



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño estructural de un hotel de 10 pisos con sótano, Cajabamba –  
Perú, 2022

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Ocupa Vallejos, Luis Donald ([orcid.org/0000-0002-4220-957X](https://orcid.org/0000-0002-4220-957X))

**ASESORES:**

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0002-3674-9617](https://orcid.org/0000-0002-3674-9617))

Dr. Farfán Córdova, Marlon Gastón ([orcid.org/0000-0001-9295-5557](https://orcid.org/0000-0001-9295-5557))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

**TRUJILLO – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Este trabajo de Investigación está dedicado a cada gota de esfuerzo y dedicación que se derramó en el constante y arduo trabajo de desarrollo, con la convicción de establecer un ápice para futuras generaciones venideras, con la fortaleza y veracidad como muestra de confianza implantada en cada palabra escrita de forma clara y concisa. Así mismo, se lo dedico a todos aquellos que colaboraron de forma directa como indirectamente, por esos esfuerzos sin escatimar para poder seguir adelante a pesar de la cruda realidad en que se vivió todo el proceso, a veces sin tiempo, enfermo, o sin dinero, pero con ganas de desarrollar un trabajo único en su materia, por ello, con orgullo plasmo todo mi conocimiento en este proyecto de investigación y lo coloco a su disposición por nosotros y por todos aquellos que quieren una realidad distinta.

***“Si la libertad significa algo, será, sobre todo, el derecho a decirle a la gente aquello que no quiere oír.”***

**George Orwell**

## **Agradecimiento**

### **A Dios**

Por ser el motor de nuestros días grises, porque a pesar de olvidarnos de él, él siempre nos recompensa con un rayito de luz en la oscuridad.

### **A mis familiares**

Por ser el soporte en la realidad más cruel en que vivimos, por no abandonarnos a pesar de las situaciones y por ser nuestro nido de cultura y costumbres de nuestras vidas.

### **A mi madre**

Por ser nuestro pilar de nuestras vidas, por ser incondicional por mal bien portados que seamos, por ser nuestra consejera, amiga y confidente y sobre todo por ser ella, la mujer que nos dio la oportunidad de tener una vida.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	13
3.1.1 Tipo de Investigación .....	13
3.1.2 Diseño de Investigación .....	13
3.2 Variables y operacionalización.....	13
3.2.1 Variable:.....	13
3.2.2 Operacionalización .....	13
3.3 Población, Muestra y Muestreo.....	13
3.3.1 Población: .....	13
3.3.2 Muestra:.....	13
3.3.3 Muestreo:.....	14
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	14
3.4.1 Técnica: .....	14
3.4.2 Instrumento de recolección de datos: .....	14
3.5 Procedimiento .....	15
3.6 Métodos de análisis de datos.....	15
3.7 Aspectos éticos .....	16
IV. RESULTADOS.....	17
4.1 Levantamiento Topográfico.....	17
4.2 Estudio de Mecánica de Suelos .....	17
4.3 Diseño Arquitectónico .....	20
4.4 Análisis Sísmico .....	21
4.5 Diseño Estructural.....	30



V. DISCUSIÓN.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES .....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1.	Número de puntos de exploración. ....	17
Tabla 2.	Normas y especificaciones técnicas.....	18
Tabla 3.	Resumen de calicatas.....	18
Tabla 4.	Parámetros geotécnicos para el análisis de cimentación.....	18
Tabla 5.	Capacidad portante y asentamientos.....	19
Tabla 6.	Resultados análisis granulométrico – calicatas. ....	19
Tabla 7.	Resultados Limite de atterberg – calicatas.....	19
Tabla 8.	Resultado corte directo del suelo – calicatas. ....	19
Tabla 9.	Resumen de ensayos de laboratorio de calicatas.....	20
Tabla 10.	Análisis estático – cortante basal en X (VX). ....	22
Tabla 11.	Análisis estático – cortante basal en Y (VY). ....	22
Tabla 12.	Comprobación del sistema estructural – eje X.....	23
Tabla 13.	Comprobación del sistema estructural – eje X.....	23
Tabla 14.	Periodos y Masas .....	24
Tabla 15.	Centro de masas y rigideces. ....	25
Tabla 16.	Distorsiones de entre piso – eje X.....	26
Tabla 17.	Distorsiones de entre piso – eje Y.....	27
Tabla 18.	Derivas de entre piso – eje X.....	28
Tabla 19.	Derivas de entre piso – eje Y.....	29

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i>	Modelo 3D de la estructura del hotel.....	21
<i>Figura 2.</i>	Consideraciones de diseño ACI 318 - 08. ....	30
<i>Figura 3.</i>	Diagrama envolvente de fuerzas cortantes– eje 2. ....	30
<i>Figura 4.</i>	Diagrama envolvente de momentos– eje 2. ....	31
<i>Figura 5.</i>	Figura 10. Eje 2: Viga del pórtico A-B.....	31
<i>Figura 6.</i>	Diagrama de interacción C1, dirección X-X: Elevación 2-B, cuadrante N°1 y 3.....	32
<i>Figura 7.</i>	Diagrama de interacción C1, dirección Y-Y: Elevación 2-B, cuadrante N°2 y 4.....	32
<i>Figura 8.</i>	Armado y sección final: Columna - C1. ....	33
<i>Figura 9.</i>	Diagrama de interacción C2, dirección X-X: Elevación 1-B, cuadrante N°1 y 3.....	33
<i>Figura 10.</i>	Diagrama de interacción C2, dirección Y-Y: Elevación 1-B, cuadrante N°2 y 4.....	34
<i>Figura 11.</i>	Armado y sección final: Columna – C2.....	34
<i>Figura 12.</i>	Diagrama de interacción C3, dirección X-X: Elevación 1-B, cuadrante N°1 y 3.....	35
<i>Figura 13.</i>	Diagrama de interacción C3, dirección Y-Y: Elevación 1-B, cuadrante N°2 y 4.....	35
<i>Figura 14.</i>	Armado y sección final: Columna – C3.....	36
<i>Figura 15.</i>	Izquierda - vista en planta del piso N° 1 / Derecha - vista 3D de las placas en toda la estructura.....	36
<i>Figura 16.</i>	Diagrama de interacción PL - 01, dirección X-X / Y-Y. ....	37
<i>Figura 17.</i>	Vista en planta del armado de acero en la sección total de la PL - 1. .	38
<i>Figura 18.</i>	Diagrama de interacción PL - 02, dirección X-X / Y-Y. ....	39
<i>Figura 19.</i>	Vista en planta del armado de acero en la sección del ascensor: PL - 2.	40
<i>Figura 20.</i>	Diagrama de interacción PL - 03, dirección X-X / Y-Y. ....	41
<i>Figura 21.</i>	Vista en planta del armado de acero en la sección de la escalera: PL – 03. ....	42

<i>Figura 22.</i> Diagrama de interacción PL - 04, dirección X-X / Y-Y .....	42
<i>Figura 23.</i> Vista en planta del armado de acero en la sección de: PL – 04.....	43
<i>Figura 24.</i> Vista en planta y en 3D de la vigueta en el tramo A-D. ....	44
<i>Figura 25.</i> Diagrama de momento y desplazamientos en la vigueta. ....	45
<i>Figura 26.</i> Requerimiento de acero según el diagrama de momentos. ....	45
<i>Figura 27.</i> Aligerado tramo AD - armado del acero. ....	46
<i>Figura 28.</i> Resumen de las condiciones de cimentación.....	46
<i>Figura 29.</i> Combinación de cimentaciones.....	47
<i>Figura 30.</i> Diseño de zapatas aisladas.....	47
<i>Figura 31.</i> Diseño de zapatas conectadas.....	48
<i>Figura 32.</i> Análisis del comportamiento del suelo aplicando carga muerta. ....	49
<i>Figura 33.</i> Análisis de verificación del comportamiento del suelo frente a las cargas de servicio. ....	49
<i>Figura 34.</i> Reacción del suelo ante cargas de diseño. ....	50
<i>Figura 35.</i> Diagrama de momentos y cuantías de acero requeridos. ....	50
<i>Figura 36.</i> Análisis de la capacidad portante del suelo.....	51
<i>Figura 37.</i> Análisis de asentamientos diferenciales del terreno.....	51

## Resumen

Este proyecto de investigación tuvo la finalidad de diseñar una estructura con sótano de un hotel de 10 niveles en Cajabamba, Perú – 2022. Y desarrolló una investigación de tipo aplicada y diseño no experimental transversal descriptivo simple con una variable cuantitativa. El levantamiento topográfico determinó un área de estudio de 1442.20 m<sup>2</sup> con una pendiente del 3% en su relieve, el estudio de suelos definió un suelo S3 (E-030) tipo ML (E-050) con una capacidad portante de 1.45 kg/cm<sup>2</sup> y un desplante con una profundidad de 1.60 m. El diseño arquitectónico delimitó un área mínima de 18.80 m<sup>2</sup> y una máxima de 71.00 m<sup>2</sup> en los ambientes del interior del hotel, contó con un sótano para el estacionamiento, ascensor y escalera, 4 habitaciones típicas del 2° al 10° piso, y el primer piso contó con 4 habitaciones y recepción. El análisis sísmico estableció distorsiones y derivas menores a 0.007. Y el diseño estructural definió una losa aligerada de 20 cm, vigas con secciones de 30 x 60 cm, 45 x 60 cm, 25 x 20 cm, columnas de 50 x 50 cm, 40 x 80 cm, 30 x 60 cm y una platea de cimentación con 70 cm de peralte.

**Palabras Clave:** Diseño estructural, análisis estructural, vulnerabilidad estructural, concreto armado.

## Abstract

This research project had the purpose of designing a structure with basement of a 10-level hotel in Cajabamba, Peru - 2022. And developed a research of applied type and simple descriptive transversal non-experimental design with a quantitative variable. The topographic survey determined a study area of 1442.20 m<sup>2</sup> with a 3% slope in its relief, the soil study defined a soil S3 (E-030) type ML (E-050) with a bearing capacity of 1.45 kg/cm<sup>2</sup> and a depth of 1.60 m. The architectural design delimited a structure with a basement of 10 levels in Cajabamba, Peru - 2022. The architectural design delimited a minimum area of 18.80 m<sup>2</sup> and a maximum area of 71.00 m<sup>2</sup> in the interior of the hotel, with a basement for parking, elevator and stairway, 4 typical rooms from the 2nd to the 10th floor, and the second floor with 4 rooms and reception. The seismic analysis established distortions and drifts of less than 0.007. The structural design defined a 20 cm lightened slab, beams with sections of 30 x 60 cm, 45 x 60 cm, 25 x 20 cm, columns of 50 x 50 cm, 40 x 80 cm, 30 x 60 cm and a foundation slab with a 70 cm camber.

**Keywords:** structural design, structural analysis, structural vulnerability, reinforced concrete.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, dotar a una vivienda, edificio, centro comercial, hotel, etc., con una estructura que resista los eventos sísmicos más severos es fundamental. Pero la vulnerabilidad sísmica que presentan estas edificaciones es alarmante, pues el riesgo de desplomarse ante un movimiento telúrico de magnitud considerable es muy alto. Así mismo, las edificaciones hoteleras a pesar de ser edificaciones comunes a nivel estructural, cabe mencionar, que a nivel mundial las complejidades de diseño hotelero representan un reto estructural para los ingenieros civiles. Puesto que, conforme crece el nivel de satisfacción del cliente, aumenta los requerimientos estructurales en una edificación, y con ello, la categoría. Por lo tanto, se buscó diseñar estructuralmente un hotel modesto con sótano en base a la normativa técnica peruana sismorresistente E-030, concreto E-060 y cargas E-020.

Genatios & Lafuentes (2016), argumentaron que, la frecuencia de acontecimientos sísmicos en toda América latina como también en el Caribe, extralimita el desarrollo sostenible en sus ciudades, y según sus niveles de preparación. Por ello, propusieron introductoramente la manipulación de nuevas alternativas en estructuras, desarrollando conocimientos en la práctica y sobre todo estrategias para la toma de buenas decisiones y criterios que puedan contribuir a la reducción de vulnerabilidades sísmicas en nuevos proyectos de Ingeniería civil.

Korswagen, Arias & Huaranga (2019), enunciaron que, el Perú es un país con alta sismicidad, a lo que, resaltaron la importancia de contar con un óptimo diseño estructural que respalde todo proyecto. Por consiguiente, enfatizan el control, calidad y supervisión en el Perú, de esta forma, buscaron implementar sistemas que mejoren los procesos constructivos y afinen al diseño estructural como garantía máxima de seguridad y procedimiento natural en el desarrollo civil de la sociedad peruana.

Liñan & Carrasco (2016), sostuvieron que, Cajamarca no posee calidad infraestructural en gran parte de sus edificaciones, siendo las de promedio estándar las que más incitan al peligro sísmico estructural. Cabe resaltar, Cajabamba, uno de sus distritos que viene en auge, debido a la promoción turística e incremento económico por su mineral en los últimos años. Por lo que, de forma directa el desarrollo y construcción de nuevas viviendas y edificios han dado marcha a

innumerables errores y peligros de estos nuevos proyectos e iniciativas por parte de la sociedad, la cual desconoce el peligro que arraiga edificar sin un profesional estructural.

Por consiguiente, se consideró a Cajabamba zona 3 (vulnerabilidad media/alta) con media y gran sismicidad, asentándose sobre un terreno inestable – blando (tierra limos mal graduados), con estructuras antiguas (edificaciones de adobe), y actualmente la expansión rural de la ciudad (crecimiento poblacional) no cuentan con criterio sísmico en sus construcciones. Por lo que, esta tesis planteó el Diseño estructural en edificaciones comunes (hoteles), cuya falla no estuvo sujeta a peligros adicionales (incendios o fugas contaminantes) y cumpliendo con las restricciones y sistemas estructurales propuestos en la Norma E-030 y E-0.60.

Ante la problemática expuesta anteriormente se planteó: ¿Cuál es el diseño estructural de un Hotel de diez pisos con sótano en la ciudad de Cajabamba - Perú?

La justificación social de este proyecto partió en base a la vulnerabilidad estructural frente al peligro sísmico inminente que arraiga la ciudad de Cajabamba. Por lo que, representa en su gran mayoría un grado de severidad muy alto, al tope del colapso en las edificaciones de la ciudad. Por ello, se buscó diseñar un modelo básico que ayude con esta problemática, minimizando la vulnerabilidad estructural presente en las construcciones e introduciendo el conocimiento necesario del diseño estructural que ayude a fomentar mayor seguridad en las nuevas estructuras corroborando la normatividad del Perú E.020, E.030, E.60, E.70 en beneficio de la sociedad Cajabambina.

Además, la justificación teórica de este trabajo destacó el desarrollo, utilización y aplicación de la Normativa Legal (320473) y la Normativa Técnica Peruana (NTP), abalada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento bajo los alineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), por lo que, cada dato expuesto está sujeto a las especificaciones y requerimientos que se debe brindar para un óptimo proyecto estructural en las edificaciones.

Por otra parte, esta investigación poseyó una justificación práctica, estableciendo qué, sino se lleva a cabo esta investigación, inducirá falta de conocimiento en la práctica de utilización de las normativas y criterios en el diseño estructural frente a



la vulnerabilidad que presenta sísmicamente la ciudad de Cajabamba, lo que conlleva, a la estructura a estar siempre en riesgo de colapso ante el peligro sísmico inminente que presenta esta zona. Además, limita la funcionalidad del hotel, generando pérdidas económicas y diseños rígidos, comunes estructuralmente, por lo que se busca fomentar la creatividad, conjuntamente con nuevos diseños estructurales seguros y viables que ayuden a romper las prácticas de diseños ortodoxos en las futuras construcciones.

También, contuvo una justificación metodológica la cual garantizó una secuencia y sucesión exploratoria de investigación, con respecto a todo lo que requiere el diseño o propuesta estructural de hotel en la comunidad de Cajabamba, de forma cuantitativa – descriptiva, con el objetivo de plasmar un trabajo único en su materia. Cumpliendo con cada requerimiento planteado a lo largo de toda la investigación y esquematizando lo más simple y sencillo posible, para que cada variable relacionada directa e indirectamente quede totalmente explicada, con procedimientos sustentados mediante síntesis y argumentos éticos en cada método de análisis que garanticen su validez y confiabilidad.

El objetivo principal para este plan investigativo es: Diseñar una estructura con sótano en un hotel de 10 niveles en la ciudad de Cajabamba, en el departamento de Cajamarca, Perú. Así mismo, de forma específica se establece los siguientes objetivos: Delimitar el área y perímetro del terreno mediante un levantamiento topográfico. Determinar la estratigrafía del terreno y el tipo de cimentación a utilizar de acuerdo a un estudio de mecánica de suelos. Establecer los requerimientos mínimos necesarios para los ambientes del hotel conforme a la norma A-010 y A-030. Determinar la resistencia sísmica de la estructura mediante un análisis sismorresistente en ETABS y según el reglamento E.030. Fijar las características de los elementos estructurales en base a la normativa E.020 y E.060.

De este modo, se desarrolló la hipótesis de esta investigación conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones por el apartado estructural (sismorresistente norma E.030), a lo que, se estableció el control sobre derivas menores a 0.007 de oscilación para la ciudad de Cajabamba – Perú 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Lopez et al. (2022), establecieron como objetivo principal “comparar el diseño estructural de dos edificaciones de hormigón de seis niveles empleando la interacción suelo- estructura en el rango lineal”, bajo una metodología de investigación de tipo aplicada y diseño no experimental. Los resultados de esta investigación redundan en los parámetros de diseño de Quito, Ecuador. Se utilizó edificios residenciales con una estructura de seis niveles, con ascensor y con un módulo de escalera, 3 tipos de suelo para cimentación y parámetros espectrales referentes a la zona. Además, se llevó a cabo una transformación de sistemas, el sistema de cimientos a resortes equivalentes, lo que permitió, comparar y cuantificar en el rango elástico la respuesta sísmica estructural determinando que los periodos habían aumentado. Por lo que, se concluyó que las cuantías de acero de refuerzo en vigas y columnas aumentaron entre 7 % y 25 % y 9 % y 39 %. Así mismo, la cantidad de estribos por metro lineal también aumentó entre 5 % y 45 % en vigas y 3 % y 11 % en columnas. A lo que, de forma directa afecta el diseño estructural, puesto que, aumenta las derivas entre 1 % y 14 % y disminuye la cortante basal hasta en 20%, estableciendo que es de suma importancia incluir el estudio de interacción suelo – estructura para el diseño estructural de una edificación.

Toledo (2019), tuvo como objetivo principal “evaluar el desempeño sísmico de la estructura en un edificio en Lima mediante el método de FEMA P-58 (Seismic Performance Assessment of Building)”. La metodología que se utilizó para esta investigación fue de tipo aplicada y diseño no experimental. En sus resultados se percibió notoriamente los daños en los elementos estructurales del sistema de base fija (pórticos y muros de concreto armado), mientras que en la estructurara con base móvil sólo se generó costes en los elementos no estructurales, denotando un desempeño con nivel superior y de ocupación inmediata debido a las derivas menores que se establecieron en comparación al de base fija. Por el contrario, esta estructura albergó un rango mayor en sus derivas, percibiendo un desempeño entre la prevención del colapso de la estructura y su seguridad. Determinando la relación entre daño de los elementos estructurales – distorsión angular y daños de los elementos no estructurales – aceleración sísmica. En definitiva, se determinó la peligrosidad sísmica en la ciudad de lima en base a una aceleración con periodos

cortos y largos de 0.2 y 1.0 segundos, lo que, representa el 1% de probabilidad de colapso en 50 años.

