



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa
colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque
Centenario, Abancay – Apurímac, 2021**

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

AUTOR:

Ccamsaya Huillca, Fritz

<https://orcid.org/0000-0003-3961-4600>

ASESOR:

Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo

<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta tesis dedico a mi padre ya en el cielo que desde ahí me ilumina para seguir adelante con todas sus enseñanzas en el recorrido de la vida.

A mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

También dedico a mi novia y hermanos por haberme apoyado mucho para lograr ser un profesional de éxito.

Agradecimientos

A Dios por guiarme y darme unos padres maravillosos. A mi padre que desde hace poco se convirtió en mi ángel que me protege, a mi madre que sin su apoyo incondicional en todo momento.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| ÍNDICE DE TABLAS | v |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS | vi |
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | .ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA | 12 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 12 |
| 3.2. Variables y Operacionalización..... | 12 |
| 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis..... | 13 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 14 |
| 3.5. Procedimientos | 15 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 15 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 15 |
| IV. RESULTADOS..... | 16 |
| V. DISCUSION | 60 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 64 |
| VII. RECOMENDACIONES | 65 |
| REFERENCIAS..... | 66 |
| ANEXOS | 70 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| <i>Tabla 1. Tabla de Limites de deflexiones</i> | 9 |
| <i>Tabla 2. Espesor de la placa</i> | 10 |
| <i>Tabla 3. Factores de zonificación</i> | 20 |
| <i>Tabla 4. Factores de suelo</i> | 21 |
| <i>Tabla 5. Valores de periodos</i> | 21 |
| <i>Tabla 6. Verificación de irregularidad por torsión dirección X-X</i> | 22 |
| <i>Tabla 7. Verificación de irregularidad por torsión dirección Y-Y</i> | 22 |
| <i>Tabla 8. Resumen de irregularidades en planta</i> | 23 |
| <i>Tabla 9. Resumen de irregularidades en altura</i> | 24 |
| <i>Tabla 10. Análisis modal, modos de traslación y rotación</i> | 25 |
| <i>Tabla 11. Factores sísmicos en análisis estático</i> | 25 |
| <i>Tabla 12. Factores sísmicos en análisis estático</i> | 26 |
| <i>Tabla 13. Espectro de respuesta</i> | 27 |
| <i>Tabla 14. Verificación del sistema estructural X-X</i> | 28 |
| <i>Tabla 15. Verificación del sistema estructural Y-Y</i> | 28 |
| <i>Tabla 16. Metrado de cargas de la losa maciza</i> | 30 |
| <i>Tabla 17. Diseño de losa en la franja central (TOP) X-X</i> | 35 |
| <i>Tabla 18. Diseño de losa en la franja central (Botton) X-X</i> | 35 |
| <i>Tabla 19. Espesor de losa colaborante</i> | 36 |
| <i>Tabla 20. Resumen de valores</i> | 50 |
| <i>Tabla 21. Resultado de momentos de inerciaa</i> | 50 |
| <i>Tabla 22. Resultado de desplazamientos con SAP2000</i> | 56 |
| <i>Tabla 23. Resultado de los esfuerzos resistentes de LC y LC</i> | 57 |
| <i>Tabla 24. Resultados de espesores de losas</i> | 58 |
| <i>Tabla 25. Resultados de deflexiones de losas</i> | 59 |

Índice de gráficos y figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Losa colaborante | 10 |
| Figura 2. Mapa del Perú | 16 |
| Figura 3. Mapa de la Región Apurímac | 16 |
| Figura 4. Localización del estacionamiento del parque Centenario | 16 |
| Figura 5. Topografía de la zona de estudio | 18 |
| Figura 6. Triangulación de la zona de estudio | 18 |
| Figura 7. Configuración topográfica de la zona de estudio | 18 |
| Figura 8. Vista aérea de la zona de estudio | 19 |
| Figura 9. Verificación de irregularidad por esquina entrante | 23 |
| Figura 10. Vista 3D de la estructura del bloque I | 24 |
| Figura 11. Gráfico de espectro de respuesta | 27 |
| Figura 12. Definición de análisis sismo dinámico | 28 |
| Figura 13. Derivas máximas en ambas direcciones | 29 |
| Figura 14. Predimensionamiento de losa maciza | 30 |
| Figura 15. Diseño de losa maciza con método de franjas | 31 |
| Figura 16. Valores de Fuerzas Cortantes en X-X. | 32 |
| Figura 17. Valores de Fuerzas Cortantes en Y-Y | 32 |
| Figura 18. Valores de momentos flectores en X-X | 33 |
| Figura 19. Valores de momentos flectores en Y-Y | 33 |
| Figura 20. Espesor de losa | 34 |
| Figura 21. Deformación máxima de la losa maciza | 34 |
| Figura 22. Estructuración de losa colaborante | 37 |
| Figura 23. Diagrama de fuerzas cortantes en losa colaborante | 38 |
| Figura 24. Diagrama de momentos flectores en losa colaborante | 38 |
| Figura 25. Geometría de la losa colaborante | 39 |
| Figura 26. Fuerzas en tracción y compresión | 42 |
| Figura 27. Fuerzas en tracción y compresión para momento nominal | 44 |
| Figura 28. Área contribuyente al corte | 46 |
| Figura 29. Espesor de losa colaborante | 48 |
| Figura 30. Momento de inercia del área transformada | 49 |
| Figura 31. Momento de inercia del área transformada no fisurada | 49 |
| Figura 32. Lamina colaborante AD-600 | 52 |
| Figura 33. Concreto en losa colaborante | 52 |
| Figura 34. Diagrama de distribución de esfuerzos de tracción y compresión longitudinal en la lámina, vista superior (SAP2000) | 53 |
| Figura 35. Diagrama de distribución de esfuerzos de tracción y compresión longitudinal en la lámina, vista inferior (SAP2000) | 53 |
| Figura 36. Diagrama de esfuerzo cortante en lámina de acero (SAP2000) | 54 |
| Figura 37. Diagrama esfuerzos longitudinal en el concreto (SAP2000) | 54 |
| Figura 38. Diagrama distribución de esfuerzo cortante (Apoyo móvil) | 54 |

| | |
|---|-----------|
| <i>Figura 39. Diagrama distribución de esfuerzo cortante (Centro de la luz)</i> | <u>55</u> |
| <i>Figura 40. Diagrama distribución de esfuerzo cortante (Apoyo fijo)</i> | <u>55</u> |
| <i>Figura 41. Diagrama esfuerzo cortante (apoyos, centro de luz y a lo largo)</i> | <u>55</u> |
| <i>Figura 42. Valores de fuerzas cortantes y de momentos flectores</i> | <u>57</u> |
| <i>Figura 43. Comparación de Espesores de LM y LC</i> | <u>58</u> |
| <i>Figura 35. Comparación de deflexiones de LM y LC</i> | <u>59</u> |

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo el poder buscar una alternativa de solución al tema de sistema de entrepiso, por ello se realizó una comparación estructural de una losa de estacionamiento subterráneo como son un sistema de losa maciza (convencional) y un sistema de losa colaborante (alternativa). Para ello se realizó una búsqueda de antecedentes tanto nacionales como internacionales en diferentes idiomas con la única finalidad de estudiar y analizar sus resultados. En el marco metodológico estará en un diseño cuasi experimental con un enfoque cualitativo y de tipo aplicada con un nivel de investigación explicativo.

El resultado obtenido en la comparación entre los sistemas de entrepisos en estudio fue favorable estructuralmente para la losa colaborante, ya que tuvo unos resultados hasta un 90% menores con respecto a los esfuerzos resistentes gracias a la presencia de vigas metálicas, un 56% menos en espesor de losa y un 95% menor en lo que concierne a deflexiones máximas.

Se procedió a realizar la discusión, conclusiones y recomendaciones en la presente investigación con los resultados calculados enfocándonos en los objetivos y teniendo como referencia a los antecedentes con las cuales se verifico la mejora en el uso de la losa colaborante.

Palabras claves: Losa colaborante, esfuerzos resistentes, deflexiones, sobrecargas.

Abstract

The objective of this research work is to find an alternative solution to the issue of the mezzanine system, therefore, a structural comparison of a subway parking slab was carried out, such as a solid slab system (conventional) and an alternative system (alternative). For this purpose, a national and international background search was carried out in different languages with the sole purpose of studying and analyzing the results. The methodological framework will be in a quasi-experimental design with a qualitative approach and applied type with an explanatory level of research.

The result obtained in the comparison of the mezzanine systems under study was structurally favorable for the composite slab, since it had results up to 90% lower with respect to resistant stresses due to the presence of steel beams, 56% less in slab thickness and 95% lower with respect to maximum deflections.

The discussion, conclusions and recommendations were made in this research with the calculated results focusing on the objectives and having as a reference the antecedents with which the improvement in the use of the collaborating slab was verified.

Key words: slab, resistant stresses, deflections, overloads.

I.INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se usaron diferentes métodos para el diseño de losas para estacionamientos vehiculares, cuyos comportamientos estructurales son adecuados ante las sollicitaciones de su carga de servicio, en diversos países como: México, Guatemala, Ecuador entre otros; optaron por distintos tipos de losas, ya sea por tema económicos, tecnológicos y/o facilidades en el trabajo, donde se buscó elevar la capacidad de resistencia de la losa, su menor espesor y menor deflexión posible.

Es importante señalar que, los defectos que se originen en la estructura de la losa convencionales de estacionamiento, fueron corregidos con las alternativas de sistemas de losas, ya que estos se mejoraron en sus distintas características. Este tipo de estructuras mejoraron ya que se vio las alternativas de uso de losas con vigas trabe ashto, losas macizas y losas nervadas y así aumentar en sus propiedades solicitadas.

En los últimos años se ha visto el surgimiento de muchas técnicas para el mejoramiento de losas con sistemas estructurales distintas a los convencionales, una de las cuales podemos mencionar a la losa colaborante: En diferentes lugares de nuestro país como Lima, Ayacucho, Huancayo, se pudo encontrar distintos sistemas estructurales los cuales fueron material de estudio el cual incorporaron, losa aligerada con viguetas pretensadas, losas planas sin vigas, losa maciza, donde en su mayoría presentan mayor resistencia y menor tiempo de ejecución.

La ciudad de Abancay, está ubicada en la microcuenca del Mariño al sureste del Perú. Actualmente es una ciudad en la trayectoria de la vía interoceánica sur el cual conecta los mercados nacionales importantes del país, capital del distrito y la provincia con el mismo nombre Abancay, Apurímac; además de encontrarse en proceso de desarrollo con una población distrital de 69,028 habitantes según el censo del 2017. Por lo frecuente, Abancay tiene un clima templado, moderadamente lluvioso; presencia la caída de lluvias entre el mes de febrero y marzo; donde generalmente suelen ser leves, irregulares y fuertes.

Las estructuras de entrepiso encontradas en Abancay, son en su mayoría losas macizas, este tipo de estructuras se usan básicamente cuando se tratan de soportar una sobrecarga alta, generando un mayor gasto en comparación con otro tipo de estructura de entrepiso como la de losa aligerada, ya que esta es común en el

sector; por ello, se está proponiendo una alternativa de entrepiso con una losa colaborante que pueda soportar grandes sobrecargas como la de vehículos y así poder determinar la mejora en sus propiedades físicas y mecánicas.

Formulación del Problema

La mayoría de los entrepisos que soportan sobrecargas altas en Abancay son losas macizas, ya que su uso por los ciudadanos está basado en la construcción tradicional; ante esta situación y mejora, se plantea el uso de una losa colaborante el cual pueda lograr la disminución de los esfuerzos resistentes, la disminución en su espesor de losa de losa como también disminuya su deflexión respecto a su luz libre.

Problema general: (cuantitativo)

¿Cuánto varía el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021?

Los problemas específicos de esta investigación son:

- ¿Cuánto varía el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a los esfuerzos resistentes en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021?
- ¿Cuánto varía el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a su espesor de losa en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021?
- ¿Cuánto varían el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a su deflexión máxima en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021?

Justificación del Problema

El motivo por el cual se da origen a la presente investigación fue de poder brindar alternativas de solución al diseño y construcción de losas de entrepisos para vehículos que puedan tener mejor comportamiento ante las sobrecargas. El poder ayudar en la solución técnico o de problemas similares en la mejora del diseño estructural de una losa de estacionamiento, como la mejora en su resistencia por servicio, en la disminución en el espesor de losa, como también nos podrá brindar mejoras en la disminución de sus deflexiones máximas.

En el ámbito de la ingeniería civil, la construcción de una obra deberá ser eficiente y eficaz, para ellos la importancia del llenado del vacío en el conocimiento en el comportamiento estructural de una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque centenario y poder obtener resultados favorables con la incorporación de láminas colaborantes a la losa.

Hipótesis General:

La comparación en el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante mejorara en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021

Las hipótesis específicas de esta investigación son:

- La comparación en el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante disminuirá respecto a los esfuerzos resistentes en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021.
- La comparación en el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante disminuirá respecto a su espesor de losa en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021.
- La comparación del comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante disminuirá respecto a su deflexión máxima en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021.

Objetivo General:

Evaluar el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021

Los objetivos específicos de esta investigación son:

- Evaluar el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a los esfuerzos resistentes en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021.
- Evaluar el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a su espesor de losa en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021.
- Evaluar el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a su deflexión máxima en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021.

II.MARCO TEÓRICO

Como antecedente nacional tenemos a **Chávez (2011)** en su **tesis** para obtener el título profesional cuyo **objetivo** general fue: El diseño constructivo y estructural de losas de estacionamiento. La **población** tomada para el estudio consta de los diferentes tipos de losas, la muestra tomada fueron todas las losas de entrepiso, los instrumentos utilizados fue el software SAP 2000 para el cálculo estructural de losas. Como **resultados** obtenidos se pudo apreciar que la losa colaborante tiene un costo de s/ 105.26 por m² ya que resultan muy ventajosas. Se **concluyó** que la losa colaborante tiene un 17.14% de ahorro también con respecto a la losa aligerada convencional.¹

Como antecedente nacional menciona **Montañez (2015)** en su tesis profesional, cuyo **objetivo** general fue: Realizar el análisis y comportamiento estructural como también el diseño de losas macizas en dos direcciones de concreto armado, en forma: precisa, accesible y fácil usando los diversos métodos de análisis estructural. Es un **estudio** de tipo aplicada, la **población** usada fueron la losa maciza con comportamiento en dos direcciones de concreto armado; la magnitud de la **muestra** para la investigación, se usó el método dirigido, el tipo de **muestreo** fue no probabilística, los **instrumentos** que se empleo fue el software SAP 2000. Como **resultados** obtenidos de los momentos máximos obtenidos mediante el Coeficiente de la NTE-060 fueron de 4.278 ton-m en X-X y de 4.786 ton-m en Y-Y, los momentos máximos obtenidos mediante el SAP 2000 fueron de 5.225 ton-m en X-X y de 5.584 ton-m en Y-Y. Se **concluyó** que la comparación de los métodos tradicionales con el SAP 2000 fue de un 50% en los valores de los momentos negativos y de un 30% de los valores de los momentos positivos.²

Como antecedente nacional tenemos a **Torres (2016)** en su tesis para obtener el título profesional, cuyo **objetivo** general fue: La elaboración de un manual para el diseño de losas planas sin vigas y poder señalar el posible ancho de fisura, debido a esfuerzos de flexión, y comparar los posibles anchos obtenidos con los máximos recomendados por el comité ACI 224. Es un **estudio** de tipo cuantitativo, teniendo un alcance explorativo y explicativo, la **población** constaba del suelo a la altura de la sub rasante, la muestra fueron losas planas reforzadas y losas pos tensadas, los instrumentos utilizado fue el software SAFE 2014. Como **resultados** en losa plana de concreto reforzado, se tubo e=17cm de losa y e=35cm espesor de ábaco el cual

fueron suficiente ante un momento de 9.8 ton-m y en losas plana pos tensado, $e=15$ cm de losa. Se **concluyó** que en losa de concreto reforzado se pudo usar $e=17$ cm para luces libres de 7.00 m siempre y cuando se dé el uso de ábacos y en losa plana pos tensado se puede reducir el espesor de losa plana y eliminar el uso de ábaco gracias al aporte de las fuerzas pos tensoras en la losa de concreto.³

Como antecedente internacional tenemos a **Casco y Majano (2019)** en su investigación, demuestra de **objetivo**: Presentar mediante el análisis estructural y de costos, de los sistemas de entrepisos más usados y se pudo verificar cuál de ellos se adapta tanto en costo, tiempo y ejecución como también en el proceso constructivo según cada proyecto., la **población** fue conformada por diferentes tipos de losas usadas en el país, la **muestra** fue el espesor mínimo, refuerzo mínimo a flexión, tratamiento del acero, entre otros, los **instrumentos** utilizados fue el software ETABS. Como **resultado** se tiene que la losa con vigueta pretensada y lamina colaborante minimizaron el costo a comparación de las losas densas en 1422.54 dólares de encofrado como también que el método manual es bastante conservador. **Se concluyó**: Que la variación de acero de refuerzo del método manual con respecto a la del software tuvieron un 35% en losas densas en una dirección y de 8.5% en la dirección más larga en losas en dos direcciones.⁴

Como antecedente internacional tenemos a **Cabrera (2005)**, demuestra **objetivo**: Proponer una solución al problema que se presentó tanto al ingreso, circulación y seguridad vehicular dentro de la ciudad universitaria, basándose en el cálculo y diseño estructural, la **población** el cual conformo los cálculos estructurales de la edificación de la universidad San Carlos, la **muestra** fue el diseño de columnas, vigas, losas, cimentaciones como otros, los **instrumentos** utilizados fueron el software para la elaboración de estudios como el AutoCAD y ETABS. Como **resultado** se diseñó y estructuro la edificación tomando en cuenta las normas establecidas que puedan permitan satisfacer las necesidades y mantener el uso actual. **Se concluyó**: La decisión del edificio de parqueos se tomó en relación a no usar áreas de ninguna de las facultades de la universidad ya que permiten el descongestionamiento de las zonas más problemáticas.⁵

Como antecedente internacional tenemos a **Ascencio (2006)**, llevando un **objetivo**: Establecer las diferencias de las conclusiones de ventajas como desventajas en el uso de las planchas de zincalum® y planchas PV6-R como

refuerzo para la rigidez en las losas colaborantes en una dirección de concreto., la **población** fue conformada por los cálculos de todos los elementos estructurales, como **muestra** fue el diseño de losa colaborante unidireccionales de concreto, los **instrumentos** usados fueron software sap2000, se alcanzó como **resultado**, que se puede diseñar, proyectar y ejecutar un entrepiso con losa colaborante y refuerzo de tensión materializado en una lámina zincalum de 0.35 mm de espesor. **Se concluyó** Que es favorable determinar que, para secciones con sobrecargas bajas, se pudo apreciar comportamientos satisfactorios y óptimos en el sistema estructural con zincalum, la presencia de alta sobrecarga es cubierta satisfactoriamente por el sistema PV6-R, en el que no se observa una conducta muy favorable en espesor bajo de la losa.⁶

Como antecedente internacional tenemos a **Rusinowski (2015)** en su investigación llevando un **objetivo** es efectuar un análisis por el método de elementos finitos de las losas RC probadas, con un determinada muestra de concreto no lineal que cumpla las complicadas condiciones de soporte, la **población** fue basado en todo los tipos de losas, como **muestra** fue de cuatro tipo de placas, los **instrumentos** usados fueron software ABAQUS/standard, se alcanzó como **Contribución**, el presente trabajo de investigación habla sobre placas de concreto con hendidura, principalmente se diseño con el apoyo de las reglas clásicas de thumb propuestos por las normas de construcción. Dicho procedimiento, en cambio, introdujeron condiciones por la magnitud de las hendiduras y la cantidad de carga aplicada. La **importancia de la investigación** tiene por finalidad el entendimiento sobre la importancia de la magnitud y el tipo de reforzamiento en la capacidad de carga y la distribución de la tensión. Las losas moldeadas con una hendidura están reforzadas con acero y las losas con una hendidura aserrada están reforzadas con polímeros reforzados con fibra de carbono (CFRP).⁷

Como antecedente internacional tenemos a **Shu (2017)** En su investigación, el **objetivo** del estudio es el desarrollar y calibrar métodos mejorados para una prueba de la capacidad de carga y la respuesta de losas de CR. **resultado**, se verifico los comportamientos de las losas, dando como resultado que el nivel II (1.6 MN) arroja resultados similares al nivel I (1.48 MN) , lo que indica que una mejor representación de la geometría al determinar el efecto de carga no es suficiente. El análisis de nivel III (2.20 MN) proporciono una capacidad de carga notablemente mayor, solo al

representar la respuesta de flexión no lineal de manera más correcta. Se **concluyó** que los estándares existentes no son capaces de reflejar con precisión el comportamiento de las losas de RC.⁸

Como antecedente internacional tenemos a **Milán (2018)** en su investigación demuestra de **objetivo**: Presentar la comparación de tres tipos de losas y averiguar si la losa parcialmente pretensada es más eficiente de todas, la **población** está formada por diferentes tipos de forjados (losas) de entrepiso, la **muestra** losa reticulada, losa pos tensada y losa parcialmente pretensada, los **instrumentos** utilizados fue el software SAP2000. Como **resultado** se tiene que la losa reticulada tiene 64447 kg de acero y 1412 m³ de hormigón, la losa pos tensada tiene 24607 kg de acero y 1470 m³ de hormigón y la losa parcialmente pretensada tiene 47479 kg de acero y 1778 m³ de hormigón. **Se concluyó**: Que, para vanos superiores a 7 m, la losa pos tensada es una mejor solución si se diseña correctamente.⁹

Ramírez de Alva, De León y Valdez (2011) en su artículo científico, demostró **objetivo**: Cuantificar los daños que presenta la losa de concreto reforzado e identificar sus posibles causas como también recomendar en el transcurso de diseño y construcción. Como **resultado** quedo demostrado que los peraltes de las losas analizadas fueron de 10 cm, 12 cm o mayores, los cuales no siguen a la normativa. Se desconoce en cuanto a las muestras se revisaron las deformaciones verticales (deflexiones) como lo indica la norma. **Se concluyó**: Que para un correcto diseño de una losa deberán de revisarse no solo la resistencia a la flexión, sino que también el controlar las deformaciones verticales.¹⁰

Minor (2014) en su artículo científico, demuestra de **objetivo**: evaluar el nivel de seguridad estructural de la situación actuales del edificio La Nacional, de donde la ejecución fue concluida en 1932 en lo que en estos tiempos es conocido como Centro histórico de la Ciudad de México; en vista que los requerimientos mínimos de seguridad que se indica en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas que lo complementan en el 2004. Como **resultado** Los muros estimados en el primer diseño le dotan a la estructura cinco veces más rigidez a comparación de la segunda estructura. A pesar de, esta diferencia resulta un descenso considerable del peso en la segunda estructura de 3,500 ton, un 50 % menos de peso. **Se concluyó**: Las trabas presentes no son físicas, pero si uno mismo quien se las exige. Como profesional es asequible involucrarnos en estudios

de gran envergadura, pero también importancia contar con conocimientos firmes, que permitan emplear posteriormente con razón y fundamento. La estructura de 1930 está conformada por pórticos rígidos en dos sentidos perpendiculares formados por perfiles que fabricaba la Compañía de Fierro y Acero de Monterrey. La estructura de 2013 está conformada de igual forma por pórticos rígidos en dos sentidos perpendiculares, formados por perfiles estándar IR y sistema de piso de losa de lámina acanalada con firme de compresión de 5 cm.¹¹

Castañeda y Bravo (2017) en su investigación, demuestra de **objetivo**: Analizar diferentes tipos de fallas en los elementos estructurales en edificaciones en el sismo del 16 de abril de 2016, la **población** está formada por diferentes tipos de elementos estructurales de una edificación, la **muestra** serán los elementos estructurales como losas de entrepiso, columnas y edificios aporricados de concreto sin muro estructural. Como **resultado** en las edificaciones no se apreciaron fallas de losas por pérdidas de firmeza en su plano y fueron pocos las pérdidas de estabilidad en vigas metálicas y losas colaborantes. **Se concluyó**: Que gracias al ETABS se realizó un análisis el cual arrojaron derivas de 0.00088 y 0.00196 los cuales no provocaron colapsos.¹²

TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

Comportamiento estructural de losas macizas

Son elementos estructurales en sentido horizontal, vertical o inclinada el cual están sometidas a cargas perpendiculares al plano y la razón por la cual soportan principalmente esfuerzos de corte y flexión.¹³

Pueden presentar espesores pequeños en comparación a las dimensiones de planta, cuyas extensiones inferiores como la superior son paralelos y que todo su peralte estará conformado por acero y concreto.¹⁴

ESFUERZOS

- **ESFUERZOS DE COMPRESIÓN**

En el concreto, los valores a compresion podran ser tolerables idealmente en forma lineal. El aumento de los esfuerzos a compresion estaran formados linealmente desde cero y se encontrara en el eje neutro de la seccion transformada y tendra un maximo valor iguañ a $0.45f'c$ en la fibra extrema de compresion.¹⁵

En este caso, en la fibra superior de la losa. Con fuerzas de compresión se obtendra una resultante en el centroide del diagrama de esfuerzos.¹⁶

- **ESFUERZOS DE TRACCIÓN**

Unos esfuerzos a tracción serán tolerables por una sección de acero, en el centroide del área en tracción, se podrá ver fuerzas resultantes que será el resumen de los esfuerzos del acero para poder sintetizar el análisis.¹⁷

ESPEJOR DE LOSA

Una determinada losa maciza podrá ser dimensionada aproximadamente 5 cm menor a una losa aligerada con la misma luz; pudiendo ser.¹⁸

- h: 12 - 13 cm para luces ≤ 4.00 m.
- h: 15 cm para luces ≤ 5.50 m.
- h: 20 cm para luces ≤ 6.50 m.
- h: 25 cm para luces ≤ 7.50 m.

Dicho dimensionamiento puede disminuir si se plantea losas armadas en dos sentidos o direcciones. Dichas losas trabajan a menos que no se tengan en una dirección, bordes formados por vigas o por muros.¹⁹

Si dicha losa presenta en todos sus bordes vigas, se podrá observar un comportamiento natural en los dos sentidos. Si dichos bordes están apoyados solo en una dirección se tendrá que la losa armada trabaja en un sentido.²⁰

DEFLEXION

Para calcular las deflexiones en los sistemas compuestos se debe aplicar la teoría elástica convencional aplicada al concreto reforzado.²¹

Tabla 1: *Tabla de Límites de deflexiones.*

| Tipo de elementos | Deflexion considerada | Límite de deflexion |
|--|---|---------------------|
| Techos planos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles a sufrir daños debidos a deflexiones grandes. | Deflexiones inmediatas debido a las cargas vivas | $l/180^*$ |
| Pisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles a sufrir daños debido a deflexiones grandes | Deflexiones inmediatas debido a las cargas vivas | $l/360^\dagger$ |
| Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes | La parte de la deflexion total que ocurre despues de la union de los elementos no estructurales (La suma de la deflexion a largo plazo debido a todas las cargas permanentes y la deflexion inmediata debido a cualquier carga viva adicional). | $l/480^\ddagger$ |
| Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes | | $l/480^\S$ |

Fuente: E-060, N.T.P 2020.

- * Este límite no tiene por objeto constituirse en un resguardo contra el estancamiento de aguas. Este último se debe verificar mediante cálculos de deflexiones adecuados, incluyendo las deflexiones debidas al agua estancada, y considerando los efectos a largo plazo de todas las cargas permanentes, la contra flecha, las tolerancias de construcción y la confiabilidad en las medidas tomadas para el drenaje de las aguas.²²
- † Las deflexiones a largo plazo se pueden reducir en la cantidad de deflexión calculada que ocurra antes de unir los elementos no estructurales. Esta cantidad se determina basándose en datos de ingeniería aceptables correspondiente a las características tiempo-deflexión de elementos similares a los que se están considerando.
- ‡ Este límite se puede exceder si se toman medidas adecuadas para prevenir daños en elementos apoyados o unidos.
- § Pero no mayor que la tolerancia establecida para los elementos no estructurales. Este límite se puede exceder si se proporciona una contra flecha de modo que la deflexión total menos la contra flecha no exceda dicho límite.

Losa colaborante (Acero-Deck)

Es una losa tipo Deck que consiste en una lámina de espesor a determinar según diseño que sirve como refuerzo y encofrado de la misma, esta se coloca en el inferior de la losa y controla las cargas constructivas.²³

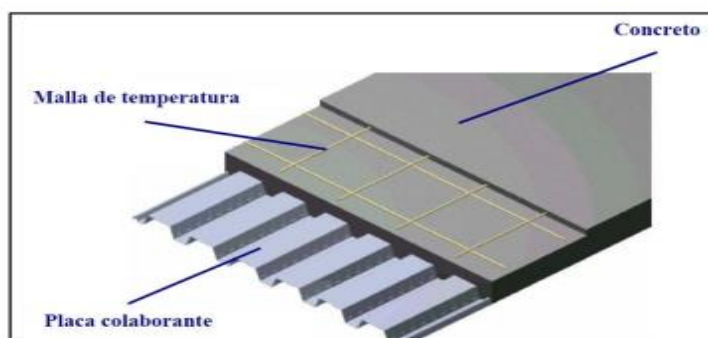


Figura 1: Losa colaborante.
Fuente: Aceros Deck (2003).

Tabla 2: *Espesor de la placa*

| Espesor de placas según Acero Deck | | |
|---|--------------------|----------------------|
| Calibre | En pulgadas | En milímetros |
| 16 | 0.0598 | 1.50 |
| 18 | 0.0478 | 1.20 |
| 20 | 0.0359 | 0.90 |
| 22 | 0.0299 | 0.75 |
| 24 | 0.0239 | 0.60 |
| 16 | 0.0179 | 0.45 |
| 28 | 0.0149 | 0.37 |

Fuente: Elaboración Propia (2003).

