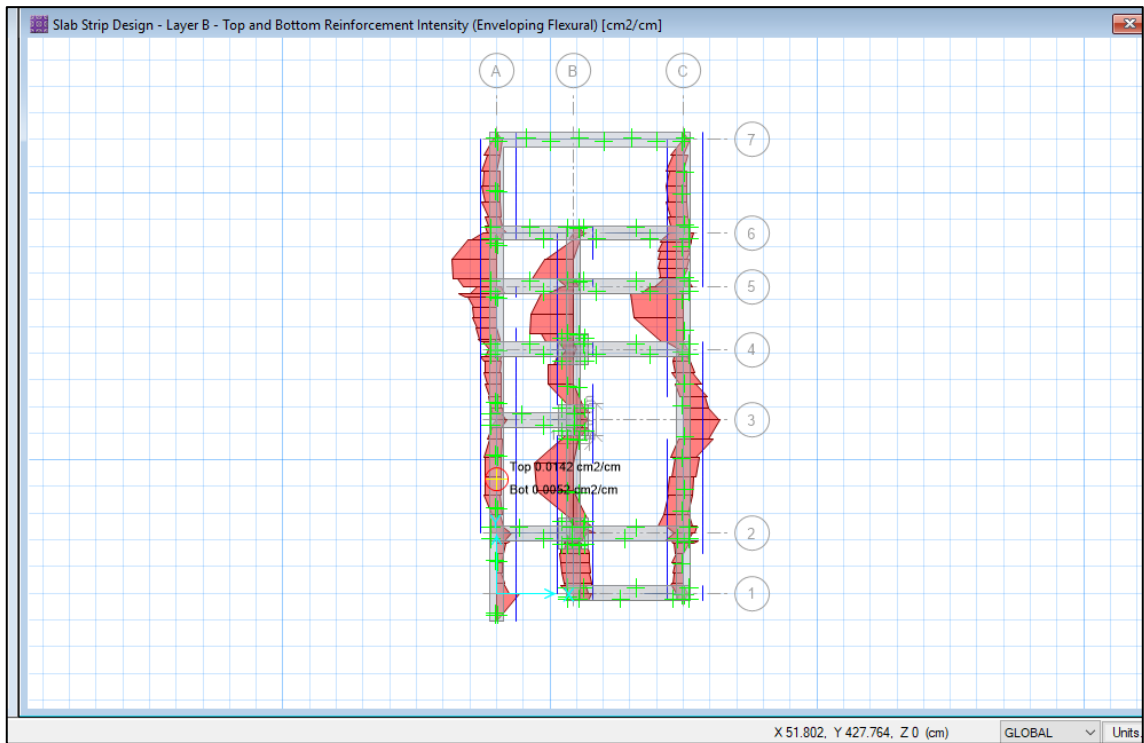


Figura 85. Diseño por flexión (Sector 2) dirección Y-Y.

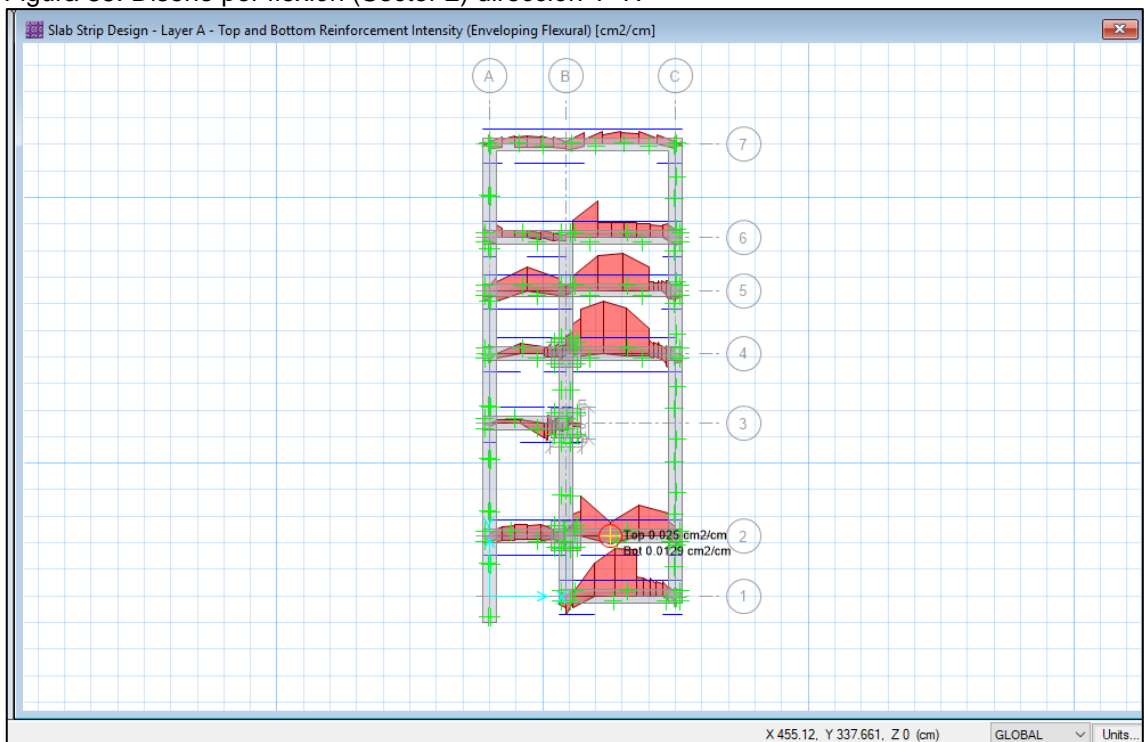


Figura 86. Diseño por flexión (Sector 3) dirección X-X.