Flores y Valdivia (2019), establecieron como objetivo principal analizar y diseñar una estructura de hormigón para un hotel de 7 pisos en Miraflores - Lima. Utilizando una metodología en base a un diseño no experimental de tipo aplicada. Los resultados se llevaron a cabo en base a un terreno de 595 m<sup>2</sup>, el primer piso cuenta con un área techada de 473 m<sup>2</sup>, el segundo piso 440 m<sup>2</sup> y los pisos superiores un área típica de 387 m<sup>2</sup>. Así mismo, la distribución de ambientes en el primer piso contó con un comedor, cuarto de bombas, 3 estacionamientos, lobby, consejería, cisterna, cocina, recepción e ingreso; el segundo piso contó con ocho habitaciones simples, una sala de planchado, una suite, una sala administrativa y una sala de mantenimiento; y los pisos superiores contaron con diez habitaciones simples y una suite; el tanque elevado, el curto de máquinas y el área técnica se encuentran en la azotea. El análisis sísmico se determinó en base a los siguientes parámetros de diseño: zona 4, suelo tipo S1 con conglomerado de grava gruesa y una capacidad portante de 4 kg /cm<sup>2</sup>. Factor de uso U =1 y una irregularidad en planta ocasionando problemas de torsión. De acuerdo al análisis estático, se determinó una estructura de muros estructurales en ambas direcciones. Y según el análisis dinámico las derivas estaban dentro del rango permisible de la norma E-030. En conclusión, se obtuvieron derivas menores de 0.007 y se estableció una estructura rígida de muros estructurales de 25 cm de espesor.

Carmona y Rosas (2016), establecieron como objetivo principal “analizar, comparar y diseñar una estructura convencional con un sistema dual frente a una estructura con aislamiento sísmico” mediante una metodología de tipo aplicada y diseño no experimental. Los resultados de esta investigación contrastó un lote con un área de 404.54 m<sup>2</sup> con un perímetro de 93.25 m, y una estructura aporricada con dimensiones en las columnas de 0.50 x 0.40 m, 0.40 x 0.30, vigas de 0.60 x 0.30 m, 0.50 x 0.25 m, 0.40 x 0.30 m, 0.35 x 0.25 y una losa de 0.20 m. Además, el análisis sísmico, determinó el desplazamiento máximo en el eje X de 0.057 y 0.0017 y en el eje Y de 0.048 y 0.18, con derivas de 0.00358 y 0.0007 en eje X y 0.0027 y 0.00088 en el eje Y para la estructura convencional y con aisladores sísmicos. En definitiva, se concluyó que la utilización de aisladores sísmicos en la base mejora

el comportamiento estructural, puesto que, al tener periodos mayores las fuerzas sísmicas en sus aceleraciones disminuirán.

Sánchez (2019), estableció como objetivo principal “diseñar una estructura de un hotel de siete pisos de hormigón en San Isidro - Lima”. En base a una metodología tipo aplicada y diseño no experimental. Los resultados obtenidos detallan un área de terreno de 617.10 m<sup>2</sup> con una forma rectangular y un suelo con una capacidad portante de 4 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo, la distribución del hotel contó con ambientes típicos del segundo al séptimo piso con 4 habitaciones dobles y 6 habitaciones simple, el primer piso contuvo el ingreso, ascensor, escaleras y recepción, y la azotea contó con la sala de máquinas. La cimentación está compuesta por zapatas aisladas y conectadas, a una profundidad de desplante de 2.40 m. El sistema estructural predominante es muros estructurales. El análisis sísmico determinó derivas máximas permisibles de 0.0062 y 0.0065 para la dirección X y Y. Por lo que, en conclusión, se cumple el parámetro sísmico según norma, estableciendo dimensiones para sus elementos estructurales de 0.50 x 0.60 m, 0.45 x 0.60 m y 0.30 x 0.70 m para columnas, 0.30 x 0.60 m, 0.25 x 0.40 m para vigas, aligerado de 0.20 m y muros de 0.25 m.

Losano y morillo (2019), determinaron como objetivo principal “diseñar un hotel de 7 pisos con una estructura dual en Otuzco – La libertad”. Se utilizó una metodología de diseño no experimental tipo aplicada. Los resultados del estudio topográfico determinaron un área de terreno de 380.70 m<sup>2</sup>, con una pendiente de 27.7%. Para el estudio de suelos se realizó tres calicatas a una profundidad de 3.00 m, definiendo la estratigrafía del suelo como una arena arcillosa con grava según la clasificación SUCS, con una capacidad portante de 1.11 kg/cm<sup>2</sup> y una profundidad de desplante de 2.00 m. El diseño arquitectónico del hotel cumplió los requerimientos mínimos según la norma A-010 y A-030. El análisis sísmico determinó derivas de 0.0043 y 0.0053 para la dirección X y Y. Concluyendo que las derivas se encuentran dentro del rango de las derivas máximas permisibles según la norma E-030 0.007 con una estructuración en sus elementos estructurales de 0.20 para el aligerado, vigas de 0.25 x 0.30 m y 0.30 x 0.50 m, 0.30 x 1.00m, columnas de 0.30 x 0.50 x 0.30 x 0.80 m, placas de 0.25 m de espesor.

Tavera (2019), expuso la sismicidad en el Perú en la revista Geo-noticias perteneciente al Instituto Geofísico del Perú (IGP), y resaltó al Perú como una de las naciones con mayor potencial sísmico en el mundo, ya que se asienta sobre el Cinturón de Fuego del Pacífico, y debido a la convección del manto y sus procesos, en este lugar la tierra, libera la energía acumulada la cual hace a más del 85% de la energía en su interior.

Norma E.030 - Diseño sismorresistente (2018), demarca la sismicidad en Cajamarca y analiza el territorio nacional dividiéndolo en 4 zonas, especialmente basadas en la distorsión espacial de sismicidad examinadas a lo largo de la historia. Por lo que, se atribuye un factor y/o grado de sismicidad (Z) cuyo factor interpreta el suelo rígido y su aceleración máxima horizontal que transcurre sobre él. Siendo Cajamarca una zona sierra media alta sísmicamente, albergando un factor de zonificación de 2(0.25) y 3(0.35) en sus provincias y distritos. A lo que, puntualiza a Cajabamba como una zona 3 de media alta sismicidad, con suelos blandos perfil S1, S2 y S3, lo que conlleva, estructuralmente diseñar estructuras rígidas y resistentes ante cualquier ocurrencia sísmica. Además, según el Instituto Geodésico del Perú (IGP), argumenta que en los últimos años la zona sierra del país ha presenciado mayor actividad sísmica, por lo que, los especialistas incurren a un posible desastre natural de gran intensidad. Por ser zona sierra, alberga una probabilidad media alta de ocurrencias sísmicas, pero se ha demostrado una vez más a nivel mundial, que la tierra está cambiando y con ello, el movimiento de sus placas tectónicas, y no basta resaltar que todas las zonas 3 de hoy en día, en unos años cambien y pasen hacer prioridad sísmica, zona 4.

Chavez y Lingan (2019), denotan la sismicidad en Cajabamba y relatan los acontecimientos a lo largo de la historia, recordando aquel sismo del 19 de febrero de 1969 cuyo sismo (Intensidad de IX y magnitud de 7.0) arrasó con todas las estructuras edificadas para ese entonces, las cuales la mayoría estaban hechas a base de barro y adobe, a lo que, conjuntamente se presenció el fenómeno de licuación de suelos, lo que atribuyó mayor destrucción en las edificaciones. Por lo que, se pretende concientizar y promover la mejora en la construcción en la ciudad de Cajamarca y sus distritos, puesto que, es una de las ciudades con una sismicidad media – alta convirtiéndola en una ciudad vulnerable, cuyas

construcciones en masa están aún edificadas a base de elementos de barro, paja, otros (p. 11).

También, demarcan la vulnerabilidad sísmica como el estudio del comportamiento sísmico de los edificios, mediante métodos de análisis estructural y técnicas experimentales, las cuales permiten observar las características mecánicas de las estructuras, dando paso al mejoramiento de las normas a nivel mundial, conceptuando la mejora de diseños sísmos resistentes para cada zona de estudio. Las vulnerabilidades presentes en una edificación son: Vulnerabilidad Estructural, Vulnerabilidad no Estructural y Vulnerabilidad funcional (p. 15 - 18).

Bembibre (2021), publicó una reseña virtual sobre edificaciones, la cual fue escrita en 2009 y se mantiene hasta la actualidad, en la página web DefiniciónABC. En ella, argumenta el término edificación para conceptualizar y denotarlas como construcciones artificiales creadas por el ser humano, con la finalidad de resguardar y brindar seguridad a sus vidas. Así mismo, enmarca las características básicas que se emplea para llevar a cabo este tipo de proyectos, diseñar, planificar y ejecutar. Dejando en claro que estos trabajos son productos únicos realizados por la inventiva del hombre mediante un complejo sistema que requiere alineamientos en sus procesos y de acuerdo a la complejidad de la obra.

Resolución Ministerial – N°005 Vivienda (2019), define Hotel, a aquella estructura que otorga la prestación de servicios (alojamiento), cuya clase determina la instalación del Hospedaje y su categoría depende del confort que le brinden a sus Huéspedes.

Pérez y Gardey (2021), describe al diseño arquitectónico como el arte de la arquitectura, que idea y ejecuta las diferentes solicitudes en las edificaciones, haciendo mención que la palabra arquitectura proviene de latín (architectura), el cual se basa en el principio griego. La arquitectura emplea toda referencia del lado estético en las edificaciones, mediante forma, posición, distribución y características idóneas que desarrolla en base a un modelo arquitectónico, delimitando cada área en funcionalidad y utilidad, al mismo tiempo que fortalece todas las expectativas del hombre.

Piralla (2020), aduce que, el diseño estructural lo desarrolla el proyectista en base a diferentes actividades, las cuales sirven para determinar las características, dimensiones y forma específica de la estructura, es decir, es la parte constructiva donde la función principal es absorber todas las solicitaciones que pueda requerir la edificación en las diferentes etapas constructivas y después de ejecutada la obra (p. 15).

Además, argumenta que el diseño estructural tiene como finalidad proporcionar soluciones a la edificación, mediante el aprovechamiento eficiente y eficaz de los materiales, técnicas constructivas, garantizando un buen comportamiento y seguridad estructural ante eventos externos que sometan a la estructura, y atenten con algún tipo de falla (p. 55).

Álvaro (2001), se define los Principios del Diseño Estructural y el uso de materiales y la calidad de sus propiedades como la principal función del diseño estructural, los cuales generan y garantizan la estabilidad en la estructura. La cual se diseña para que no falle durante toda la vida útil de la edificación. Reconociendo que la estructura falla cuando deja de cumplir su función de forma eficiente. Los tipos de falla son: Falla por servicio y falla por inestabilidad. La primera se hace notar cuando las deformaciones van más allá del límite permisible o rango elástico de la estructura. Y la falla de inestabilidad o de rotura es cuando la resistencia de la estructura no es la adecuada, permitiendo movimientos y separación entre las partes de la estructura, y se da por malos apoyos, mal ensamblaje o mala calidad de los materiales (rompimiento). Por ello, enmarca tres principios fundamentales del diseño estructural, que garantizan el servicio y estabilidad de la edificación: Principio de Seguridad, Principio de Funcionalidad y Principio de Economía.

Estrada (2016), clasifica a las estructuras de forma típica en tres grupos: Superficiales, reticulares y macizas. Determinando que las superficiales son en muchos de los casos de gran utilidad, ya que funcionan como envolvente y estructura al mismo tiempo, las reticulares están compuestas por un sistema o red de componentes en forma de esqueleto y las macizas son las más utilizadas por su gran estabilidad y resistencia que proporciona estructuralmente.

Ramírez (2019), fundamenta la guía práctica del Reglamento Nacional de Edificaciones, apartado E (estructuras), capítulo E.020 (Cargas), E.060 (Concreto) y E.030 (Diseño Sismorresistente), como las más útiles para diseñar estructuras y los requerimientos que solicite el proyecto en todo el territorio nacional, puesto que determinó que estas normativas poseen parámetros que garantizan la seguridad, viabilidad y sostenibilidad de las obras estructurales. Así mismo, definió los tipos de sistemas estructurales como: Pórticos, Muros estructurales, Sistemas combinados o dual y Muros de ductilidad limitada como los más comunes en el Perú. Por otra parte, manifiesta que las cargas estructurales son aquellas fuerzas internas o externas que someten a los elementos estructurales de una edificación, por ello, es importante conocer o antelar cargas supuestas que ayuden al análisis del comportamiento estructural. Se clasifican en tres tipos, cargas vivas, cargas muertas y cargas externas o ambientales.

Instituto geográfico nacional (2005), describió las cartas orográficas del territorio peruano, discutiendo las características y relieves topográficos. A lo que, se estableció llanos, ondulados, accidentados y escarpados. De esta manera, Villaba, Vargas y Gonzáles (2017), precisaron un estudio topográfico y parámetros de las medidas de calibración para correcto levantamiento topográfico en campo, cuya data debe ser establecida en un plano topográfico que reafirme las dimensiones, forma y límites del terreno (García, Rosique y Segado 1994).

Aguilar (2014), expone sobre el estudio de la estratigrafía de los suelos y la describe como un proceso mediante el cual se identifica las propiedades, formas y características del terreno, que debe realizarse de forma obligatoria antes de llevar a cabo una construcción y corroborar si es dable o no llevar a cabo ese proyecto, y antela posibles fallas o problemas en la edificación mediante el estudio de esfuerzos o energías que someten a la superficie del suelo.

Blanco (2012), define a las cimentaciones como elementos de construcción cuya finalidad fundamental es transferir de forma adecuada las fuerzas de la edificación al subsuelo, clasificándolas como superficiales o profundas. De esta manera, el tipo de Cimentación se elige en base a un análisis complementario que complete la naturaleza del proyecto y las fuerzas a transmitir, también se determina las condiciones del suelo o roca en base a ensayos de campo y laboratorio que



fundamenten los parámetros de ejecución, y por último se argumentan las teorías del suelo y su capacidad admisible para la edificación. De tal forma se corrobora el tipo de cimentación que necesita la estructura. Zapatas Aisladas, Zapatas combinadas o corridas y losas de cimentación y pilotes (p. 39 - 50).

Siza (2016), determina la amenaza o peligro sísmico como acontecimientos en aquellas zonas o sectores expuestos a eventualidades sísmicas constantes o periódicas, las cuales se dan por medio de sucesos de liberación de energía o movimiento de las placas tectónicas, las cuales originan deformaciones en la corteza terrestre, acarreado la vulnerabilidad estructural en las edificaciones (p. 4).

Diseño Sismorresistente E.030 (2018), precisa que toda edificación debe estar construida y diseñada para resistir toda actividad sísmica prescrita, y debe antelar cualquier comportamiento inelástico de la estructura. Evitando pérdidas humanas, asegurando el funcionamiento de los servicios básicos y minimizando los daños en la propiedad de las edificaciones. (p. 22).

También, determina al análisis Sísmico como una de las partes más importantes de la dinámica estructural, la cual se encarga de explorar el comportamiento de los elementos estructurales de una edificación sometidos a eventos excepcionales, indagando y estudiando los métodos de cálculo que fundamenten la seguridad y funcionalidad de las estructuras antes y después de un sismo. Existen dos tipos de análisis, el análisis Estático y el Análisis Dinámico. (p. 22).

Por otro lado, puntualiza el análisis estático como método para determinar las exigencias sísmicas en base a un sistema de cargas actuantes al centro de masas de cada piso de la edificación. Puede aplicarse a todas las estructuras irregulares o regulares establecida en la zona con sismicidad 1. Para edificaciones irregulares no más de 15 m de altura con un sistema de muros de concreto armado o albañilería confinada y no más de 30 m de altura para estructuras regulares. Este método analiza las cargas gravitacionales, es decir, cargas vivas o sobrecarga y cargas muertas o permanentes (p. 23).

Así mismo, enfatiza el análisis dinámico como método para determinar el comportamiento estructural de la edificación sometida a fuerzas sísmicas. Pero la

realidad es que el proceso constructivo limita muchas de las veces este método, y se lleva a cabo sólo por modelos simples teóricos o estudios disponibles. También cabe resaltar que muchas veces la naturaleza resulta caótica, con magnitudes no esquematizadas, las cuales requiere métodos más complejos que fundamenten el comportamiento y las características estructurales. Este método se desarrolla en base a los grados de libertad y los modos naturales de vibración de la edificación (p. 23).

Por ello, los programas para el análisis dinámico y estático en la actualidad aseguran y facilitan el diseño y cálculo de las estructuras, permitiendo hacer un análisis más profundo y detallado de los elementos estructurales de la edificación. Así mismo, con el pasar de los años, estos programas se vuelven más especializados permitiendo realizar espectros o acelerogramas estándares. A pesar de ello, poco son los que cuentan con descripciones detalladas que brinden y faciliten la formulación de hipótesis estructurales, por lo que, queda a criterio y experiencia del usuario o ingeniero, el cual debe especializarse constantemente en el uso de estos softwares.

Camacho y Romero (2012), fomentan la utilización de programas de elementos finitos para el diseño estructural de edificaciones. Y argumentan que, facilitan un análisis más completo e implementan los análisis de respuesta dinámica en las estructuras. La ventaja es que determina automáticamente datos en base a las características o masas propuestas en las estructuras, pero se debe introducir de forma independiente los elementos estructurales y todas sus propiedades, modificando en el proceso de acuerdo a los estándares o requerimientos de las normas técnicas de cada país. Los softwares más utilizados para analizar el comportamiento estructural son: ETABS, SAP2000, SAFE, CYPECAD, entre otros, y diseñar el modelo de la edificación son: AUTOCAD, REVIT, entre otros.

### III. METODOLOGÍA

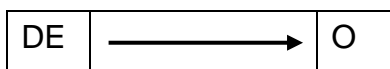
#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de Investigación

Esta investigación fue de tipo aplicada, pues planteó una solución sobre un diseño estructural de un hotel de diez pisos con sótano en Cajabamba.

##### 3.1.2 Diseño de Investigación

Esta investigación utilizó un diseño no experimental transversal – descriptivo simple (Hernández, Fernández y Batista, 2015), cuyo esquema se muestra a continuación:



**DE:** Diseño Estructural de un hotel de 10 pisos con sótano en la ciudad de Cajabamba.

**O:** Recolección de datos del proyecto de investigación.

#### 3.2 Variables y operacionalización

##### 3.2.1 Variable:

Esta investigación contó con una variable cuantitativa: Diseño Estructural.

##### 3.2.2 Operacionalización

Tabla de Operalización de Variables (ver anexo 01).

#### 3.3 Población, Muestra y Muestreo

##### 3.3.1 Población:

La población de estudio estuvo conformada por el diseño estructural de un hotel de diez pisos con sótano en un área de 1442.20 m<sup>2</sup> en la ciudad de Cajabamba, Perú – 2022.