Concreto empleado

La calidad del concreto necesario en la ejecución de la losa debe cumplir requerimientos mínimos que se indican en la N.T.P – Concreto Armado (E.060) Las recomendaciones más relevantes que nos da la norma y el manual de Aceros DECK.²⁴

- **Módulo de elasticidad del concreto**

El módulo de elasticidad tiene como función principal de resistencia de un determinado concreto como de su peso volumétrico. El ACI propuso la expresión para el cálculo de dicho módulo de elasticidad.²⁵

$$E_c = W^{1.5} * 4000\sqrt{f'_c}$$

La Norma Técnica Peruana: E-060. Si se considera el peso volumétrico $W=2.4 \text{ ton/m}^3$ tendremos

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

- **Módulo de poisson (μ)**

Al poner un determinado cilindro de concreto a cargas de compresión, no solo se acorta dicho cilindro a lo largo, sino también que se expande lateralmente. Dicha proporción de la expansión lateral respecto a lo que se acorta longitudinalmente es llamada Modulo de Poisson. En la practicase usa un valor de $\mu = 0.15$.²⁶

Acero de temperatura y contracción

Unl acero de refuerzo recomendado en un sistema estructural tiene que ser la mínima denominación para que esta pueda absorber los efectos que se generan en la retracción del concreto cuando esta fragua, y a ello se le suma los cambios que existen en la temperatura ambiental.²⁷

Dicho refuerzo es conformado por acero de grado 60, esto quiere decir que tiene resistencia a la fluencia de $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.²⁸

Se debe considerar una cantidad mínima según norma el cual es: $\rho_{\text{mín.}} = 0.0018$ (Cuantía de Acero Mínima en losas con placa colaborante).²⁹

El acero en la malla de contracción y temperatura es primordial en cualquier tipo de estructura de concreto armado, y para el caso de losas representa el comportamiento estructural ante fisuras y grietas. Por esto deberá ser colocados en el primer tercio superior de la losa.³⁰

Para el caso de acero de temperatura es recomendable usar varillas de acero de la menor denominación posible espaciadas según el diseño estructural entorchadas con alambre.³¹

Las dimensiones de espaciamiento y posición de estas varillas se indicarán en los planos y tendrán un recubrimiento mínimo de 2 cm, por lo que para el proceso constructivo este acero de refuerzo se apoyara sobre dados de concreto o algún otro material que se crea necesario.³²

III.METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Evaluación Estructural (software ETABS 2016 v.2 y SAP2000 v.20.0)

Podemos mencionar que la investigación del presente proyecto es del tipo aplicada, ya que se puso en práctica los conocimientos previos de evaluación con respecto al comportamiento estructural de la losa colaborante con el uso del software como también de los antecedentes similares a la investigación, con el único fin de tomar la elección de un mejor comportamiento estructural.

Diseño de investigación:

Se les llaman **diseños cuasi experimentales** porque tienes ciertas restricciones al aplicar el diseño experimental verdadero, pero si al menos se logra interactuar con una variable independiente (losa colaborante) con la finalidad de ver el vínculo y efecto con una o varias variables dependientes (losa maciza); se diferencia del experimental verdadero en retrasar la confiabilidad al inicio de los grupos.³³

Evaluación Estructural (software ETABS 2016 v.2)

De este modo, el proyecto se considera **cuasi experimental**, ya que se manipularon de manera intencional la losa colaborante y así el comportamiento estructural, con el único objetivo de poder analizar su comportamiento de dicha estructura; además, se sub-clasifica como cuasi-experimental, ya que la losa maciza ha sido pre definido para el presente estudio por el investigador, contando con tres modelos (en X, en Y y en Z) que tienen su propio modo de calcular mediante los indicadores que corresponden a los esfuerzos resistentes, espesor de losa y deflexiones máximas de la losa; indicadores elegidos tentativamente en base a diferentes estudios previos de diversos autores (tesis Chávez: análisis comparativo de losas de estacionamiento) realizados con un análisis comparativo de sistemas y tecnologías aplicadas a la construcción de losas de estacionamiento.

3.2. Variable y Operacionalización

Evaluación Estructural (software ETABS V.16)

Variable Independiente: Losa colaborante

Definición conceptual:

Este sistema de losa de entrepiso metálico en el cual se usa un tipo de perfil de acero galvanizado, el cual está diseñado para poder empotrarse perfectamente al concreto y poder formar monólicamente una losa reforzada.³⁴

Este es un nuevo sistema de diseñar y construir el cual tiene una excelente resistencia estructural como antisísmico, se viene introduciendo en el Perú con mucho éxito por la eficiencia, rápida construcción y también ser económico en comparación a los métodos tradicionales de encofrado y desencofrado.³⁵

Definición operacional: Esta investigación plantea la sustitución de tipo de losa maciza por una losa colaborante, para que de la misma manera podamos calcular los esfuerzos, el espesor como las deflexiones.

Variable Independiente V1: losa colaborante.

Variable Dependiente: losa maciza

Definición conceptual:

Esta losa se caracteriza básicamente porque el concreto ocupa todo su espesor por la ausencia de algún tipo de aligerante. Podemos mencionar que una losa maciza es considerada unidireccional si los esfuerzos en un sentido son preponderantes sobre los esfuerzos en la dirección ortogonal, siendo aquellos que las cargas se transmitan en la dirección hacia los muros portantes.³⁶

Definición operacional:

Esta investigación calculara los esfuerzos como también el espesor adecuado para finalmente verificar las deflexiones de dicho elemento estructural.

Variable Dependiente V2: losa maciza

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Lo referente a población, menciona a una agrupación en su totalidad de elementos (unidad que se analiza) perteneciente al ámbito espacial en donde se pueda desarrollar dicho trabajo que se investiga.³⁷ La población estará conformada todos los bloques del estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario y todos los cálculos respecto a su comportamiento estructurales de dichos bloques en ETABS 2016 v.2, que resulten del análisis estructural como esfuerzos resistentes, espesor de losa y deflexiones máximos.

Muestra

Podemos mencionar que es fragmento o parte representativa de una determinada población y que cuyas características principales sean reflejo fiel y objetiva de ella, de tal modo que los resultados que se obtuvieron de dicha muestra se pueda generalizar en todos los elementos conformados por dicha población.³⁸

1) Evaluación Estructural (software ETABS 2016 V.2)

Con lo definido, la muestra de la presente investigación fue: Un bloque (bloque I), el cual es una edificación de tres niveles de concreto armado, en el cual los sótanos dos y tres son netamente de estacionamientos y el sótano 1 de oficinas y encima de la losa de este último funciona como parque, ubicado en dirección norte con el jr. Lima, en dirección sur con el jr. Puno, en dirección Este con el jr. Libertad y en la dirección oeste con la av. Centenario en la ciudad de Abancay.

Muestreo

En esta investigación el tipo de muestreo es no probabilístico; ya que la muestra seleccionada en este caso dependerá principalmente de la voluntad y/o criterios tomados arbitrariamente por el investigador, tanto de la experiencia, pero con un conocimiento objetivo de aquellas características y propósitos de una población.³⁹

1) Evaluación Estructural (software ETABS 2016 V.2)

El presente trabajo es considerado como un tipo de muestreo no probabilístico, ya que dicho trabajo sigue otro criterio de selección que no depende de la probabilidad, es decir, con las características propias del investigador que se basa en su toma de decisiones, a su vez se centrará en el estudio total de la estructura del estacionamiento subterráneo de 3 niveles por lo que no habrá muestreo.

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

a) Explicativa, es un tipo de investigación que explora la vinculación causa-efecto, es decir, no es solo buscar el describir o aproximarse al problema, propósito de investigación, sino que prueba ubicar las causas del mismo. El fin, son las finalidades que sigue la investigación, es decir, la solución planteado al problema.⁴⁰

1) Evaluación Estructural (software ETABS 2016 V.2)

La Técnica, como método descriptivo en la obtención de la información base para el presente proyecto de investigación, **será la recopilación y observación de dicha información mediante los planos tanto arquitectónicos como el de estructuras**; se creó la confiabilidad al procesarse los datos y ser aplicados como instrumentos en los programas ETABS 2016 V.2, SAP200 V.20 y SAFE V.16 (para el modelamiento, análisis y cálculo estructural de la edificación), AutoCAD 2018 (para las mediciones, cálculos de áreas y visualización de elementos estructurales), Microsoft Word y Excel. Así mismo, se creó la validez al estar vinculados el análisis de los documentos específicos como son las normas vigentes del Perú,

reglamentos (E 020 cargas; E 030 diseño sismo resistente; E 060 concreto armado) y tesis realizadas como también relacionadas a este tipo de proyecto.

3.5. Procedimientos

Evaluación Estructural (software ETABS 2016 V.2)

El procedimiento de la investigación será mediante la recolección de información: Primero nos alimentaremos de información del tema que se ha elegido respecto a la evaluación de estacionamiento subterráneo. Segundo, recurriremos a las normas correspondientes al tema como es la Norma Técnica Peruana (N.T.P). Tercero, procederemos a la obtención de dichos planos específicos para su estudio. Cuarto, se procederá a plasmar dicha información en un modelamiento y análisis comparativo de las losas (losa maciza vs losa colaborante) mediante el software ETABS 2016 V.2. Quinto, finalmente procederemos a la obtención de resultados y la visualización de los resultados estructurales de los dos modelos analizados.

3.6. Método de análisis de datos

Se enfocan en la búsqueda y encontrar razones y/o causas que puedan ocasionar algunos fenómenos. El objetivo es el poder explicar el por qué ocurre un determinado fenómeno y en qué situación puede darse éste.⁴¹

1) Explicativo. En el método de análisis de los datos, se procedió a realizar la observación estructurada, ya que esta nos permite visualizar las fichas de los datos que se aplican en el software ETABS V.2 y Microsoft Excel y cuyos resultados serán plasmados mediante un cuadro comparativo de los dos tipos de sistemas de losas de entrepiso y así poder conocer el comportamiento estructural de cada uno de ellos y las bondades que nos ofrecen.⁴²

3.7. Aspectos éticos

El estudio de una buena o mala conducta corresponde a la ética. Como también podemos mencionar que es la clasificación de un comportamiento en específico como correcto o como incorrecto. La importancia de la ética depende de estas pautas que son el fracaso o éxito en la vida privada como profesional³⁰. Siendo integrante de la carrera profesional de ingeniería civil, se realizó el presente proyecto de investigación con toda la honradez, honestidad, confianza y respeto de no extraer otra investigación, el cual se respetó sus aportes, el cual se indicó todas las normas, manuales e instrumentos usados en dicho proyecto de investigación, los cuales al final serán comparadas mediante la herramienta web Turnitin.

IV.RESULTADOS

Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – Apurímac, 2021.

Ubicación:

Departamento : Apurímac Provincia : Abancay

Distrito : Abancay

Ubicación : Parque Centenario



Figura N°02: Mapa del Perú
Fuente: Google Search (2021).



Figura N°03: Mapa de la Región Apurímac
Fuente: Google Search (2021).

Localización:

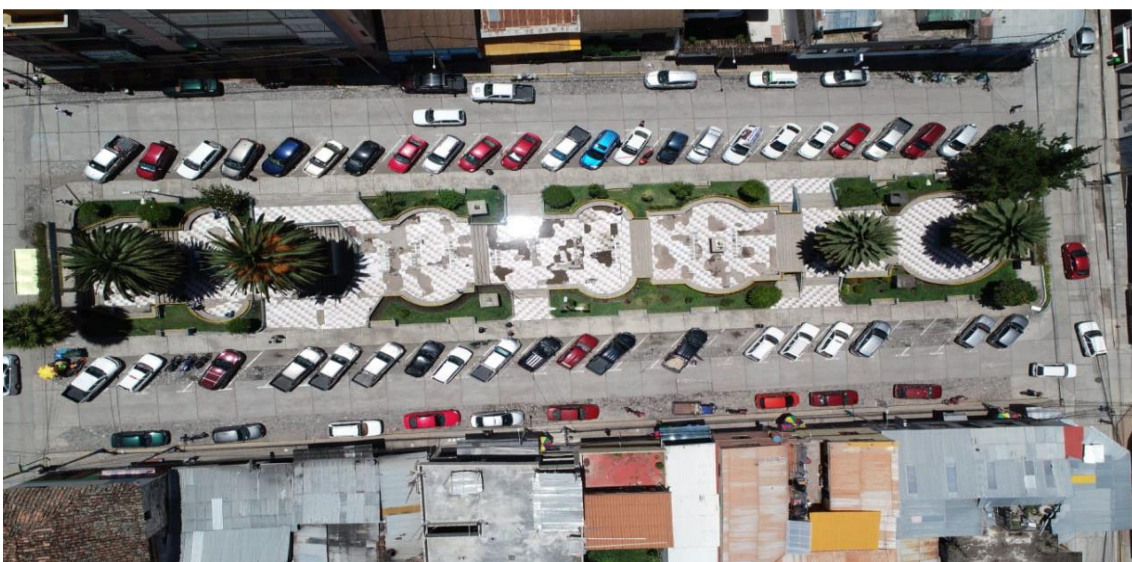


Figura N° 04: Localización del estacionamiento del parque Centenario.
Fuente: Elaboración propia (2021).

Arquitectura

La arquitectura del presenta trabajo estará acondicionada para el uso de estacionamientos vehiculares el cual está situado en el parque Centenario de la ciudad de Abancay (a una cuadra de la plaza de armas de dicha ciudad) en la provincia de Abancay, departamento de Apurímac. Esta edificación estará compuesta por tres bloques el cual se distribuye de la siguiente manera.

Bloque I: Este bloque estará distribuido en tres niveles siendo dos sótanos y un semisótano, los niveles del sótano estará destinado al uso exclusivo de estacionamientos vehiculares sumando un total de 36 cajones de estacionamiento. El semisótano será destinado a la parte administrativa de dicha edificación, así como el techo de este será ocupado por parte del parque de recreación y áreas verdes. Todos estos niveles estarán unidos mediante escaleras y un ascenso.

Bloque II: Este bloque está distribuido en dos niveles, siendo los dos sótanos el cual estará destinado exclusivamente a estacionamientos vehiculares el cual contará con un total de 48 cajones de estacionamiento y el techo de este bloque será parte del parque recreativo y áreas verdes.

Bloque III: Este bloque está distribuido en tres niveles siendo un nivel sótano y será exclusivamente de rampa de acceso hacia el sótano del bloque I y bloque II, los cuales son de uso para estacionamientos y el tercer nivel de uso de fachada.

Trabajo de campo

El trabajo de campo realizado en el lugar de estudio fue de la obtención de los datos topográficos de lugar de estudio fue tomada con un dron, partiendo del nivel más bajo con una cota de 2255.19 m.s.n.m, y una cota máxima de 2264.37 m.s.n.m y haciendo un total de 666 puntos con coordenadas Norte y Este. También se pudo realizar un levantamiento de las estructuras existentes las cuales se mostrarán a continuación.

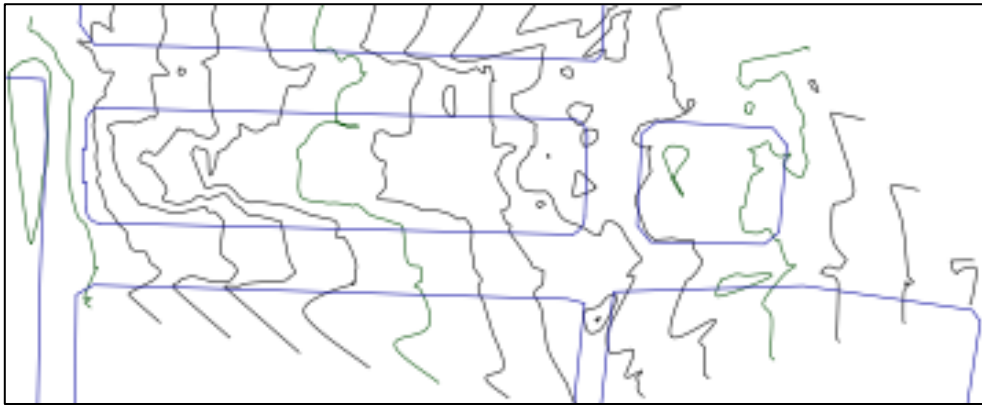


Figura 05. Topografía de la zona de estudio.
Fuente: Elaboración propia (2021).

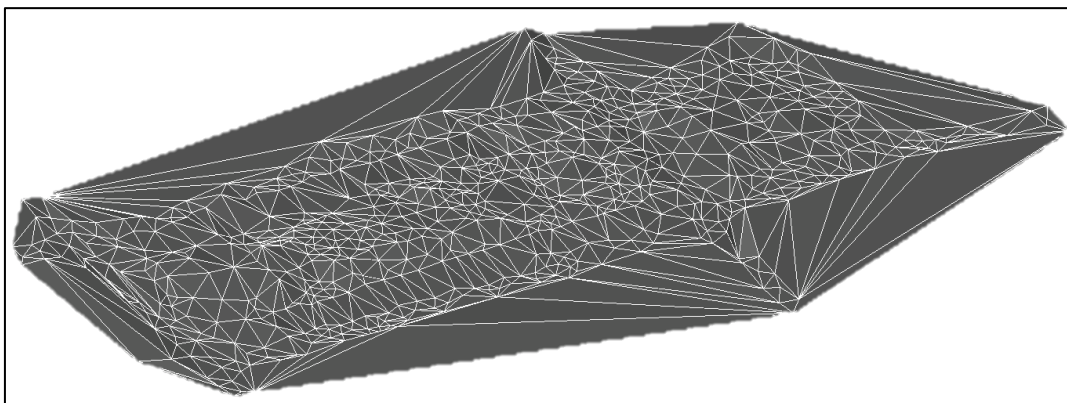


Figura 06. Triangulación de la zona de estudio.
Fuente: Elaboración propia (2021).

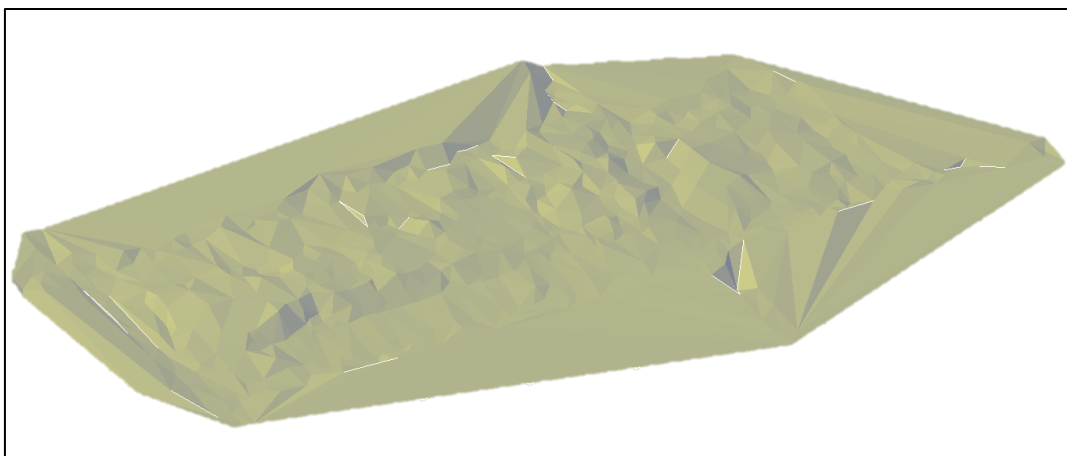


Figura 07. Configuración topográfica de la zona de estudio.
Fuente: Elaboración propia (2021).



Figura 08. Vista aérea de la zona de estudio.
Fuente: Elaboración propia (2021).

Análisis de los tipos de losas de entrepiso mediante los softwares

Justificación de la acción sísmica

El Perú es un país altamente sísmico, por lo cual es importante un análisis sísmico de una estructura, pudiendo ser adecuada esta con una resistencia lateral elevada, para aquellos sismos con periodos de retorno de 500 o 1000 años, el cual sería injustificable el realizar un proyecto de tal magnitud debido a la baja probabilidad durante la vida útil de la estructura.

La exigencia de la norma E-030 para un diseño sismo resistente, para el diseño de una estructura no garantiza que una estructura quede intacta, ya que esta para que resulte así sería con un costo elevado, por ende, la edificación resultaría con algunos daños ya dependiendo este de la magnitud del sismo con la cual es afectado dicha edificación. Por ejemplo, si el sismo es moderado, todos los edificios deberían seguir operativos, pero algunos con daños pequeños; sin embargo, en un sismo severo la estructura debería evitar el colapso, pero con grandes daños estructurales.

Parámetros de análisis sísmico

Para realizar un análisis sísmico de una determinada estructura se deberá de conocer parámetros sísmicos partiendo de las características de la edificación las cuales están definidas en la norma correspondiente. Los parámetros serán necesarios para la generación de nuestro espectro de diseño.

Zonificación

La norma E-030 menciona que el territorio nacional se divide en cuatro zonas, de acuerdo a sus características del sismo. Dependiendo de la zona se le asigna un factor “Z”, el cual es la aceleración máxima horizontal de un suelo rígido con la probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Este factor “Z” se muestra como una fracción de la aceleración de la gravedad.

En nuestro caso la edificación se encuentra en el distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac. Según a la tabla N° 1 de la norma E-030 – 2018 corresponde a un factor “Z” de 0.25 por estar en la zona 2.

Tabla 3: Factores de zonificación

| Factores de zona | |
|------------------|------|
| ZONA | Z |
| 1 | 0.1 |
| 2 | 0.25 |
| 3 | 0.35 |
| 4 | 0.45 |

Fuente: E.030, N.T.P (2020).

Condición geotécnica

Los responsables en el daño en un sismo de una edificación son las características del sitio. El suelo es capaz de ampliar o reducir la intensidad del sismo según las características geotécnicas del lugar o zona. La Norma E.030 diferencia cinco tipos de perfiles de suelo, según ciertas propiedades del suelo, como la velocidad de propagación de ondas de corte. Se clasifican en rocas duras, suelos muy rígidos, suelos intermedios, suelos blandos y suelos excepcionalmente flexibles.

El suelo del proyecto presenta características del suelo es grava limosa, por lo que presenta un buen suelo con el perfil Tipo S2 de la Norma E.030. Para este tipo de suelo, la Tabla N°3 y 4 de la Norma E.030 brinda un factor “S” de 1.2 y unos períodos “TP” de 0.6 y “TL” de 2.0. El período “TP” define la plataforma del espectro y el período “TL” define el inicio de la zona espectral con un desplazamiento constante.

Tabla 4: Factores de suelo

| Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S" | | | | |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SUELO ZONA | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| Z ₄ | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z ₃ | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z ₂ | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z ₁ | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

Fuente: E.030 de la N.T.P (2020).

Tabla 5: Valores de periodos

| Tabla N° 4 PERIODOS "T _P " Y "T _L " | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Perfil de suelo | | | |
| | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| T _P (s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| T _L (s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

Fuente: E.030 de la N.T.P (2020).

Factor de amplificación sísmica

La Norma E.030 nos brinda tres fórmulas para hallar este factor, los cuales dependen de del período del edificio y los períodos "TP" y "TL" brindados por la norma. Estas fórmulas son las siguientes:

$$T < TP \quad C = 2.5$$

$$Tp < T < TL \quad C = 2.5 \times (TP/T)$$

$$T > TL \quad C = 2.5 \times (TP \times TL / T2)$$

Categoría de la edificación

Según la norma E-030 se le dará una determinada resistencia a la estructura, según esta categorización se puede definir como categoría importante "B" a la edificación donde se reúnen gran cantidad de personas.

Sistema estructural

De acuerdo a la norma peruana de sismo resistencia, establece una rigidez y resistencia lateral para los tipos de edificaciones el cual garantizara un comportamiento estructural aproximado a la elasticidad ante sismos pequeños y que no supere la ductilidad ante sismos severos. Esto estará determinada por un coeficiente de reducción "Ro", el cual será indicado de acuerdo al tipo de estructuración de la edificación.

El sistema estructural asignado a la edificación es un sistema conformado por muros de concreto armado, entonces el coeficiente básico de reducción "Ro" será de 6.

Irregularidades en alturas**Irregularidades de masa – rigidez – piso débil – piso blando – geometría vertical y discontinuidad de los sistemas resistentes**

No presenta irregularidad en masa ya que no es aplicable en sótanos y nuestra edificación tiene un solo nivel por encima del terreno.

Irregularidades en planta

Irregularidad torsional

En la estructura existirá torsión cuando en la dirección analizada el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo de la edificación sea mayor a 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo piso para la misma condijio de carga.

Dirección X-X

Tabla 6: Verificación de irregularidad por torsión dirección X-X

| Piso | Caso carga/Combo | Diafragma | Máxima | Deriva | Ratio | Condición |
|----------|------------------|------------|----------|----------|-------|--------------|
| | | | Deriva | Promedio | | > 1.3 |
| SOTANO 1 | DERIVA XX Max | Diaph S1 X | 0.000397 | 0.000247 | 1.403 | No cumple |
| SOTANO 2 | DERIVA XX Max | Diaph S1 X | 0 | 0 | 0 | No aplicable |
| SOTANO 3 | DERIVA XX Max | Diaph S1 X | 0 | 0 | 0 | No aplicable |

Fuente: Elaboración propia (2021).

Dirección X-X

Tabla 7: Verificación de irregularidad por torsión dirección Y-Y

| Piso | Caso carga/Combo | Diafragma | Máxima | Deriva | Ratio | Condición |
|----------|------------------|------------|----------|----------|-------|--------------|
| | | | Deriva | Promedio | | > 1.3 |
| SOTANO 1 | DERIVA YY Max | Diaph S1 Y | 0.000071 | 0.000071 | 1.008 | Cumple |
| SOTANO 2 | DERIVA YY Max | Diaph S1 Y | 0 | 0 | 0 | No aplicable |
| SOTANO 3 | DERIVA YY Max | Diaph S1 Y | 0 | 0 | 0 | No aplicable |

Fuente: Elaboración propia (2021).

Irregularidad por esquina entrante

La irregularidad por esquina entrante esta dado a causa de que en una dirección analizada la longitud de la esquina sea mayor al 20% de la longitud total en planta.

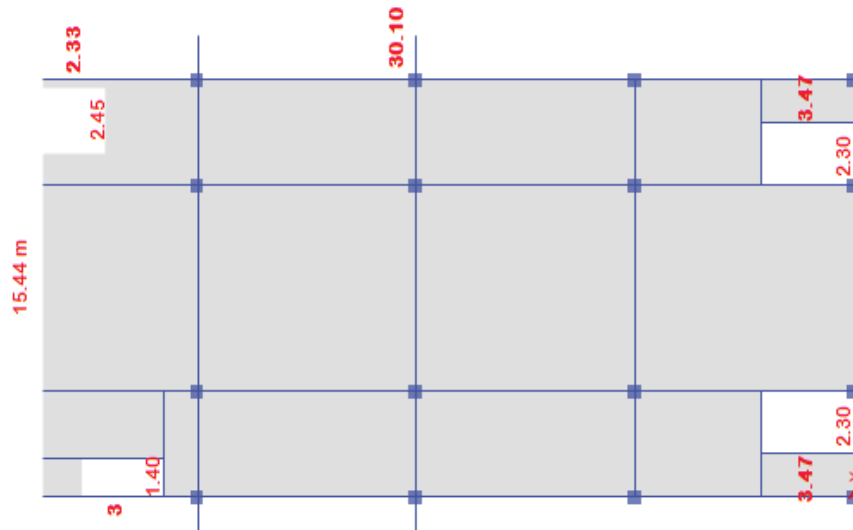


Figura 09. Verificación de irregularidad por esquina entrante
Fuente: Elaboración propia (2021).

Irregularidad por discontinuidad de diafragma

Esta irregularidad se dará cuando tengas aberturas que en área sea mayor al 50% del área total del diafragma. En nuestra edificación no cumple este punto.

Irregularidad por sistema no paralelos

Se da cuando los elementos resistentes a fuerzas laterales en cualquier dirección no sean paralelos o sean menores a 30°, ni cuando los elementos resistentes no paralelos resistan menos que 10% de la fuerza cortante del piso. En nuestra edificación cumple en este punto de la norma E-030.

Resumen

Tabla 8: Resumen de irregularidades en planta

| Irregularidad en Planta | Valor | Condición |
|-----------------------------------|-------|---------------|
| Torsional (0.75) | 0.75 | Irregular X-X |
| Torsional Extrema (0.60) | 1 | Regular |
| Esquina Entrante (0.90) | 1 | Regular |
| scontinuidad del Diafragma (0.85) | 1 | Regular |
| Sistema no paralelo (0.90) | 1 | Regular |

Fuente: Elaboración propia (2021).
No presenta irregularidad en planta.

Tabla 9: Resumen de irregularidades en altura

| Irregularidad en Altura | Valor | Condición |
|--|-------|-----------|
| Rigidez – Piso Blando (0.75) | 1 | Regular |
| Resistencia – Piso Debil (0.75) | 1 | Regular |
| Extrema de Rigidez (0.50) | 1 | Regular |
| Extrema de Resistencia (0.50) | 1 | Regular |
| Masa o Peso (0.90) | 1 | Regular |
| Geometria Vertical (0.90) | 1 | Regular |
| Sistema Resistente (0.80) | 1 | Regular |
| Extrema Sistemas Resistentes (0.60) | 1 | Regular |

Fuente: Elaboración propia (2021).

No presenta irregularidad en altura.

Modelo estructural

El modelo empleado para vigas y columnas consistió en barras de eje recto que incluyen deformaciones por flexión, carga axial, fuerza cortante y torsión.

Este modelo considera el efecto tridimensional del aporte de rigidez de cada elemento estructural. Para modelar los muros se emplearon elementos tipo Shell (Áreas) que incluyen el efecto de membrana y de flexión.

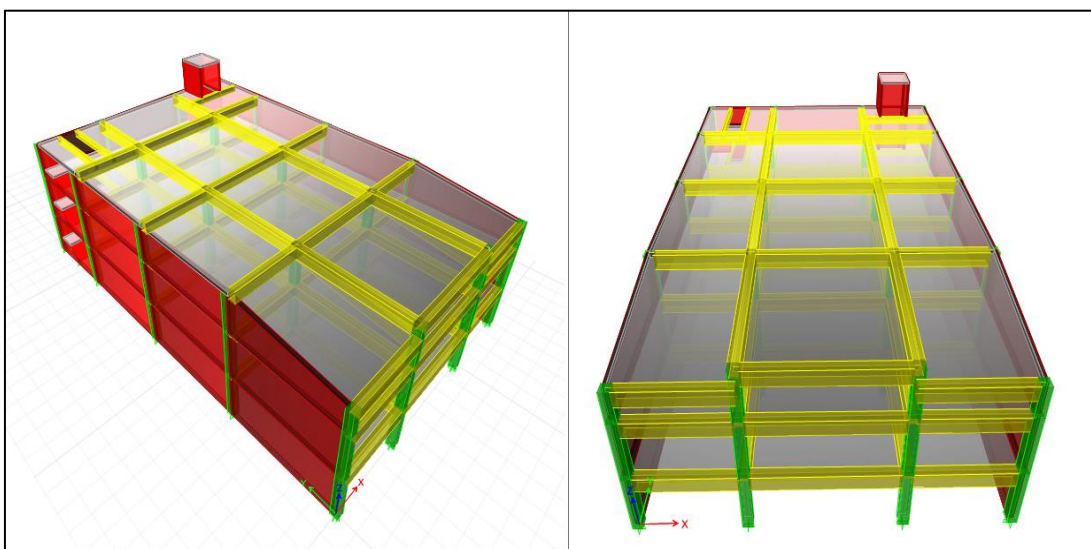


Figura 10. Vista 3D de la estructura del bloque I.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Análisis modal

Se procederá a la verificación de los modos de vibración de la estructura, tomando en consideración de que por piso son 3 modos y por ende tener un total de 3 modos de vibración, siendo los dos primeros de traslación y el tercero de rotación.

Tabla 10: Análisis modal, modos de traslación y rotación.

| Modo | Periodo | UX | UY | RZ |
|------|---------|---------------|---------------|---------------|
| | sec | | | |
| 1 | 0.056 | 0.4958 | 0.0002 | 0.0866 |
| 2 | 0.034 | 0.0005 | 0.5878 | 0.0001 |
| 3 | 0.024 | 0.0459 | 0.0001 | 0.2758 |

Fuente: Elaboración propia (2021).