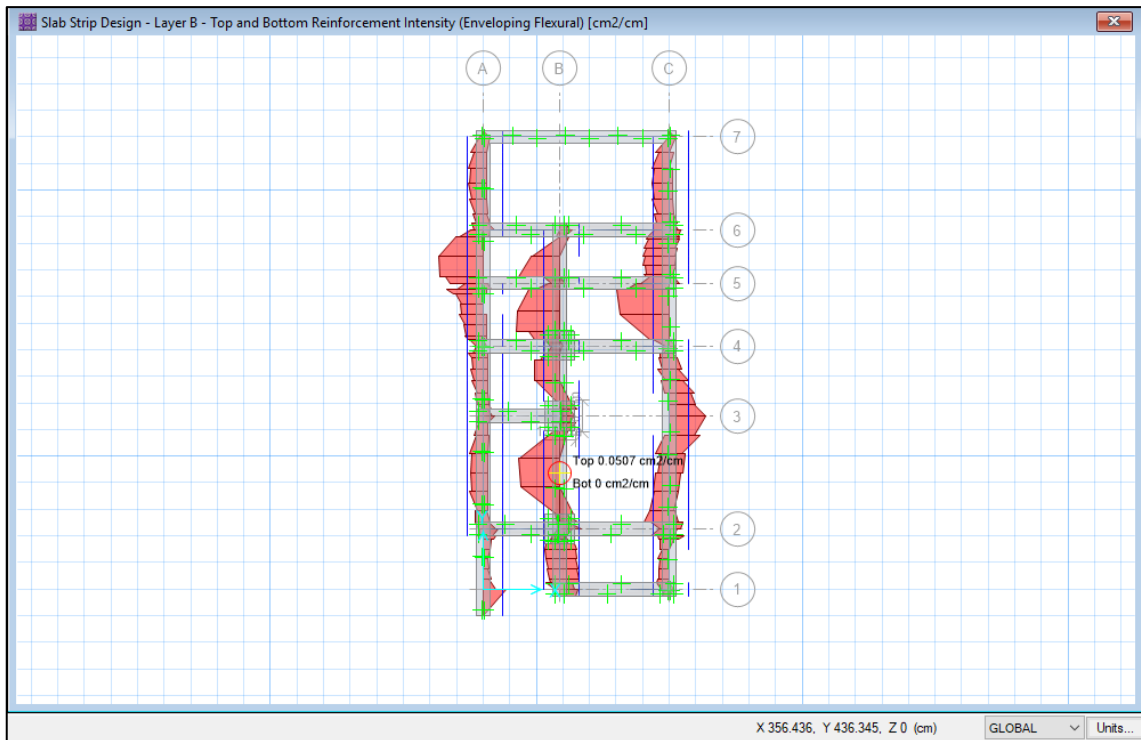


Figura 87. Diseño por flexión (Sector 3) dirección Y-Y.

### Resumen de diseño

Tabla 30. Características de la cimentación para una vivienda de albañilería confinada de 03 pisos.

Descripción	Sector 01	Sector 02	Sector 03
Tipo de cimentación	Zapata aislada	Zapata aislada	Zapata aislada
	Cimientos corridos	Cimientos corridos	Cimientos corridos
Profundidad de la cimentación	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Altura de la zapata	0.60 m	0.60 m	0.60 m
Acero de refuerzo (Zapata aislada)	Superior (no necesita)	Superior (no necesita)	Superior (no necesita)
	Inferior Ø1/2" @0.15	Inferior Ø1/2" @0.15	Inferior Ø1/2" @0.15
Cimientos corridos	Ancho: 0.60m	Ancho: 0.55m	Ancho: 0.50m
	Alto: 0.80m	Alto: 0.80m	Alto: 0.80m

Para el caso del sector 01 que cuenta con nivel freático, se recomienda efectuar el drenaje del terreno, ya que es la forma más eficiente e infalible de

evacuar el agua, con la finalidad de evitar la expansión y contracción de arcillas, alteración de la resistencia del terreno, etc.

Se entenderá por cimiento corrido todos los elementos que conforman el cimiento, medidos desde el nivel de piso hasta el fondo de la cimentación. Consiste en un elemento colocado en posición horizontal que tiene la función estructural de recibir las cargas de los muros de albañilería y las transmite al suelo.

## **ANEXO N° 04: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

## **ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO**



Figura 88. Excavación de la calicata 01.



Figura 89. Excavación de la calicata 02.



Figura 90. Excavación de la calicata 04.



Figura 91. Excavación de la calicata 04 desde otra perspectiva.



Figura 92. Excavación de la calicata 05.



Figura 93. Excavación de la calicata 06.





Figura 94. Excavación de la calicata 07.



Figura 95. Vista de los estratos de la calicata 07.



Figura 96. Excavación de la calicata 08.



Figura 97. Excavación de la calicata 09.



Figura 98. Vista de estratos en la calicata 09.



Figura 99. Vista de estratos en la calicata 10.



Figura 100. Reunión con la comunidad.



Figura 101. Firma de acta de compromiso con las autoridades.

## **ANEXO N° 06: PLANOS**