##### 3.3.2 Muestra:

La muestra se constituyó en base a un terreno de 1442.20 metros cuadrados y el diseño de una edificación con sótano de un hotel de diez niveles en la ciudad de Cajabamba – Perú. Así mismo, para la selección de muestra se utilizó criterios lógicos y racionales de juicio de experto.

### **3.3.3 Muestreo:**

El muestreo fue de tipo no probabilístico, puesto que el diseño del hotel se seleccionó de acuerdo a las necesidades del lugar de estudio que determinó el investigador.

## **3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

### **3.4.1 Técnica:**

En el proyecto se empleó dos técnicas de investigación. Exploración directa y análisis documentado. La primera técnica estuvo basada mediante la observación, levantamiento del área de estudio y recolección de datos mediante el programa de ETABS, y la segunda técnica estuvo determinada por la documentación proporcionada por la empresa cuya labor fue de extraer, estudiar y concluir el levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos y el diseño arquitectónico (este último es opcional) en el lugar del proyecto, brindando los resultados correspondientes.

### **3.4.2 Instrumento de recolección de datos:**

Para el presente proyecto de estudio se empleó la ficha de resumen como instrumento de recolección de datos; obtenida, emitida, firmada y certificada por la entidad que se contrate para llevar a cabo el estudio y obtención de información para la investigación presente.

**Ficha de resumen N°1:** En esta ficha se emitió los datos registrados del levantamiento topográfico del terreno donde se realizó el diseño estructural de la edificación. (ejemplo, ver anexo 2).

**Guía de observación N°2:** Esta guía registró los resultados emitidos del estudio de mecánicas de suelos, según los alineamientos técnicos establecidos en la norma ASTM y la E-050, las cuales se utilizaron para llevar a cabo la recolección de datos y ensayos de mecánica de suelos. (ejemplo, ver anexo 3).

**Guía de observación N°3:** Esta guía describió las características arquitectónicas emitidas, mediante planos y requerimientos de la edificación según la norma A-010, A-020 del reglamento nacional de edificaciones. (ejemplo, ver anexo 4).

**Guía de observación N°4:** En esta guía se plasmó los datos esenciales de todas las características del diseño estructural, bajo la normativa del RNE, y sus apartados E-020, E-030, E-060. (ejemplo, ver anexo 4).

### **3.5 Procedimiento**

En esta investigación se llevó a cabo el procedimiento mediante las técnicas de exploración directa y el análisis documentado, empleando instrumentos de recolección de datos y su validación según las etapas de investigación preestablecidas. Se contó con el apoyo externo de una empresa que valide y certifique mediante un análisis documental ciertos estudios que son requisito para el diseño estructural de la edificación; levantamiento Topográfico, estudio de mecánica de suelos y diseño arquitectónico. Así mismo, mediante el criterio de un especialista estructural se corroboró la veracidad y credibilidad del análisis sísmico de la estructura y el diseño estructural que se propuso para un hotel de diez niveles con sótano en la provincia de Cajabamba, departamento Cajamarca – Perú. De tal forma que, se garantizó los alineamientos y normas que se requieren para llevar a cabo esta investigación, las cuales han sido mencionadas con anterioridad en el presente proyecto académico de investigación.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

El estudio del levantamiento topográfico utilizó una data extraída directamente del software de la estación total cuyos datos fueron insertados en hojas de cálculo en el programa de Excel, determinando los puntos de coordenadas. De esta manera se insertó los datos de planimetría en un plano topográfico que se elaboró en AutoCAD.

Por otro lado, el estudio de mecánica de suelos se realizó mediante ensayos en el laboratorio (contenido de humedad, límites de consistencia, análisis granulométrico, clasificación del suelo SUCS y capacidad portante del suelo) cuyos resultados fueron establecidos en Excel mediante cuadros estadísticos.

Por otra parte, el diseño arquitectónico se llevó a cabo por medio de tablas en Excel cuyas características fueron determinadas por los parámetros de

diseño arquitectónico de la norma A.010 y A.030. Por lo que, las áreas de los ambientes en el interior del hotel se diseñaron según el área total del levantamiento topográfico y por medio del software de AutoCAD determinando planos en planta, cortes, y elevaciones.

El análisis sísmico de la estructura se determinó según la norma E.030 del reglamento nacional de edificaciones, el software de ETABS y la estructuración previa de sus elementos estructurales se realizó en hojas de cálculo en Excel. Los resultados emitidos por ETABS (cortante basal, modos de vibración, periodos, distorsiones, derivas) se insertaron en cuadros estadísticos en Excel determinando comprobaciones según norma.

Así mismo, el diseño estructural de la edificación se realizó en el software de AutoCAD conforme a la estructuración que se obtuvo según los estudios ya mencionados anteriormente. Se diseñó la losa aligerada, vigas peraltadas, vigas chatas, columnas, placas, cimentación mediante hojas de cálculo en el programa Excel.

### **3.7 Aspectos éticos**

Este proyecto de investigación contó con el respaldo y alineamientos técnicos de la guía práctica Resolución de Vicerrectorado de Investigación N°110-2022-VI-UCV la universidad Cesar Vallejo, fomentando la ética profesional como base fundamental en la difusión y demostración de las bases teóricas empleadas, las cuales estuvieron argumentadas en referencias de tesis, revistas especializadas, libros electrónicos, artículos de investigación y en la normativa peruana, por lo que, todas estas fuentes fidedignas constituyeron la veracidad y confiabilidad estructural de todo el proyecto de investigación. Además, se empleó el fondo editorial de la universidad Cesar Vallejo estableciendo la adaptación de la norma International Organization for Standardization (ISO 690 y 690 – 2), garantizando la empleabilidad correcta de las fuentes de datos y la redacción de citas, referencias y otras, las cuales mediante el programa Turnitin se comprobó el no plagio, según la similitud con otras investigaciones certificando y acreditando la originalidad y autenticidad del proyecto en el mundo investigativo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Levantamiento Topográfico

Este estudio nos permitió conocer el relieve y las dimensiones exactas del lugar, estableciendo un área de 1 442.20 m<sup>2</sup> y un perímetro de 180.11 ml. Así mismo, para poder llevar acabo esta etapa del proyecto, se contó con la aprobación y apoyo de un experto de la materia, quién a su vez facilitó las herramientas adecuadas y necesarias como estación total, prisma y GPS diferencial para el levantamiento topográfico, cuyos datos obtenidos fueron descritos en la ficha resumen N°1 (ver anexo 2) y plasmados en el plano topográfico de planimetría (ver anexo 31), determinando que el terreno posee una orografía o topografía llana con una pendiente mínima del 3% y una superficie de forma rectangular.

### 4.2 Estudio de Mecánica de Suelos

Este estudio permitió conocer las características y propiedades estratigráficas del terreno. Se contó con un área útil de diseño de 400 m<sup>2</sup> y de acuerdo a la tabla N°6 de la Norma E- 050 (ver la tabla 1) se extrajo dos muestras del suelo.

Tabla 1. Número de puntos de exploración.

TABLA 6: NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN	
Tipo de edificación u obra (Tabla 1)	Número de puntos de exploración
I	Uno por cada 225 m <sup>2</sup> de área techada del primer piso
II	Uno por cada 450 m <sup>2</sup> de área techada del primer piso
III	Uno por cada 900 m <sup>2</sup> de área techada del primer piso*
IV	Uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas.
Habilitación urbana para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habitar

Fuente: Norma E-050.

Se realizó los ensayos de laboratorio bajo las normativas y especificaciones técnicas de acuerdo a la tabla 2.

Tabla 2. Normas y especificaciones técnicas.

Suelos y cimentaciones	E - 050
Suelos y Taludes	CE - 020
Análisis granulométrico	ASTM - D422
Límites Atterberg	ASTM - D4318
Contenido de Humedad	ASTM - D2216
Clasificación unificada de suelos	ASTM - D2487
Muestreo con tubos de paredes delgadas	ASTM - D1587
Peso volumétrico de suelos	NTP - 339.139
Análisis químico de suelos	NTP - 400.042
Corte directo (consolidado drenado)	MTC E123-2016
Análisis químico de suelos	MTC E219
Sales solubles totales	NTP - 339.152

Fuente: elaboración propia.

Las dimensiones de las calicatas fueron de 1.50 m de largo x 1.00 m de ancho x 3.00 m de profundidad y sus características se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Resumen de calicatas.

Calicata	C-1	C-2
Estrato	E1	E2
Prof.(m)	0.00-3.00	0.00-3.00
Clasif. SUCS	ML	ML
Color	Marrón	Marrón
Nivel freático	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

Los parámetros de resistencia y deformación del suelo se establecen en la tabla 4.

Tabla 4. Parámetros geotécnicos para el análisis de cimentación.

Calicata	C 1	C 2
Estrato	E.1	E.1
Prof.(m)	0.00-3 00	0.00-3.00
Clasif. SUCS	ML	ML
$\Phi$	25.00°	25.10°
C (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.015	0.015
$\gamma$ (ton/m <sup>3</sup> )	1.085	1.091
P (Kg/cm <sup>3</sup> )	2.97	3.01
U	0.30	0.30
E (Kg/cm <sup>2</sup> )	200	200

Fuente: elaboración propia.



La capacidad de esfuerzos admisibles del terreno se explica en la tabla 5.

Tabla 5. Capacidad portante y asentamientos.

Calicata	C-1	C 2
Estrato	E1	E1
Prof.(m)	0.00-3.00	0.00-3.00
Carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	1.43	1.45
Asentamiento (cm)	0.61	0.61

Fuente: elaboración propia.

Los porcentajes del tamizado retenido de las muestras se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados análisis granulométrico – calicatas.

Calicatas	C-1	C-2
Estrato	E1	E2
Prof.(m)	0.00-3.00	0.00-3.00
% Grava	19.50%	20.24%
% Arena	26.51%	27.49%
% Finos	54.00%	52.27%

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de contenido de humedad del terreno se expresan en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados Limite de atterberg – calicatas.

Calicatas	C-1	C-2
Estrato	E1	E2
Prof.(m)	0.00-3.00	0.00-3.00
LL	30.00%	30.00%
LP	23.74%	23.78%
IP	6.26%	6.22%

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de las propiedades del terreno según la determinación rápida se establecen en la tabla 8.

Tabla 8. Resultado corte directo del suelo – calicatas.

Calicatas	C-1	C-2
Estrato	E1	E2
Clasif.	ML	ML
$\phi$	25.00°	25.10°
C (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.015	0.015
P (Kg/cm <sup>3</sup> )	2.97	3.01

Fuente: elaboración propia.

El resumen de los ensayos se presenta en la tabla 9.

Tabla 9. Resumen de ensayos de laboratorio de calicatas.

Calicatas	C-1	C-2
Estrato	E1	E2
Prof.(m)	0.00-3.00	0.00-3.00
% grava	19.50%	20.24%
% arena	26.51%	27.49%
% finos	54.00%	52.27%
LI	30.00%	30.00%
Lp	23.74%	23.78%
Ip	6.26%	6.22%
Clasif.	MI	MI
$\Phi$	25.00°	25.10°
C (kg/cm <sup>2</sup> )	0.015	0.015
P (kg/cm <sup>3</sup> )	2.97	3.01

Fuente: elaboración propia.

### 4.3 Diseño Arquitectónico

Se optó por un diseño arquitectónico conservador y funcional, mediante la utilización de las normas A.010 y A.030, y del software especializado de diseño y dibujo AutoCAD se consideró un área útil de diseño de 400 m<sup>2</sup>, una estructura típica en altura y con áreas típicas entre sus ambientes. Además, cuenta con una banda impermeabilizante (banda de asfalto para aislar la humedad) y con aisladores térmicos en todos sus ambientes, y en cuanto a los exteriores se cuenta con un área eco amigable zonas con vegetación lo que contraste el lado estético de la edificación con la naturaleza. De este modo, se diseñó el primer nivel con 4 habitaciones (2 habitaciones matrimoniales, 1 habitación simple y 1 habitación doble), recepción, hall, escaleras, ascensor y pasadizos amplios (ver anexo 32). Y los siguientes niveles del 2do al 10mo con 4 habitaciones (2 habitaciones matrimoniales y 2 habitaciones dobles), hall, almacén, ascensor, escaleras, jardín y un pasadizo amplio (ver anexo 33). Así mismo, el hotel contó con una altura típica de 3.00 m en todos sus niveles (10 pisos), a diferencia del resto el sótano tuvo 4.60 m de altura con el fin de estacionamiento (ver anexo 34). De esta forma se distribuyó los ambiente y alturas del hotel para cumplir las necesidades de los huéspedes, la óptima funcionalidad del hotel y garantizar la seguridad con espacios amplios para la evacuación ante cualquier solicitud de emergencia que someta la seguridad de las personas.

#### 4.4 Análisis Sísmico

De acuerdo al ACI 318S-14, la norma E-060 de concreto armado, la norma E-030 de diseño sismorresistente y la norma E-020 de cargas; se cumplió los requerimientos mínimos para los componentes estructurales de la edificación y las solicitaciones de diseño de su estructura. En definitiva, de acuerdo a los cálculos realizados en el predimensionamiento se contrastó placas de concreto armado con un espesor de 25 cm, 3 tipos de columnas: C1=50 x 50 cm, C2= 40 x 80 cm, C3= 30 x 80 cm, vigas de:  $V_{CH}$ = 25 x 20 cm,  $V_{ES}$ : 25 x 40 cm,  $V_P=V_S$  30 x 60 cm, losa aligerada de 20 cm y según el estudio de mecánica de suelos se recomendó utilizar una platea de cimentación a una profundidad mínima de desplante de 1.60 m.

Así mismo, una vez que se obtuvo los datos del predimensionamiento y con ayuda del software especializado en análisis sísmico estructural se procedió a ser el modelo en 3D del hotel (ver figura 1). Por lo que, una vez que se dibujó y se estableció los datos requeridos en el ETABS se realizó el análisis estático y dinámico del edificio, lo que concluyó un comportamiento favorable de la estructura ante cargas de gravedad y sísmicas.

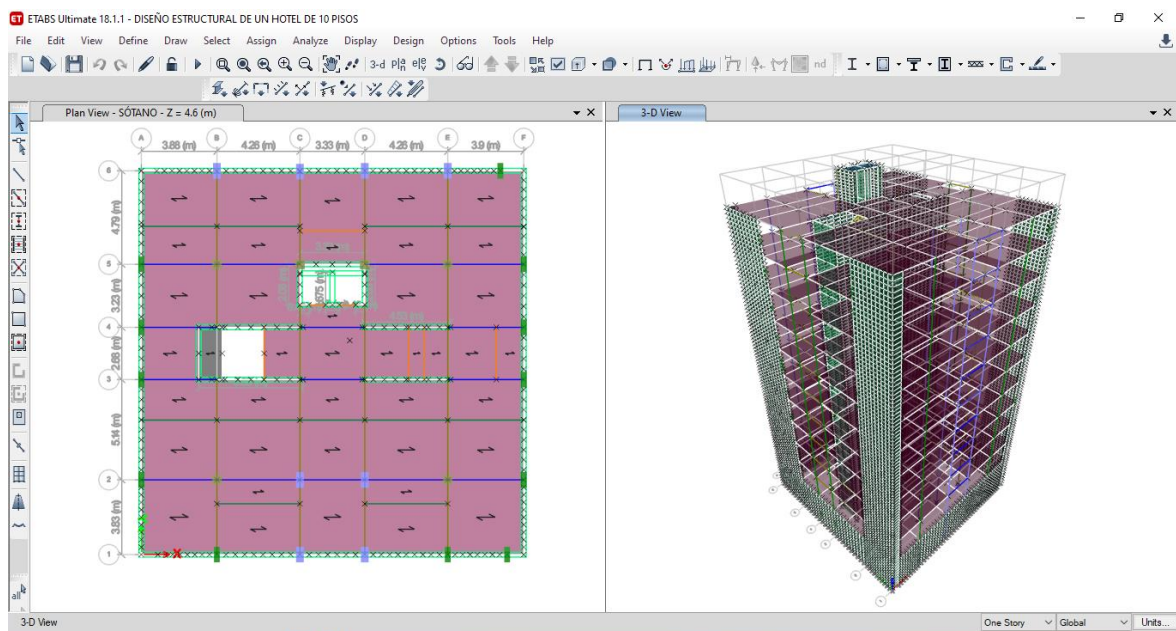


Figura 1. Modelo 3D de la estructura del hotel.

Los resultados de la cortante en la base en la dirección “X” es de 1 074.0463 tn y se puede observar en la tabla 10.

Tabla 10. Análisis estático – cortante basal en X (VX).

<b>TABLE: Story Stiffness</b>					
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>Shear X</b>	<b>Drift X</b>	<b>Stiff X</b>
<b>PISO 10</b>	SXE	LinStatic	149.3693	0.0028	52938.685
<b>PISO 9</b>	SXE	LinStatic	358.5352	0.0031	115476.301
<b>PISO 8</b>	SXE	LinStatic	540.5441	0.0034	159584.694
<b>PISO 7</b>	SXE	LinStatic	695.5568	0.0036	191993.808
<b>PISO 6</b>	SXE	LinStatic	823.7603	0.0038	218590.14
<b>PISO 5</b>	SXE	LinStatic	925.3778	0.0038	245084.063
<b>PISO 4</b>	SXE	LinStatic	1000.6864	0.0036	275199.254
<b>PISO 3</b>	SXE	LinStatic	1050.0544	0.0033	318165.859
<b>PISO 2</b>	SXE	LinStatic	1074.0463	0.0027	395254.711
<b>PISO 1</b>	SXE	LinStatic	1074.0463	0.0019	561141.539

Fuente: elaboración propia.

La cortante máxima en la base en el eje “Y” es de 1 074.0448 tn y se describe en la tabla 11.

Tabla 11. Análisis estático – cortante basal en Y (VY).

<b>TABLE: Story Stiffness</b>					
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>Shear Y</b>	<b>Drift Y</b>	<b>Stiff Y</b>
<b>PISO 10</b>	SYE	LinStatic	150.1698	0.0034	44173.966
<b>PISO 9</b>	SYE	LinStatic	360.1721	0.0037	98551.143
<b>PISO 8</b>	SYE	LinStatic	542.6283	0.0039	139652.502
<b>PISO 7</b>	SYE	LinStatic	697.7468	0.0041	172087.661
<b>PISO 6</b>	SYE	LinStatic	825.7692	0.0041	199958.243
<b>PISO 5</b>	SYE	LinStatic	926.983	0.0041	227403.829
<b>PISO 4</b>	SYE	LinStatic	1001.7446	0.0038	260615.928
<b>PISO 3</b>	SYE	LinStatic	1050.5261	0.0034	308895.281
<b>PISO 2</b>	SYE	LinStatic	1074.0448	0.0027	401253.328
<b>PISO 1</b>	SYE	LinStatic	1074.0448	0.0019	577382.728

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la tabla 12 y 13 son la verificación del sistema estructural. A lo que, según la norma E-030 los muros estructurales son los que predominan en ambas direcciones con más del 70%.