Como se puede apreciar el primer modo es de traslación en la dirección X, el segundo modo también de traslación en el sentido Y, como el tercer modo de rotación en Z.

Cortante basal debido a un análisis estático

Realizaremos el cálculo del análisis estático para determinar la cortante basal mínima de nuestra edificación con la finalidad de amplificar con el análisis modal espectral respectivamente.

Tabla 11: Factores sísmicos en análisis estático.

| Factor sísmico X-X | | Factor sísmico Y-Y | |
|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| TX= | 0.4958 | TX= | 0.5878 |
| Z= | 0.25 | Z= | 0.25 |
| U= | 1.3 | U= | 1.3 |
| S= | 1.2 | S= | 1.2 |
| TP= | 0.6 | TP= | 0.6 |
| TL= | 2 | TL= | 2 |
| Cx= | 3.0254 | Cy= | 2.5519 |
| R= | 8 | R= | 6 |
| la= | 1 | la= | 1 |
| lp= | 1 | lp= | 1 |
| C/R>0.11 | 0.3782 | C/R>0.11 | 0.4253 |
| K= | 0.9979 | K= | 1.0439 |

Fuente: Elaboración propia (2021).

Posteriormente se detallará la verificación de irregularidades tanto en planta como elevación de nuestra estructura, como la demostración de los sistemas estructurales usados.

Realizamos el cálculo de la cortante basal de la estructura.

$$Psismico = CM + 0.5CV \quad (\text{Edificacion categoria B})$$

$$Psismico = 1070.304 \text{ ton}$$

Cortante basal en la dirección X-X

$$V = \frac{ZUCS}{R} * Psismico$$

$$V = \frac{0.25 * 1.3 * 3.0254 * 1.2}{8} * 1070.304 \text{ Tn}$$

$$V = 157.86 \text{ Tn}$$

Cortante basal en la dirección Y-Y

$$V = \frac{ZUCS}{R} * Psismico$$

$$V = \frac{0.25 * 1.3 * 2.5519 * 1.2}{6} * 1070.304 \text{ Tn}$$

$$V = 177.54 \text{ Tn}$$

Análisis dinámico modal espectral

Para realizar un análisis modal espectral de nuestra estructura se deberá de definir un espectro de respuesta, el cual se muestra.

Tabla 12: Factores sísmicos en análisis estático.

| Factor sísmico X-X | | Factor sísmico Y-Y | |
|--------------------|------|--------------------|------|
| Z= | 0.25 | Z= | 0.25 |
| U= | 1.3 | U= | 1.3 |
| S= | 1.2 | S= | 1.2 |
| Ro | 8 | Ro | 6 |
| la | 1 | la | 1 |
| lp | 1 | lp | 1 |
| R | 8 | R | 6 |
| Tp | 0.6 | Tp | 0.6 |
| Tl | 2 | Tl | 2 |

Fuente: Elaboración Propia (2021).

Se tiene el resultado de los valores que se obtuvieron para la definición del espectro de respuesta el cual serán:

Tabla 13: Espectro de respuesta

| T | C | T | C | T | C | T | C | T | C |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 0.1 | 2.500 | 1.1 | 1.364 | 2.1 | 0.680 | 3.1 | 0.312 | 4.1 | 0.178 |
| 0.2 | 2.500 | 1.2 | 1.250 | 2.2 | 0.620 | 3.2 | 0.293 | 4.2 | 0.170 |
| 0.3 | 2.500 | 1.3 | 1.154 | 2.3 | 0.567 | 3.3 | 0.275 | 4.3 | 0.162 |
| 0.4 | 2.500 | 1.4 | 1.071 | 2.4 | 0.521 | 3.4 | 0.260 | 4.4 | 0.155 |
| 0.5 | 2.500 | 1.5 | 1.000 | 2.5 | 0.480 | 3.5 | 0.245 | 4.5 | 0.148 |
| 0.6 | 2.500 | 1.6 | 0.938 | 2.6 | 0.444 | 3.6 | 0.231 | 4.6 | 0.142 |
| 0.7 | 2.143 | 1.7 | 0.882 | 2.7 | 0.412 | 3.7 | 0.219 | 4.7 | 0.136 |
| 0.8 | 1.875 | 1.8 | 0.833 | 2.8 | 0.383 | 3.8 | 0.208 | 4.8 | 0.130 |
| 0.9 | 1.667 | 1.9 | 0.789 | 2.9 | 0.357 | 3.9 | 0.197 | 4.9 | 0.125 |
| 1 | 1.500 | 2 | 0.750 | 3 | 0.333 | 4 | 0.188 | 5 | 0.120 |

Fuente: Elaboración Propia (2021).

En grafico se tiene:

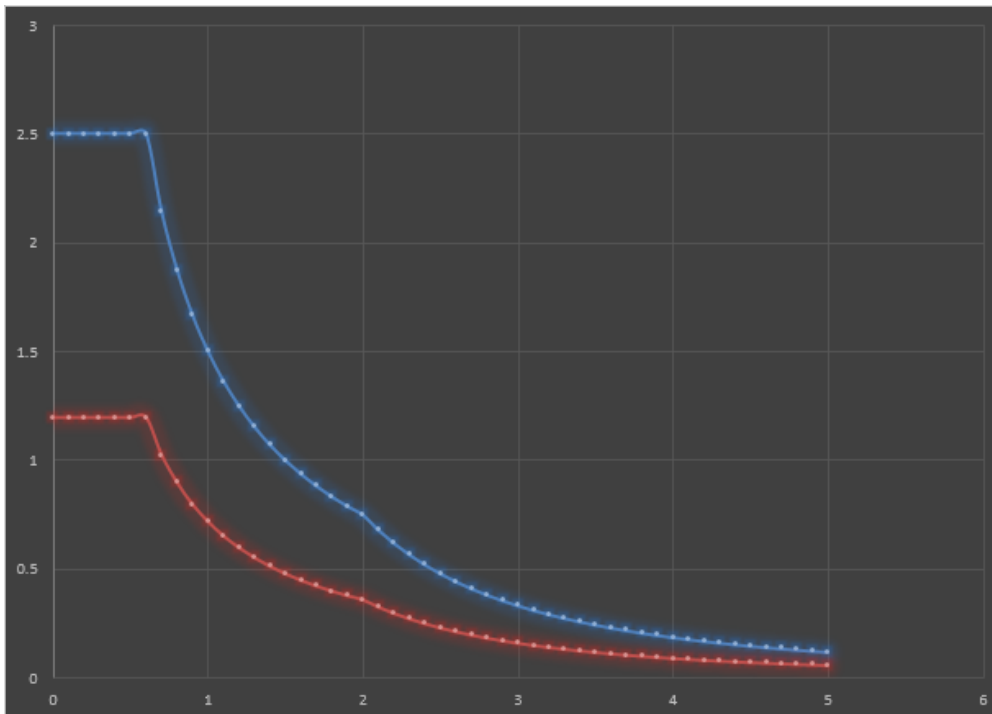


Figura 11. Gráfico de espectro de respuesta

Fuente: Elaboración propia (2021).

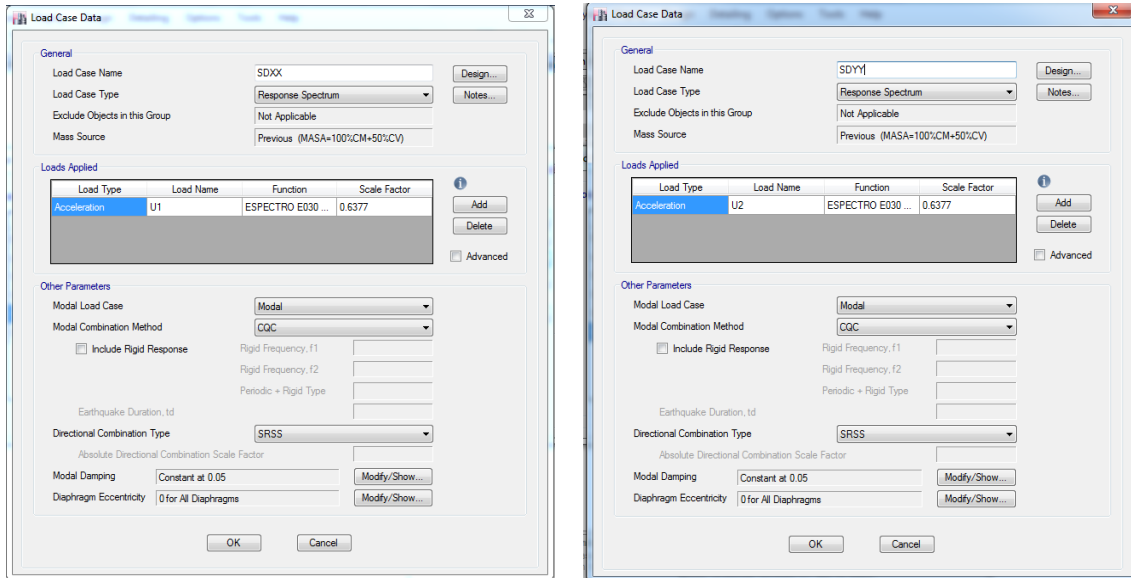
Este diagrama será multiplicado por:

$$\frac{ZUS}{R} * g = 0.64 \quad \text{en } X - X$$

$$\frac{ZUS}{R} * g = 0.64 \quad \text{en } Y - Y$$

La Norma Técnica Peruana: E-030, pág. 24. Se resuelve:

Con respecto a la introducción de datos se tendrá el siguiente:



Sismo dinámico X-X

Sismo Dinámico Y-Y

Figura 12. Definición de análisis sismo dinámico
Fuente: Programa ETABS 2016 V.2

Análisis dinámico modal espectral

Verificaremos el valor de $R_o=6$, el cual corresponde a muros estructurales:

Dirección X-X

Tabla 14: Verificación del sistema estructural X-X

| | CORTANTE (ton) | PORCENTAJE |
|----------|-----------------------|-------------------|
| PLACAS | 100.12 | 83.66% |
| COLUMNAS | 19.56 | |

Fuente: Elaboración Propia (2021).

Dirección Y-Y

Tabla 15: Verificación del sistema estructural Y-Y

| | CORTANTE (ton) | PORCENTAJE |
|----------|-----------------------|-------------------|
| PLACAS | 143.27 | 95.67% |
| COLUMNAS | 6.49 | |

Fuente: Elaboración Propia (2021).

Control de desplazamiento lateral y en planta

Los desplazamientos que se obtuvieron en nuestra edificación corresponden a un análisis lineal y estático, en el cual las solicitaciones sísmicas se ven reducidas. Puesto que, para un sismo de gran magnitud en el cual la estructura tenga inclusiones en el rango elástico, se estimará los desplazamientos con un 75% del coeficiente de reducción sísmica R.

De esta manera, obtendremos las derivas gracias al programa ETABS V. 2016 que se muestra a continuación.

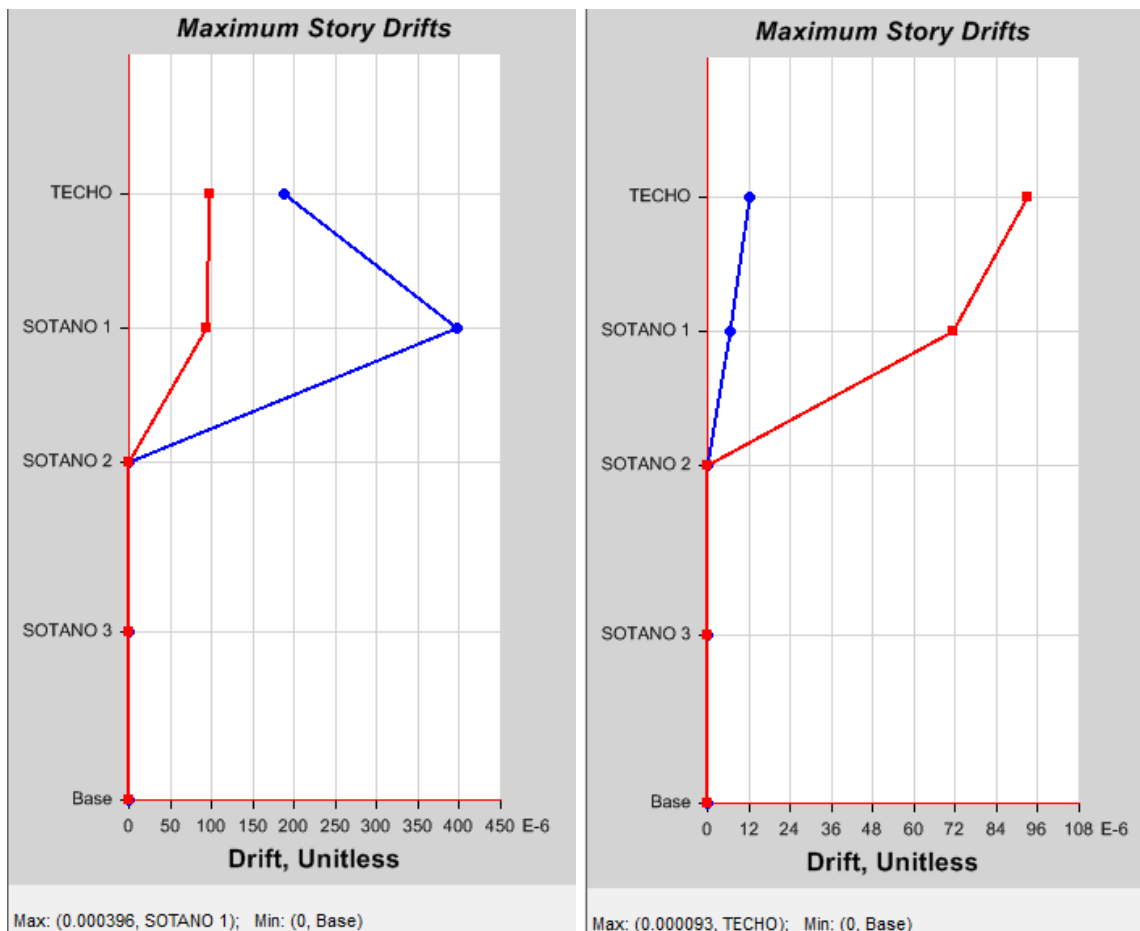


Figura 13. Derivas máximas en ambas direcciones

Deriva dirección X-X
 $0.0004 < 0.005 \text{ E-}030$

Deriva dirección Y-Y
 $0.0001 < 0.007 \text{ E-}030$

Diseño de losa maciza

Pre dimensionamiento

El dimensionamiento de losas macizas estará estipulado por la siguiente expresión.

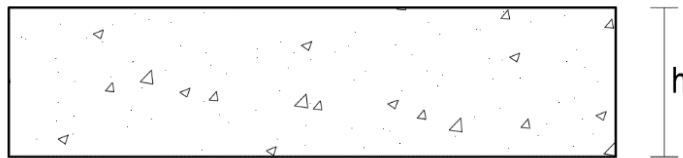


Figura 14: Predimensionamiento de losa maciza

Fuente: Elaboración propia (2021).

De acuerdo a las dimensiones de los paños podemos observar que se tiene una longitud corta de $L = 7.20 \text{ m}$

$H = 25 \text{ cm}$ Para luces menores o iguales a 7.50 m .

$$h = \frac{L}{25} - 5 \text{ cm}$$

$$h = \frac{7.2 \text{ m}}{25} - 5 \text{ cm}$$

$$h = 23.80 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm}$$

Metrado de cargas

Para el análisis de las losas macizas, estas serán de acuerdo a las dimensiones del paño. Las cargas actuantes en una losa maciza es su propio peso, el piso terminado, tabiquería y sobrecargas. En este caso se analizará las zonas de parqueo, rampa y escalera de un piso.

Tabla 16: *Metrado de cargas de la losa maciza.*

| | P esp. (Kg/m³) | Espesor (m) | Carga (kg/m²) |
|---------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| CARGA MUERTA | | | |
| Peso propio | 2400 | 0.25 | 600 |
| Piso terminado | | | 100 |
| CM total | | | 700 |
| CARGA VIVA | | | |
| Sobrecarga | | | 400 |
| CV total | | | 400 |

Fuente: Elaboración Propia (2021).

Diseño de losa maciza

Diseño por flexión

Analizaremos la losa del primer sótano el cual tiene un espesor de 25 cm. Para ello se tendrá en cuenta el acero mínimo el cual es:

$$A_{smin} = 0.0018 \cdot b \cdot d$$

$$A_{smin} = 0.0018 \cdot 100 \cdot 22$$

$$A_{smin} = 3.96 \text{ cm}^2$$

Para realizar el diseño por flexión de la losa del sótano 1 usaremos el método de las franjas.

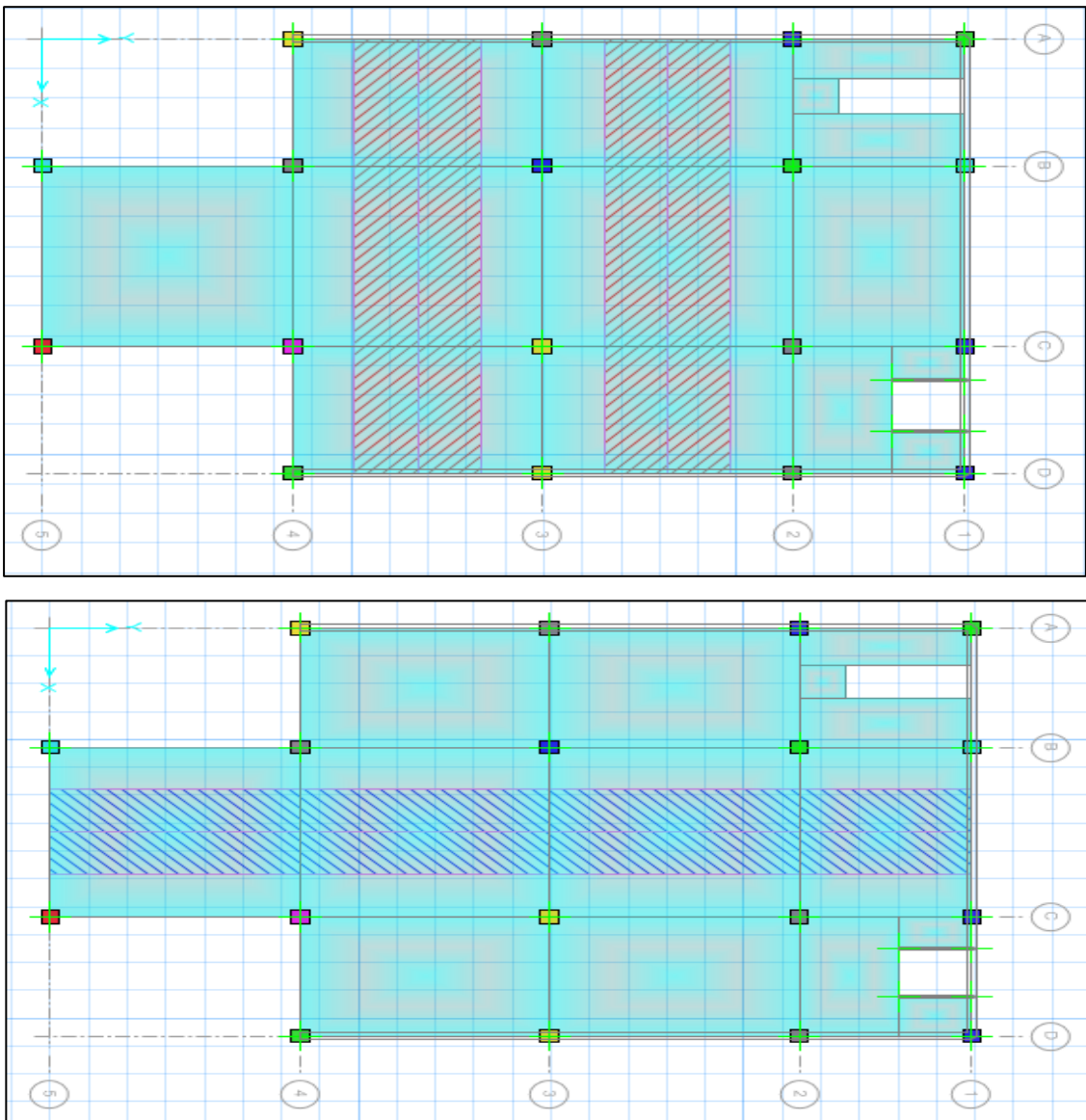


Figura 15. Diseño de losa maciza con método de franjas.

Fuente: Elaboración propia (2021).

- Resultados de los esfuerzos resistentes de la losa maciza.
- Diagrama de fuerzas cortantes:
 - Gracias al software SAFE V.2016 se pudo obtener el valor de la fuerza cortante de mayor valor de la losa maciza es cual es 22.24 ton.

V_{max} = 22.24 ton

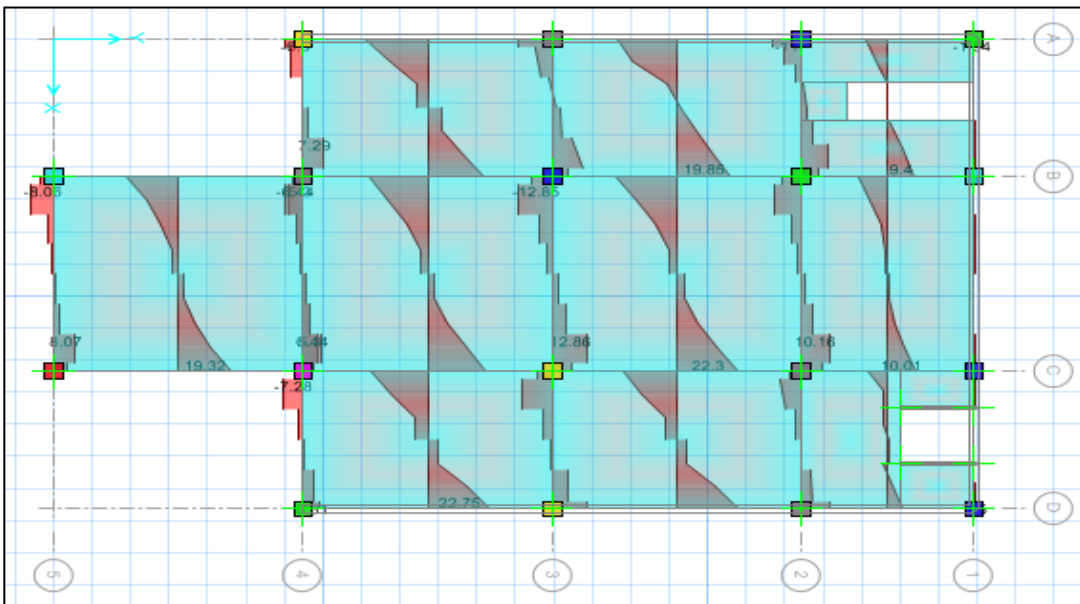


Figura 16. Valores de Fuerzas Cortantes en X-X.
Fuente: Elaboración propia (2021).

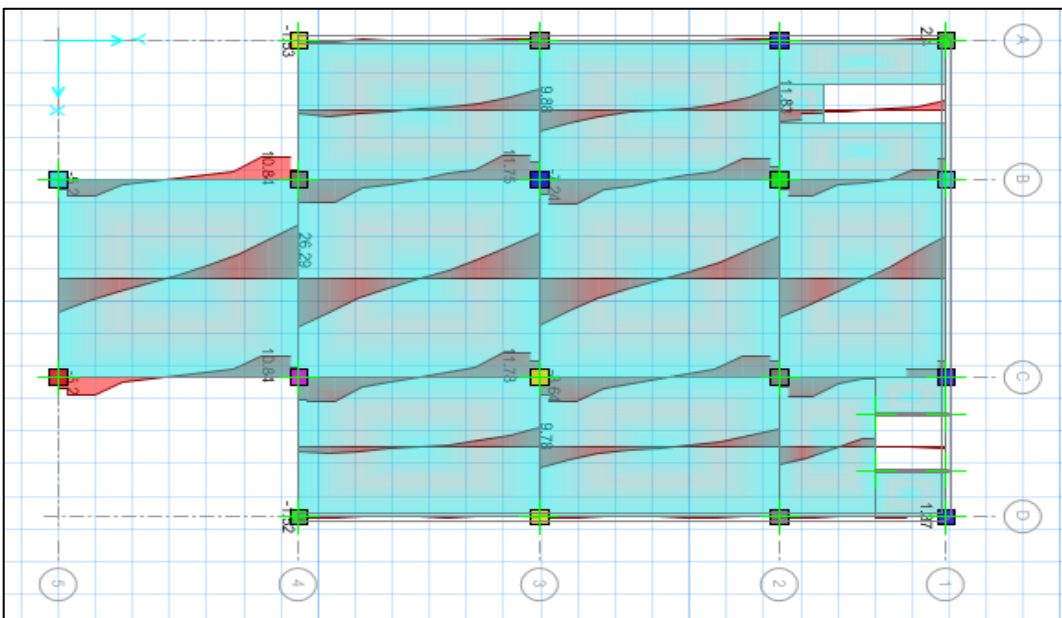


Figura 17. Valores de Fuerzas Cortantes en Y-Y.
Fuente: Elaboración propia (2021).

- Diagrama de momentos flectores.

Gracias al software SAFE V.2016 se pudo obtener el valor de la fuerza cortante de mayor valor de la losa maciza es cual es 20.67 ton-m.

$$M_{\max} = 20.67 \text{ ton-m}$$

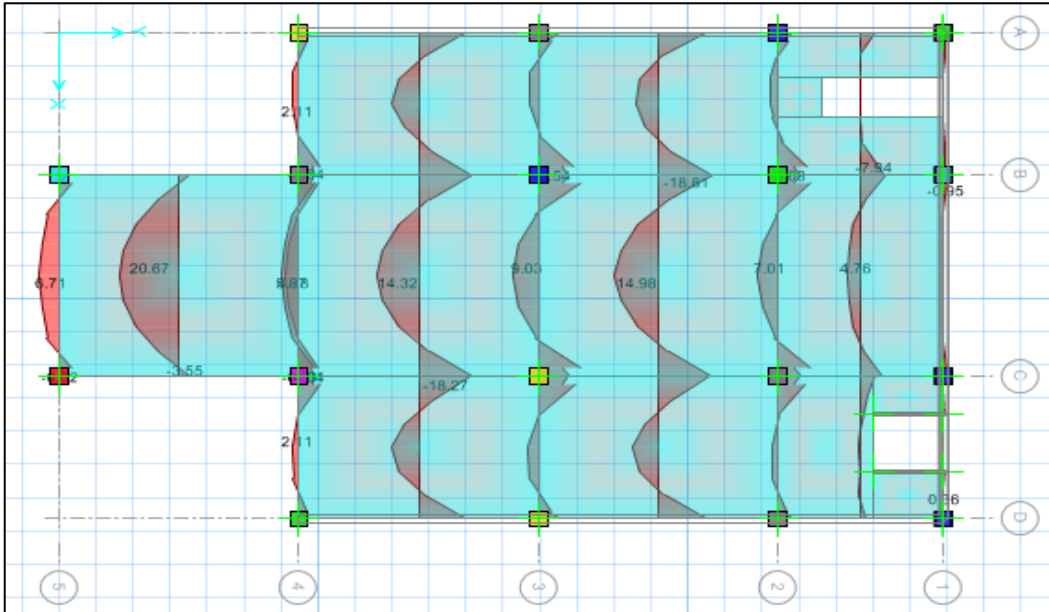


Figura 18. Valores de momentos flectores en X-X.
Fuente: Elaboración propia (2021).

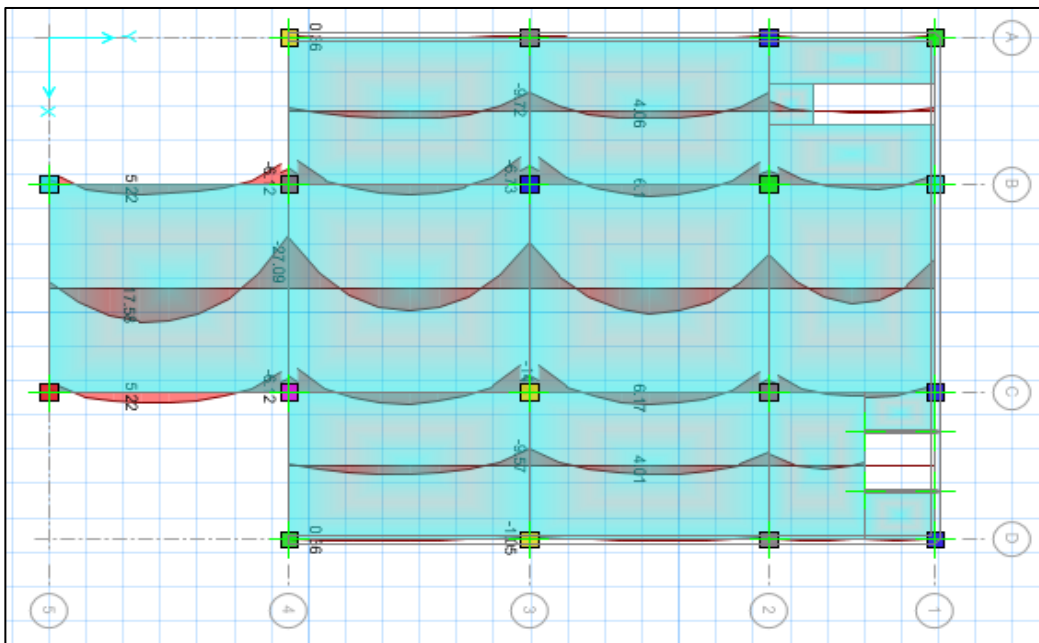


Figura 19. Valores de momentos flectores en Y-Y.
Fuente: Elaboración propia (2021).

- Entonces 25 cm de espesor de losa es adecuado para las exigencias de sobrecargas y que presenta un buen comportamiento estructural de la losa maciza.

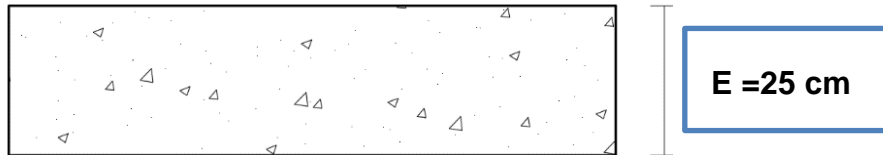


Figura 20. Espesor de losa.
Fuente: Elaboración propia (2021).

- Diagrama de deflexiones máximas:
Diagrama de deflexiones máximas:
Gracias al software SAFE V.2016 se pudo obtener la deflexión máxima de la losa maciza es cual es 7.02 mm.