Tabla 12. Comprobación del sistema estructural – eje X

<b>TABLE: Section Cut Forces - Design</b>					
<b>Sectuin Cut</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>V2</b>	<b>Porcentajes</b>	<b>Sistema</b>	<b>Coef. Reducción</b>
			<b>Cortantes</b>	<b>Estructural</b>	<b>R<sub>o</sub></b>
SC. PLACAS	SXD <sub>MAX</sub>	-178.5308	80.83%	Muros Estructurales	6
SC. COLUMNAS	SXD <sub>MAX</sub>	-42.3312	19.17%		
CS.TOTAL	SXD <sub>MAX</sub>	-220.862	100%		

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Comprobación del sistema estructural – eje X

<b>TABLE: Section Cut Forces - Design</b>					
<b>Sectuin Cut</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>V2</b>	<b>Porcentajes</b>	<b>Sistema</b>	<b>Coef. Reducción</b>
			<b>Cortantes</b>	<b>Estructural</b>	<b>R<sub>o</sub></b>
SC. PLACAS	SYD <sub>MAX</sub>	-126.705	72.52%	Muros Estructurales	6
SC. COLUMNAS	SYD <sub>MAX</sub>	-48.0021	27.47%		
CS.TOTAL	SYD <sub>MAX</sub>	174.7191	100%		

Fuente: elaboración propia.

Se estableció los resultados de modos de vibración estructural y sus masas participativas en la tabla 14. De esta forma se determinó, los tres primeros modos predominantes: Eje Y:57.3% Eje X:57.5% Eje Z:62.5% corroborando que los primeros dos

modos se ejercieron bajo un comportamiento de traslación y el tercero en rotación. Además, se verificó más del 90% en la sumatoria de sus masas.

Tabla 14. Periodos y Masas

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
		sec												
Modal	1	0.604	0.1026	0.573	0	0.1026	0.573	0	0.3162	0.0545	0.0088	0.3162	0.0545	0.0088
Modal	2	0.579	0.5752	0.0845	0	0.6778	0.6575	0	0.0448	0.2895	0.0405	0.361	0.344	0.0493
Modal	3	0.461	0.0244	0.028	0	0.7022	0.6855	0	0.0132	0.0131	0.625	0.3742	0.3571	0.6743
Modal	4	0.156	0.1364	0.0083	0	0.8386	0.6939	0	0.0132	0.2925	0.0027	0.3874	0.6496	0.677
Modal	5	0.155	0.0044	0.1516	0	0.843	0.8455	0	0.2793	0.0122	0.0059	0.6667	0.6617	0.6829
Modal	6	0.122	0.0059	0.0033	0	0.8489	0.8487	0	0.0077	0.0121	0.1405	0.6745	0.6738	0.8233
Modal	7	0.074	0.0421	0.0147	0	0.891	0.8634	0	0.0253	0.0718	0.0032	0.6998	0.7457	0.8265
Modal	8	0.073	0.0147	0.0503	0	0.9057	0.9137	0	0.0882	0.0256	0.0024	0.788	0.7713	0.8266
Modal	9	0.058	0.0024	0.001	0	0.908	0.9147	0	0.0018	0.0045	0.0564	0.7898	0.7758	0.8829
Modal	10	0.046	0.0078	0.026	0	0.9158	0.9407	0	0.0614	0.0185	0.0017	0.8512	0.7943	0.8846
Modal	11	0.046	0.0245	0.0097	0	0.9403	0.9505	0	0.0228	0.0577	0.0004	0.8739	0.852	0.885
Modal	12	0.037	0.0017	0.0011	0	0.9421	0.9515	0	0.0026	0.0042	0.0308	0.8765	0.8562	0.9158
Modal	13	0.034	0.0016	0.0183	0	0.9437	0.9698	0	0.0433	0.0036	0.0015	0.9199	0.8598	0.9173
Modal	14	0.033	0.019	0.0022	0	0.9626	0.972	0	0.0054	0.0438	0.0008	0.9252	0.9036	0.9182
Modal	15	0.028	0.0014	0.0115	0	0.964	0.9835	0	0.0298	0.0034	0.0008	0.955	0.907	0.919

Fuente: elaboración propia.

The Table Center of Mass and Rigidity contuvo los resultados del centro de sus masas y rigideces determinando en cada piso una mínima exentricidad entre ambas (ver tabla 15).

Tabla 15. Centro de masas y rigideces.

TABLE: Centers Of Mass And Rigidity									
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCCM	YCCM	XCR	YCR	EXC	EXC
		tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf-s <sup>2</sup> /m	m	m	m	m	X	Y
<b>PISO 1</b>	D1	28.46021	28.46021	10.7616	11.0581	9.6405	11.3418	1.1211	-0.2837
<b>PISO 2</b>	D2	28.51368	28.51368	10.751	11.0586	9.6864	11.5509	1.0646	-0.4923
<b>PISO 3</b>	D3	28.49586	28.49586	10.7545	11.0584	9.6595	11.6186	1.095	-0.5602
<b>PISO 4</b>	D4	28.49586	28.49586	10.7545	11.0584	9.6002	11.6263	1.1543	-0.5679
<b>PISO 5</b>	D5	28.49586	28.49586	10.7545	11.0584	9.5296	11.6039	1.2249	-0.5455
<b>PISO 6</b>	D6	28.49586	28.49586	10.7545	11.0584	9.4561	11.565	1.2984	-0.5066
<b>PISO 7</b>	D7	28.49586	28.49586	10.7545	11.0584	9.3833	11.5185	1.3712	-0.4601
<b>PISO 8</b>	D8	28.49586	28.49586	10.7545	11.0584	9.3139	11.4714	1.4406	-0.413
<b>PISO 9</b>	D9	28.49586	28.49586	10.7545	11.0584	9.252	11.4314	1.5025	-0.373
<b>PISO 10</b>	D10	16.65577	16.65577	10.8278	11.2017	9.2085	11.3969	1.6193	-0.1952

Fuente: elaboración propia.

The Table Story Max Over Avg Displacements estableció los desplazamientos o distorsiones máximas de entre piso, los cuales son menores a 0.007 como demanda la E-030 norma peruana para ambas direcciones (ver tabla 16 y 17).

Tabla 16. Distorsiones de entre piso – eje X

TABLE: Story Max Over Avg Displacements										
Story	Output Case	Direction	Maximum	Max. Despla. Relativo (m)	IRREGULAR Rx = 6	Max. Despla. Elástico (m)	Altura Piso (m)	Distorsión Elástico	Distorsión Max. Norma	Verificación Distorsión
<b>PISO 10</b>	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.033479	0.002631	5.10	0.0134181	3	0.0045	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 9</b>	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.030806	0.002934	5.10	0.0149634	3	0.0449	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 8</b>	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.027863	0.00324	5.10	0.016524	3	0.0496	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 7</b>	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.024635	0.003535	5.10	0.0180285	3	0.0541	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 6</b>	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.021137	0.003768	5.10	0.0192168	3	0.0577	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 5</b>	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.017431	0.003893	5.10	0.0198543	3	0.0596	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 4</b>	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.013619	0.003871	5.10	0.0197421	3	0.0592	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 3</b>	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.009841	0.003653	5.10	0.0186303	3	0.0559	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 2</b>	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.006283	0.003194	5.10	0.0162894	3	0.0489	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 1</b>	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.00317	0.00317	5.10	0.016167	3	0.0485	0.007	<b>OK</b>

Fuente: elaboración propia.



Tabla 17. Distorsiones de entre piso – eje Y

TABLE: Story Max Over Avg Displacements										
Story	Output Case	Direction	Maximum	Max. Despla.	IRREGULAR	Max. Despla.	Altura	Distorsión	Distorsión	Verificación
			m	Relativo (m)	Rx = 6	Elástico (m)	Piso (m)	Elástico	Max. Norma	Distorsión
<b>PISO 10</b>	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.035817	0.003219	5.10	0.0164169	3	0.00547	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 9</b>	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.032618	0.003485	5.10	0.0177735	3	0.00592	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 8</b>	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.029153	0.003709	5.10	0.0189159	3	0.00631	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 7</b>	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.025453	0.003901	5.10	0.0198951	3	0.00663	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 6</b>	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.021548	0.004015	5.10	0.0204765	3	0.00683	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 5</b>	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.017516	0.004012	5.10	0.0204612	3	0.00682	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 4</b>	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.013472	0.003859	5.10	0.0196809	3	0.00656	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 3</b>	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.009565	0.003515	5.10	0.0179265	3	0.00598	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 2</b>	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.005988	0.002951	5.10	0.0150501	3	0.00502	0.007	<b>OK</b>
<b>PISO 1</b>	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.002967	0.002967	5.10	0.0151317	3	0.00504	0.007	<b>OK</b>

Fuente: elaboración propia.

The Table Story Drifts contrastó derivas máximas menores a 0.007 en las dos direcciones corroborando la hipótesis de la investigación según la E.030 (ver tabla 18 y 19).

Tabla 18. Derivas de entre piso – eje X.

TABLE: Story Drifts							
Story	Output Case	Direction	Drift	IRREGULAR	Distorsión	Distorsión	Verificación
				Rx = 6	Elástico	Max. Norma	Distorsión
PISO 10	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.001051	5.1	0.0053601	0.007	<b>OK</b>
PISO 9	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.001169	5.1	0.0059619	0.007	<b>OK</b>
PISO 8	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.001287	5.1	0.0065637	0.007	<b>OK</b>
PISO 7	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.001298	5.1	0.0066198	0.007	<b>OK</b>
PISO 6	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.001306	5.1	0.0066606	0.007	<b>OK</b>
PISO 5	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.001341	5.1	0.0068391	0.007	<b>OK</b>
PISO 4	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.001298	5.1	0.0066198	0.007	<b>OK</b>
PISO 3	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.001258	5.1	0.0064158	0.007	<b>OK</b>
PISO 2	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.001241	5.1	0.0063291	0.007	<b>OK</b>
PISO 1	SXD <sub>MAX</sub>	X	0.000929	5.1	0.0047379	0.007	<b>OK</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19. Derivas de entre piso – eje Y

TABLE: Story Drifts							
Story	Output Case	Direction	Drift	IRREGULAR	Distorsión	Distorsión	Verificación
				Rx = 6	Elástico	Max. Norma	Distorsión
PISO 10	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.001328	5.1	0.0067728	0.007	OK
PISO 9	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.001331	5.1	0.0067881	0.007	OK
PISO 8	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.001339	5.1	0.0068289	0.007	OK
PISO 7	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.001343	5.1	0.0068493	0.007	OK
PISO 6	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.001352	5.1	0.0068952	0.007	OK
PISO 5	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.001360	5.1	0.006936	0.007	OK
PISO 4	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.001353	5.1	0.0069003	0.007	OK
PISO 3	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.001362	5.1	0.0069462	0.007	OK
PISO 2	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.001186	5.1	0.0060486	0.007	OK
PISO 1	SYD <sub>MAX</sub>	Y	0.00085	5.1	0.004335	0.007	OK

Fuente: elaboración propia.

## 4.5 Diseño Estructural

Este estudio empleó normativas como la E.060, E.020 y el ACI.318S-08. Y se logró diseñar los elementos estructurales del hotel según los resultados del análisis sísmico en el software de ETABS.

La figura 2 describió los parámetros de diseño según el ACI.318S-08, cuyos datos vienen por default en el programa de ETABS.

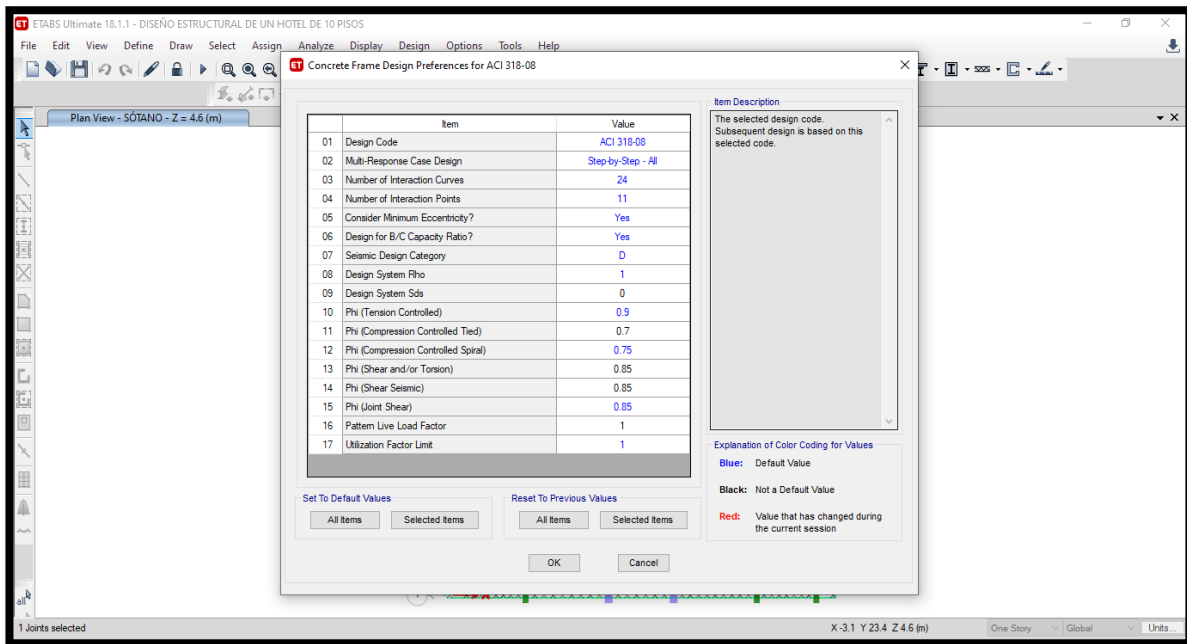


Figura 2. Consideraciones de diseño ACI 318 - 08.

La figura 3 plasmó los diagramas de fuerzas cortantes en toda la estructura en la elevación del eje 2.

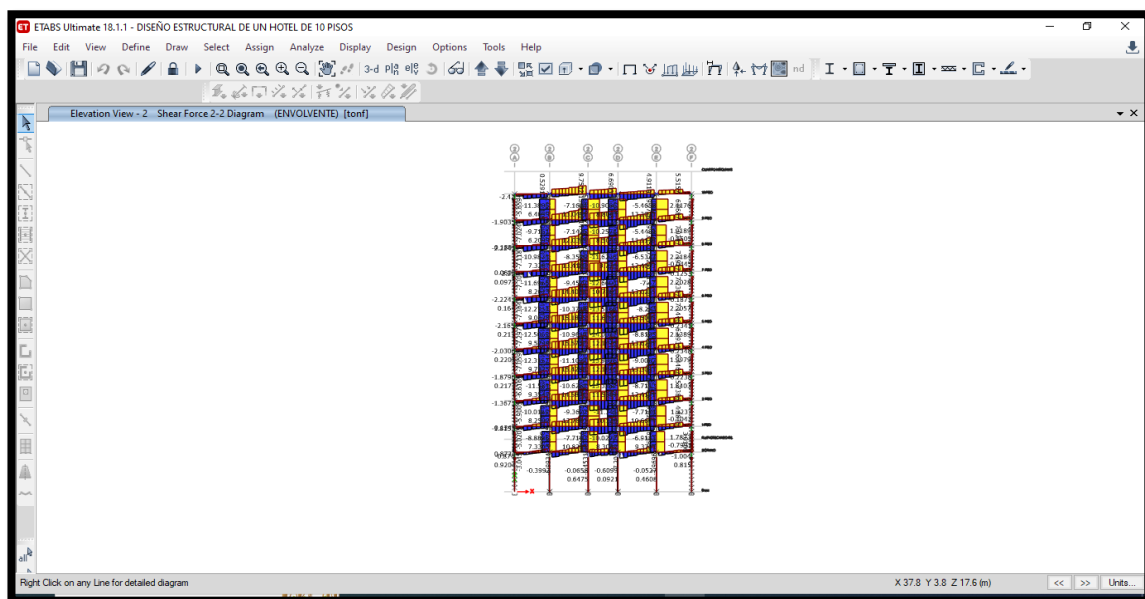


Figura 3. Diagrama envolvente de fuerzas cortantes– eje 2.

La figura 4 plasmó la elevación del eje 2 y sus diagramas de momento en la estructura.

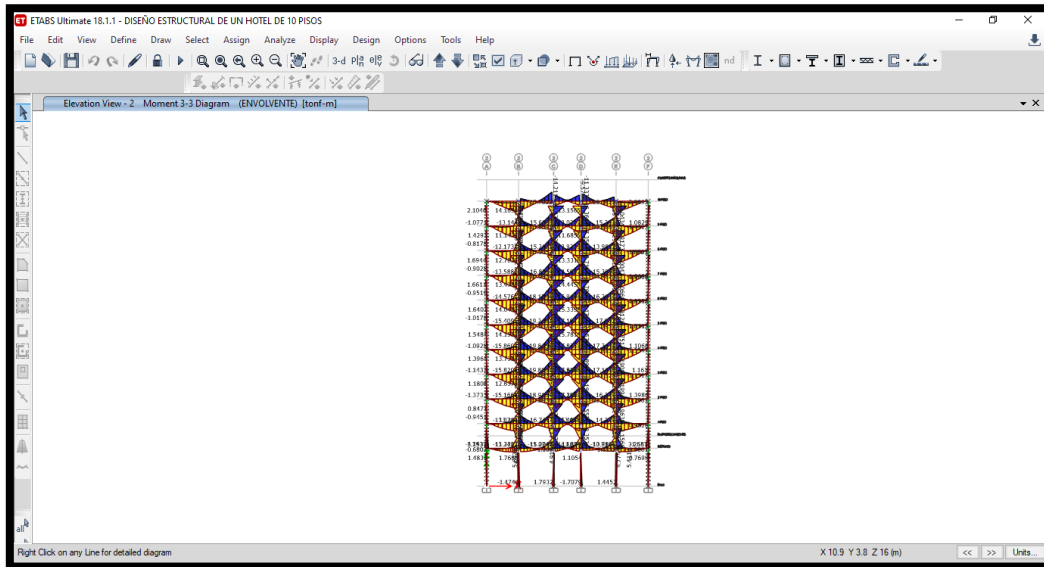


Figura 4. Diagrama envolvente de momentos– eje 2.

Se diseñó la viga portante de 30 x 60 cm mediante el ETABS en la elevación 2 - tramo AB (ver figura 5) considerando las combinaciones de cargas según la norma E.060 - concreto armado. A lo que, se determinó la colocación de acero superior e inferior de 2 varillas de 3/4" de diámetro con amarre de acero transversal de 3/8" de diámetro con una separación 4 @ 5cm, 2 @ 10cm, 2 @ 15 cm, el resto a 30cm. Se cumplió con las cuantías mínimas y máximas ( $0.0033 < 0.0035 < 0.021$ ) garantizando la ductilidad en su momento máximo a flexión y a corte, descartando una falla frágil.