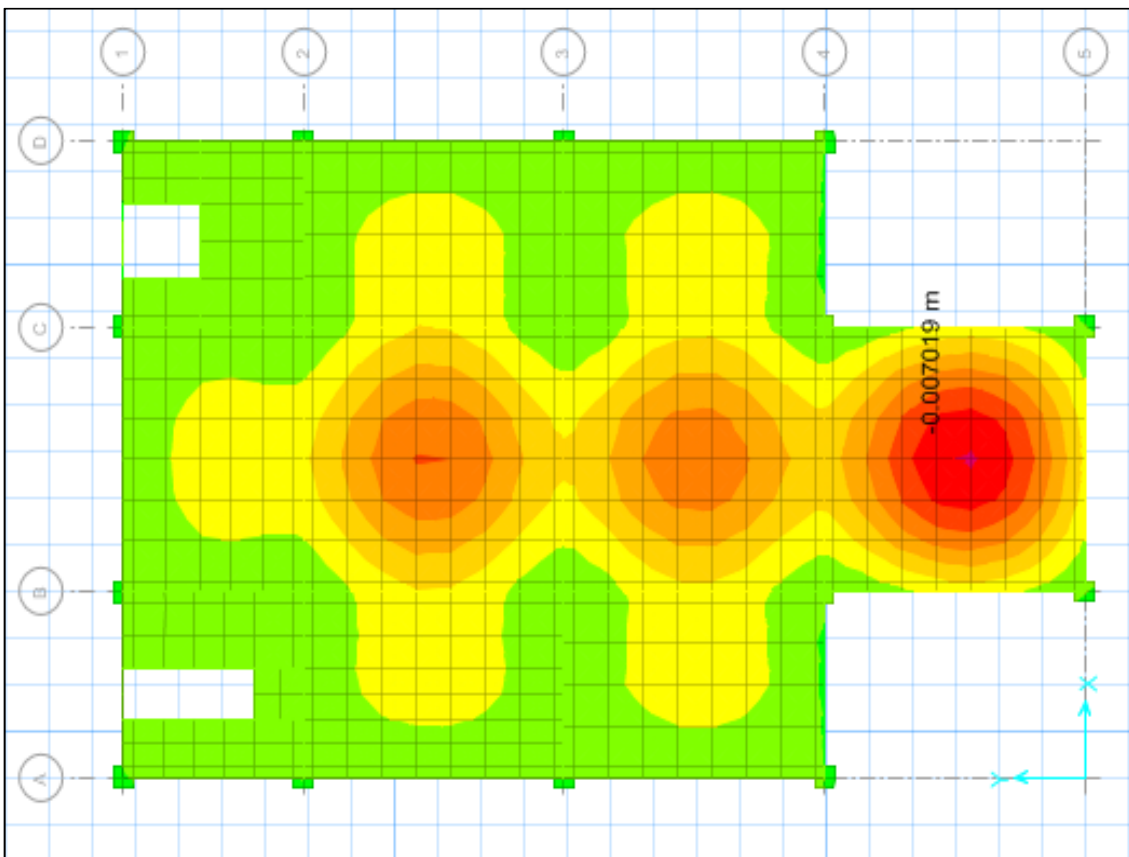


Figura 21. Deformación máxima de la losa maciza.
Fuente: Elaboración propia (2021).

$$\Delta'_{st} = 7.02 \text{ mm}$$

Tabla 17: Diseño de losa en la franja central (TOP) X-X

| DISEÑO DE LOSA EN FRANJA CENTRAL | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Tramo | | AB | BA | BC | CB | CD | DC |
| Momento | Mu (ton-m) | 12.60 | 12.26 | 14.20 | 15.99 | 17.59 | 12.45 |
| As calculado | As cal. (cm ²) | 20.68 | 20.09 | 21.23 | 23.53 | 24.39 | 20.47 |
| Ø de acero | | 1/2" | 1/2" | 1/2" | 1/2" | 1/2" | 1/2" |
| Esp. Calc. | S cal. (cm) | 23.28 | 26.38 | 23.28 | 24.73 | 23.27 | 26.38 |
| Seleccionado | (cm) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Usaremos | | 1/2"@20 | 1/2"@20 | 1/2"@20 | 1/2"@20 | 1/2"@20 | 1/2"@20 |

Fuente: Elaboración Propia (2021).

Tabla 18: Diseño de losa en la franja central (Botton) X-X

| DISEÑO DE LOSA EN FRANJA CENTRAL | | | | |
|----------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Tramo | | AB | BC | CD |
| Momento | Mu (ton-m) | 7.90 | 20.67 | 8.79 |
| As calculado | As cal. (cm ²) | 11.17 | 27.22 | 13.12 |
| Ø de acero | | 1/2" | 1/2" | 1/2" |
| Esp. Calculado | S cal. (cm) | 49.46 | 17.5 | 39.57 |
| Seleccionado | | 17.50 | 17.50 | 17.50 |
| Usaremos | | 1/2"@17.5 | 1/2"@17.5 | 1/2"@17.5 |

Fuente: Elaboración Propia (2021).

Diseño por corte

El diseño por cortante se realizará de manera similar como en el diseño de losa aligerada, pero sin la consideración del aumento del 10% que proporciona la Norma E.060. En caso no se cumpla con la resistencia deseada, se deberá aumentar el espesor de la losa o aumentar la resistencia a compresión del concreto.

$$\Phi V_c = 0.85 * 0.53 \sqrt{f_c} b_w d$$

$$\Phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} \times 405 \text{ cm} \times 22 \text{ cm}$$

$$\Phi V_c = 67166.31 \text{ kg} = 67.17 \text{ ton.}$$

$$V_u = 22.24 \text{ ton} \leq \Phi V_c$$

Diseño de losa colaborante

Características

- Perfil usado: AD-600 Gage 22 (e=0.749 mm)
- Uso de la estructura: Estacionamiento
- Concreto: $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Carga muerta

- Peso del concreto: 180.80 kg/m²
- Peso de la lámina: 9.12 kg/m²
- Carga Muerta (WD): 189.92 kg/m²

Carga viva

- Sobrecarga en la estructura (WL): 400 kg/m²

Datos preliminares de la losa

- Ancho de la losa colaborante (b): 0.90 m
- Luz del tramo (L): 1.52 m
- Espesor adecuado de la losa:
 - Para luces $\leq 4 \text{ m}$ se recomienda $e = 12$ ó 13 cm (Blasco, 2011, pág. 38).
 - Acero Deck para luces $\leq 1.75 \text{ m}$ recomienda $e \text{ min} = 11 \text{ cm}$ (Datos técnicos AD-600) y sobrecargas máximas de 2000 kg/m^2 .
 - $e1 = \frac{L}{24}$ y $e2 = \frac{L}{28}$
 $e1 = \frac{152\text{cm}}{24} = 6.33 \text{ cm}$ y $e2 = \frac{152\text{cm}}{28} = 5.43 \text{ cm}$
 $e_{\text{final}} = \frac{6.33+5.43}{2} = 5.88 \text{ cm} \approx e_{\text{final}} = 6.00 \text{ cm}$
 - De acuerdo a la ficha técnica de Aceros Deck $e \text{ min} = 11 \text{ cm}$; el cual se tomará.

Tabla 19: *Espesor de losa colaborante.*

| Calibre Gage | L metros | Espesor de Losa (cm) | | | | | |
|--------------|----------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | t = 11 | t = 12 | t = 13 | t = 14 | t = 15 | t = 16 |
| 22 | 1.50 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | 1.75 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | 2.00 | 1650 | 1911 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | 2.25 | 1243 | 1445 | 1647 | 1849 | 2000 | 2000 |
| | 2.50 | 952 | 1112 | 1272 | 1432 | 1592 | 1753 |
| | 2.75 | 689 | 865 | 995 | 1124 | 1253 | 1382 |
| | 3.00 | 487 | 661 | 784 | 889 | 995 | 1101 |
| | 3.25 | 364 | 475 | 619 | 707 | 794 | 882 |
| | 3.50 | 254 | 338 | 465 | 562 | 635 | 708 |
| | 3.75 | 172 | 236 | 334 | 445 | 506 | 568 |
| | 4.00 | - | 157 | 234 | 329 | 401 | 453 |
| | 4.25 | - | - | 156 | 231 | 314 | 358 |
| 4.50 | - | - | - | 154 | 228 | 278 | |

Fuente: Aceros deck (2021).

Combinación de carga

$$WD + WL = 189.92 \text{ kg} + 400 \text{ kg} = 589.92 \text{ kg/m}^2$$

En la siguiente figura se representa la losa del sótano 2 en la cual está conformado por muros y pórticos de concreto armado, la losa colaborante presenta vigas metálicas intermedias.

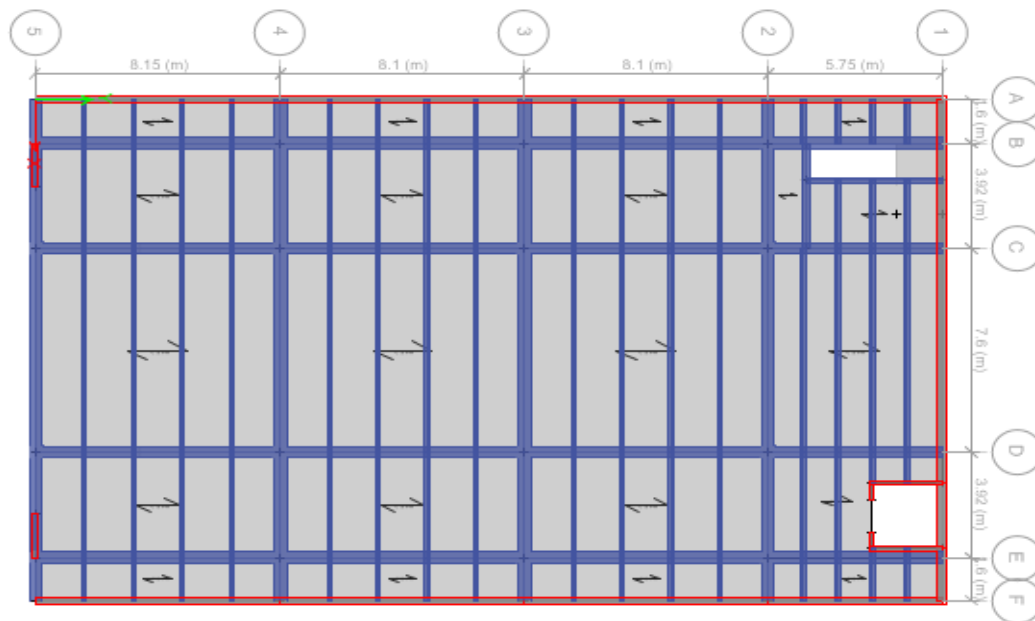


Figura 22. Estructuración de losa colaborante.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Momento máximo

$$Mu = \frac{WL^2}{8}$$

- $W = b * (WD + WL)$
 $W = 0.9 \text{ m} * (589.92 \text{ kg/m}^2)$
 $W = 530.93 \text{ kg/m}$
- $Mu = \frac{WL^2}{8}$, $L = 1.52 \text{ m}$
 $Mu = \frac{530.93 \text{ kg/m} * 1.52^2 \text{ m}^2}{8}$
 $Mu = 153.33 \text{ kg} - \text{m}$

Corte vertical

$$V_{max} = \frac{WL}{2}$$

- $W = b * (WD + WL)$
 $W = 0.90 \text{ m} * (530.93 \text{ kg/m}^2)$

$$W = 477.84 \text{ kg/m}$$

- $L = 1.52 \text{ m}$

- $V_{m\acute{a}x} = \frac{WL}{2}$

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{477.84 \text{ kg/m} * 1.52 \text{ m}}{2}$$

$$V_{m\acute{a}x} = 363.16 \text{ kg}$$

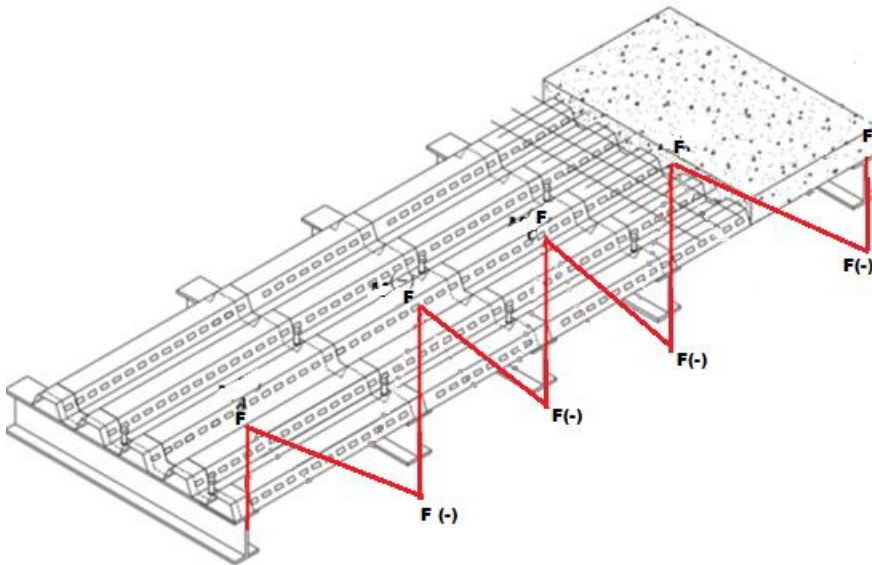


Figura 23. Diagrama de fuerzas cortantes en losa colaborante.
Fuente: Elaboración propia (2021).

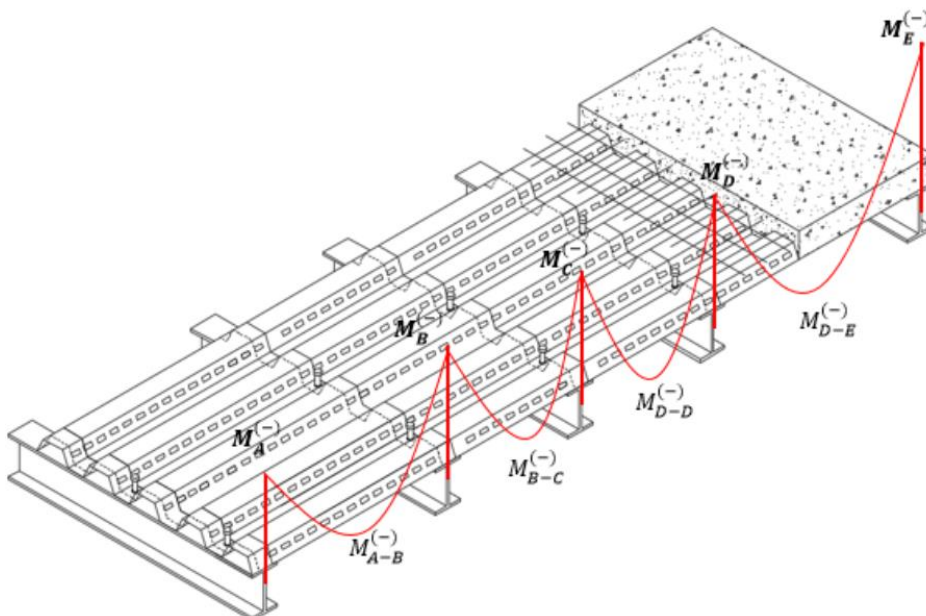


Figura 24. Diagrama de momentos flectores en losa colaborante.
Fuente: Elaboración propia (2021).

Calculo estructural

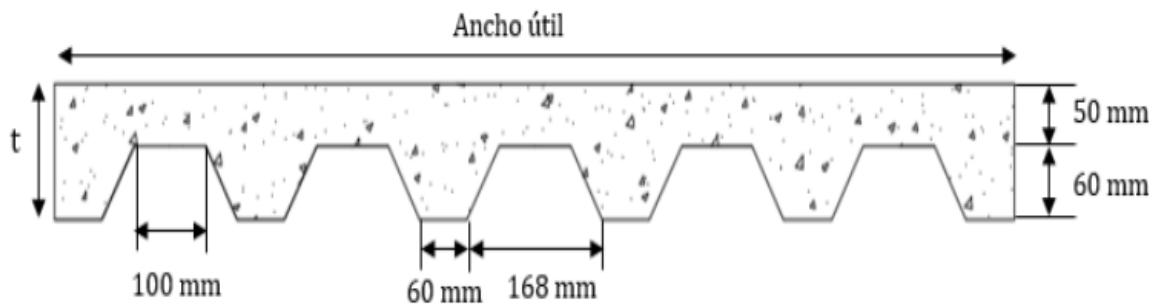


Figura 25: Geometría de la losa colaborante
Fuente: Elaboración Propia (2021).

Datos:

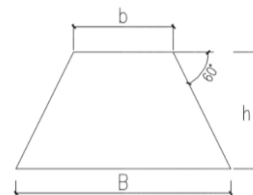
- Luz de la losa (L): 1.52 m
- Peralte total o espesor (h): 11 cm
- Espesor de concreto (e): 5 cm
- Ancho útil de la losa (b): 90 cm
- Distancia entre la fibra extrema en compresión y el centroide del área de tensión:

Calculo del centroide del área en tensión (trapezoido del perfil AD-600)

$$C = \frac{(2b + B)h}{3(b + B)}$$

$$C = \frac{(2 * 6 \text{ cm} + 12.46 \text{ cm})6 \text{ cm}}{3(6 \text{ cm} + 12.46 \text{ cm})}$$

$$C = 2.63 \text{ cm}$$



Se tomará la longitud desde la fibra extrema en compresión:

$$d = 7 \text{ cm} + 2.63 \text{ cm}$$

$$d = 9.63 \text{ cm}$$

- Espesor de lámina de acero (e): 0.0749 cm
- Resistencia a la compresión del concreto ($f'c$): 280 kg/cm^2
- Esfuerzo a la fluencia (f_y): 3025 kg/cm^2
- $E_s = 2.1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- $E_c = 15000 * \sqrt{f'c} = 15000 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} = 250998.01 \text{ kg/cm}^2$

Calculo:

- Reacción modular:

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$n = \frac{2100000 \text{ kg/cm}^2}{250998.01 \text{ kg/cm}^2} = 8.37$$

- Área de acero

$$A_s = 1.302 * b * e$$

$$A_s = 1.302 * 90 \text{ cm} * 0.0749 \text{ cm}$$

$$A_s = 8.78 \text{ cm}^2$$

- Cuantía en la sección compuesta

$$\rho = \frac{A_s}{b * d}$$

$$\rho = \frac{8.78 \text{ cm}^2}{90 \text{ cm} * 9.63 \text{ cm}} = 0.01013$$

- Relación de esfuerzos admisibles

$$r = \frac{0.5 * f_s}{0.45 * f'_c}$$

$$r = \frac{0.5 * 3025 \text{ kg/cm}^2}{0.45 * 280 \text{ kg/cm}^2} = 12.00$$

- Factor de profundidad y la fibra neutra

$$k = \sqrt{(n\rho)^2 + 2n\rho} - n\rho$$

$$k = \sqrt{(8.37 * 0.01013)^2 + 2 * 8.37 * 0.01013} - 8.37 * 0.01013$$

$$k = 0.336$$

- Cuantía balanceada

$$\rho_b = \frac{n}{2r(n + r)}$$

$$\rho_b = \frac{8.37}{2 * 12 * (8.37 + 12)}$$

$$\rho_b = 0.01712$$

- Acero mínimo en tracción

$$A_{s_{min}} = \frac{0.70 * \sqrt{f'_c}}{f_y} \geq 0.0020$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0.70 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.0029 \text{ cm}^2$$

- Comparación de cuantías

$$\rho < \rho_b$$

$$0.01013 < 0.01712$$

Suponemos que el acero alcanza primero los esfuerzos admisibles de tensión, entonces realizaremos el cálculo teniendo en cuenta que el acero fluye.

- Tensión en el acero

$$f_s = f_{s_{adm}}$$

$$f_s = 0.50 * 3025 \text{ kg/cm}^2 = 1512.50 \text{ kg/cm}^2$$

- Esfuerzo admisible en el concreto

$$f_{c_{max}} = \frac{2 * A_s * f_s}{k * b * d}$$

$$f_{c_{max}} = \frac{2 * 8.78 \text{ cm}^2 * 1512.50 \text{ kg/cm}^2}{0.336 * 90 \text{ cm} * 9.63 \text{ cm}} = 91.20 \text{ kg/cm}^2$$

- Fuerza resultante de la sección de compresión (concreto)

$$C_c = \frac{1}{2} f_{c_{max}} * k * b * d$$

$$C_c = \frac{1}{2} * 86.08 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.336 * 90 \text{ cm} * 9.63 \text{ cm} = 12533.73 \text{ kg}$$

- Fuerza resultante de tracción de la sección compuesta

$$T_s = A_s f_s$$

$$T_s = 8.78 \text{ cm}^2 * 1512.50 \text{ kg/cm}^2 = 13279 \text{ kg}$$

- Distancia entre las fuerzas resultantes de compresión y de tracción

$$d_i = d * j_s = d - k * \frac{d}{3}$$

$$d_i = 9.63 \text{ cm} - \left(9.63 \text{ cm} * \frac{0.336}{3} \right)$$

$$d_i = 8.55 \text{ cm}$$

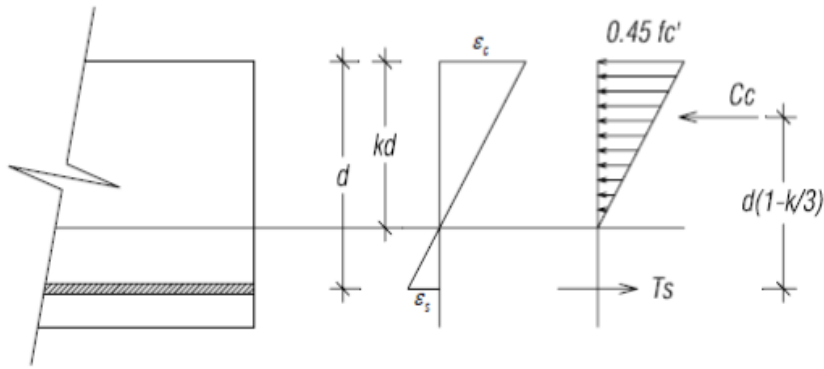


Figura 26: Fuerzas en tracción y compresión
Fuente: Rodríguez A. (2015).

- Momento nominal resistente en la sección

$$M_n = C_c * d_i$$

$$M_n = 12533.73 \text{ kg} * 0.0855 \text{ m}$$

$$M_n = 1071.64 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\phi M_n = 0.9 * 1071.64 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\phi M_n = 964.48 \text{ kg} - \text{m}$$
- Momento nominal resistente con el momento ultimo requerido

$$\phi M_n > M_u$$

$$964.48 \text{ kg} - \text{m} > 153.33 \text{ kg} - \text{m} \dots \text{OK}$$

Observado en esta última comparación se puede observar que la resistencia de la sección propuesta es mayor a lo solicitado. Por esta razón el cálculo de la lámina de acero como del concreto se deberá de calcular con los mismos principios de carga antes mencionada.

El equilibrio para la igualdad de fuerzas de tracción y compresión será:

$$C = T$$

Se usará la expresión el cual definirá al momento nominal de la sección compuesta el cual es:

$$M_u \leq \phi M_n$$

$$M_n = C_c * d_i = T_s * d_i$$

Calculamos las fuerzas de tracción y compresión utilizando las cargas reales:

$$C_r = \frac{M_u}{d_i}$$

$$C_r = \frac{153.33 \text{ kg} - \text{m}}{0.0855 \text{ m}}$$

$$C_r = 1793.33 \text{ kg}$$

$$T_r = 1793.33 \text{ kg}$$

Hallaremos los esfuerzos a compresión en el concreto y de tracción en la lámina de hacer:

$$f_s = \frac{T_r}{A_s}$$

$$f_s = \frac{1793.33 \text{ kg}}{8.78 \text{ cm}^2}$$

$$f_s = 204.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{c_{max}} = \frac{2 * A_s * f_s}{k * b * d}$$

$$f_{c_{max}} = \frac{2 * 8.78 \text{ cm}^2 * 204.25 \text{ kg/cm}^2}{0.336 * 90 \text{ cm} * 9.63 \text{ cm}}$$

$$f_{c_{max}} = 12.32 \text{ kg/cm}^2$$

Diseño y análisis por flexión – Método de resistencia ultima

Este método de resistencia ultima para el diseño a flexión estará basado cuando fluya en su totalidad la lámina colaborante AD-600, por ende, la aplicación de las formulas tradicionales se diseñó a la rotura (resistencia ultima) para el concreto.

- **Datos preliminares de la losa**

- Ancho tributario de la losa colaborante: $b = 90 \text{ cm}$
- Espesor de losa: $t = 11 \text{ cm}$
- Luz de la losa: $L = 1.52 \text{ m}$

- **Carga muerta**

- Peso propio de la losa: 180.80 kg/m^2
- Peso propio de la lámina: 9.12 kg/cm^2
- Carga muerta total (WD): 189.92 kg/m^2

- **Carga viva**

- Sobrecarga en la estructura (WL): 400 kg/m^2

- **Combinación de carga**

$$1.4 \text{ WD} + 1.7 \text{ WL} = 1.4 * 189.92 \text{ kg/m}^2 + 1.7 * 400 \text{ kg/m}^2 = 945.89 \text{ kg/m}^2$$

- **Momento máximo**

$$M_u = \frac{WL^2}{8}$$

Donde:

$$W = b \cdot (WD + WL)$$

$$W = 0.90 \text{ m} \cdot (945.89 \text{ kg/m}^2) = 851.30 \text{ kg/m}$$

$$Mu = \frac{WL^2}{8}, \quad L = 1.52 \text{ m}$$

$$Mu = \frac{851.30 \text{ kg/m} \cdot 1.52^2 \text{ m}^2}{8}$$

$$\mathbf{Mu = 245.86 \text{ kg} - \text{m}}$$

- **Carga vertical**

$$V_{max} = \frac{WL}{2}$$

Donde:

$$W = b \cdot (WD + WL)$$

$$W = 0.90 \text{ m} \cdot (945.89 \text{ kg/m}^2)$$

$$W = 851.30 \text{ kg/m}$$

$$L = 1.52 \text{ m}$$

$$V_{max} = \frac{WL}{2}$$

$$V_{max} = \frac{851.30 \text{ kg/m} \cdot 1.52 \text{ m}}{2}$$

$$\mathbf{V_{max} = 646.99 \text{ kg}}$$

- **Calculo estructural**

Se asumirá esfuerzos de fluencia en el concreto como así en el acero, el método de resistencia propone una distribución de esfuerzos rectangulares en la zona de compresión sobre el concreto, obteniendo así las expresiones para el momento nominal resistente de acuerdo a lo indicado en la figura siguiente.

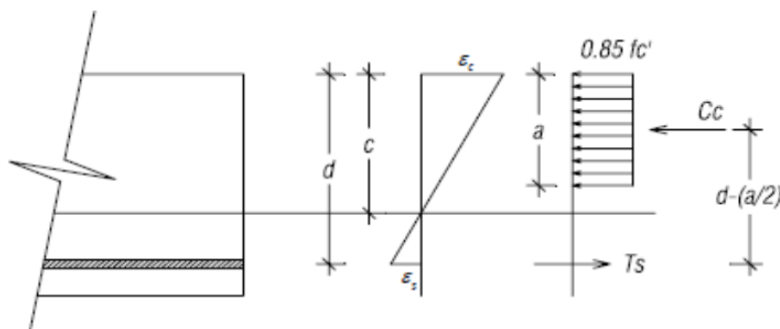


Figura 27: Fuerzas en tracción y compresión para momento nominal
Fuente: Rodríguez A. (2015).

De acuerdo a esto, el momento nominal resistente puede expresarse como:

$$M_n = 0.85 * f'c * a * b * (d - \frac{a}{2})$$

Donde:

$$a = \frac{\rho * f_y * d}{0.85 * f'c}$$

$$a = \frac{0.01013 * 3025 \text{ kg/cm}^2 * 9.63 \text{ cm}}{0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2}$$

$$a = 1.24 \text{ cm}$$

Calculamos el momento nominal (Mn):

$$M_n = 0.85 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 1.24 \text{ cm} * 90 \text{ cm} * (9.63 \text{ cm} - \frac{1.24 \text{ cm}}{2})$$

$$M_n = 239312.81 \text{ kg} - \text{cm} = 2393.13 \text{ kg} - \text{m}$$

Calculo del momento ultimo (Mu):

$$M_u = \phi M_n$$

$$M_u = 0.9 * 2393.13 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_u = 2153.82 \text{ kg} - \text{m}$$

Comparamos el momento ultimo con el momento requerido:

$$2153.82 \text{ kg} - \text{m} > 245.86 \text{ kg} - \text{m} \dots \quad \text{OK}$$

Análisis estructural por corte vertical

El diseño de secciones transversales sometidas a cortante debe de estar basado en:

$$\phi V_n > V_u$$

Siendo Vu, representa a la fuerza mayorada en la sección considerada y Vn es la resistencia nominal al cortante calculado mediante:

$$V_n = V_c + V_s$$

Siendo Vc resistencia nominal al corte del concreto y Vs resistencia nominal al corte de la lámina de acero.

- De acuerdo a la norma de la N.T.P E-060, el esfuerzo cortante resistido por el concreto tanto a cortante como flexión está dado por-

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 175.57 \text{ cm} * 3.93 \text{ cm}$$

$$V_c = 6119.24 \text{ kg}$$

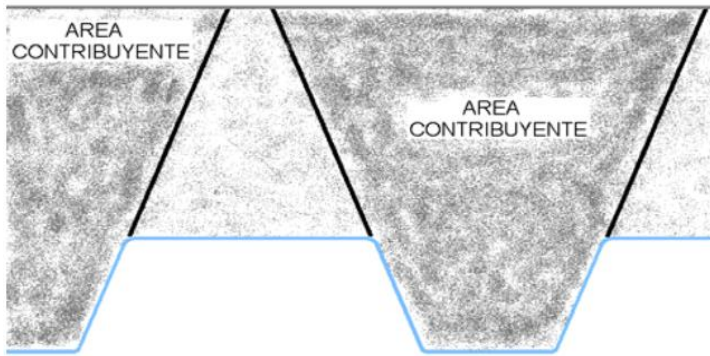


Figura 28: Área contribuyente al corte
Fuente: Aceros Deck (2003).

- Mediante la expresión siguiente se puede calcular el esfuerzo cortante el cual resiste la lámina de acero.

$$V_s = 0.5 * A_s * f_y$$

$$V_s = 0.5 * 8.78 \text{ cm}^2 * 3025 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_s = 13279.75 \text{ kg}$$

- La resistencia total de la sección compuesta estará dada por:

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_n = 6119.24 \text{ kg} + 13279.75 \text{ kg}$$

$$V_n = 19398.99 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 0.85 * 19398.99 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 16489.14 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 16489.14 \text{ kg} > 646.99 \text{ kg} = V_u$$

Como se puede observar la resistencia cortante vertical es alta respecto al esfuerzo cortante que se requiere, es por este motivo que normalmente no se considera o no se toma en consideración el efecto de esfuerzos cortantes verticales para el diseño de losas colaborantes, ya que para que falle por corte vertical esta debería ocurrir con la presencia de una grieta de corte en el concreto y el aplastamiento simultaneo de la sección de acero.