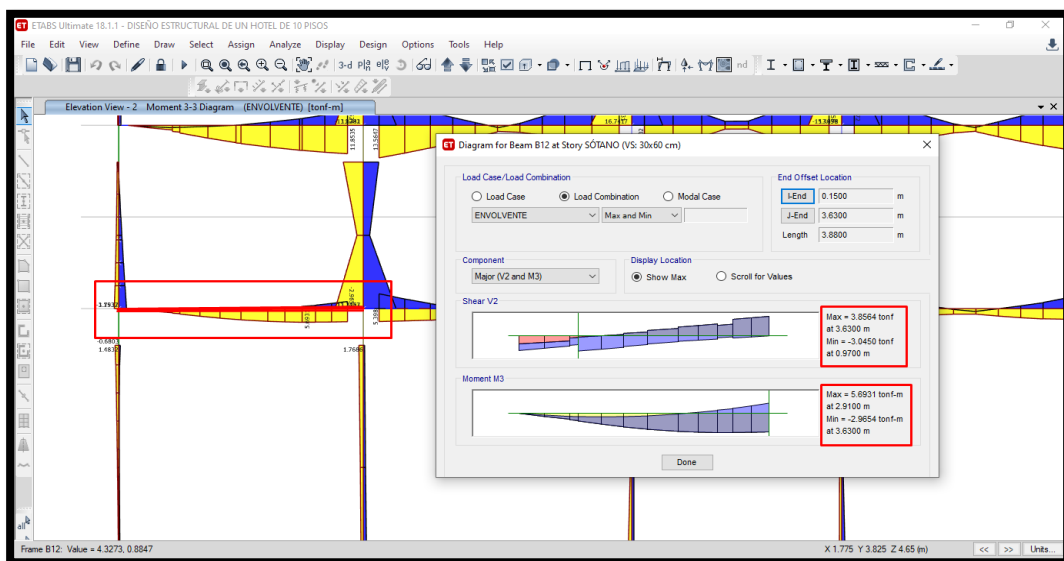


Figura 5. Figura 10. Eje 2: Viga del pórtico A-B.

Se diseñó las columnas considerando las combinaciones o solicitaciones de diseño según la E.060 concreto armado, normativa peruana. La columna (C1), tuvo 50 x 50 cm de sección, con un  $A_{s(min)}$ :  $0.01 \times (b \times h) = 25 \text{ cm}^2$  según el ACI 318S-14. El área de acero ( $A_s$ ) de las columnas se comprobó mediante el diagrama de interacción de pesos y momentos por diseño a flexo-compresión. Es decir, Se determinó que el diseño de la columna C1 en ambas direcciones (X, Y) es el adecuado, pues según la interpretación del diagrama de interacción que se muestra en la figura 6 y 7, la combinación de cargas y momentos es menor a la combinación de cargas de diseño de la curva de interacción.

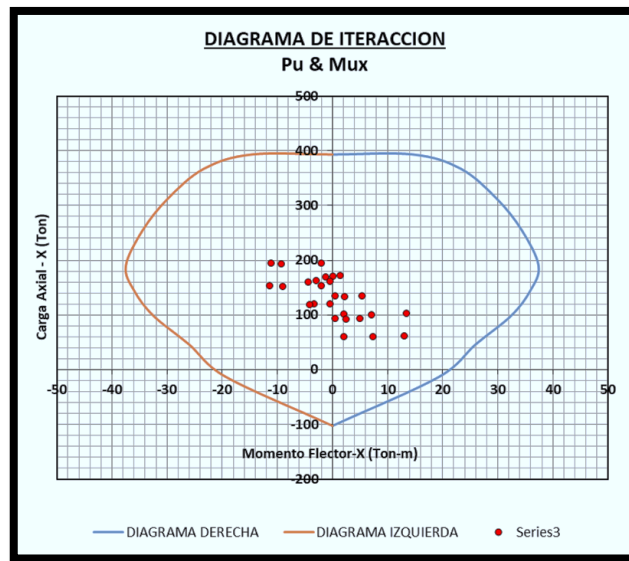


Figura 6. Diagrama de interacción C1, dirección X-X: Elevación 2-B, cuadrante N°1 y 3.

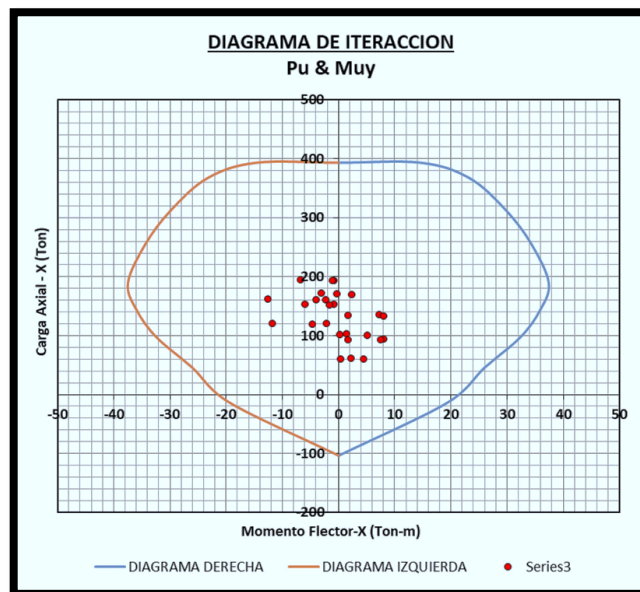


Figura 7. Diagrama de interacción C1, dirección Y-Y: Elevación 2-B, cuadrante N°2 y 4.

Lo que concluyó que el armado estructural según la figura 8, en la columna de 50 x 50 cm se utilizó 4 varillas de 3/4" de diámetro más 8 varillas de 5/8" de diámetro, determinando un área de acero de 27.236 cm<sup>2</sup> mayor al mínimo requerido. Por otro lado, el diseño a corte determinó los espaciamientos de estribos en toda la longitud de la columna separando 4 @ 5cm, 8 @ 10cm y el resto a 30cm.

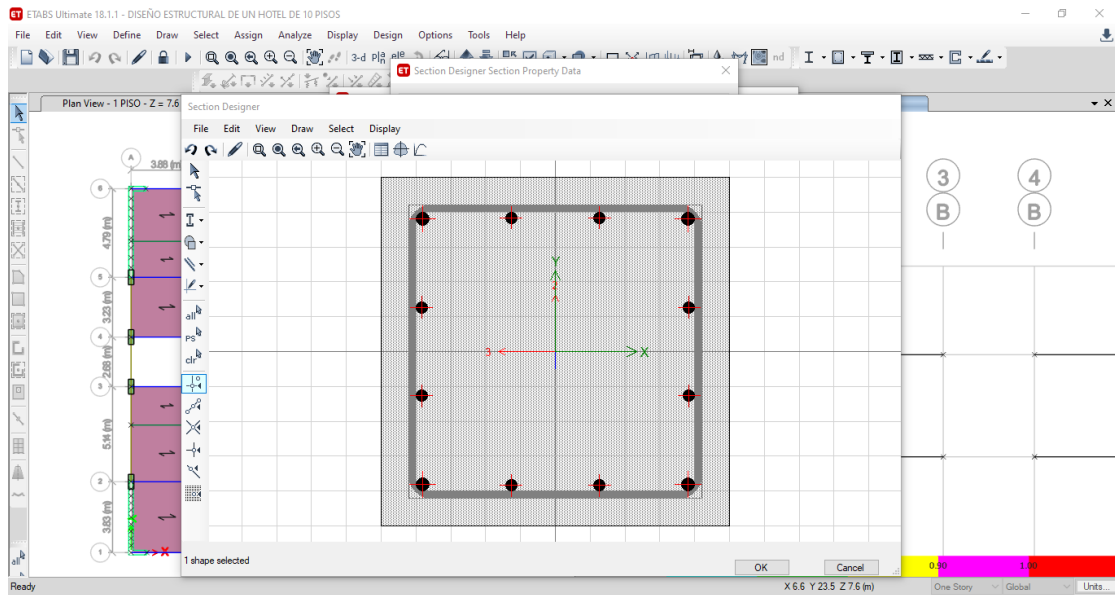


Figura 8. Armado y sección final: Columna - C1.

La columna (C2), tuvo 40 x 80 cm, con un  $A_{s(min)}$ :  $0.01 \times (b \times h) = 32 \text{ cm}^2$  en torno al ACI 318S-14. El diseño por flexo-compresión estableció que los parámetros de diseño para la columna C2 en sus dos sentidos (X, Y) es el óptimo, y de acuerdo a la figura 9 y 10, la curva de interacción somete a los esfuerzos de la columna, garantizando su diseño.

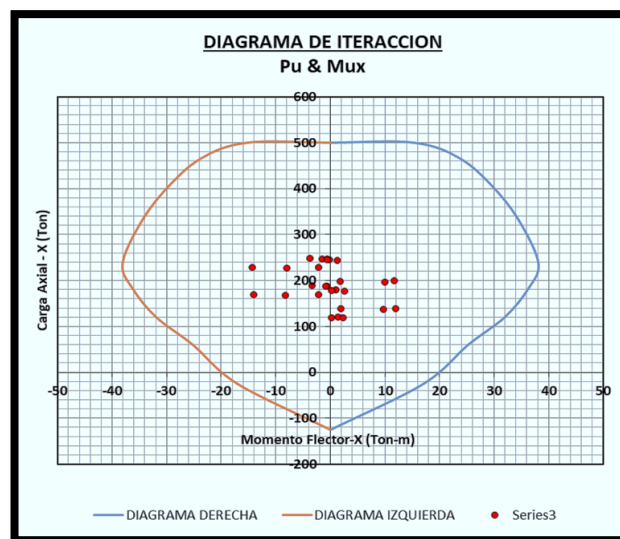


Figura 9. Diagrama de interacción C2, dirección X-X: Elevación 1-B, cuadrante N°1 y 3.

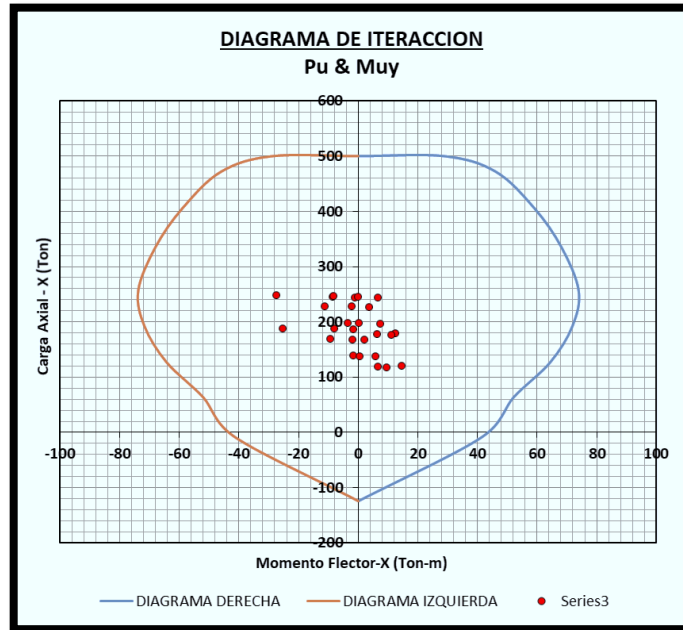


Figura 10. Diagrama de interacción C2, dirección Y-Y: Elevación 1-B, cuadrante N°2 y 4.

Los detalles del armado de la columna C2 se muestran en la figura 11, indicando que se utilizó 6 varillas de 3/4" de diámetro + 8 varillas de 5/8" de diámetro, generando un área de acero de 32.936 cm<sup>2</sup> > al mínimo requerido. Por otra parte, los espaciamientos del acero transversal según el diseño por corte fueron de 4 @ 5cm, 8 @ 10cm y el resto a 30cm.

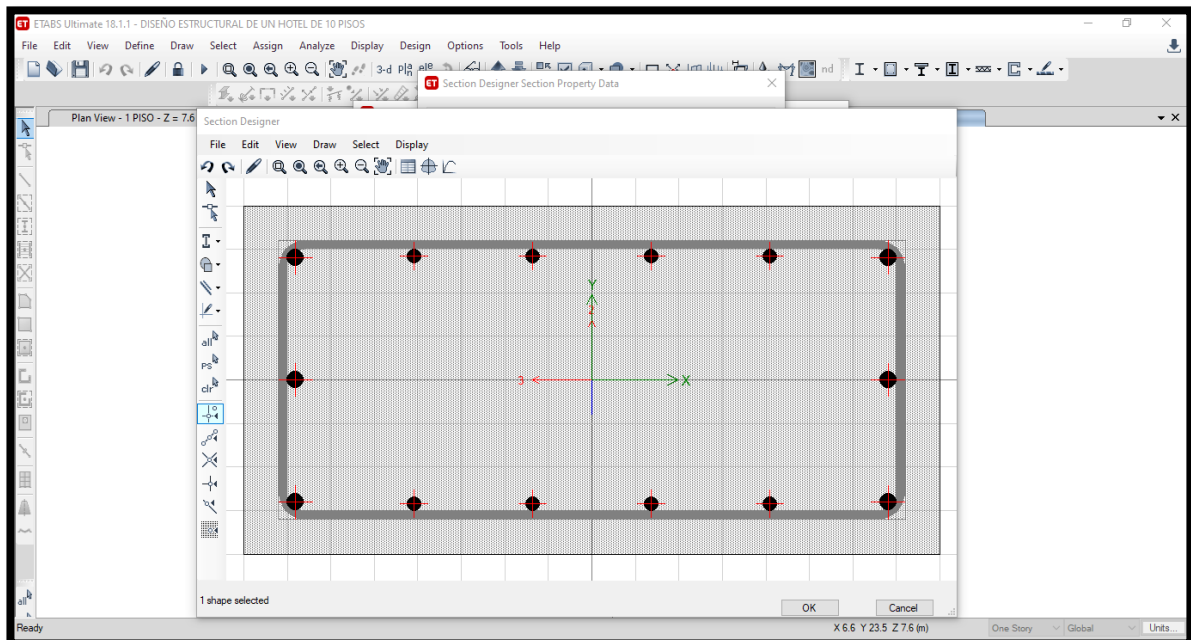


Figura 11. Armado y sección final: Columna – C2.



La columna (C3), tuvo 30 x 80 cm, con un  $A_{s(min)}$ :  $0.01 \times (b \times h) = 24 \text{ cm}^2$  de acuerdo al ACI 318S-14. A lo que, se obtuvo el área de acero ( $A_s$ ) según el diseño por flexo-compresión interpretado en los diagramas de interacción de la figura 12 y 13, se concluyó que la curvatura de diseño de interacción de momentos respecto a las fuerzas es mayor a las cargas actuantes en la estructura.

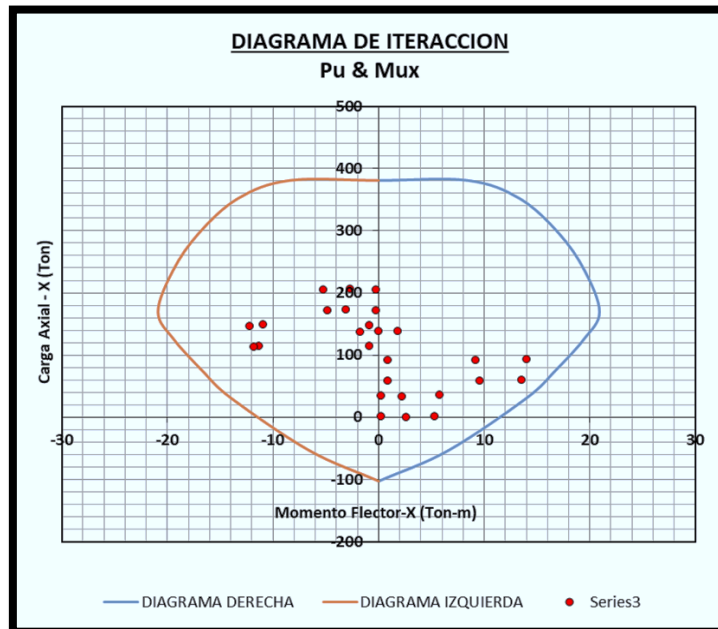


Figura 12. Diagrama de interacción C3, dirección X-X: Elevación 1-B, cuadrante N°1 y 3.

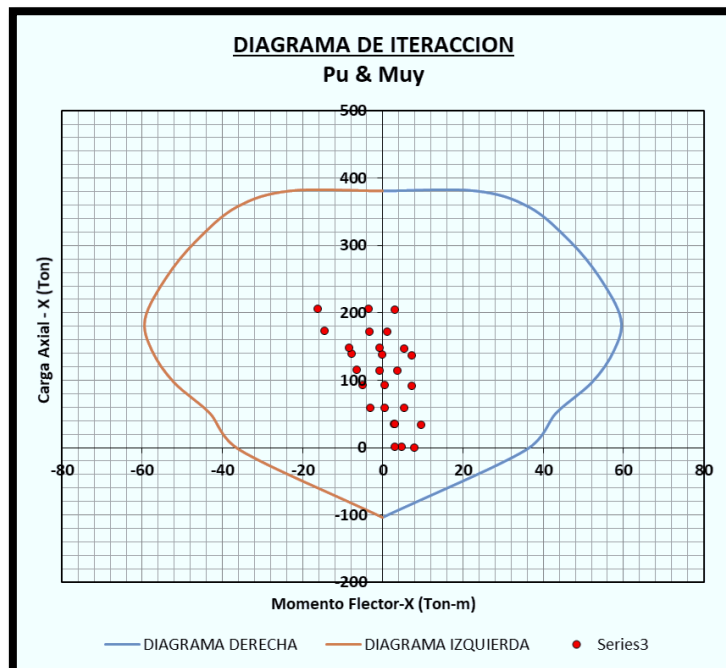


Figura 13. Diagrama de interacción C3, dirección Y-Y: Elevación 1-B, cuadrante N°2 y 4.

Las características del armado de la columna C3, establecidas en la figura 14, muestra la utilización de 6 varillas de 3/4" de pulgada + 12 varillas de 1/2" pulgada, con un área total de acero de 32.936 cm<sup>2</sup> > al mínimo requerido. Así mismo, los espaciamientos del estribamiento mediante el diseño por corte determinó 4 @ 5cm, 8 @ 10cm y el resto a 30cm.

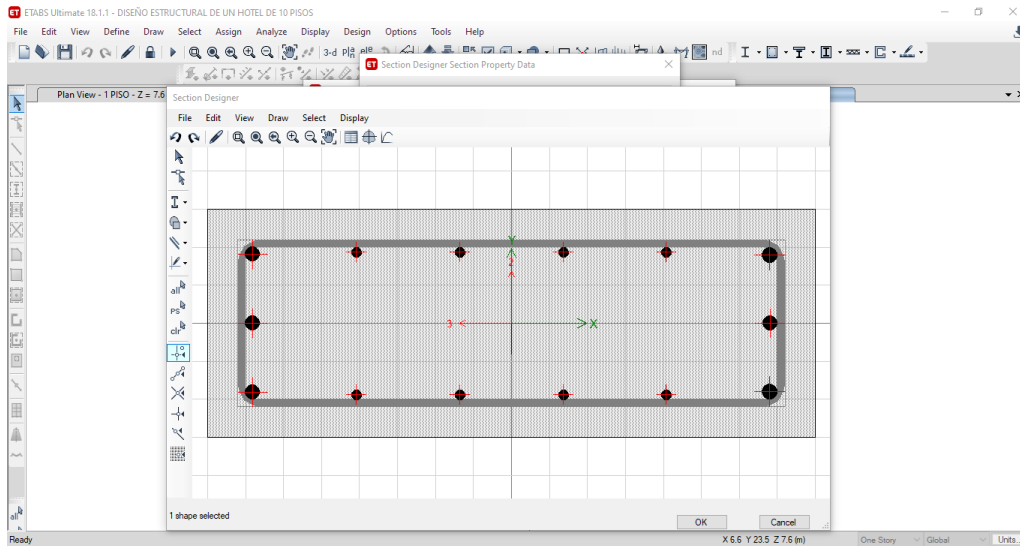


Figura 14. Armado y sección final: Columna – C3.

El diseño de muros de concreto armado se realizó mediante el software ETABS. Se diseñó 4 tipos de placas, PL – 1 (placas típicas en esquinas entrantes), PL-02 (ascensor), PL – 03 (escalera) y PL – (Lineal). A lo que, por diseño a flexo-compresión se determinó la interacción de las cargas con respecto a los momentos, y se obtuvieron las cuantías de acero a utilizar. La distribución de placas en toda la estructura se puede observar en la figura 15.

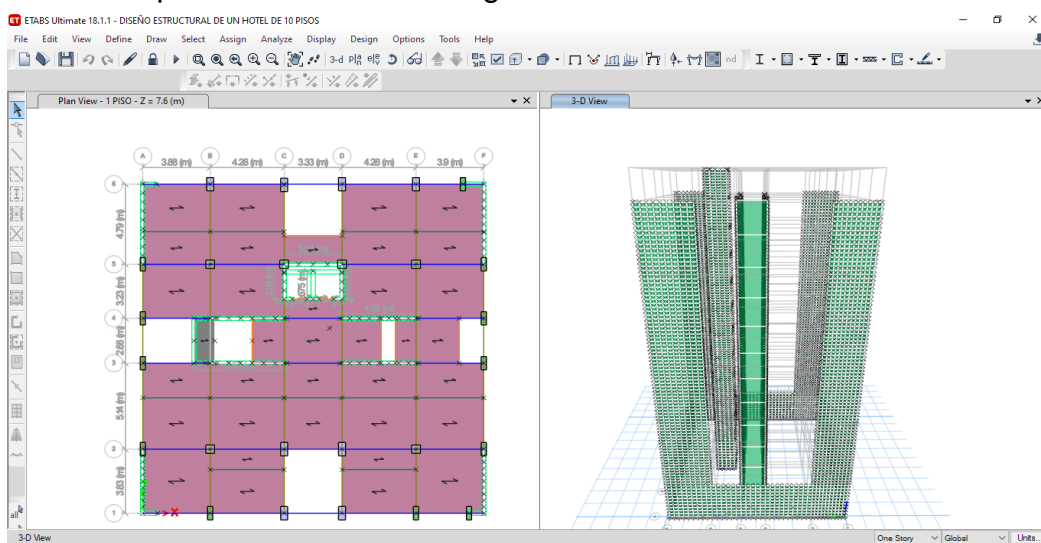


Figura 15. Izquierda - vista en planta del piso N° 1 / Derecha - vista 3D de las placas en toda la estructura.

La placa (PL - 1), contuvo una sección en "L" (sección típica en todas las esquinas entrantes de la estructura) con tres bordes de confinamiento y una longitudinal. Cuyo diseño estructural fue sometido a flexo compresión en ambas direcciones y en su diagrama de interacción representado en la figura 16, se interpretó que la placa garantiza seguridad en su diseño, puesto que la curvatura de optimización de interacción de esfuerzos es mayor a los esfuerzos que someten al elemento estructural.

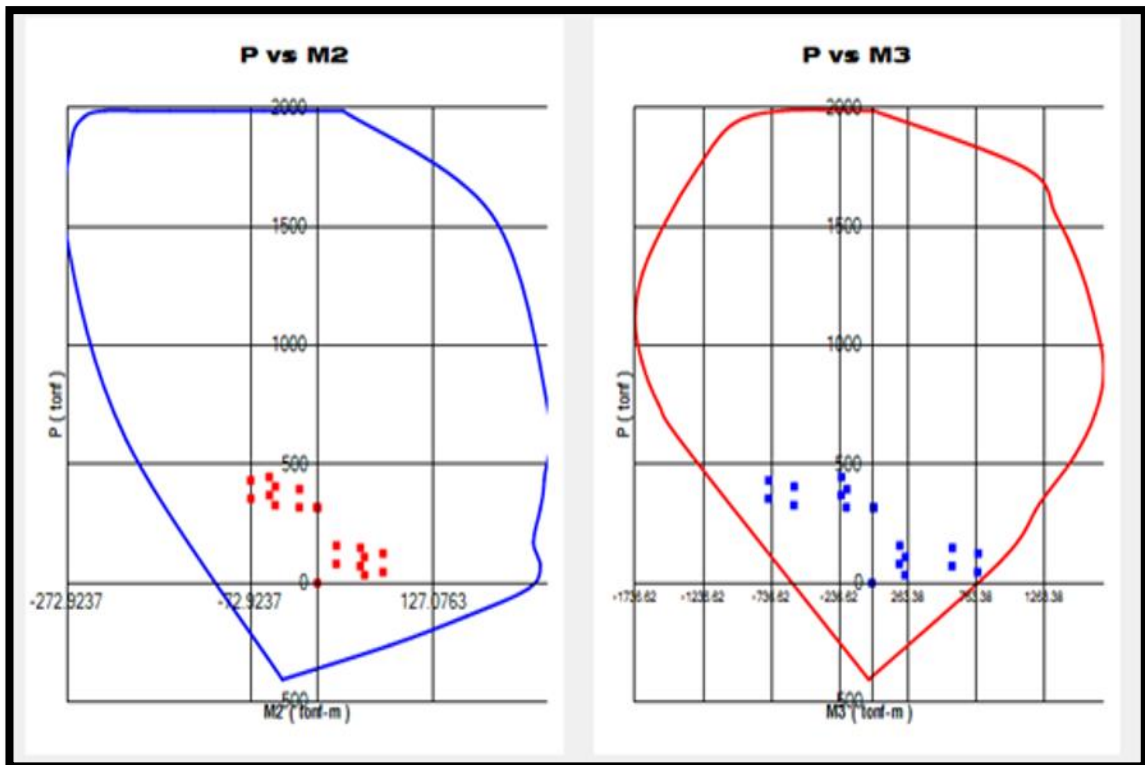


Figura 16. Diagrama de interacción PL - 01, dirección X-X / Y-Y.

El armado estructural se detalló según la figura 17 de la siguiente manera: el primer borde confinado tuvo una sección de 25 x 73 cm en la luz menor del muro estructural (con 4 varillas de  $\varnothing$  3/4" en las esquinas + 6 varillas de  $\varnothing$  1/2" en las 2 caras de la Ln mayor + 2 varillas de  $\varnothing$  1/2" en las 2 caras de la Ln menor y con estribos  $\varnothing$  3/8" de amarre), los otros dos bordes de confinamiento se encontraron en la luz mayor de la placa con una sección típica en las esquinas de 25 x 100 cm (con 4 varillas de  $\varnothing$  3/4" en las esquinas + 8 varillas de  $\varnothing$  1/2" en las 2 caras de la Ln mayor + 2 varillas de  $\varnothing$  1/2" en las 2 caras de la Ln menor y con estribos  $\varnothing$  3/8" de amarre) y la longitudinal restante contó con una sección de 25 x 295 cm con 16 varillas de  $\varnothing$  1/2" en ambas caras.

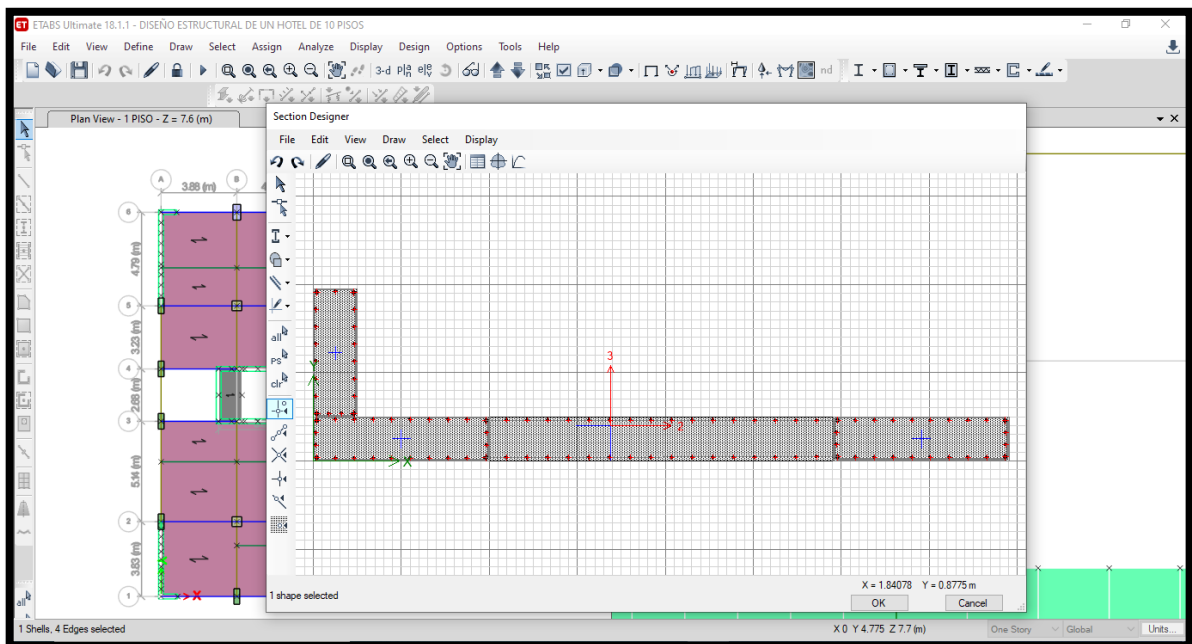


Figura 17. Vista en planta del armado de acero en la sección total de la PL - 1.

La placa (PL - 2) se determinó mediante el diseño a flexo compresión, lo que aseguró la interacción de esfuerzos de diseño por encima de los actuantes. De acuerdo a la figura 18, se estableció la mejor relación de la placa, corroborando mediante el diagrama de interacción de momentos y cargas un diseño óptimo para el elemento estructural.

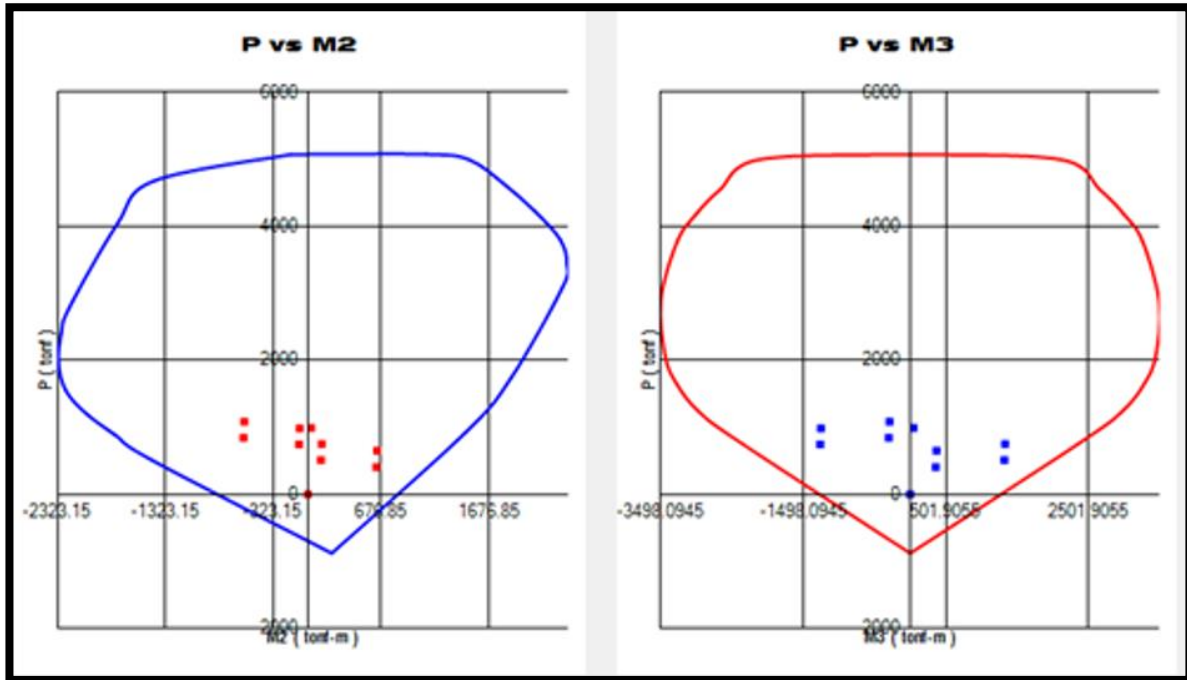


Figura 18. Diagrama de interacción PL - 02, dirección X-X / Y-Y.

De esta manera, el esqueleto estructural del ascensor contuvo una sección encajonada vista de otra manera una C boca abajo que encajona a la T, las cuales pueden denotarse en la figura 19. La estructura tipo C tiene sus 4 vértices confinados, 2 con una sección de 25 x 71 cm (con 6 varillas de  $\varnothing 3/4$ " en las 2 caras de la Ln mayor y con estribos de amarre de  $\varnothing 3/8$ " y las otras dos de 25 x 58 cm (con 5 varillas de  $\varnothing 3/4$ " en las 2 caras de la Ln mayor y con estribos de amarre de  $\varnothing 3/8$ "), las longitudes paralelas tienen una sección de 25 x 137 cm (con 7 varillas de  $\varnothing 1/2$ " en las 2 caras de la Ln mayor y con  $\varnothing 3/8$ " en estribos de amarre), la longitud restante cuenta con 25 x 308 cm de sección (con 12 varillas de  $\varnothing 1/2$ " en las 2 caras de la Ln mayor y con  $\varnothing 3/8$ " en estribos de amarre). Por otra parte, la sección T de la placa tuvo 2 secciones típicas de confinamiento de 25 x 70 cm ubicados perpendicularmente a la luz mayor (con 6 varillas de  $\varnothing 3/4$ " en ambas caras de la Ln mayor y con estribos de amarre de  $\varnothing 3/8$ "), las alas de la sección T son típicas y tuvieron una sección de 25 x 142 cm (con 6 varillas de  $\varnothing 1/2$ " en ambas caras de

la Ln mayor y con estribos de amarre de  $\varnothing 3/8''$ ), y el tronco tuvo una sección de 25 x 138 cm (con 8 varillas de  $\varnothing 1/2''$  en ambas caras de la Ln mayor con  $\varnothing 3/8''$  para los estribos).

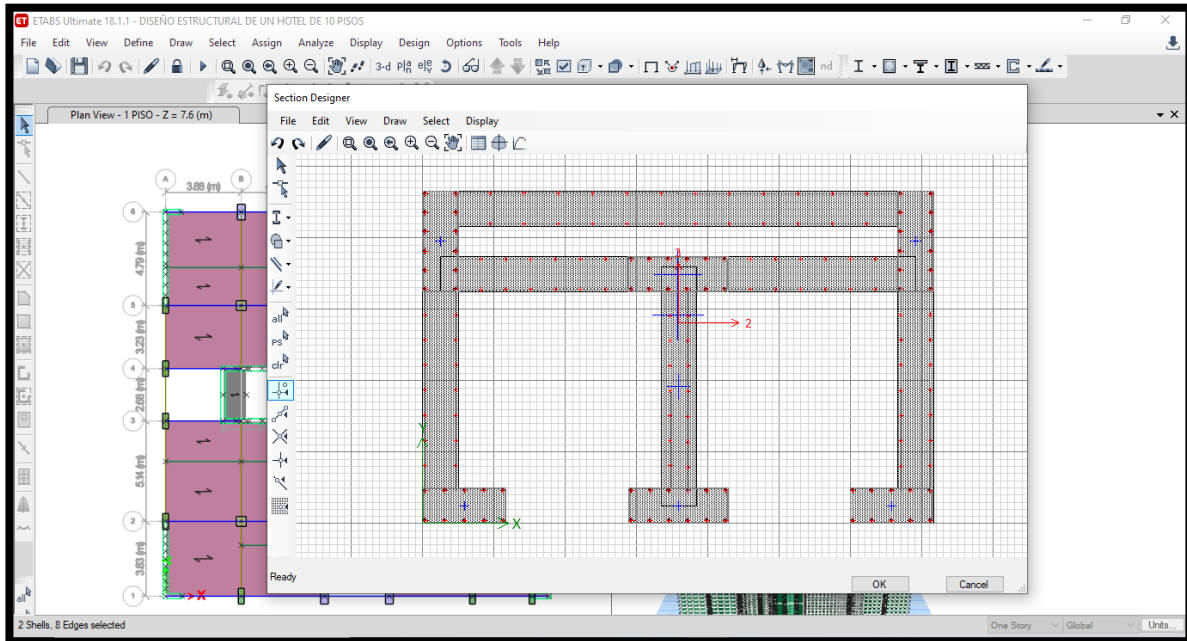


Figura 19. Vista en planta del armado de acero en la sección del ascensor: PL - 2.

La placa (PL - 3) se estableció de acuerdo al diseño a flexo compresión, definiendo sus esfuerzos internos en toda la sección de la placa, concluyendo una interacción de fuerzas que aseguran su diseño y garantizan seguridad en la estructura según el diagrama de interacción de fuerzas y momentos en la figura 20.

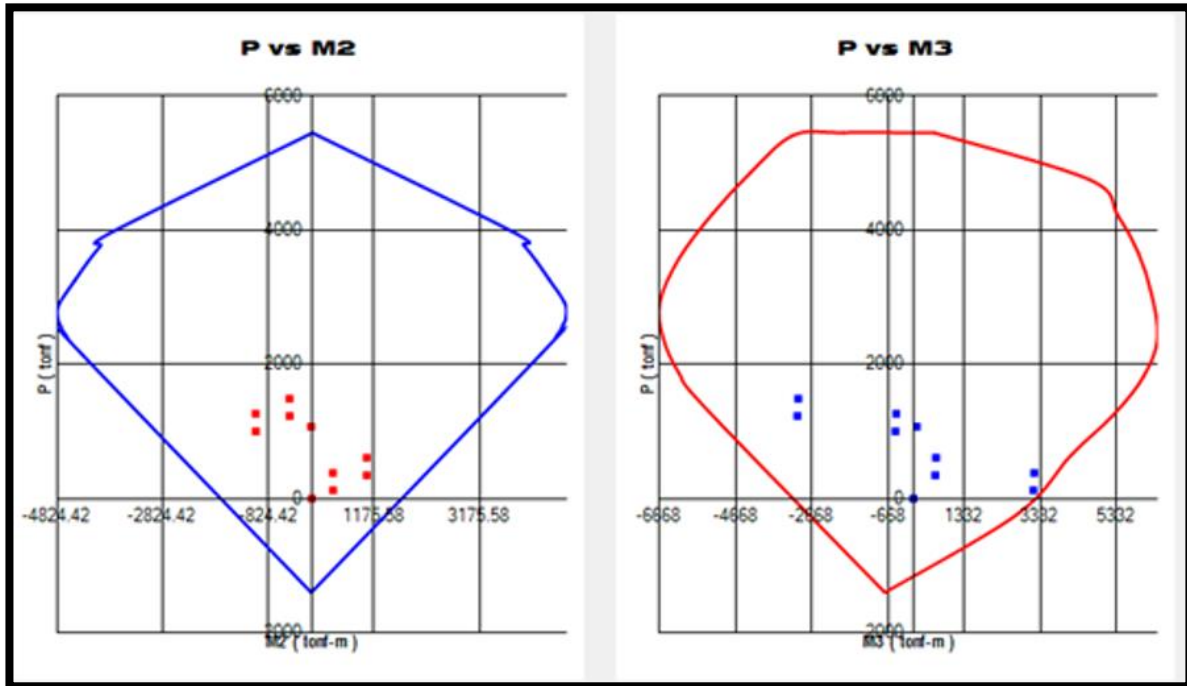


Figura 20. Diagrama de interacción PL - 03, dirección X-X / Y-Y.