Acero en los apoyos

- Calculo de momentos

$$M_u = \frac{WL^2}{24}$$

$$M_u = \frac{945.89 \text{ kg/m}^2 * 1.52^2 \text{ m}^2}{24}$$

$$Mu = 91.06 \text{ kg} - m$$

- *Calculo del indice del refuerzo*

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * Mu}{\phi * f'c * b * d^2}}$$

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * 91.06 * 10^2 \text{ kg} - \text{cm}}{0.9 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 10 \text{ cm} * 9.63^2 \text{ cm}^2}}$$

$$w = 0.03990$$

- *Calculo de cuantia*

$$\rho = \frac{w * f'c}{fy}$$

$$\rho = \frac{0.03990 * 280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\rho = 0.00266$$

- *Calculo de cuantia máxima*

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75 * \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2 * 0.85 * 6300 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2 * 6300 + 4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\rho_b = 0.0289$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75 * 0.0289$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.02168$$

- *Calculo de cuantia mínima*

$$\rho_{\text{min}} = \frac{0.70 * \sqrt{f'c}}{fy}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{0.70 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.00279$$

- *comparando cuantías.*

$$\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$$

$$0.02168 > 0.00266 \dots \text{OK}$$

$$0.00279 > 0.00266 \dots \text{ERROR}$$

Se puede observar que la cuantía mínima es mayor a la cuantía, entonces se tomó como dato a la cuantía mínima $\rho_{\text{min}} = 0.00279$.

- *Calculo del área de acero.*

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0.00279 * 100 \text{ cm} * 9.63 \text{ cm}$$

$$A_s = 2.69 \text{ cm}^2$$

Acero de temperatura

- *Calculo de acero de retracción y temperatura*

$$A_s = 0.0018 * e_1 * 1\text{m}$$

$$A_s = 0.0018 * 5 \text{ cm} * 100 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.9 \text{ cm}^2$$

- *Utilizando $\emptyset = 3/8"$, el espaciamiento sera:*

$$S = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{0.9 \text{ cm}^2}$$

$$S = 78.89 \text{ cm}$$

Pero:

$$S \leq 5e_1 \rightarrow S \leq 5 * 5 \text{ cm} = 25 \text{ cm}$$

$$S \leq 40 \text{ cm}$$

- *Usaremos el menor valor $\emptyset = 3/8"$ @ 25 cm*

Entonces podemos apreciar que el espesor de 11 cm de losa calculado satisface las exigencias de sobrecargas en la losa colaborante.

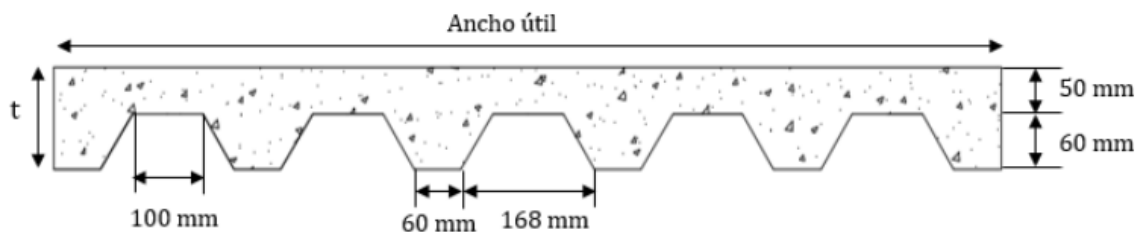


Figura 29: Espesor de losa colaborante.

Fuente: Elaboración propia (2021).

$$e = 11 \text{ cm}$$

Deflexión del sistema compuesto de losa colaborante

Para calcular las deflexiones debido a las cargas será teniendo en cuenta el comportamiento de una viga simplemente apoyada, el cual soportará una carga uniforme distribuida a lo largo de su cara superior. Para nuestro caso la deformación máxima inmediata, a causa de las cargas propias más las cargas vivas ocurrida en

el centro de la losa puede estimarse de la siguiente manera.

$$\Delta'st = \frac{5 * W * L^4}{384 * E_c * I_e}$$

Donde:

I_e : Inercia efectiva

W : Carga muerta + Carga viva

L : Luz libre de la losa

Para el cálculo de la inercia efectiva usaremos.

$$I_e = \frac{I_c + I_u}{2}$$

Donde

I_c : *Momento de inercia de la seccion transformada fisurada.*

I_u : *Momento de inercia de la seccion transformada no fisurada*

A continuación, determinaremos el momento de inercia de la sección transformada fisurada.

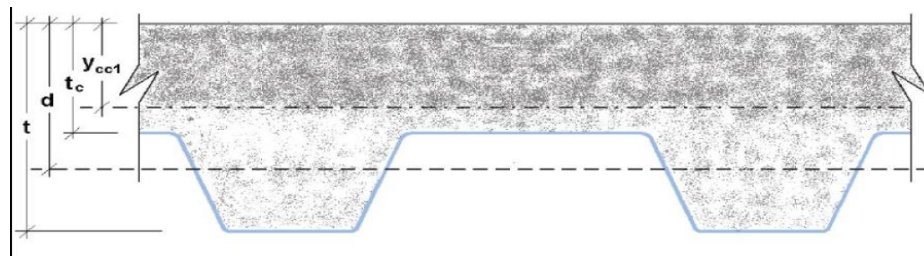


Figura 30: Momento de inercia del área transformada
Fuente: Aceros Deck (2003).

$$I_c = \frac{b * (Y_{cc1})^2}{3} + n * A_s * Y_{cs}^2 + n * I_{sd}$$

$$Y_{cc1} = dx \sqrt{2 * \rho * n + (\rho * n)^2} - \rho * n$$

I_{sd} : *Momento de inercia de la placa colaborante.*

determinaremos el momento de inercia de la sección transformada no fisurada.

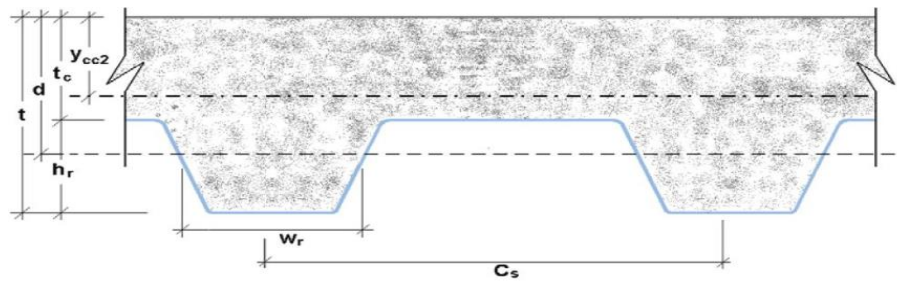


Figura 31: Momento de inercia del área transformada no fisurada
Fuente: Aceros Deck (2003).

$$I_u = \frac{b \cdot t c^3}{12} + b \cdot t c \cdot (Y_{cc2} - 0.5 \cdot t c)^2 + n \cdot I_{sd} + n \cdot A_s \cdot Y_{cs}^2 + \frac{b}{C_s} \cdot [W_r \cdot$$

$$h_r \left(\frac{h_r^2}{12} + (t + Y_{cc2} - 0.5 \cdot h_r)^2 \right)$$

$$Y_{cc2} = \frac{0.5 \cdot b \cdot t^2 + n \cdot A_s \cdot d - \frac{(C_s - W_r) \cdot b \cdot h_r}{C_s} \cdot (t - 0.5 \cdot h_r)}{b \cdot t + n \cdot A_s - \frac{b}{C_s} \cdot h_r \cdot (C_s - W_r)}$$

$$Y_{cs} = d - Y_{cc2}$$

Donde:

Wr: Ancho medio del valle del perfil colaborante (cm)

Cs: Espacio entre ejes de valles contiguos (cm)

Calculo de le e lu:

- Datos:

Tabla 20: Resumen de valores

| | |
|-----------------|-----------------------|
| n | 8.37 |
| ρ | 0.01013 |
| As | 2.69 cm ² |
| I _{sd} | 59.04 cm ⁴ |
| t | 11 cm |
| tc | 5 cm |
| hr | 6 cm |
| d | 9.63 cm |
| Cs | 22.92 cm |
| wr | 9.88 cm |
| b | 100 cm |

Fuente: Elaboración Propia

- Calculos

Tabla 21: Resultado de momentos de inercia

| | |
|------------------|--------------------------|
| Y _{cc1} | 4.05 cm |
| Y _{cc2} | 1.39 cm |
| Y _{cs} | 9.61 cm |
| I _c | 3123.26 cm ⁴ |
| I _u | 27814.87 cm ⁴ |

Fuente: Elaboración Propia

Calculo del momento de inercia efectiva.

$$I_e = \frac{I_c + I_u}{2}$$

$$I_e = \frac{3123.26 \text{ cm}^4 + 27814.87 \text{ cm}^4}{2}$$

$$I_e = 15469.07 \text{ cm}^4$$

Calculo de la deflexión instantánea: se debe tener en cuenta el ancho tributario de un metro.

$$W = 589.92 \text{ kg/m}$$

$$E_c = 250998.01 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_e = 15469.07 \text{ cm}^4$$

$$L = 1.52 \text{ m}$$

$$\Delta'_{st} = \frac{5 * W * L^4}{384 * E_c * I_e}$$

$$\Delta'_{st} = \frac{5 * 589.92 \text{ kg/m} * 1.52^4 \text{ m}^4}{384 * 250998.01 \text{ kg/cm}^2 * 15469.07 \text{ cm}^4}$$

$$\Delta'_{st} = \frac{5 * 5.8992 \text{ kg/cm} * 1.52^4 * 10^8 \text{ cm}^4}{384 * 250998.01 \text{ kg/cm}^2 * 15469.07 \text{ cm}^4}$$

$$\Delta'_{st} = 0.011 \text{ cm}$$

$$\Delta'_{st} = 0.11 \text{ mm}$$

ANALISIS Y DISEÑO DE LOSA COLABORANTE CON SAP 2000

Losa colaborante

Losa colaborante usada perfil AD-600

$$b = 90 \text{ cm}$$

$$h = 11 \text{ cm}$$

Condición de apoyo: Fijo – Simplemente apoyada

Combinación de carga: $W_D + W_L$

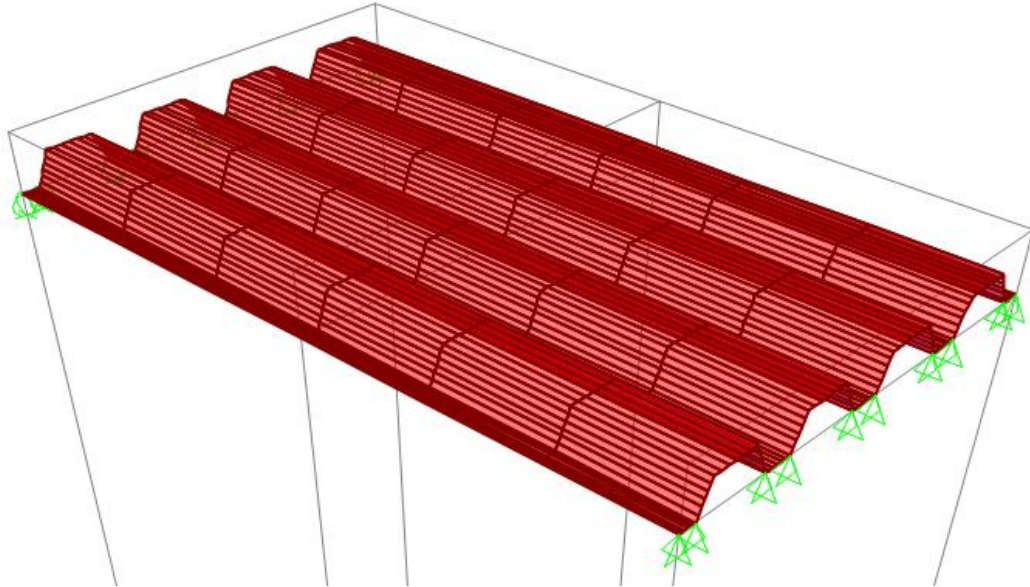


Figura 32: Lamina colaborante AD-600
Fuente: Elaboración Propia (2021).

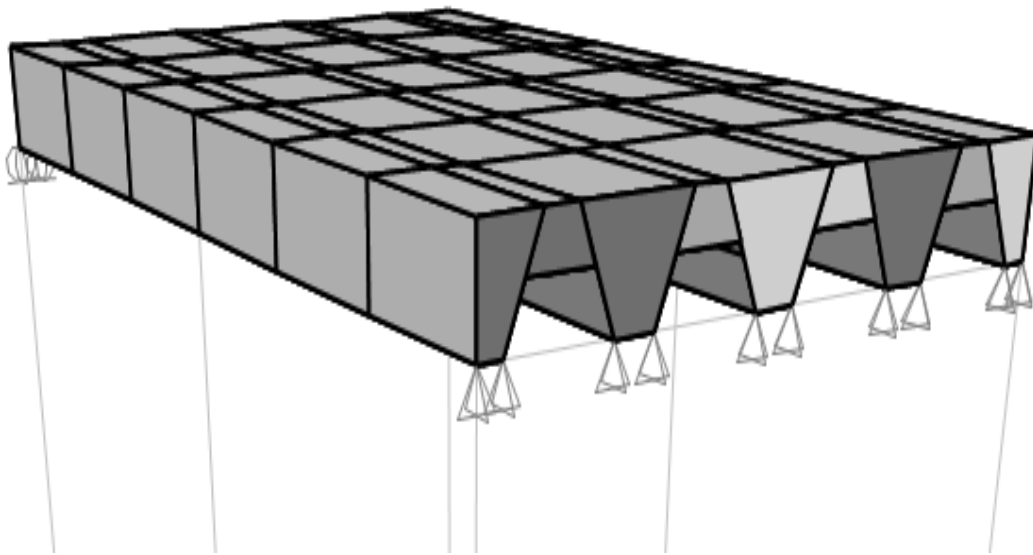


Figura 33: Concreto en losa colaborante
Fuente: Elaboración Propia (2021).

Luego de incorporar el modelo de la losa compuesta al SAP 2000 con ayuda del AutoCAD, se procede al ingreso de las condiciones de apoyo como así las características del material y las cargas correspondientes al análisis. Una vez definida los parámetros del modelo puede efectuarse el respectivo análisis.

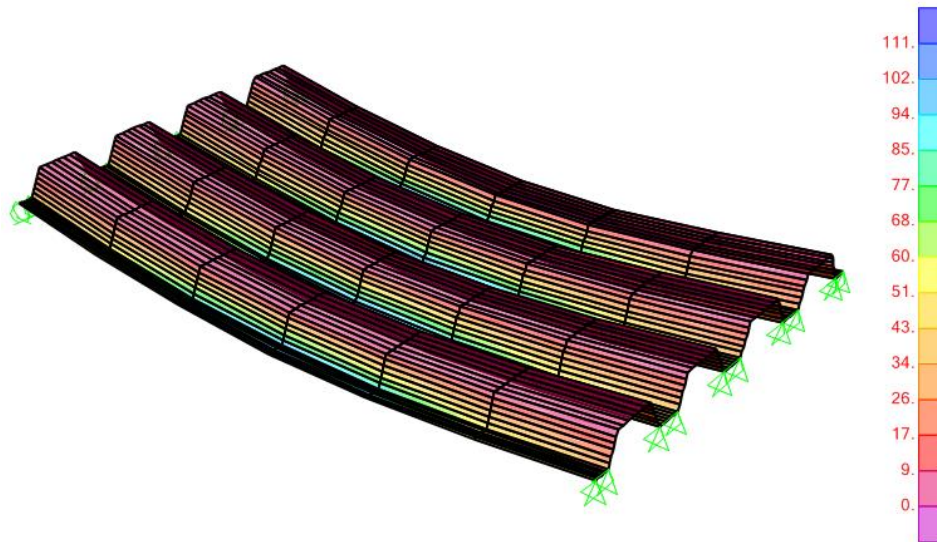


Figura 34: Diagrama de distribución de esfuerzos de tracción y compresión longitudinal en la lámina, vista superior (SAP2000)
 Fuente: Elaboración Propia (2021).

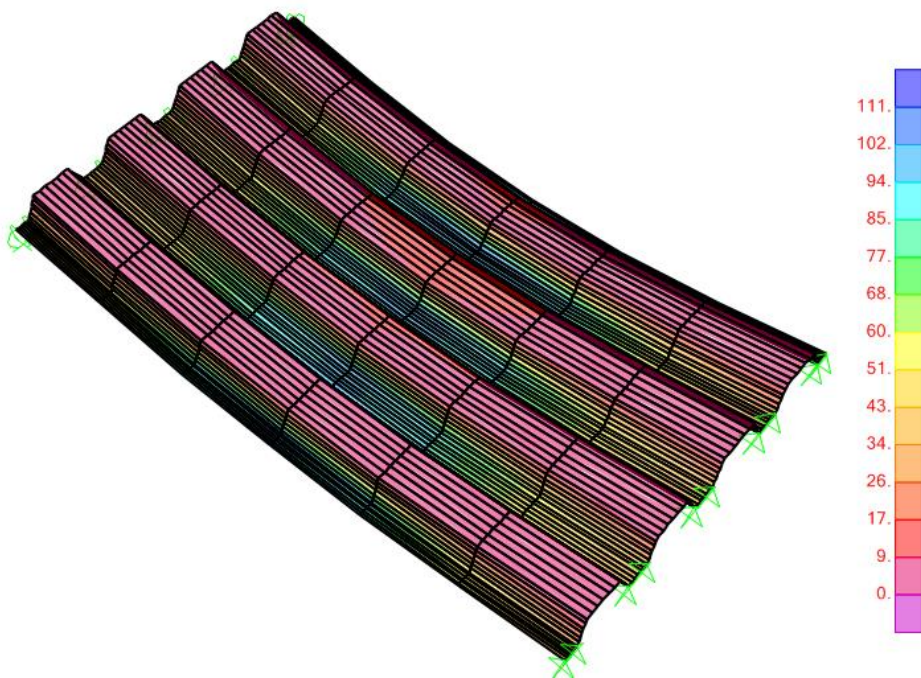


Figura 35: Diagrama de distribución de esfuerzos de tracción y compresión longitudinal en la lámina, vista inferior (SAP2000)
 Fuente: Elaboración Propia (2021).

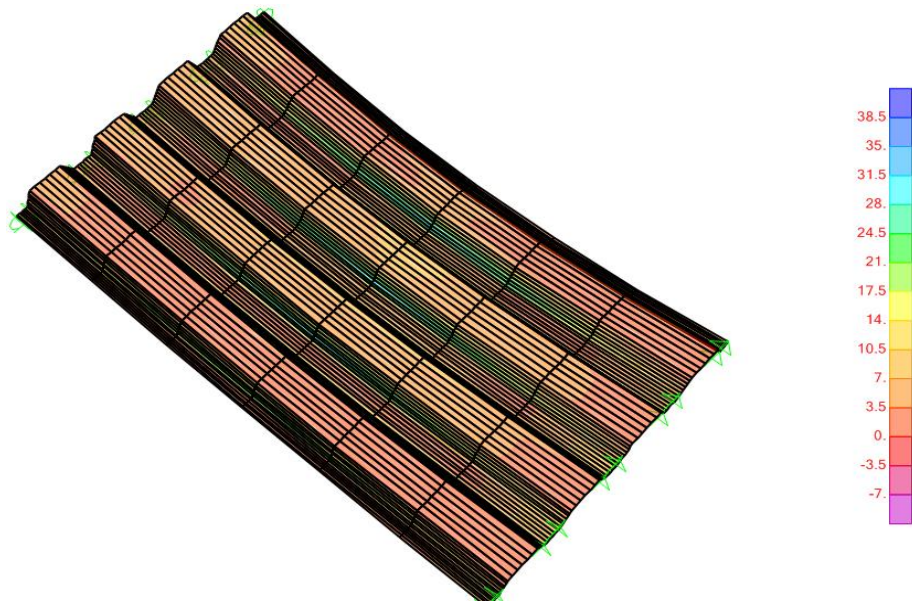


Figura 36: Diagrama de esfuerzo cortante en lámina de acero (SAP2000)
 Fuente: Elaboración Propia (2021).

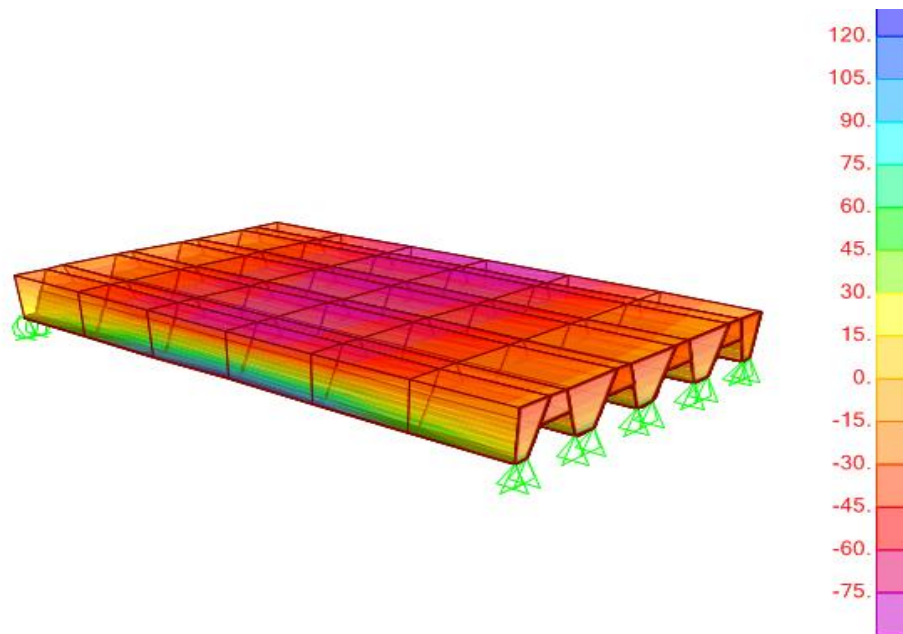


Figura 37: Diagrama de esfuerzos longitudinal en el concreto (SAP2000)
 Fuente: Elaboración Propia (2021).

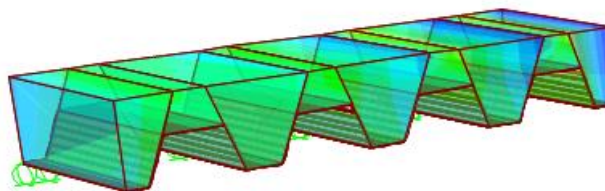


Figura 38: Diagrama distribución de esfuerzo cortante (Apoyo móvil)
 Fuente: Elaboración Propia (2021).

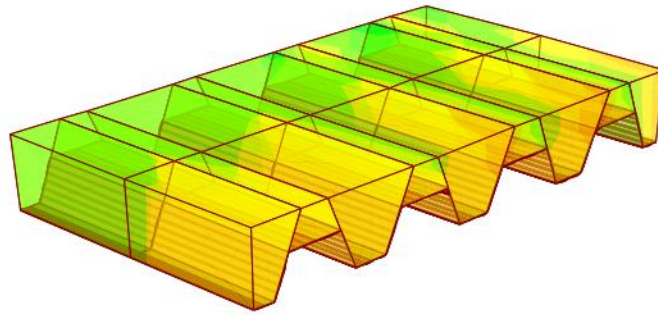


Figura 39: Diagrama distribución de esfuerzo cortante (Centro de la luz)
 Fuente: Elaboración Propia (2021).

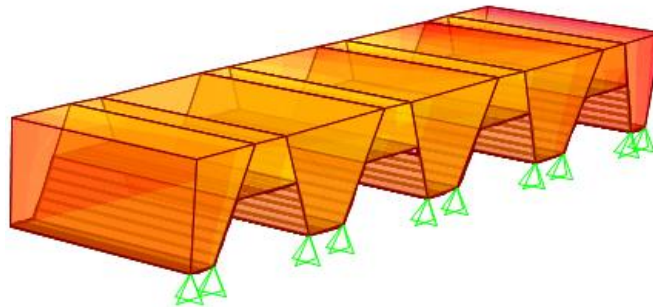


Figura 40: Diagrama distribución de esfuerzo cortante (Apoyo fijo)
 Fuente: Elaboración Propia (2021).

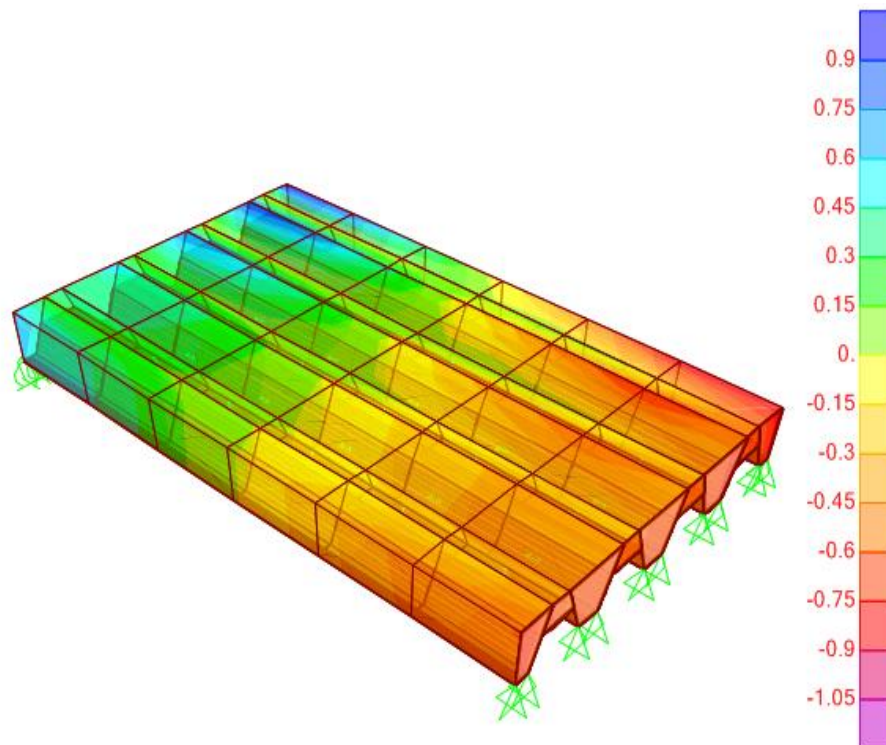


Figura 41: Diagrama distribución de esfuerzo cortante (apoyos, centro de luz y a lo largo)
 Fuente: Elaboración Propia (2021).

Se presenta a continuación la tabla con los valores de los desplazamientos del centro de la losa colaborante, que es donde se presentan los mayores desplazamientos.

Tabla 22: Resultado de desplazamientos con SAP2000.

| TABLE: Joint Displacements | | | | | | | | |
|----------------------------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|--------------|-------------|-----------|
| Joint | OutputCase | CaseType | U1 | U2 | U3 | R1 | R2 | R3 |
| Text | Text | Text | mm | mm | mm | Radians | Radians | Radians |
| 728 | Servicio | Combination | -0.000333 | 0.024272 | -0.184298 | -0.000002776 | 0.000034 | -6.15E-08 |
| 729 | Servicio | Combination | -0.000323 | 0.024271 | -0.184865 | -0.000003011 | 0.000038 | 5.138E-07 |
| 739 | Servicio | Combination | -0.000343 | 0.024273 | -0.183732 | -0.00000254 | 0.000034 | -6.15E-08 |
| 1142 | Servicio | Combination | -0.002948 | 0.024126 | -0.187146 | -0.000003054 | 0.000047 | 8.276E-07 |
| 1143 | Servicio | Combination | -0.003035 | 0.024131 | -0.187436 | -0.000003073 | 0.000047 | 8.276E-07 |
| 1144 | Servicio | Combination | -0.003122 | 0.024136 | -0.187725 | -0.000003092 | 0.000048 | 1.021E-06 |
| 1166 | Servicio | Combination | -0.002203 | 0.024162 | -0.180383 | -0.000001668 | 0.000026 | 3.556E-07 |
| 1173 | Servicio | Combination | -0.002078 | 0.024158 | -0.180124 | -0.000001584 | 0.000026 | 3.556E-07 |
| 1236 | Servicio | Combination | -0.001057 | 0.024175 | -0.173387 | 0.000001111 | 0.00000121 | 3.731E-07 |
| 1243 | Servicio | Combination | -0.000933 | 0.024171 | -0.173375 | 0.000001137 | 0.00000121 | 3.731E-07 |
| 1250 | Servicio | Combination | -0.000809 | 0.024167 | -0.173363 | 0.000001163 | 0.00000121 | 3.731E-07 |
| 1257 | Servicio | Combination | -0.000685 | 0.024163 | -0.173351 | 0.000001189 | 0.00000121 | 3.731E-07 |
| 1264 | Servicio | Combination | -0.000561 | 0.02416 | -0.173338 | 0.000001215 | 0.00000121 | 3.731E-07 |
| 1271 | Servicio | Combination | -0.000438 | 0.024156 | -0.173326 | 0.000001242 | -1.592E-06 | 6.353E-07 |
| 1293 | Servicio | Combination | -0.000764 | 0.024068 | -0.173335 | 0.000001306 | -4.399E-06 | 3.352E-07 |
| 1294 | Servicio | Combination | -0.000709 | 0.024082 | -0.173334 | 0.000001283 | -4.399E-06 | 3.794E-07 |
| 1295 | Servicio | Combination | -0.000655 | 0.024097 | -0.173333 | 0.000001261 | -4.399E-06 | 4.236E-07 |
| 1296 | Servicio | Combination | -0.000601 | 0.024112 | -0.173331 | 0.000001239 | -4.399E-06 | 4.678E-07 |
| 1297 | Servicio | Combination | -0.000546 | 0.024126 | -0.173329 | 0.000001217 | -4.399E-06 | 5.121E-07 |
| 1298 | Servicio | Combination | -0.000492 | 0.024141 | -0.173328 | 0.000001195 | -4.399E-06 | 5.563E-07 |
| 1335 | Servicio | Combination | -0.000756 | 0.02404 | -0.174127 | 0.000001732 | -0.000012 | 3.357E-07 |
| 1336 | Servicio | Combination | -0.000758 | 0.024045 | -0.173995 | 0.000001661 | -0.00000792 | 2.741E-07 |
| 1337 | Servicio | Combination | -0.000759 | 0.024049 | -0.173863 | 0.00000159 | -0.00000792 | 2.741E-07 |
| 1338 | Servicio | Combination | -0.00076 | 0.024054 | -0.173731 | 0.000001519 | -0.00000792 | 2.741E-07 |
| 1339 | Servicio | Combination | -0.000761 | 0.024058 | -0.173599 | 0.000001448 | -0.00000792 | 2.741E-07 |
| 1340 | Servicio | Combination | -0.000763 | 0.024063 | -0.173467 | 0.000001377 | -0.00000792 | 2.741E-07 |
| 1365 | Servicio | Combination | -0.000121 | 0.024118 | -0.174419 | 0.000001902 | -0.000012 | 6.733E-07 |
| 1366 | Servicio | Combination | 6.55E-06 | 0.024134 | -0.174477 | 0.000001963 | -0.000019 | 7.271E-07 |
| 1376 | Servicio | Combination | -0.000248 | 0.024103 | -0.17436 | 0.000001868 | -0.000012 | 6.057E-07 |
| 1383 | Servicio | Combination | -0.000375 | 0.024087 | -0.174302 | 0.000001834 | -0.000012 | 5.382E-07 |
| 1390 | Servicio | Combination | -0.000502 | 0.024071 | -0.174244 | 0.0000018 | -0.000012 | 4.707E-07 |
| 1397 | Servicio | Combination | -0.000629 | 0.024056 | -0.174185 | 0.000001766 | -0.000012 | 4.032E-07 |
| 1419 | Servicio | Combination | 0.000495 | 0.024111 | -0.175289 | 0.000001823 | -0.000022 | 7.304E-07 |
| 1420 | Servicio | Combination | 0.000414 | 0.024114 | -0.175154 | 0.000001846 | -0.000022 | 6.359E-07 |
| 1421 | Servicio | Combination | 0.000332 | 0.024118 | -0.175018 | 0.00000187 | -0.000022 | 6.359E-07 |
| 1422 | Servicio | Combination | 0.000251 | 0.024122 | -0.174883 | 0.000001893 | -0.000022 | 6.359E-07 |
| 1423 | Servicio | Combination | 0.000169 | 0.024126 | -0.174747 | 0.000001916 | -0.000022 | 6.359E-07 |
| 1424 | Servicio | Combination | 0.000088 | 0.02413 | -0.174612 | 0.00000194 | -0.000022 | 6.36E-07 |
| 2502 | Servicio | Combination | -0.000612 | 0.02415 | -0.174335 | 2.783E-07 | 0.00001 | 2.781E-07 |

Fuente: Elaboración Propia (2021).