El esqueleto estructural tuvo una forma de arco confinada en sus cuatro vértices, 2 con una sección tipo L de 25 x 75 cm en ambas direcciones (con 8 varillas de  $\varnothing$  3/4" a lo largo de la sección L en ambas caras, con estribos de amarre de  $\varnothing$  3/8") y las otras dos de 25 x 150 cm (con 13 varillas de  $\varnothing$  3/4" en las 2 caras de la Ln mayor, con estribos de amarre de  $\varnothing$  3/8"), las longitudes paralelas tienen una sección de 25 x 325 cm (con 20 varillas de  $\varnothing$  1/2" en las 2 caras de la Ln mayor y con  $\varnothing$  3/8" en estribos de amarre), la longitud restante cuenta con 25 x 142 cm de sección (con 6 varillas de  $\varnothing$  1/2" en las 2 caras de la Ln mayor y con  $\varnothing$  3/8" en estribos de amarre), (ver figura 21).

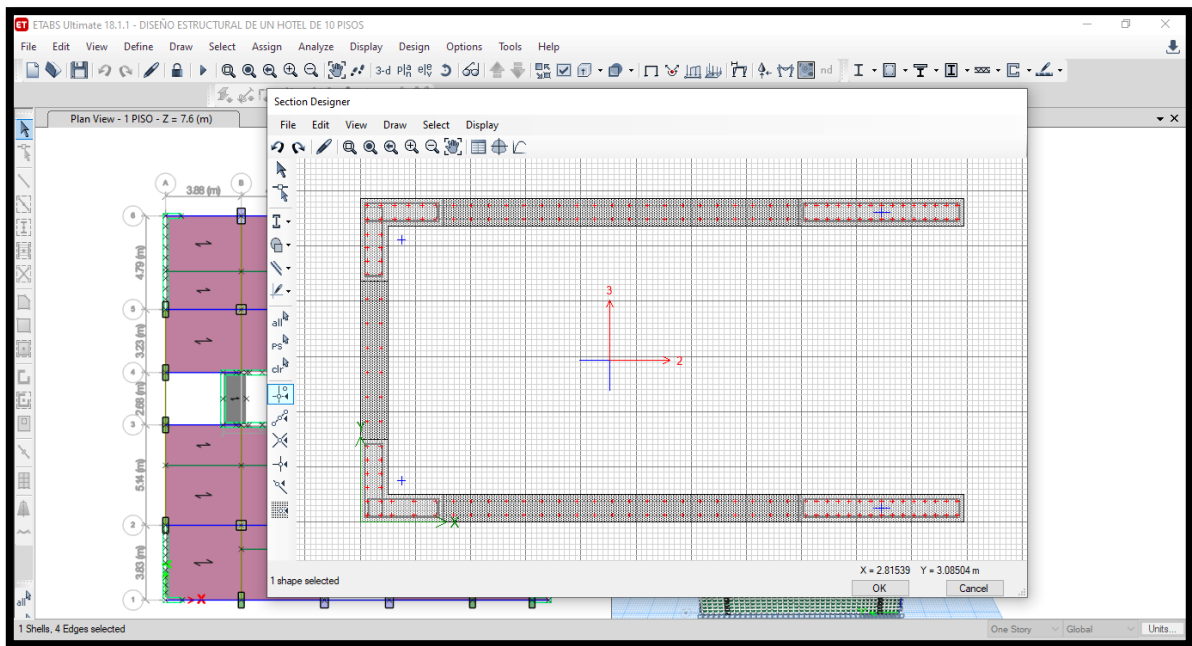


Figura 21. Vista en planta del armado de acero en la sección de la escalera: PL – 03.

La placa (PL - 4) fue sometida a un diseño por flexo compresión, lo que estableció una relación de cargas y momentos actuantes en la estructura, y de acuerdo a su diseño e interpretación del diagrama de interacción de cargas y momentos que se muestra en la figura 22, se observó un elemento estructural idóneo, que brinda seguridad, rigidez y ductilidad en toda la estructura.

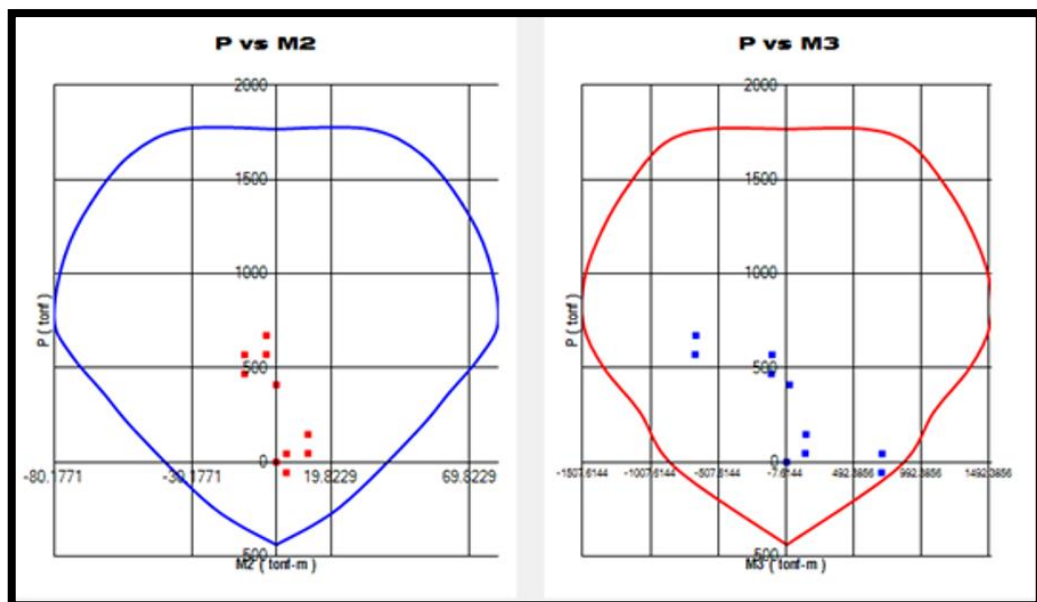


Figura 22. Diagrama de interacción PL - 04, dirección X-X / Y-Y



La figura 23 muestra el diseño de la placa 4, la cual tuvo una estructura lineal confinada en sus dos extremos, sección típica de 25 x 120 cm (con 9 varillas de  $\varnothing$  3/4" a lo largo de la sección en ambas caras, con estribos de amarre de  $\varnothing$  3/8") y la longitud restante cuenta con 25 x 213 cm de sección (con 12 varillas de  $\varnothing$  1/2" en las 2 caras de la Ln mayor y con  $\varnothing$  3/8" en estribos de amarre),

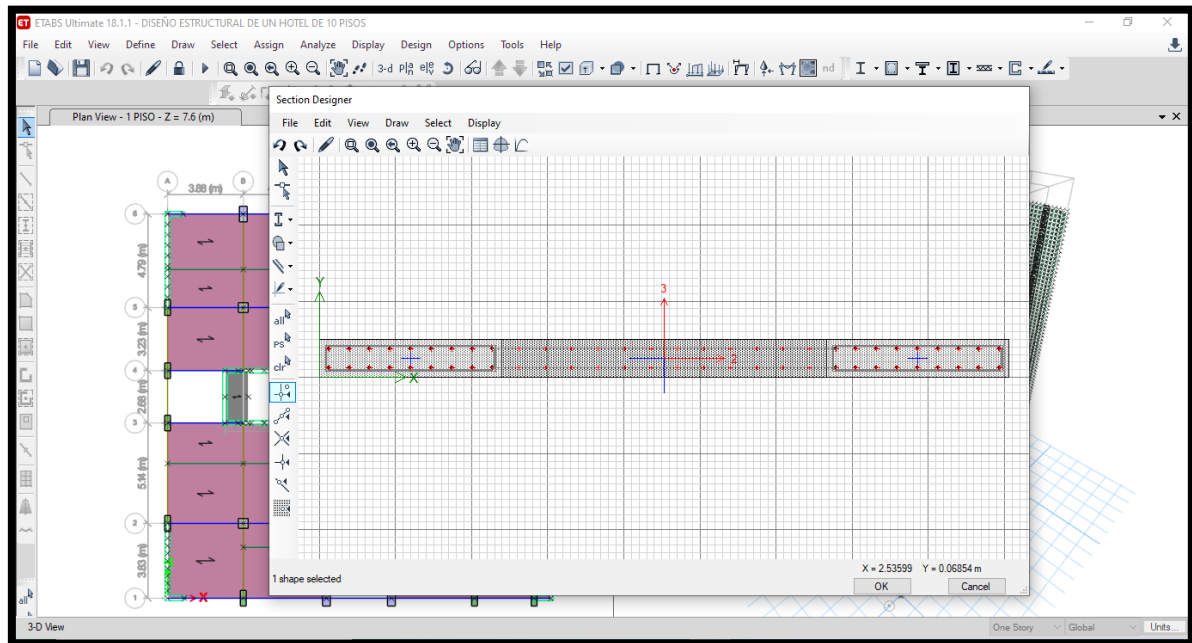


Figura 23. Vista en planta del armado de acero en la sección de: PL – 04.

Se diseñó la losa aligerada de la estructura con dirección X-X y se utilizó el programa ETABS determinando el modelado y diseño 3D de la vigueta con apoyos en sentido del tramo A-D. El programa determinó la carga y momento máximo de la vigueta mediante el combo 1.4CM + 1.7CV establecido por la combinación de la normativa E.060 peruana.

En la figura 24 se determinó el comportamiento de la vigueta en todo el tramo A – D, y posteriormente se verificó sus diagramas de momento. Cávese resaltar, que a primera vista la mayor deformación ocurrió en el tramo BC, por lo que se planteó una corroboración de acero según sus deformaciones.

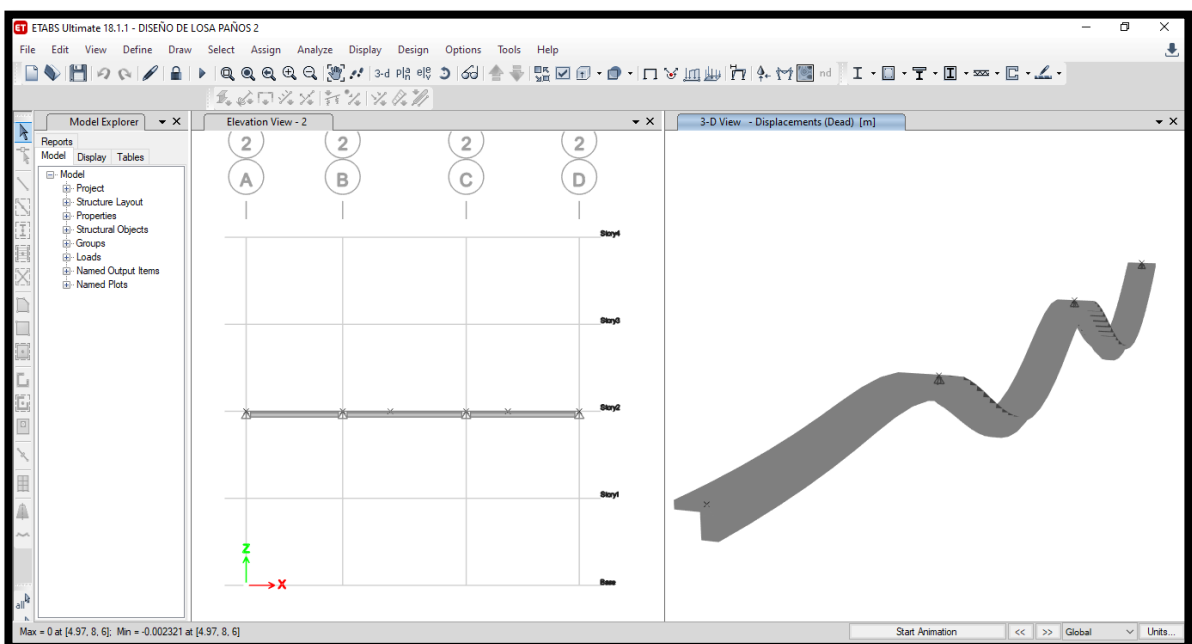


Figura 24. Vista en planta y en 3D de la vigueta en el tramo A-D.

La figura 25 en la mano derecha se estableció el rango de desplazamiento según los colores y sus puntos críticos. Lo que se corroboró mediante el diagrama de momentos en la mano izquierda, sus máximas deflexiones a lo largo de las secciones de la vigueta lo presentaron el tramo CD con 0.96 tn-m, y en sus apoyos el punto B y C con momentos máximos de 1.30 tn-m, lo que determinó mayor concentración de refuerzo en esos puntos.

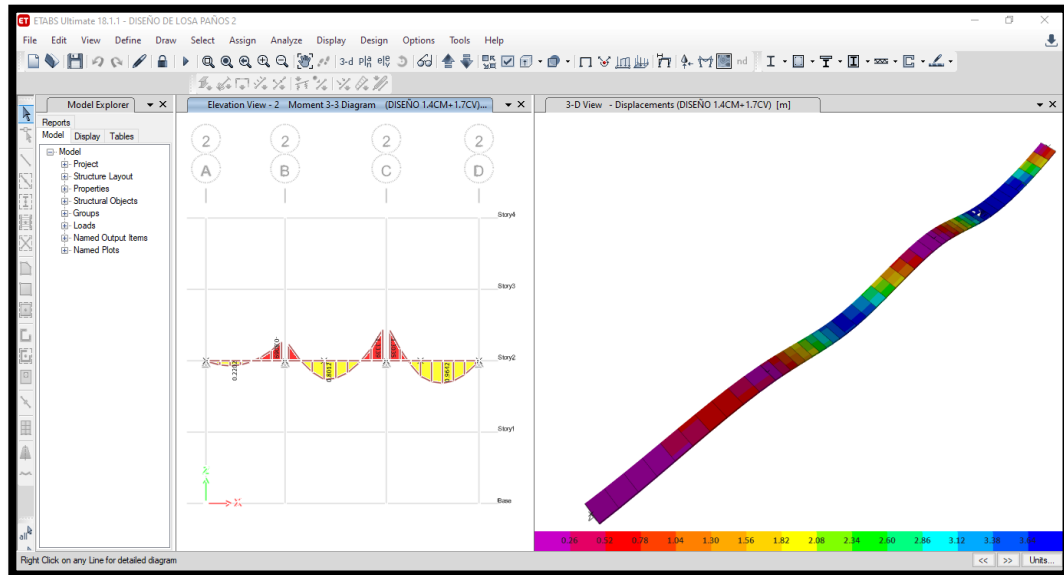


Figura 25. Diagrama de momento y desplazamientos en la vigueta.

La figura 26 mostró los requerimientos de las cuantías de acero según el diseño de ETABS de acuerdo al diagrama de momentos. Se determinó una cuantía mínima de 0.014 y una cuantía máxima de 0.046 según el análisis a lo largo de toda la vigueta.

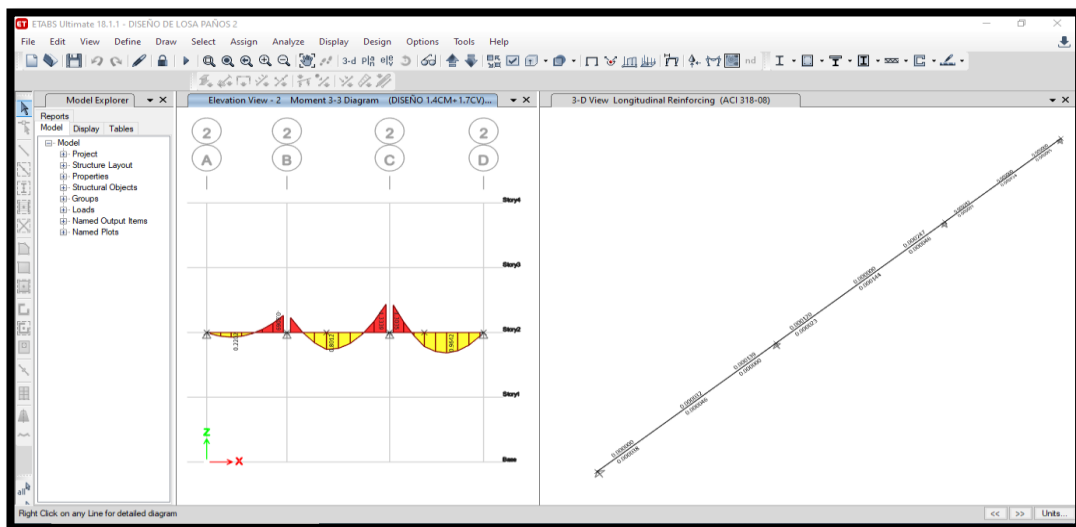


Figura 26. Requerimiento de acero según el diagrama de momentos.

El armado estructural de la viga se describió de acuerdo a la figura 27. Estableciendo el  $A_s(+)$  longitudinal en toda la sección (AD) de  $1\emptyset 1/2" + 1\emptyset 3/8"$ . Además, contó con 1 bastón en cada extremo de la viga de  $1\emptyset 1/2"$  y  $A_s(-)$  en los apoyos B y C  $2\emptyset 1/2"$ .

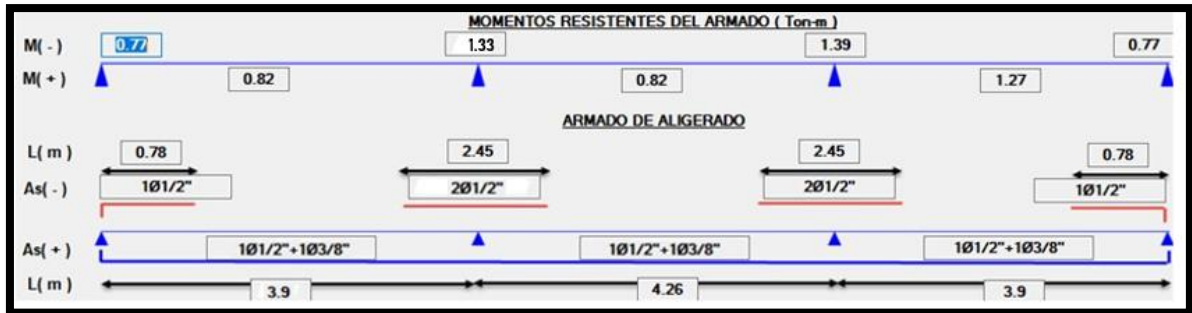


Figura 27. Aligerado tramo AD - armado del acero.

Se diseñó la losa de cimentación de acuerdo al estudio de mecánica de suelos y las especificaciones técnicas que se recomendó en el análisis documental (ver figura 28).