Objetivo general:

El objetivo general de la presente tesis fue la de evaluar el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante de un estacionamiento subterráneo, el cual mejoro tanto en su comportamiento como sus propiedades al usar una placa colaborante de perfil AD-600 gage 22.

Objetivo específico 1:

El primer objetivo específico que fue la de evaluar el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a los esfuerzos resistentes en un estacionamiento subterráneo, se pudo apreciar que mejoro y tuvo una gran reducción tanto en los valores de fuerzas cortantes en un 90% y la de momentos flectores en un 95% con la incorporación de una losa colaborante, ya que esta presenta vigas metálicas intermedias a comparación de la losa maciza.

Tabla 23: Resultado de los esfuerzos resistentes de LM y LC.

| | D.F.C (ton) | D.M.F (ton-m) |
|------------------|----------------|------------------|
| Losa Maciza | 22.24 | 20.66 |
| Losa Colaborante | 0.64 | 0.25 |

Fuente: Elaboración Propia

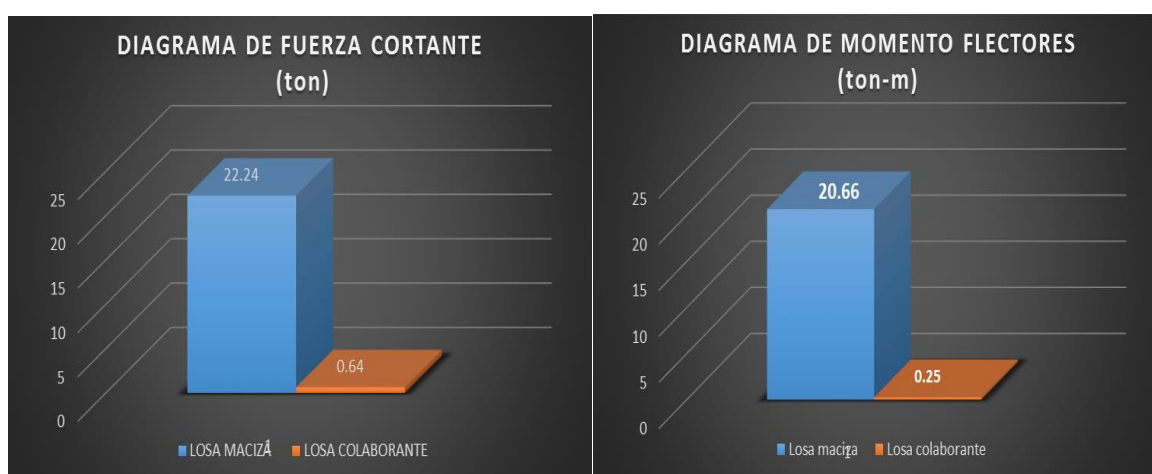


Figura N° 42: Valores de fuerzas cortantes y de momentos flectores.
Fuente: Elaboración Propia (2021).

Objetivo específico 2:

El segundo objetivo específico que fue la de evaluar el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a su espesor de losa en un estacionamiento subterráneo, Realizando el modelamiento y cálculo para la comparación de los espesores de losa; resulto que la losa maciza tiene un espesor de 25 cm, el cual de acuerdo a las exigencias y su luz tiene un comportamiento adecuado para este tipo de sobrecargas a comparación de la losa colaborante que tiene un espesor de losa de 11 cm para las mismas exigencias y sobrecargas, este último tiene mejor comportamiento comparando con la losa maciza. La diferencia de espesor de losa es en un 66% de la losa colaborante con respecto a la losa maciza.

Tabla 24: Resultados de espesores de losas.

| Tipo de losa | Espesor de Losa (cm) |
|------------------|----------------------|
| Losa Maciza | 25 |
| Losa Colaborante | 11 |

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 43: Comparación de espesores de losa de LM y LC.

Fuente: Elaboración Propia (2021).

Objetivo 3:

Evaluar el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a su deflexión en un estacionamiento subterráneo. De acuerdo al modelamiento y aplicación de las sobrecargas en ambas estructuras de distintos tipos de sistemas de losas, se pudo apreciar una mejora y arrojaron resultados con gran diferencia favoreciendo a la losa con sistema colaborante con una deflexión de 0.11 mm, gracias a que esta última presenta intermedariamente a vigas metálicas y para el sistema de losa maciza se obtuvo una deflexión de 7.02 mm.

Tabla 25: Resultados de deflexiones de losas.

| Tipo de losa | Deflexiones (mm) |
|------------------|------------------|
| Losa Maciza | 7.02 |
| Losa Colaborante | 0.11 |

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 44: Comparación de deflexiones de LM y LC.
Fuente: Elaboración Propia (2021).

V.DISCUSIONES

En este capítulo procederemos a la discusión de los resultados que se obtuvieron en el todo el proceso de la investigación con la ayuda de los objetivos, antecedentes y resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

La presente tesis de investigación se enfocó en poder comparar dos tipos de losas como son, la losa maciza y la losa colaborante perteneciente a un estacionamiento subterráneo en la ciudad de Abancay.

5.1. **Objetivo general:**

La presente tesis en la investigación de poder comparar el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante de un estacionamiento subterráneo, recurriendo a los cálculos tradicionales o que interactúan mediante un software (ETABS, SAFE, SAP2000), en la cual se pudo comprobar que mejor resultado obtenido fue la losa colaborante para el tipo de exigencia que estaba sometida dicha estructura, demostrando buen comportamiento y mejora en sus propiedades.

5.2. **Objetivo específico 1:**

Se verifico los esfuerzos resistentes en las estructuras de los sistemas de entrepiso como son la losa maciza con una losa colaborante de un estacionamiento subterráneo. Nuestro patrón constaba de la siguiente manera: Los resultados obtenidos fueron de 22.24 ton en el D.F.C y de 20.66 ton-m en el D.M.F, por lo tanto, para realizar la mejora de estos valores se cambió el sistema de entrepiso por una losa colaborante, el cual influyo en los valores de los esfuerzos el cual se pudo disminuir a 0.64 ton en D.F.C y de 0.25 ton-m en D.M.F. Se puede manifestar entonces que el sistema de loa colaborante mejoro en sus esfuerzos resistentes de dicha estructura.

Se seleccionó como información a la tesis de CHAVEZ (2011), que titula “Análisis comparativo de sistema y tecnologías aplicadas a la construcción de losas de estacionamiento” que dicha información se procederá a tomar como ejemplo, ya que todos diseños estructurales no siempre son iguales.

Según CHÁVEZ (2011) en su tesis de investigación, usaron un perfil AD-730 gage 22 con el cual se obtuvo resultados en su D.M.F de 0.55 ton-m en una luz de 3.80 m y un ancho de 8.30m.

también a la tesis MONTAÑEZ (2015), que titula “Comportamiento estructural y diseño de losas macizas de concreto armado en infraestructuras de ingeniería civil” que también dicha información se procederá a tomar como ejemplo.

Según MONTAÑEZ (2015), en su tesis se obtuvo como resultado momentos máximos mediante el Coeficiente de la NTE-060 y usando el SAP2000 que fueron de 4.278 ton-m en X-X y de 4.786 ton-m en Y-Y, los momentos máximos obtenidos mediante el SAP 2000 fueron de 5.225 ton-m en X-X y de 5.584 ton-m en Y-Y.

Consideraciones: Todo conforme.

5.3. Objetivo específico 2:

Se verifico el espesor de losa en las estructuras de los sistemas de entrepiso como son la losa maciza con una losa colaborante de un estacionamiento subterráneo. De lo obtenido de la muestra de patrón el cual consto de la siguiente manera, la losa maciza tenía un espesor de 25 cm el cual se pudo verificar que tiene un comportamiento adecuado para la luz y sobrecargas para dicha exigencia, para ello, para su mejora se cambió el sistema con una losa colaborate el cual se tuvo un como resultado un espesor de losa de 11 cm que también tiene un buen comportamiento ante las sobrecargas aplicadas.

Se recopilo como información a la tesis de Rodríguez (2015), que titula “Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes con losas aligeradas” que dicha información se procederá a tomar como ejemplo, ya que todos diseños estructurales no siempre son iguales.

Según: Rodríguez (2015), en su trabajo de investigación utilizo un perfil AD-600 gage 22 en donde se obtuvo un espesor de losa de 13 cm el cual en su análisis tuvo un comportamiento adecuado ante las exigencias aplicadas.

También se recopiló a la tesis ASCENCIO (2006), que titula “Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigón usando planchas de zincaluminum y sus analogías con el uso de placas de acero galvanizado instapanel PV6-R” que también dicha información se procederá a tomar como ejemplo.

Según: ASCENCIO (2006), en su tesis de investigación utilizó una plancha de zincaluminum y una plancha PV6-R en donde se obtuvo un espesor de losa de 10 cm en ambos casos, el cual fueron sometidos a las exigencias y que tuvo un comportamiento adecuado.

Consideraciones: Todo conforme.

5.4. Objetivo específico 3:

Se verificó que deflexiones máximas en las estructuras de los sistemas de entrepiso como son la losa maciza con una losa colaborante de un estacionamiento subterráneo. De acuerdo a los resultados obtenidos de la estructura patrón se pudo observar lo siguiente: Ahí una gran diferencia con respecto a las deflexiones de losas, entre el sistema de losa patrón y la losa colaborante, en esta última se pudo apreciar la gran disminución de la deflexión ante las cargas solicitadas gracias a las vigas metálicas intermedias en el cual se tienen valores máximos de 0.11 mm a comparación de las deflexiones máximas de la losa de la estructura patrón (losa maciza) que tienen valores de 7.02 mm, pudiendo decir que, al cambiar el sistema de losa maciza por una losa colaborante mejoró las deflexiones, el mismo que le hizo disminuir las deflexiones ante las mismas exigencias de las sobrecargas.

La recopilación de la tesis ASCENCIO (2006), que titula “Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigón usando planchas de zincaluminum y sus analogías con el uso de placas de acero galvanizado instapanel PV6-R” que también dicha información se procederá a tomar como ejemplo.

Antecedentes: ASCENCIO (2006), en su trabajo de investigación en donde se obtuvo resultados de deflexiones máximas de 3.42 mm con planchas de zincaluminum y de 6.05 mm con planchas de PV6-R en una

luz de 3.00 m y un ancho de 0.80 m sometidas a las exigencias de las sobrecargas.

También se pudo recopilar la tesis RODRÍGUEZ (2015), que titula “Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes con losas aligeradas” que también dicha información se procederá a tomar como ejemplo.

Según: Rodríguez (2015), en su trabajo de investigación titulada Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes con losas aligeradas, utilizo un perfil AD-600 gage 22 en donde se obtuvo resultados de deflexiones máximas de 4.59 mm en una luz de 3.50 m y ante las exigencias de las sobrecargas.

Consideraciones: todo conforme.

VI.CONCLUSIONES

La presente tesis: Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – Apurímac, 2021. Muestra cada etapa de manera práctica la resolución tanto tradicional como mediante software como así los conceptos del cálculo de las losas en estudio. Se resolvió que la losa colaborante mejoran en el comportamiento de los entresijos del estacionamiento subterráneo, en el cual se observó mejora: con la aplicación de este nuevo sistema de losa de entresijo disminuyendo los esfuerzos resistentes, el espesor de losa como también las deflexiones máximas.

Se determinó la importancia de los esfuerzos resistentes en el diseño de la losa de entresijo, ya que influyen en la capacidad de poder resistir los esfuerzos y fuerzas que se aplican a la losa sin que esta se pueda deteriorarse de alguna forma. Cabe mencionar la disminución de los valores de la losa colaborante del D.F.C a 0.64 ton y del D.M.F a 0.25 ton-m a comparación con resultados de la losa maciza que tienen valores de 22.24 ton y de 20.66 ton-m. Entonces podemos mencionar que la disminución de dichos valores está directamente relacionada con la aplicación de las placas colaborante, el cual queda comprobado su disminución y mejora con el nuevo sistema de losa de entresijo.

Se determinó la importancia del espesor de losa en el diseño de un entresijo, siendo esta un factor importante en la capacidad de poder controlar el soporte de las sobrecargas que se puedan aplicar. Podemos indicar que la disminución del espesor de losa de 25 cm en la losa maciza a 11 cm de la losa colaborante está directamente relacionada con el uso de las placas colaborantes en el entresijo, el cual queda comprobado la disminución con el nuevo sistema de losa.

Se estableció la importancia de las deflexiones máximas en el diseño de losa de entresijo ya que dichas deflexiones son básicamente una función que está dependiendo de acuerdo a la longitud de la luz. Podemos mencionar que la losa maciza tiene una deflexión máxima de 7.02 mm a comparación de la losa colaborante en donde se tuvo una deflexión máxima de 4.59 mm gracias a la importancia que tuvo las vigas metálicas que son parte de la losa colaborante para la obtención de dicho valor en las deflexiones máximas. La disminución de dichas deflexiones está directamente relacionada con el uso de la placa colaborante como también la comprobación de la mejora con el uso de dichas placas o laminas.

VII.RECOMENDACIONES

En la presente tesis de investigación se evaluó el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante de un estacionamiento subterráneo, la cual se pudo apreciar las ventajas que nos puede ofrecer una losa colaborante frente a la losa maciza. Se recomienda investigar el comportamiento de este tipo de sistemas de entrepiso para otros usos y otras exigencias.

Una losa de entrepiso con un sistema de losa colaborante, se pudo lograr la disminución de los valores de los esfuerzos resistentes como son los valores en el diagrama de fuerzas cortantes y diagrama de momentos flectores y que para futuras investigaciones se recomienda incrementar las exigencias como las sobrecargas y así poder saber el límite de resistencia de dicho sistema de entrepiso.

Con el uso de un sistema de losa colaborante en un entrepiso de estacionamiento, se logró que el espesor de losa disminuyera a comparación del espesor de losa en una losa maciza y se recomienda que para continuar con la investigación se aumente las exigencias y con este tipo de sistema de entrepiso.

El uso de un sistema de losa colaborante se pudo lograr la disminución de las deflexiones máximas con respecto a una losa maciza y que para continuar con la investigación se recomienda aumentar la separación de las vigas metálicas pertenecientes al sistema de losa colaborante hasta acercarnos a las deflexiones máximas adecuadas.

REFERENCIAS

1. CLAVEZ, J. "*Análisis comparativo de sistemas y tecnologías aplicadas a la construcción de losas de estacionamiento*". Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2011.
2. MONTAÑEZ, N. "*Comportamiento estructural y diseño de losas macizas de concreto armado en infraestructuras de ingeniería civil*". Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú, 2015.
3. TORRES, M. "*Diseño de losas planas sin vigas, con control de ancho de fisura por flexión – aplicada a la losa de estacionamientos de sótano*". Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú, 2016.
4. CASCO, J. "*Análisis comparativo de los diferentes sistemas de entrepiso en edificios basado en aspectos de seguridad y costo*". Tesis de licenciatura, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, 2019.
5. CABRERA, C. "*Propuesta de un área de estacionamiento en la ciudad universitaria, zona 12*", Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2005.
6. ASCENCIO, J. "*Propuesta Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigón usando planchas de zincalume y sus analogías con el uso de placa de acero galvanizado instapanel PV6-R*", Tesis de licenciatura, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 2006.
7. RUSINOWSKI, P. "*Two – way Concrete Slabs with Openings Experiments, Finite Element Analyses and Design*", University of Technology, 2017
8. SHU, J. "*Structural analysis methods for the assessment of reinforced concrete slabs*", Chalmers University of Technology, Göteborg, Suecia, 2017
9. MILAM, J. "*Design and calculation of concrete forming for lights and predefined loads through pre-stressed, post-stressed and reinforced slab. evaluation and comparison of results*", Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España, 2018.
10. RAMÍREZ DE ALVA, H. "*Estudio del comportamiento estructural de losas macizas de concreto reforzado para viviendas*", Concreto y Cemento - Investigación y Desarrollo, 2011.

11. MINOR, O. “*Comparación entre dos posibles soluciones al diseño estructural, en 1930 y contemporánea, para el edificio La Nacional, primer rascacielos en México*”, Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, 2014.
12. CASTAÑEDA, A. Y BRAVO, Y. “*Una mirada al comportamiento estructural de columnas, vigas, entrepisos y edificaciones durante el sismo de Ecuador 2016*”, Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador, 2017.
13. R.C HIBBELER, *Mechanics of materials [Versión E-book]*. 2014.
14. ARTHUR H. NILSON, *Diseño de estructuras de concreto [Versión E-book]*. 2001.
15. JUAN ORTEGA GARCIA, *Diseño estructural de concreto armado [Versión E-book]*. 2015.
16. ROSA LEFEVRE Y DAMIAN VILLAR, *Resistencia de materiales [Versión E-book]*. 2015.
17. ABDELHAMID CHARIF AND SHEHAB M. MOURAD, “*Comportamiento a la flexión de vigas reforzadas con barras de acero que exceden el límite elástico nominal*”, [Versión E-book]., 2016.
18. ANTONIO BLANCO BLASCO, *Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado [Versión E-book]*. 1994.
19. RUBEN GONZALES, *Diseño y cálculo de losas [Versión E-book]*. 2016.
20. JACK C. MCCORMAC, AND RUSSELL H. BROWN, *Design of reinforced concrete [Versión E-book]*. 2012.
21. LA TORRE, G. y YUPANQUI, S. “*Evaluación y diseño de dos propuestas de reforzamiento para vigas y columnas de concreto armado en una edificación de hotel*”, Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2019.
22. NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES, *E-060 Concreto armado [Versión E-book]*. 2019.
23. RODRÍGUEZ, A. “*Comparación Del Comportamiento Estructural y Económico De Losas Colaborantes Unidireccionales Con Losas Aligeradas*”, Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2015.
24. CORAL, F. “*Evaluación comparativa de la respuesta sísmica, resistencia a la flexo-compresión de columnas de concreto armado y columnas tubulares*

compuestas, caso estructural Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco”, Tesis de licenciatura, Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú, 2018.

25. ROBERTO MORALES MORALES, *Diseño en concreto armado [Versión E-book]*. 2002.
26. MATERIALES Y PROCESOS, *Suplemento cemento, concreto y aditivos [Versión E-book]*. 2016.
27. AYLAS, M. “*Comparación Análisis de costo y tiempo en la construcción de losas con placas colaborantes y losas aligeradas en el distrito de Chilca, Huancayo – 2016*”, Tesis de licenciatura, Universidad Peruana los Andes, Huancayo, Perú, 2017.
28. B. JAYARAMI REDDY. “*Concrete structures (rcc & psc) construction materials and management*”, [Versión E-book], 2020.
29. BRUCE SUPRENANT “*Beware of structural designs that use reinforcing steel for shrinkage and temperature crack control*”, [Versión E-book], 2016.
30. GIUSEPPE TIBERTI AND ANTONIO MUDADU, *Shrinkage Cracking of concrete slabs-on-grade: a numerical parametric study*, [Versión E-book], 2018.
31. YAMADA, Y. “*Materials for springs*”, [Versión E-book], 2007.
32. JEFFERY R. ROESLER AND JACOB E. HILLER, *Continuously reinforced concrete pavement manual*, [Versión E-book], 2016.
33. EMILSEN DELGADO DUAREZ, *La investigación experimental y cuasiexperimental*, [Versión E-book], 2015.
https://issuu.com/piwigd/docs/la_inv_experimental_y_cuasiexperiem
34. K LOUCH. “*Concrete insdustrial ground floors*”. [Versión E-book], 2016.
35. GARCIA, K. Y MARRERO, S. “*Diseño de sistema para viviendas con lámina colaborante metálica*”. [Versión E-book], 2016.
36. YAHYA GHASEMI, *Aggregates in concrete mix design*, [Versión E-book], 2017.
37. SERGIO CARRASCO DIAZ, *Metodología de la investigación científica*, [Versión E-book], 2005.
38. LOUIS COHEN, LAWRENCE MANION AND KEITH MORRISON, [Versión E-book], *Research methods in education*, 2007.

- 39.** HAMED TAHERDOOST, Sampling methods in research methodology; how to choose a sampling technique for research, [*Versión E-book*], 2016.
- 40.** CHARLES KIVUNJA y AHMED BAWA KUYIN, Understanding and applying research paradigms in educational contexts, [*Versión E-book*], 2017.

ANEXOS

Anexo 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| | VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO |
|------------------------|------------------|--|---|----------------|-----------------------|---|
| Variable Independiente | LOSA COLABORANTE | Este tipo de losa se utiliza un perfil de acero galvanizado en un sistema de entrepiso metálico, diseñado para que el concreto sea anclado perfectamente. (Chávez, 2011, p.24) | Esta investigación calculara los esfuerzos como también el espesor adecuado para finalmente verificar las deflexiones de dicho elemento estructural. | Diagramas | Esfuerzos Resistentes | Cálculo Estructural (SAP2000 V.20) |
| | | | | Característica | Espesor De Losa | |
| | | | | Diagramas | Deflexión | |
| Variable Dependiente | LOSA MACIZA | Son llamadas así cuando la losa es ocupada todo su espesor por el acero y concreto. (Chávez, 2011, p.20) | Esta investigación plantea la sustitución de tipo de losa maciza por una losa colaborante, para que de la misma manera podamos calcular los esfuerzos, el espesor como las deflexiones. | Diagramas | Esfuerzos Resistentes | Cálculo Estructural (ETABS 2016 V.2, SAFE 2016) |
| | | | | Característica | Espesor De Losa | |
| | | | | Diagramas | Deflexión | |

Anexo 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

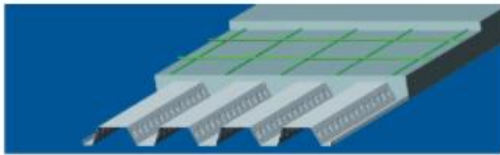
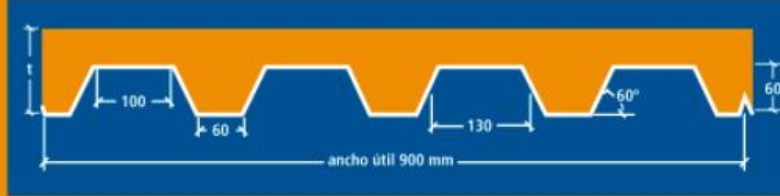
| TITULO: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA LOSA MACIZA CON UNA LOSA COLABORANTE EN UN ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO BAJO EL PARQUE CENTENARIO, ABANCAY – APURÍMAC, 2021 | | | | | | | |
|---|--|--|-------------------------------|-----------------|-----------------------|---|---|
| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO | TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN |
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | VARIABLE INDEPENDIENTE | Diagramas | Esfuerzos Resistentes | Calculo Estructural (SAP2000) | TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada NIVEL DE INVESTIGACION: Explicativo DISEÑO DE INVESTIGACION: Cuasi Experimental POBLACION Y MUESTRA POBLACION: todos los bloques del estacionamiento MUESTRA: Un bloque (bloque I), el cual es una edificación de tres niveles (sótanos) de concreto armado TÉCNICA: Observación INSTRUMENTOS: Recolección de datos |
| ¿Cuánto varía el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021? | Evaluar el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021 | La comparación en el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante mejorara en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021 | Losa Colaborante | Características | Espesor de Losa | | |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECIFICAS | | Diagramas | Deflexiones | | |
| ¿Cuánto varía el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a los esfuerzos resistentes en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021? | Determinar el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a los esfuerzos resistentes en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021. | La comparación en el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante disminuirá respecto a los esfuerzos resistentes en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021. | VARIABLE DEPENDIENTE | Diagramas | Esfuerzos Resistentes | Calculo Estructural (ETABS V.2016 - SAFE V. 2016) | |
| ¿Cuánto varía el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a su espesor de losa en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021? | Determinar el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a su espesor de losa en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021. | La comparación en el comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante disminuirá respecto a su espesor de losa en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021. | | Características | Espesor de Losa | | |
| ¿Cuánto varían el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a su deflexión máxima en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021? | Determinar el Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante respecto a su deflexión máxima en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021. | La comparación del comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante disminuirá respecto a su deflexión máxima en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay – 2021. | Losa Maciza | Diagramas | Deflexiones | | |

Anexo 3: FICHA TECNICA PLACA COLABORANTE AD – 600

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

PERFIL TIPO AD-600

Tipo : AD-600
 Peralte : 60 mm
 Ancho total : 920 mm
 Ancho útil : 900 mm
 Calibre : Gage 20,22
 Acabado : Galvanizado
 Longitud : A medida



PROPIEDADES DE LA SECCIÓN ACERO

| Calibre gage | Peso/Área kg/m ² | I cm ⁴ /m | Ssup cm ³ /m | Sinf cm ³ /m |
|--------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 22 | 9.12 | 59.04 | 22.73 | 17.36 |
| 20 | 10.88 | 71.66 | 27.58 | 21.06 |

PROPIEDADES DEL CONCRETO (f'c =210 kg/cm²)

| Altura de losa (cm) | Volumen concreto m ³ /m ² | Carga muerta Kg/m ² |
|---------------------|---|--------------------------------|
| 11.00 | 0.075 | 180.80 |
| 12.00 | 0.085 | 204.80 |
| 13.00 | 0.095 | 228.80 |
| 14.00 | 0.105 | 252.80 |
| 15.00 | 0.115 | 276.80 |
| 16.00 | 0.125 | 300.80 |

SOBRE CARGA ADMISIBLE (kg/m²)

CON CONCRETO (f'c =210 kg/cm²)

| Calibre Gage | L metros | Espesor de Losa (cm) | | | | | |
|--------------|----------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | t = 11 | t = 12 | t = 13 | t = 14 | t = 15 | t = 16 |
| 22 | 1.50 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | 1.75 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | 2.00 | 1650 | 1911 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | 2.25 | 1243 | 1445 | 1647 | 1849 | 2000 | 2000 |
| | 2.50 | 952 | 1112 | 1272 | 1432 | 1592 | 1753 |
| | 2.75 | 689 | 865 | 995 | 1124 | 1253 | 1382 |
| | 3.00 | 487 | 661 | 784 | 889 | 995 | 1101 |
| | 3.25 | 364 | 475 | 619 | 707 | 794 | 882 |
| | 3.50 | 254 | 338 | 465 | 562 | 635 | 708 |
| | 3.75 | 172 | 236 | 334 | 445 | 506 | 568 |
| | 4.00 | - | 157 | 234 | 329 | 401 | 453 |
| | 4.25 | - | - | 156 | 231 | 314 | 358 |
| 4.50 | - | - | - | 154 | 228 | 278 | |
| 20 | 1.50 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | 1.75 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | 2.00 | 1962 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | 2.25 | 1489 | 1731 | 1974 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | 2.50 | 1035 | 1344 | 1537 | 1730 | 1923 | 2000 |
| | 2.75 | 731 | 1025 | 1213 | 1369 | 1526 | 1682 |
| | 3.00 | 520 | 741 | 967 | 1095 | 1224 | 1353 |
| | 3.25 | 368 | 537 | 716 | 882 | 989 | 1096 |
| | 3.50 | 277 | 388 | 526 | 694 | 803 | 892 |
| | 3.75 | 190 | 276 | 384 | 516 | 652 | 728 |
| | 4.00 | - | 190 | 274 | 379 | 505 | 594 |
| | 4.25 | - | - | 189 | 273 | 374 | 482 |
| 4.50 | - | - | - | 189 | 270 | 367 | |

Nota:

Los valores sombreados requieren apuntalamiento temporal al centro del claro.
 Luces mayores a 4.00 metros apuntalar a los tercios.

Simbología:

t: Espesor de la losa desde la base del valle inferior de la placa colaborante Acero-Deck hasta la parte superior del concreto.
 L: Luz Libre, separación entre apoyos (metros).

Anexo 4: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

El presente informe técnico tiene por finalidad elaborar el estudio de mecánica de suelos, en base a lo requerido al proyecto de investigación. En el cual se debió de realizar trabajos de campo y laboratorio; para el primero se debió de realizar la excavación de una calicata y poder conocer su estratigrafía como también el registro de exploración para que posteriormente en laboratorio se pueda obtener datos técnicos usados en la presente tesis de investigación.

Se solicitó mediante documento a la Gerencia de Medio Ambiente y Servicio Público de la municipalidad provincial de Abancay, área encargada del permiso para poder realizar nuestro estudio de suelo mediante la excavación de una calicata en la zona de estudio, el cual dicha oficina nos respondió verbalmente negándonos dicho permiso ya que dicha zona es céntrica, principal acceso al centro de la ciudad de Abancay y con gran fluidez vehicular.

No conforme mi persona solicito una copia de estudios de mecánica de suelos de proyectos a una empresa dedicada al rubro, en el cual se seleccionó los más próximos al lugar de estudio para poder comparar los resultados y extraer los datos necesarios.

Se pudo obtener de tres lugares próximos al lugar de la investigación, dos viviendas multifamiliares que estas ubicadas a 250 m aproximadamente de distancia horizontal y una tercera perteneciente a la construcción del nuevo edificio de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones de Apurímac ubicada a 130 m, siendo el más próximo a la zona de estudio. A continuación, se muestra los datos más importantes de dicho estudio de suelos.



LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

INFORME TÉCNICO
N° 097 – 2021 - CCA

PROYECTO:

"MEJORAMIENTO DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS EN LA SEDE
INSTITUCIONAL DE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y
COMUNICACIONES APURÍMAC"



INSTITUCION : GOBIERNO REGIONAL DE APURIMAC
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

RESPONSABLE : SAUL J. CHIPA CAHUANA
INGENIERO CIVIL
CIP 193001

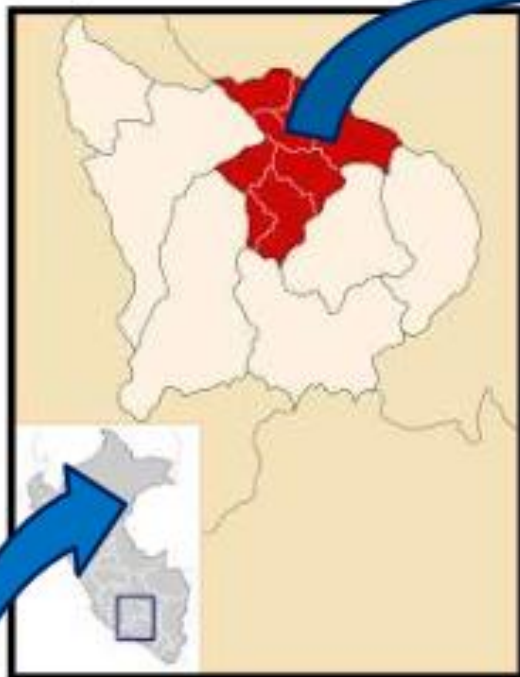
UBICACIÓN : Lugar : AV. MARIÑO N° 125
Distrito : ABANCAY
Provincia : ABANCAY
Departamento : APURIMAC



ABRIL DEL 2021


Saul Jose Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001

LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



Laboratorio de suelos, agregados y concreto "CONCHIPA E.I.R.L."
Oficina - Jr. Arica N° 720-Abancay-Apurimac
conchipa.eri@gmail.com-Cel. Claro: 986829921/Cel. Btel: 927415628




Saul José Chayo Colinas
INGENIERO CIVIL
CIP. 192001

LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



10) A continuación, se muestra las condiciones de cimentación.

| CALICATA C-01 | |
|--|---|
| RESPONSABLE | |
| PROFESIONAL RESPONSABLE (PR) | ING. CIVIL CIP. |
| ING. SAUL J. CHIPA CAHUANA | 193001 |
| PARAMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACION | |
| PROFUNDIDAD DE CIMENTACION | -2.00m |
| FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE (ESTATICO, DINAMICO) | 3.00 (MAS CONSERVADOR) |
| PRESION ADMISIBLE | 2.18 Kg/cm ² (TERZAGUI – CORTE LOCAL) |
| ASENTAMIENTO DIFERENCIAL MAXIMO ADMISIBLE | <ul style="list-style-type: none"> • EN EL CENTRO : 0.70 cm • EN LAS ESQUINAS : 0.35 cm |
| RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN | |
| TIPO DE CIMENTACION | ZAPATAS CONECTADAS |
| ESTRATOS DE APOYO DE LA CIMENTACION | <ul style="list-style-type: none"> • -2.00m : Grava limosa (GM) |
| PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREATICA | NO PRESENTA NIVEL FREATICO A FECHA 14 DE ABRIL DEL 2021 |
| PARAMETROS SISMICOS DEL SUELO (NORMA E.030) | |
| ZONA SISMICA | ZONA 2 |
| FACTOR DE ZONA | 0.25 |
| PERFIL DE SUELO | S2 (SUELOS INTERMEDIOS) |
| FACTOR DE SUELO | 1.20 |
| PERIODO T_p (S) | 0.60 |
| PERIODO T_u (S) | 2.0 |
| AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION | |
| El tipo de suelo no presenta agresividad al concreto y acero según los análisis realizados en laboratorio. Se deberá de emplear Cemento Portland Tipo I. | |
| PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACION | |
| LICUACION | NO PRESENTA |
| COLAPSO | NO PRESENTA |
| REPTACION | NO PRESENTA |
| OBSERVACIONES | |
| Las gravas que se encontraron en las diferentes calicatas mencionadas vienen a ser calizas negras, siendo estas de origen sedimentario. | |



LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



| CALICATA C-02 | |
|--|---|
| RESPONSABLE | |
| PROFESIONAL RESPONSABLE (PR) | ING. CIVIL CIP. |
| ING. SAUL J. CHIPA CAHUANA | 193001 |
| PARAMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACION | |
| PROFUNDIDAD DE CIMENTACION | -2.00m |
| FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE (ESTATICO, DINAMICO) | 3.00 (MAS CONSERVADOR) |
| PRESION ADMISIBLE | 2.19 Kg/cm ² (TERZAGUI – CORTE LOCAL) |
| ASENTAMIENTO DIFERENCIAL MAXIMO ADMISIBLE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ EN EL CENTRO : 0.70 cm ▪ EN LAS ESQUINAS : 0.35 cm |
| RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN | |
| TIPO DE CIMENTACION | ZAPATAS CONECTADAS |
| ESTRATOS DE APOYO DE LA CIMENTACION | ▪ -2.00m : Grava limosa (GM) |
| PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREATICA | NO PRESENTA NIVEL FREATICO A FECHA 14 DE ABRIL DEL 2021 |
| PARAMETROS SISMICOS DEL SUELO (NORMA E.030) | |
| ZONA SISMICA | ZONA 2 |
| FACTOR DE ZONA | 0.25 |
| PERFIL DE SUELO | S2 (SUELOS INTERMEDIOS) |
| FACTOR DE SUELO | 1.20 |
| PERIODO T_p (S) | 0.60 |
| PERIODO T_u (S) | 2.0 |
| AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION | |
| El tipo de suelo no presenta agresividad al concreto y acero según los análisis realizados en laboratorio. Se deberá de emplear Cemento Portland Tipo I. | |
| PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACION | |
| LICUACION | NO PRESENTA |
| COLAPSO | NO PRESENTA |
| REPTACION | NO PRESENTA |
| OBSERVACIONES | |
| Las gravas que se encontraron en las diferentes calicatas mencionadas vienen a ser calizas negras, siendo estas de origen sedimentario. | |

NOTA: Las conclusiones y recomendaciones presentes, solo se aplican al terreno estudiado, no pudiendo aplicarse para otros fines o a otros sectores.



LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



Ubicación del programa de exploración.

Se distribuyeron adecuadamente los puntos de prospección, teniendo en cuenta las características y dimensiones del terreno, así como la ubicación del proyecto. Ubicándose los puntos de sondeo en el interior del Proyecto de **"MEJORAMIENTO DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS EN LA SEDE INSTITUCIONAL DE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES APURÍMAC"** la ubicación de los puntos de estudio se muestra a continuación:



Laboratorio de suelos, agregados y concreto "CONCHIPA E.I.R.L."
 Oficina - Jr. Arica N° 720 - Abancay - Apurímac
 conchipa.eirl@gmail.com - Cel. Claro: 986829921 / Cel. Bitel: 927415828



Panel Fotográfico.



*Figura 01 Ensayo de penetración
dinámica ligera - C - 01*



*Figura 02 Densidad in situ en la calicata
01*



*Figura 03 Muestreo y prospección en la
calicata 01*



*Figura 04 Medición de la estratigrafía del
terreno - C - 01*





Figura 05 Densidad in situ en la calicata 02



Figura 06 Estratigrafía del terreno en la calicata 02



Figura 07 Ensayo de penetración
dinámica ligera - C - 02



Figura 08 Muro de contención ubicado
en la parte superior del bloque 4





Figura 09 Reducción de muestra a tamaño de ensayo



Figura 10 Análisis granulométrico calicata 02



Figura 11 Análisis granulométrico calicata 01



Figura 12 Límite líquido calicata 01



LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



Figura 13 Limite plástico calicata 01



Figura 14 Limite líquido calicata 02



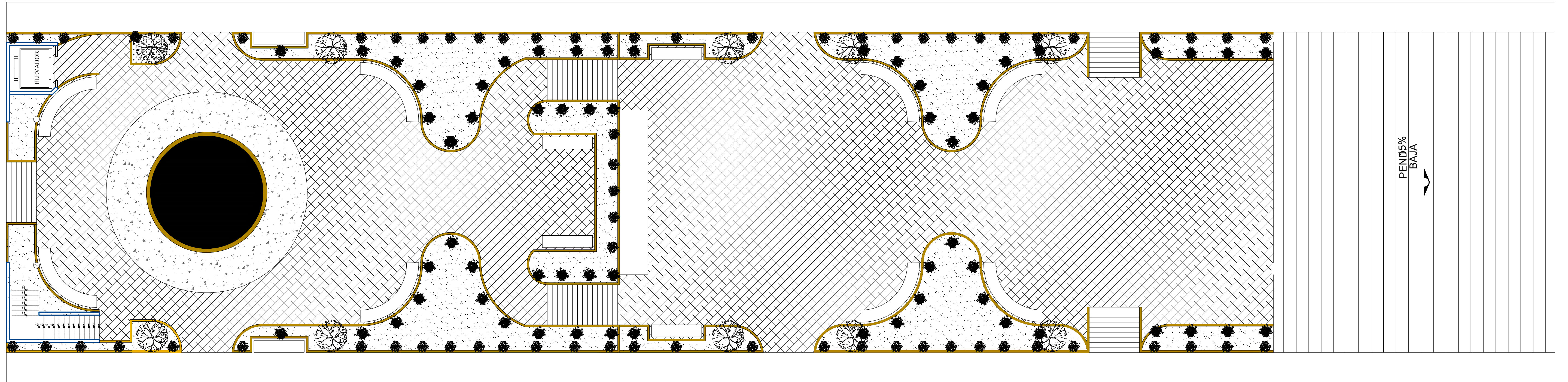
Figura 15 Limite Plástico calicata 02




San José Chipo Cobano
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 193001

Anexo 5: PLANOS

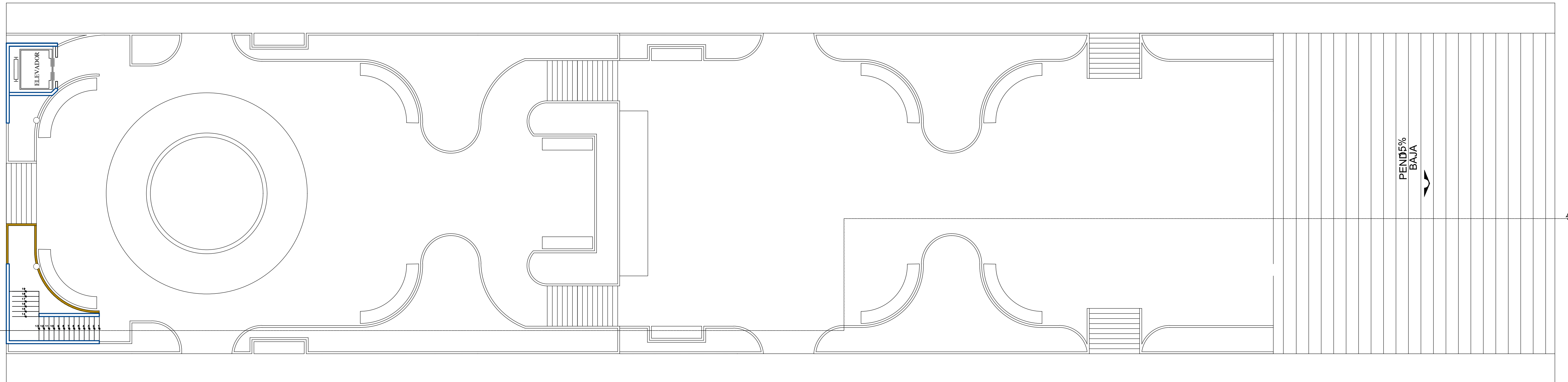
PARQUE CENTENARIO



BLOQUE I
3 SOTANOS

BLOQUE II
2 SOTANOS

BLOQUE III
RAMPA DE ACCESO



VISTA FRONTAL ACCESO ESTACIONAMIENTO

| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay - Apurímac, 2021 |
| PLANO | ESTRUCTURA - LOSA MACIZA |
| BACHILLER | FRITZ CCAMSAYA HUILLCA |
| UBICACION | PARQUE CENTENARIO - ABANCAY - APURIMAC |

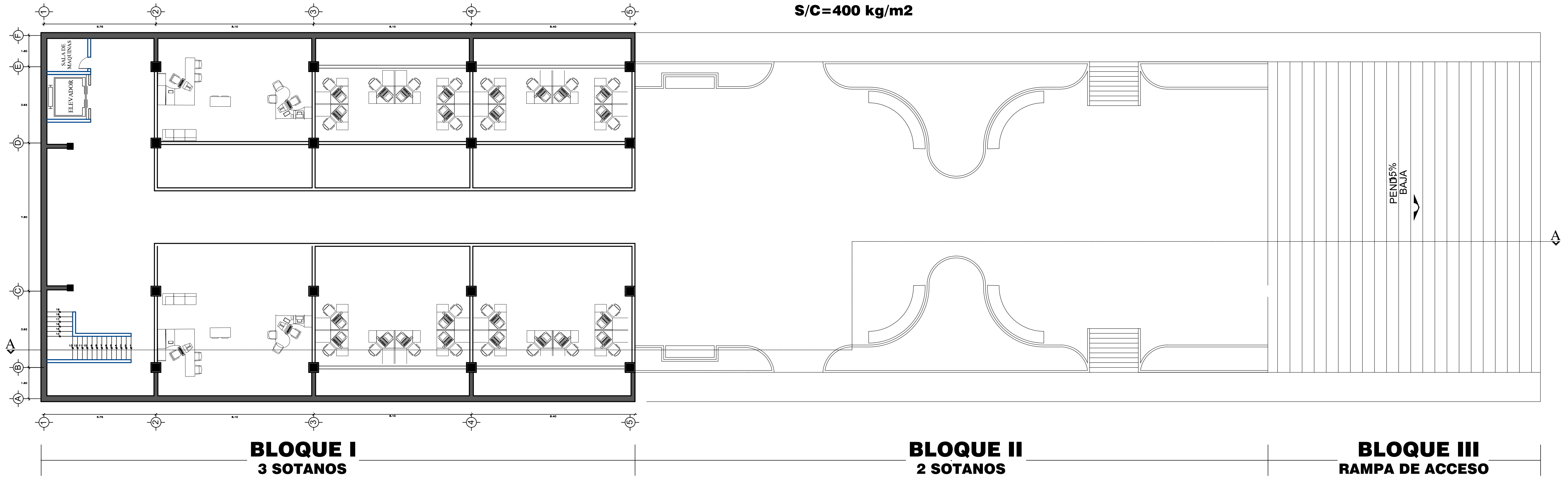
| | |
|--------|---------------------------------------|
| DISEÑO | Bach. Fritz Camsaya Huillca |
| ASESOR | Ing. Mag. Carlos Danilo Minaya Rosano |
| ESCALA | 1 / 75 |
| FECHA | MAYO 2021 |

| | |
|--------|------------|
| LÁMINA | A-1 |
|--------|------------|

Ing. Félix Camsaya Huillca
RUC: N° 10105833491
Reg. CIP: 134017

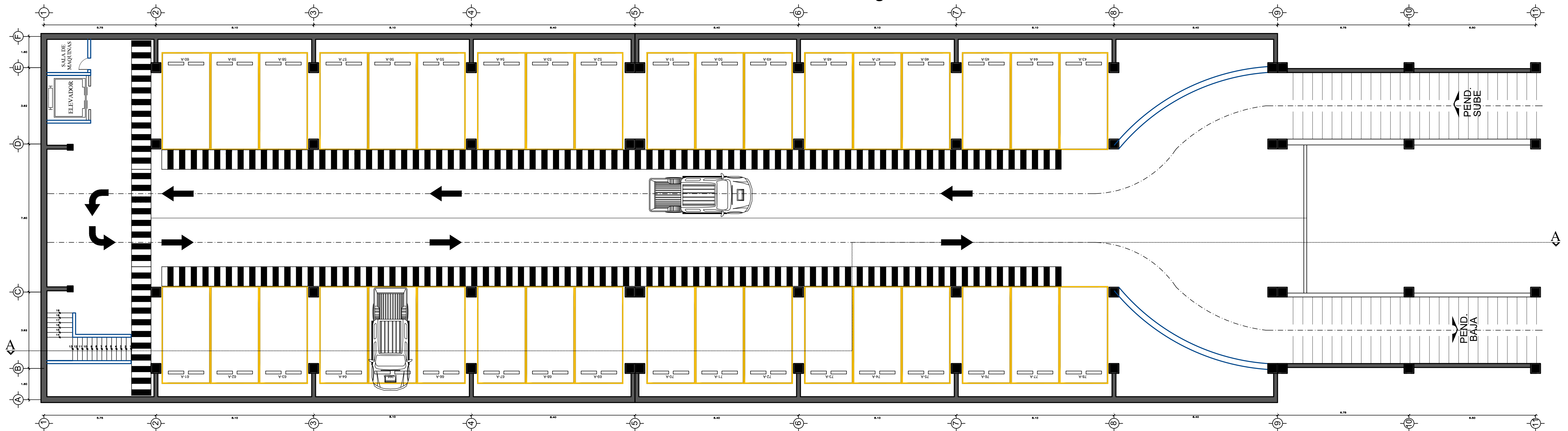
SOTANO 01

S/C=400 kg/m²



SOTANO 02

S/C=400 kg/m²

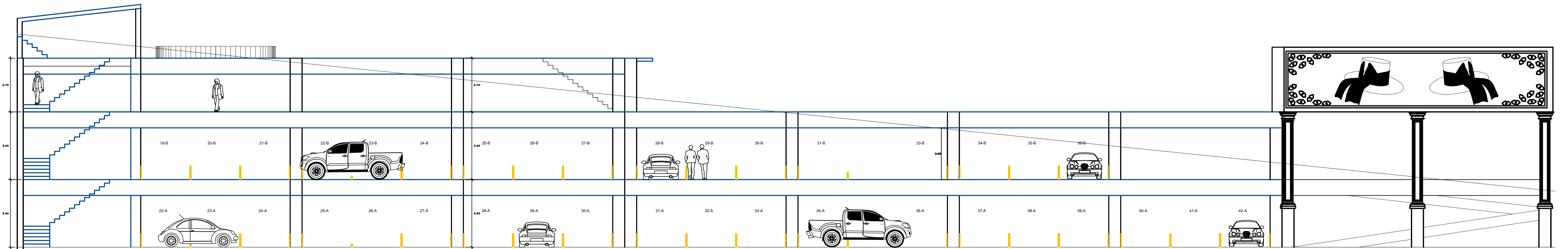
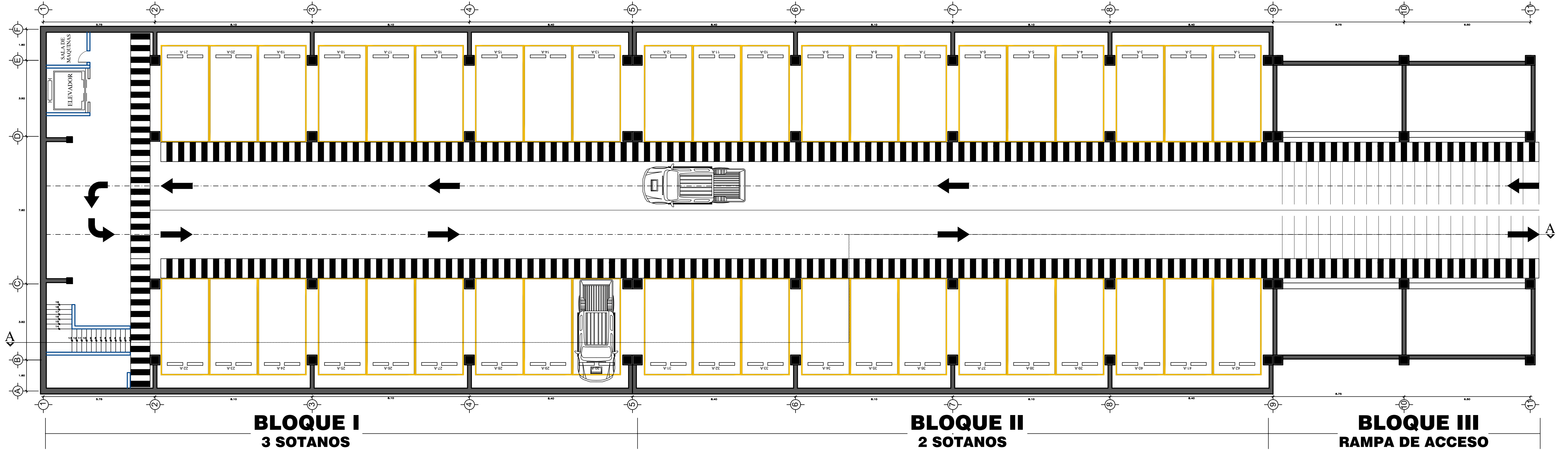


| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay - Apurímac, 2021 |
| PLANO | ESTRUCTURA - LOSA MACIZA |
| BACHILLER | FRITZ CCAMSAJA HUILLCA |
| UBICACION | PARQUE CENTENARIO - ABANCAY - APURIMAC |

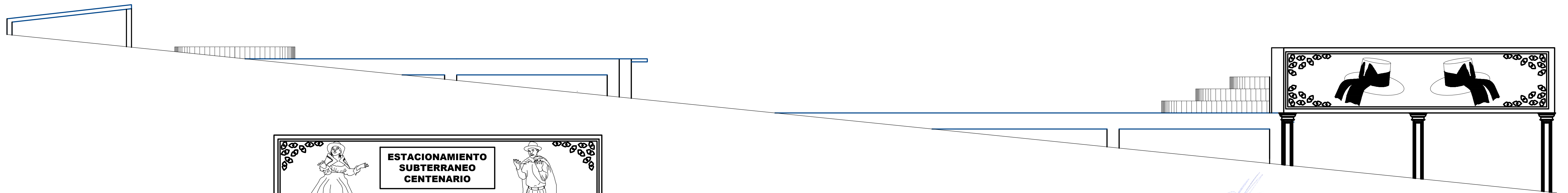
| | |
|--------|---------------------------------------|
| DISEÑO | Bach. Fritz Camsaja Huillca |
| ASESOR | Ing. Mag. Carlos Danilo Minaya Rosano |
| ESCALA | 1 / 75 |
| FECHA | MAYO 2021 |

LÁMINA
A-2

SOTANO 03
S/C=400 kg/m²



SOTANO 03
S/C=400 kg/m²

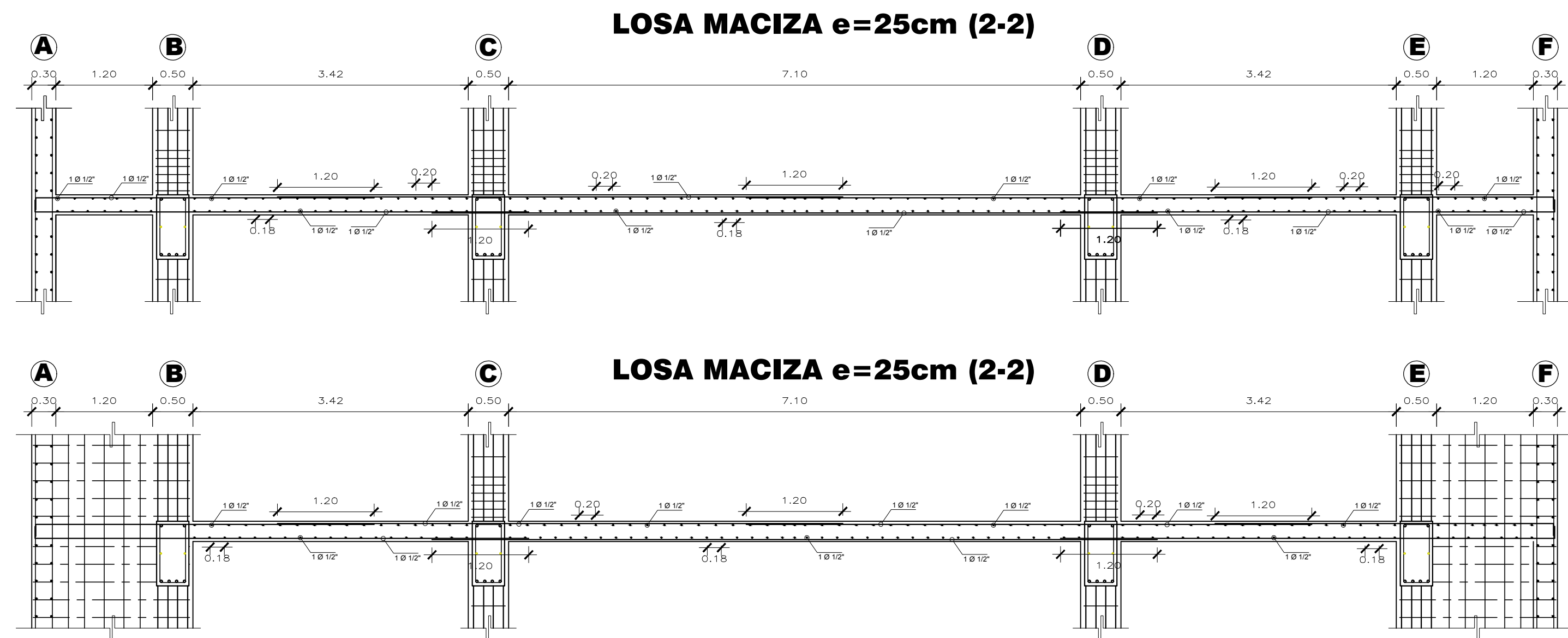
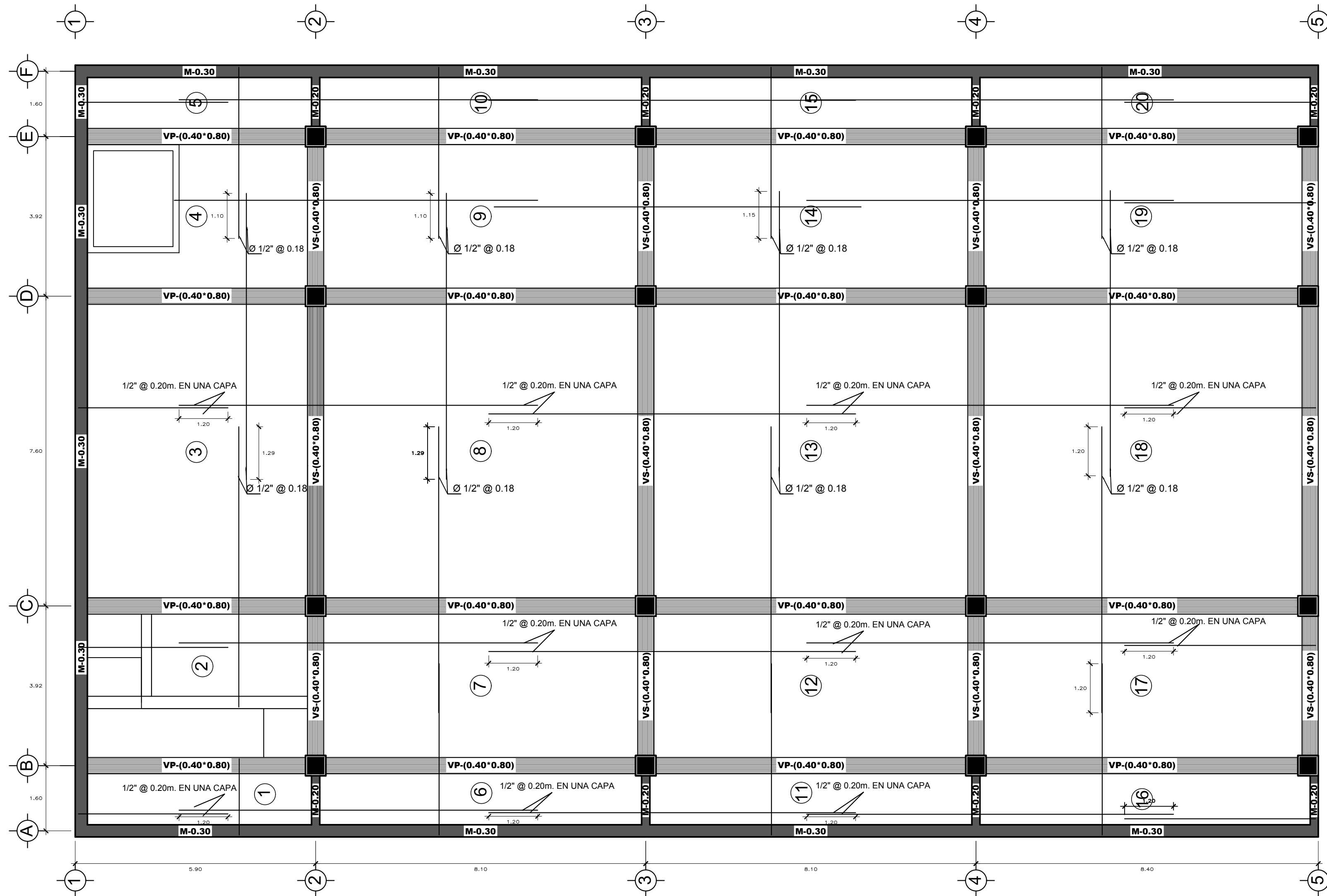


**VISTA FRONTAL
ACCESO ESTACIONAMIENTO**

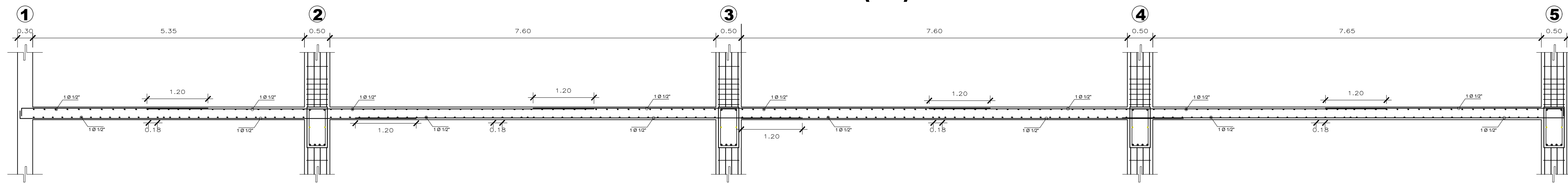
Ing. Felix Comas Hualca
RUC N° 1010533491
REG. COIP 134077

| | | | | | |
|-----------|--|--------|---------------------------------------|--------|------------|
| PROYECTO | Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay - Apurímac, 2021 | DISEÑO | Bach. Fritz Comasaya Huilca | LÁMINA | A-3 |
| PLANO | ESTRUCTURA - LOSA MACIZA | ASESOR | Ing. Mag. Carlos Danilo Minaya Rosano | | |
| BACHILLER | FRITZ CCAMSA YA HUILLCA | ESCALA | 1 / 75 | | |
| UBICACION | PARQUE CENTENARIO - ABANCAY - APURIMAC | FECHA | MAYO 2021 | | |

BLOQUE I ACERO SUPERIOR



VIGA PRINCIPAL (B-B)



ESPECIFICACIONES TECNICAS

| SOBRECARGAS | | RECUBRIMIENTOS | |
|-----------------------|--|-----------------------------------|----------|
| LOSA MACIZA 1° SOTANO | :400 kg/m ² | COLUMNAS | = 4 cm |
| LOSA MACIZA 2° SOTANO | :400 kg/m ² | VIGAS PERALTADAS | = 4 cm |
| LOSA MACIZA 3° SOTANO | :400 kg/m ² | VIGAS CHATAS | = 2.5 cm |
| ALIGERADO AZOTEA | :150 kg/m ² | LOSAS MACIZAS | = 2.5 cm |
| ESCALERA | :300 kg/m ² | LOSAS ESCALERA | = 2.5 cm |
| | | CIMENTACION | = 1.5 cm |
| ESFUERZOS | | CONCRETO SIMPLE | |
| CONCRETO ARMADO | f _c = 280 kg/cm ² | CIMENTO CORRIDO | |
| CONCRETO SIMPLE | f _c = 140 kg/cm ² | CEMENTO- HORMIGON 1 : 10 + 30% DE | |
| ACERO | f _y = 4200 kg/cm ² | PIEDRA GRANDE MAX. 8" | |
| ALBAÑILERIA | f _m = 30 kg/cm ² | SOBRECIMIENTO | |
| MUROS | f _m = 60 kg/cm ² | CEMENTO- HORMIGON 1 : 8 + 25% DE | |
| TERRENO | R _t = 2.0 kg/cm ² | PIEDRA MEDIANA MAX. 4" | |
| (VERIFICAR EN OBRA) | | FALSO PISO 1:12, ESPESOR 4" | |

| CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADO | |
|--|-------|
| Ø | G(cm) |
| 1/4" | 15 |
| 3/8" | 20 |
| 1/2" | 25 |
| 5/8" | 35 |
| 3/4" | 45 |

NOTA:
EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL, EN VIGAS Y LOSA DE CIMENTACION, COLUMNA Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD, LOS CUALES SE ALOJARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

Ing. Félix Espinoza Huilca
RUC N° 10105533491
REG. CIP 134077

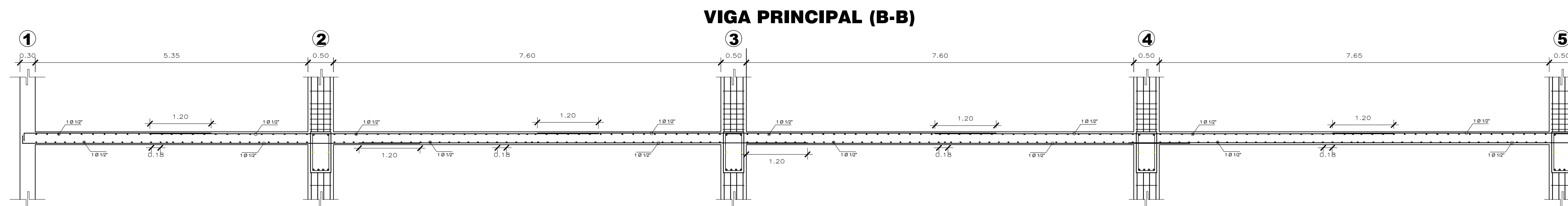
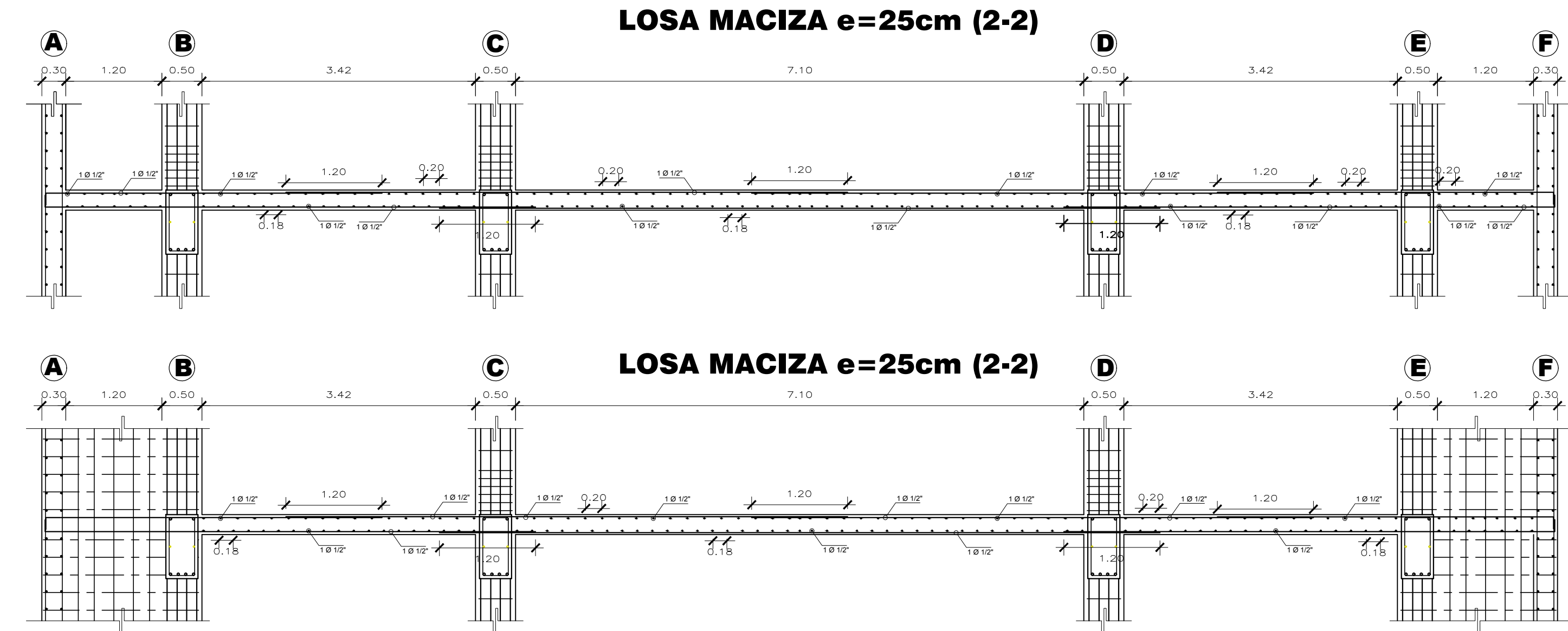
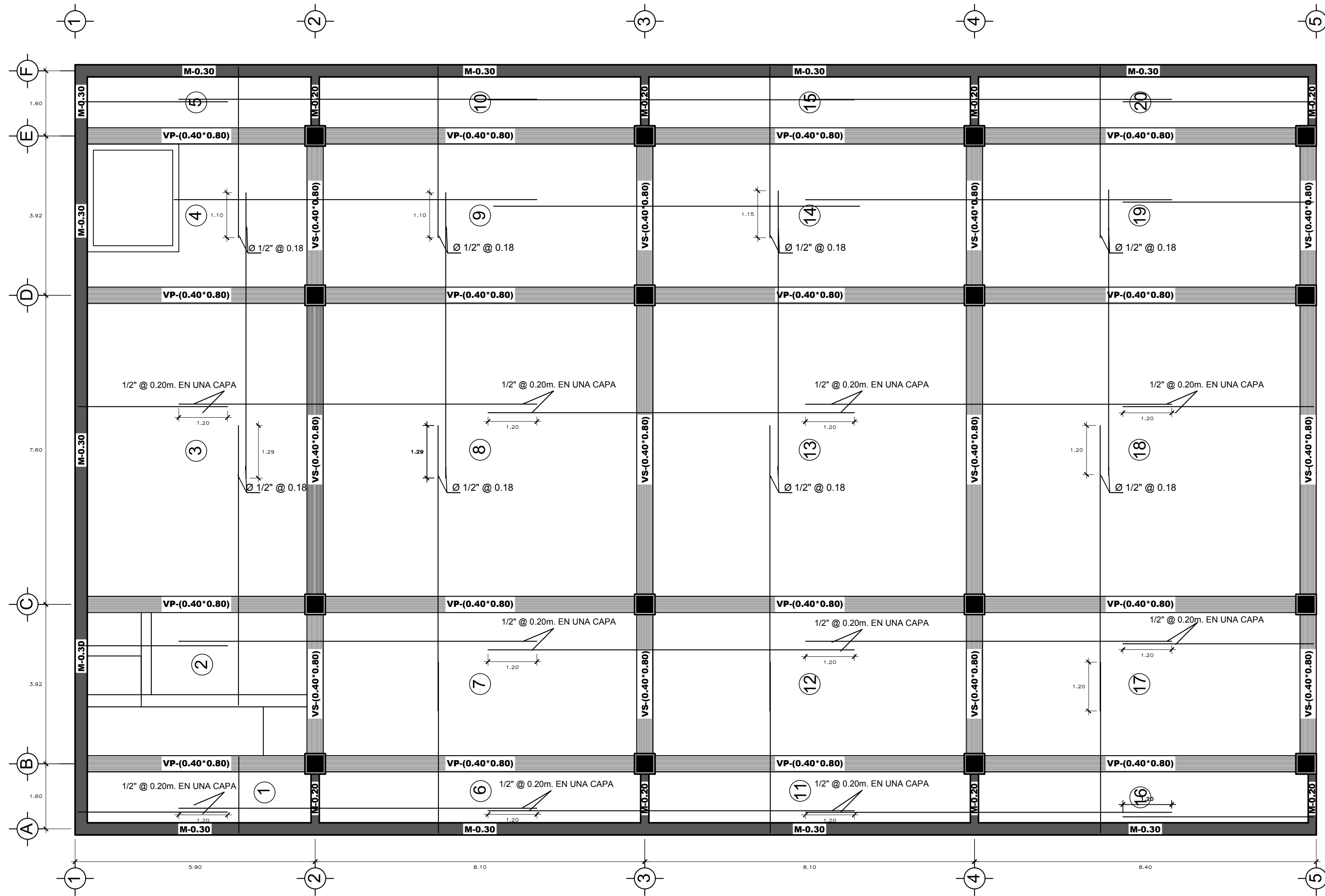
| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay - Apurímac, 2021 |
| PLANO | ESTRUCTURA - LOSA MACIZA |
| BACHILLER | FRITZ CCAMSA HULLCA |
| UBICACION | PARQUE CENTENARIO - ABANCAY - APURIMAC |

| | |
|--------|---------------------------------------|
| DISEÑO | Bach. Fritz Camasaya Huilca |
| ASESOR | Ing. Mag. Carlos Danilo Minaya Rosano |
| ESCALA | 1 / 75 |
| FECHA | MAYO 2021 |

LAMINA
E-1

BLOQUE I

ACERO INFERIOR



ESPECIFICACIONES TECNICAS

| SOBRECARGAS | | RECUBRIMIENTOS | |
|-----------------------|--|-----------------------------------|----------|
| LOSA MACIZA 1° SOTANO | : 400 kg/m ² | COLUMNAS | = 4 cm |
| LOSA MACIZA 2° SOTANO | : 400 kg/m ² | VIGAS PERALTADAS | = 4 cm |
| LOSA MACIZA 3° SOTANO | : 400 kg/m ² | VIGAS CHATAS | = 2.5 cm |
| ALIGERADO AZOTEA | : 150 kg/m ² | LOSAS MACIZAS | = 2.5 cm |
| ESCALERA | : 300 kg/m ² | LOSAS ESCALERA | = 2.5 cm |
| | | CIMENTACION | = 1.5 cm |
| ESFUERZOS | | CONCRETO SIMPLE | |
| CONCRETO ARMADO | f _c = 280 kg/cm ² | CIMENTO CORRIDO | |
| CONCRETO SIMPLE | f _c = 140 kg/cm ² | CEMENTO- HORMIGON 1 : 10 + 30% DE | |
| ACERO | f _y = 4200 kg/cm ² | PIEDRA GRANDE MAX. 8" | |
| ALBAÑILERIA | f _m = 30 kg/cm ² | SOBRECIMIENTO | |
| MUROS | f _m = 60 kg/cm ² | CEMENTO- HORMIGON 1 : 8 + 25% DE | |
| TERRENO | R _t = 2.0 kg/cm ² | PIEDRA MEDIANA MAX. 4" | |
| (VERIFICAR EN OBRA) | | FALSO PISO 1-12, ESPESOR 4" | |

| CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADO | |
|--|-------|
| Ø | G(cm) |
| 1/4" | 15 |
| 3/8" | 20 |
| 1/2" | 25 |
| 5/8" | 35 |
| 3/4" | 45 |

NOTA:
EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL, EN VIGAS Y LOSA DE CIMENTACION, COLUMNA Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD, LOS CUALES SE ALOJARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

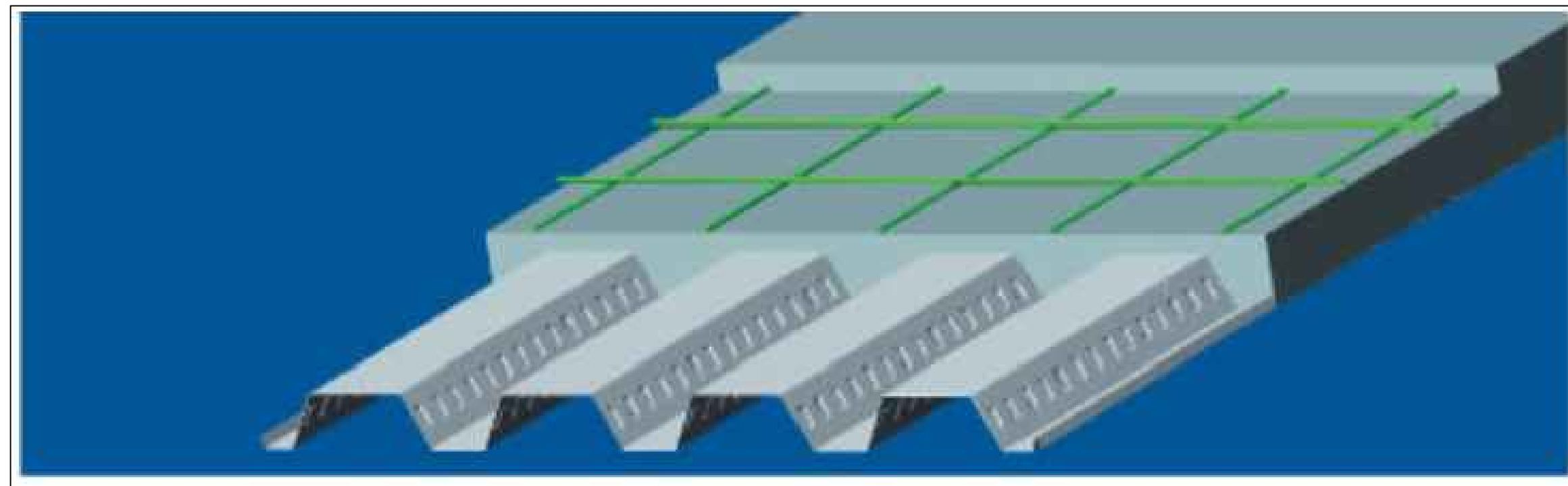
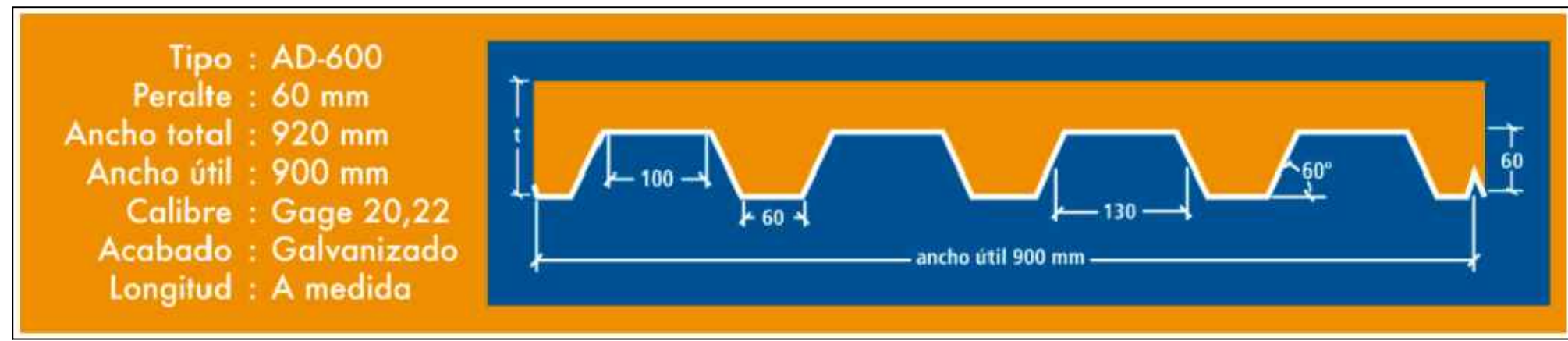
Ing. Felix Camsaya Huilca
RUC: 101055133421
REG. CIP: 134077

| | |
|-----------|--|
| PROYECTO | Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay - Apurimac, 2021 |
| PLANO | ESTRUCTURA - LOSA MACIZA |
| BACHILLER | FRITZ CCAMSAYA HUILLCA |
| UBICACION | PARQUE CENTENARIO - ABANCAY - APURIMAC |

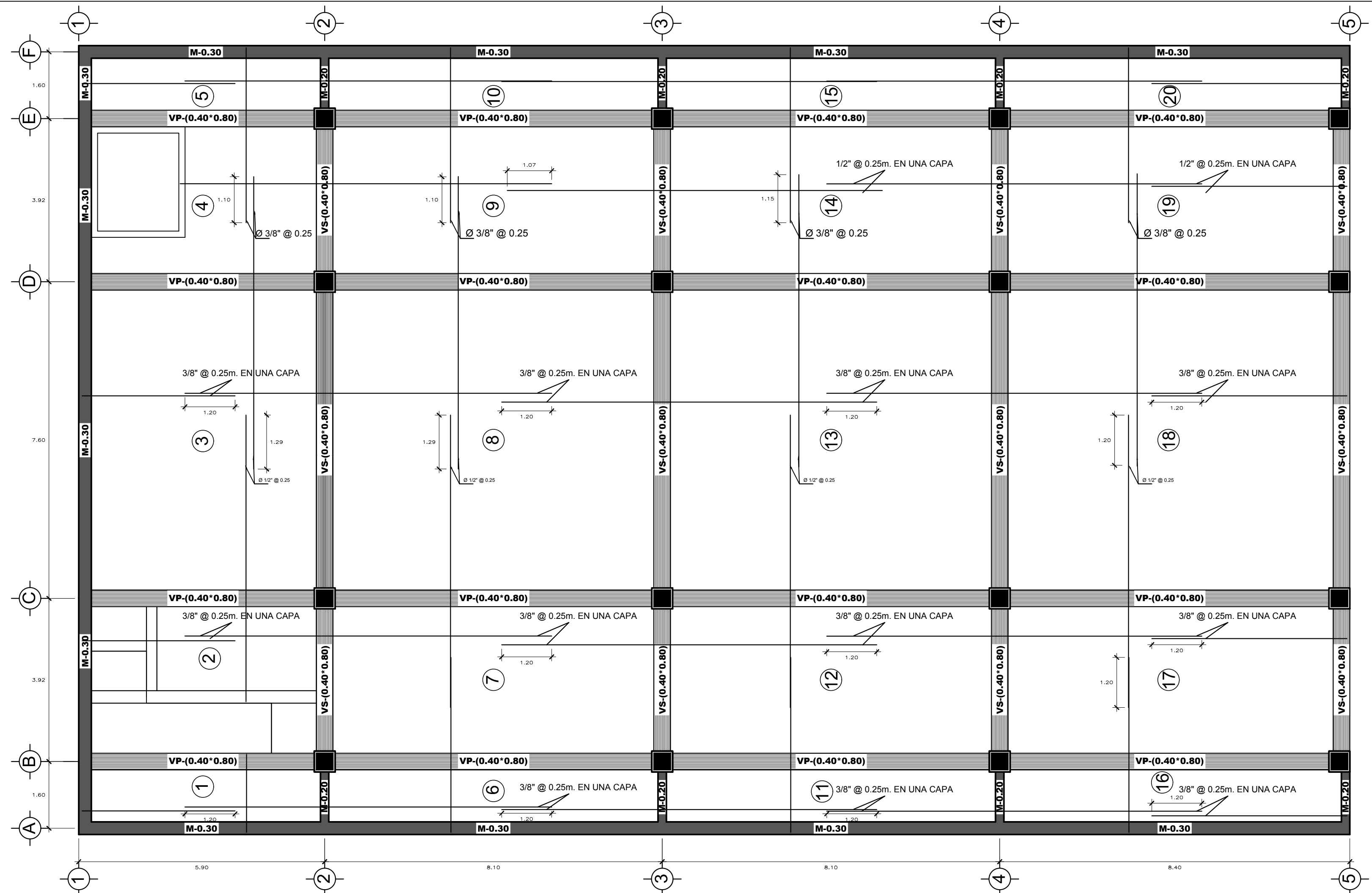
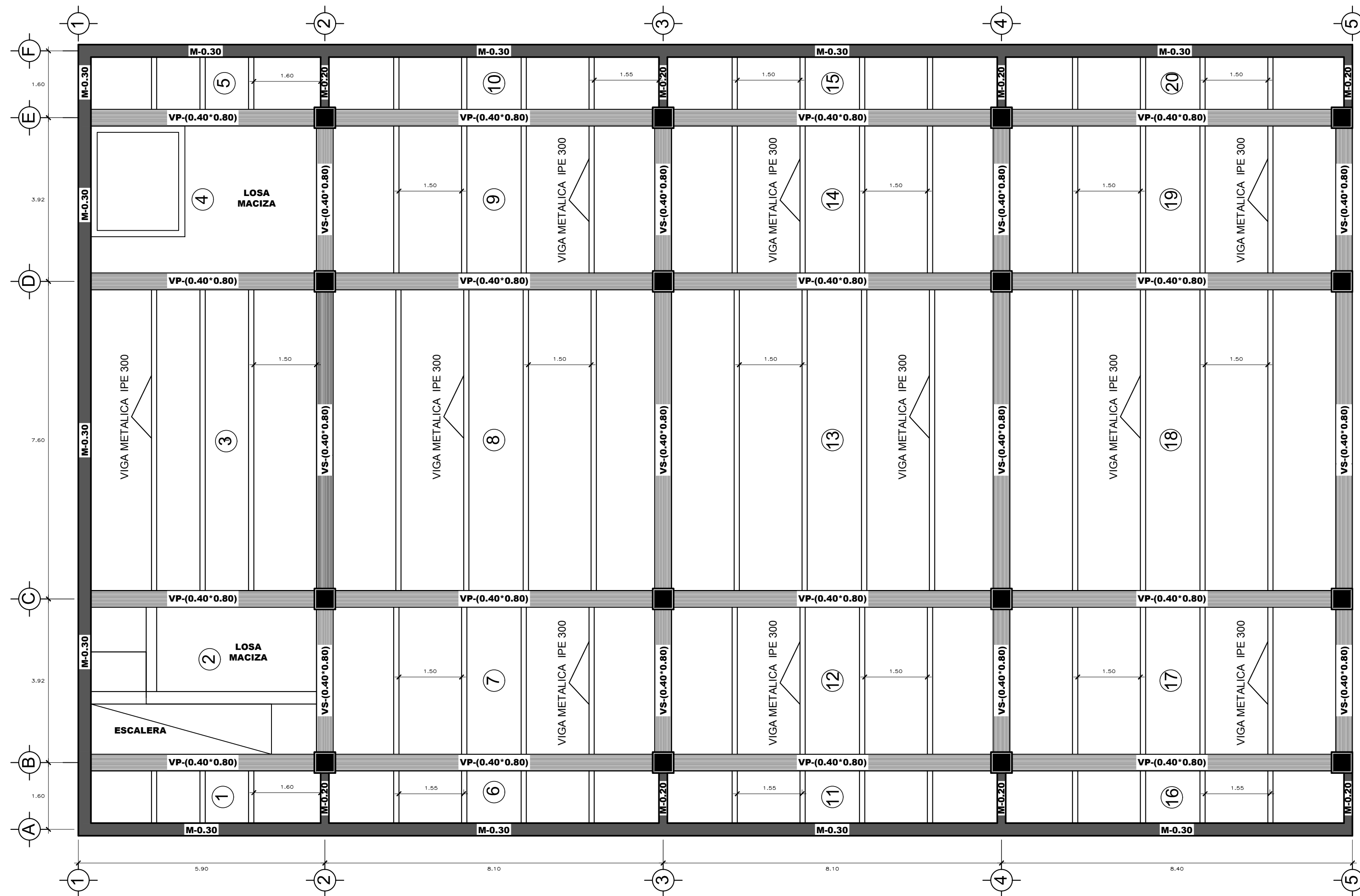
| | |
|--------|---------------------------------------|
| DISEÑO | Bach. Fritz Camsaya Huilca |
| ASESOR | Ing. Mag. Carlos Danilo Minaya Rosano |
| ESCALA | 1 / 75 |
| FECHA | MAYO 2021 |

LAMINA
E-2

PLACA COLABORANTE PERFIL AD-600

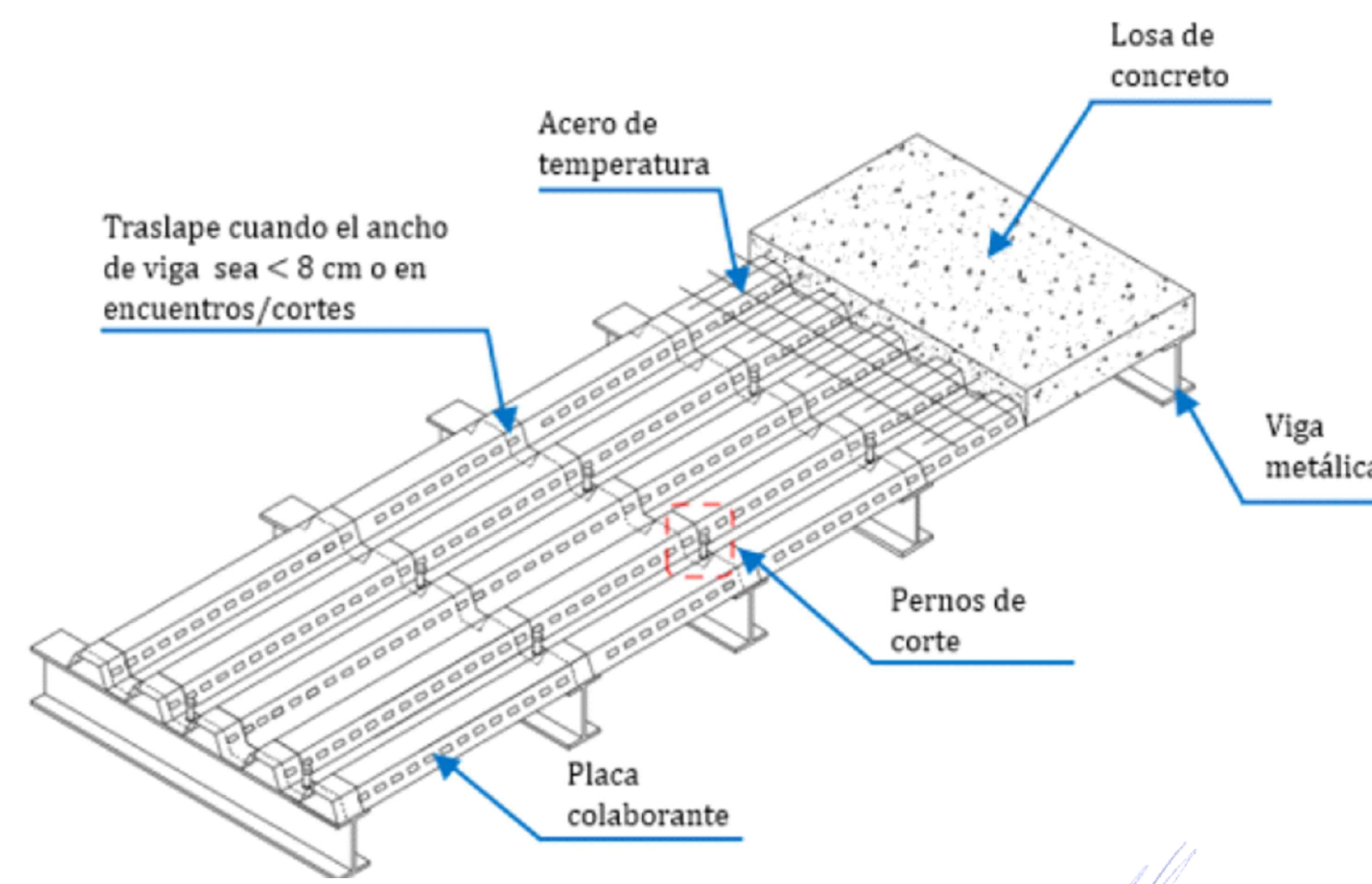


BLOQUE I VIGAS METALICAS



BLOQUE I ACERO SUPERIOR

PERSPECTIVA DE LOSA COLABORANTE



CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADO

| Ø | G(cm) |
|------|-------|
| 1/4" | 15 |
| 3/8" | 20 |
| 1/2" | 25 |
| 5/8" | 35 |
| 3/4" | 45 |

NOTA:
EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL, EN VIGAS Y LOSA DE CIMENTACION, COLUMNA Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD, LOS CUALES SE ALOJARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

| SOBRECARGAS | | RECUBRIMIENTOS | |
|-----------------------|--|-----------------------------------|----------|
| LOSA MACIZA 1º SOTANO | : 400 kg/m ² | COLUMNAS | = 4 cm |
| LOSA MACIZA 2º SOTANO | : 400 kg/m ² | VIGAS PERALTADAS | = 4 cm |
| LOSA MACIZA 3º SOTANO | : 400 kg/m ² | VIGAS CHATAS | = 2.5 cm |
| ALIGERADO AZOTEA | : 150 kg/m ² | LOSAS MACIZAS | = 2.5 cm |
| ESCALERA | : 300 kg/m ² | LOSAS ESCALERA | = 2.5 cm |
| | | CIMENTACION | = 1.5 cm |
| ESFUERZOS | | CONCRETO SIMPLE | |
| CONCRETO ARMADO | f _c = 280 kg/cm ² | CIMENTO CORRIDO | |
| CONCRETO SIMPLE | f _c = 140 kg/cm ² | CEMENTO- HORMIGON 1 : 10 + 30% DE | |
| ACERO | f _y = 4200 kg/cm ² | PIEDRA GRANDE MAX. 8" | |
| ALBAÑILERIA | f _m = 30 kg/cm ² | SOBRECIMENTO | |
| MUROS | f _m = 60 kg/cm ² | CEMENTO- HORMIGON 1 : 8 + 25% DE | |
| TERRENO | R _t = 2.0 kg/cm ² | PIEDRA MEDIANA MAX. 4" | |
| (VERIFICAR EN OBRA) | | FALSO PISO 1:12, ESPESOR 4" | |

PROYECTO: Comportamiento estructural de una losa maciza con una losa colaborante en un estacionamiento subterráneo bajo el parque Centenario, Abancay - Apurímac, 2021

PLANO: ESTRUCTURA - LOSA COLABORANTE

BACHILLER: FRITZ CCAMSAYA HUILLCA

UBICACION: PARQUE CENTENARIO - ABANCAY - APURIMAC

DISENO: Bach. Fritz Camsaya Huillca

ASESOR: Ing. Mag. Carlos Danilo Minaya Rosario

ESCALA: 1 / 75

FECHA: MAYO 2021