ANEXO I

FORMATO OBLIGATORIO DE LA HOJA DE RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJABAMBA

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA DISEÑO DE LA CIMENTACION "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN HOTEL DE DIEZ PISOS CON SÓTANO, CAJABAMBA - PERÚ, 2022"

Mayo de 2022 Trujillo, La Libertad

De conformidad con la Norma Técnica E-050 "Suelos y Cimentaciones" la siguiente información deberá transcribirse literalmente en los planos de cimentación. Esta información no es limitativa, deberá cumplir con todo lo especificado en el presente Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION	
Profesional Responsable (PR): Ing. Roberto C. Salazar Alcalde	Ing. Civil CIP: 101231
Tipo de Cimentación: Platea de cimentación	
Estrato de apoyo de la cimentación: Estrato 01	
Profundidad de la Napa Freática: No se ha evidenciado	Fecha: Mayo-2022
<b>Parámetros de Diseño de la Cimentación</b>	
Profundidad mínima de cimentación: 1.60 m	
Presión Admisible: 1.43 kg/cm <sup>2</sup>	
Factor de Seguridad por Corte (Estático, Dinámico): 3.00	
Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable: 2.5 cm	
<b>Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)</b>	
Zona Sísmica: 03	
Tipo de perfil del suelo: S3	
Factor del suelo (S): 1.20	
Periodo TP (s): 1.0	
Periodo TL (s): 1.6	
Agresividad del Suelo a la Cimentación: Ataque por sulfatos en el suelo "MODERADO", por lo que se recomienda la utilización de Cemento Portland Tipo MS.	
Problemas especiales de cimentación:	
Indicaciones Adicionales:	

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
CIP: 101231

CERTIFICADO DE INDECOPI N° 00088500  
DIRECCIÓN: Av. Prolong. Juan Pablo II Mz. I Bloque "D" DPTO N° 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
CEL: 948461203 - TELF: 044 601374 email: ingeoma\_sac@outlook.es

Figura 28. Resumen de las condiciones de cimentación.

Se determinó utilizar una platea de cimentación combinada con zapatas aisladas y zapatas conectadas de 70 cm de espesor. El análisis de punzonamiento estructura – suelo mediante el programa Safe arrojó datos menores que la unidad, corroborando la estabilidad por punzonamiento en la cimentación según la norma E-060 (ver figura 29).

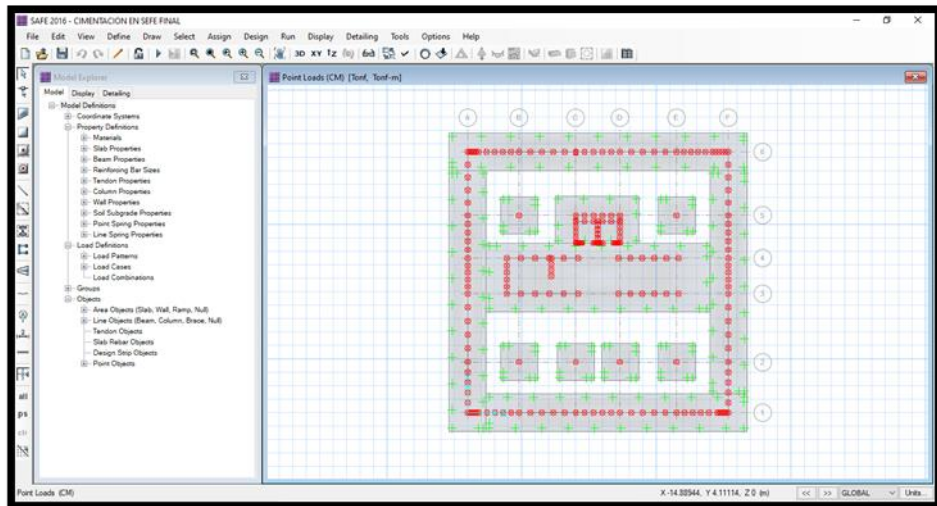


Figura 29. Combinación de cimentaciones.

El diseño de zapatas aisladas se realizó por el criterio de cortante por punzonamiento, lo que estableció un peralte de 80 cm con 17 varillas de refuerzo de  $\varnothing 3/4$ " en ambas direcciones @ 21 cm cada una (ver figura 30).

**DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS CONCENTRICAS DE CONCRETO ARMADO**

**Ingreso de datos**

CM= 8.2635 ton

CV= 5.5471 ton

a= 50 cm

b= 50 cm

hf= 1.60 m

Rz= 7 cm

$\gamma$ = 1.091 ton/m<sup>3</sup>

$\sigma$ = 1.43 kg/cm<sup>2</sup>

S/C= 100 kg/m<sup>2</sup>

fc= 280 kg/cm<sup>2</sup>

fy= 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Factores de mayoración de carga

Dead = 1.4

Live = 1.7

**Salida de resultados**

Pred. peralte y lados de la zapata de concreto x el criterio de cortante por punzonamiento

$\sigma_{\text{neto}}$ = 1.25 kg/cm<sup>2</sup> A= 3.75 m Azapata= 14.06 m<sup>2</sup> Dcalculo= 45.69 cm

PU= 251 ton B= 3.75 m Rsuelo= 1.79 kg/cm<sup>2</sup> Dasumido= 70 cm

Vc'= 232.80 ton > Vn= 73.05 ton Mu= 88.63 ton-m As1= 47.25 cm<sup>2</sup> As2= 47.25 cm<sup>2</sup>

**Armado de refuerzo de Zapata**

$\varnothing$  Varilla: 0 @ 0cm

$\varnothing$  Varilla: 0 @ 0cm

Autor: Ing. Gilmar Mamani Escobar ---> E-mail: ing-gilmar@hotmail.com

Figura 30. Diseño de zapatas aisladas.

El diseño de zapatas conectadas se estableció de acuerdo a los parámetros de corte por punzonamiento. De este modo, se determinó un peralte de 80 cm en las zapatas exterior e interior, con un recubrimiento mínimo de 7 cm. La zapata exterior contó con 44 varillas de refuerzo de  $\varnothing 3/4"$  @ 6 cm cada una en el eje X, y 33 varillas de refuerzo de  $\varnothing 3/4"$  @ 20 cm cada una en el eje Y. La zapata interior contuvo 14 varillas de refuerzo de  $\varnothing 3/4"$  @ 20 cm cada una en el eje X, y 12 varillas de refuerzo de  $\varnothing 3/4"$  @ 26 cm cada una en el eje Y. La viga de cimentación tuvo una sección de 35 x 65 cm con 4 varilla de refuerzo de  $\varnothing 3/4"$  y acero transversal de  $\varnothing 3/8"$  @ 33 cm (ver figura 31).

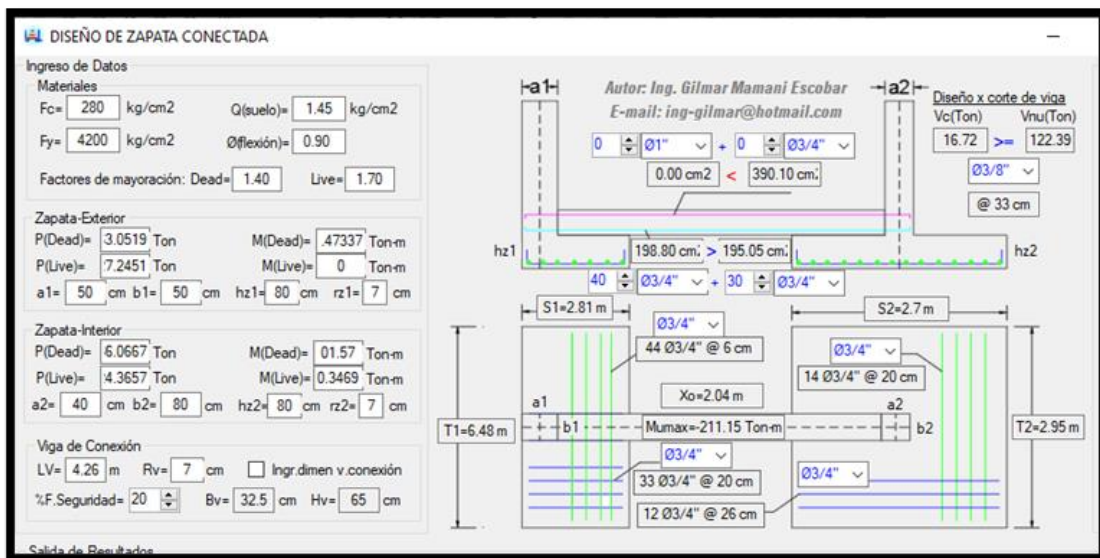


Figura 31. Diseño de zapatas conectadas.



De acuerdo a la figura 32, se determinó el comportamiento del suelo ante esfuerzos de carga muerta. Por lo que, se observó según el análisis, la mayor concentración de interacción suelo – estructura se concentró en la parte central del terreno con una carga máxima admisible de 1.45 kg/cm<sup>2</sup>.

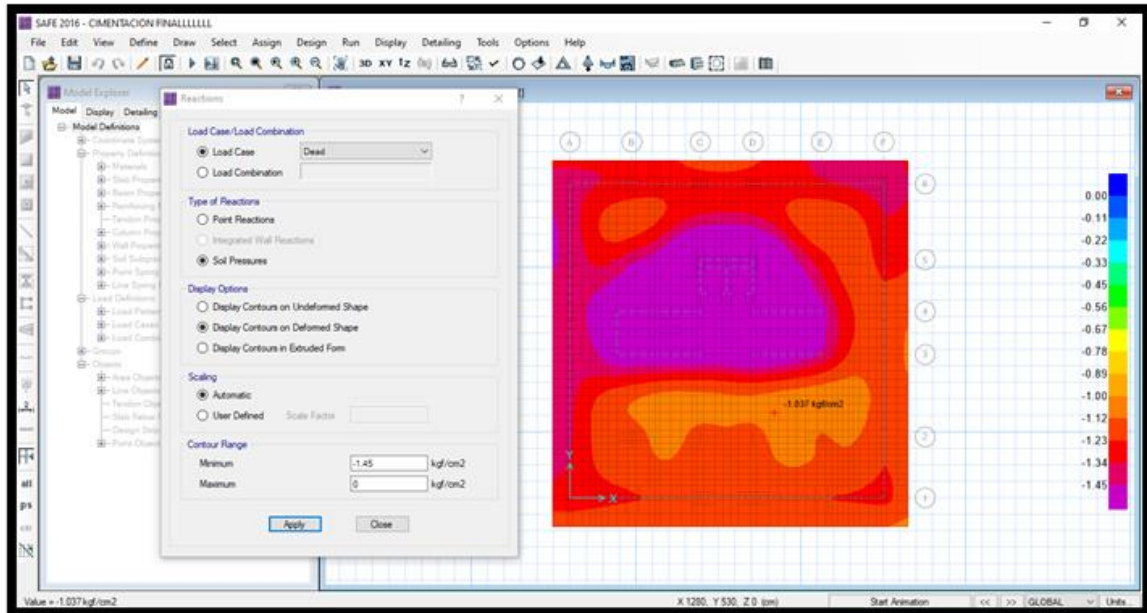


Figura 32. Análisis del comportamiento del suelo aplicando carga muerta.

Así mismo, en la figura 33 se observó un comportamiento moderado en la mayor parte del terreno, verificando que la reacción del suelo tiene la capacidad portante suficiente para estabilizar la estructura. Sin embargo, se pudo denotar la concentración de esfuerzos en un área del terreno, determinando que la carga de servicio sobrepasa la carga admisible del suelo, lo que pudo generar asentamientos diferenciales en esa parte de la superficie.

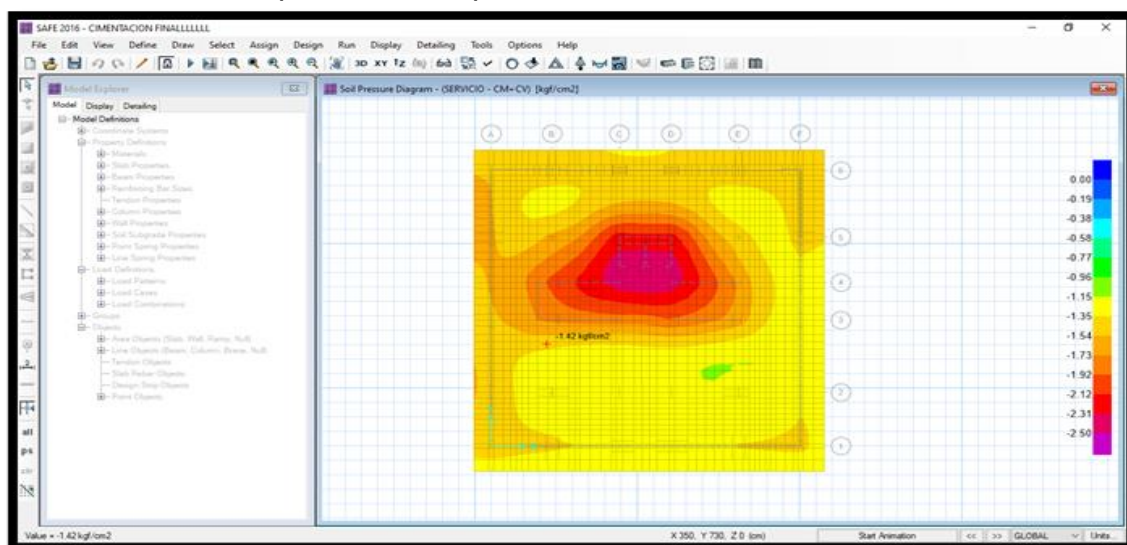


Figura 33. Análisis de verificación del comportamiento del suelo frente a las cargas de servicio.

En la figura 34 se plasmó la reacción y comportamiento del suelo sometido a esfuerzos de servicio. Por lo que se apreció, una respuesta favorable en la interacción del suelo – estructura, lo que garantizó seguridad y estabilidad en el terreno.

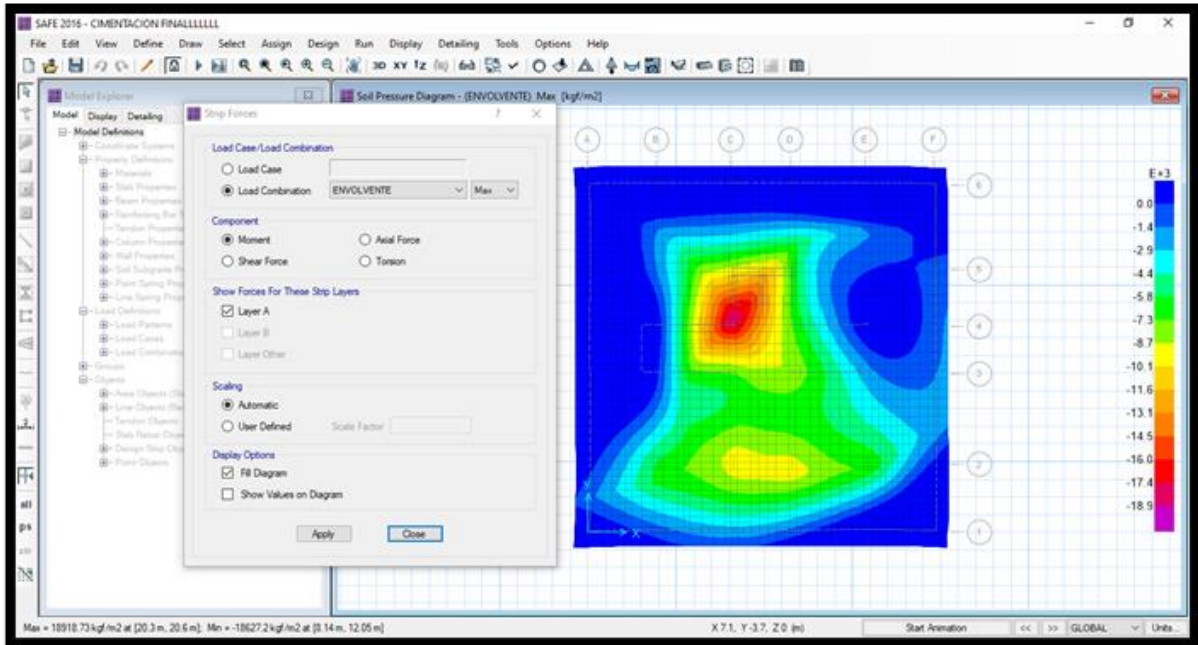


Figura 34. Reacción del suelo ante cargas de diseño.

De acuerdo al diagrama de momentos establecidos en la figura 35 se pudo apreciar y corroborar el pico más alto de colocación de refuerzos en las cimentaciones.

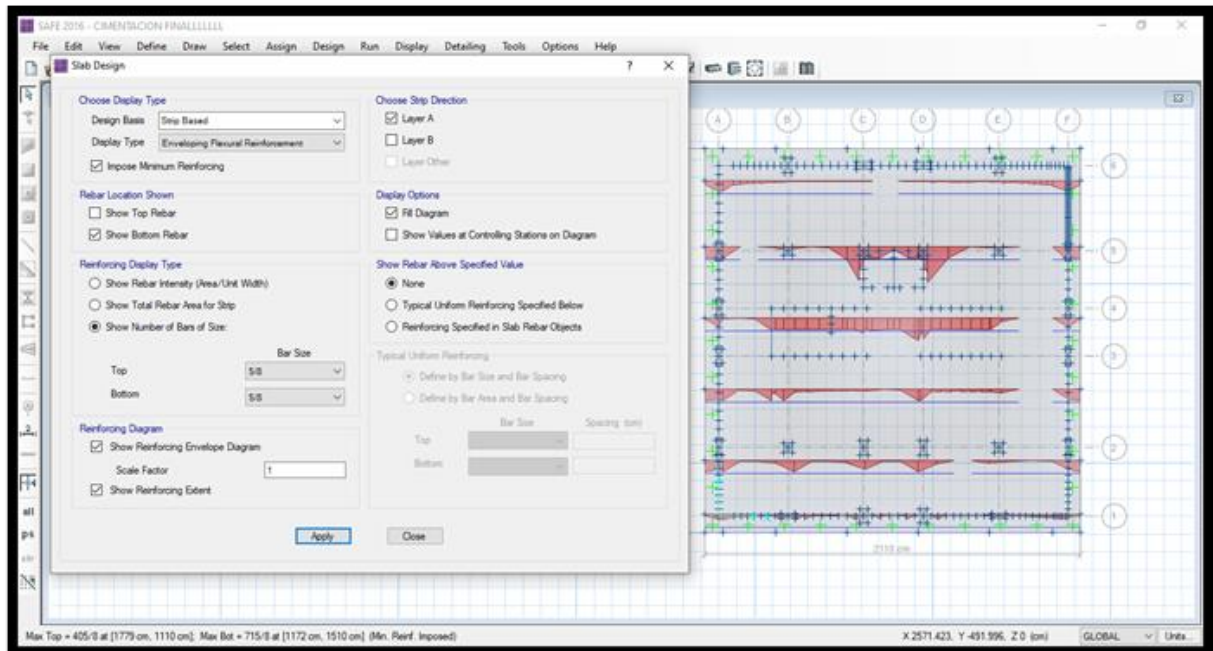


Figura 35. Diagrama de momentos y cuantías de acero requeridos.



Se analizó la capacidad portante del terreno, con el objetivo de verificación, para determinar donde pudo fallar la cimentación. Por lo que en la figura 36 se estableció de color rojo y púrpura la zona más susceptible a fallar.

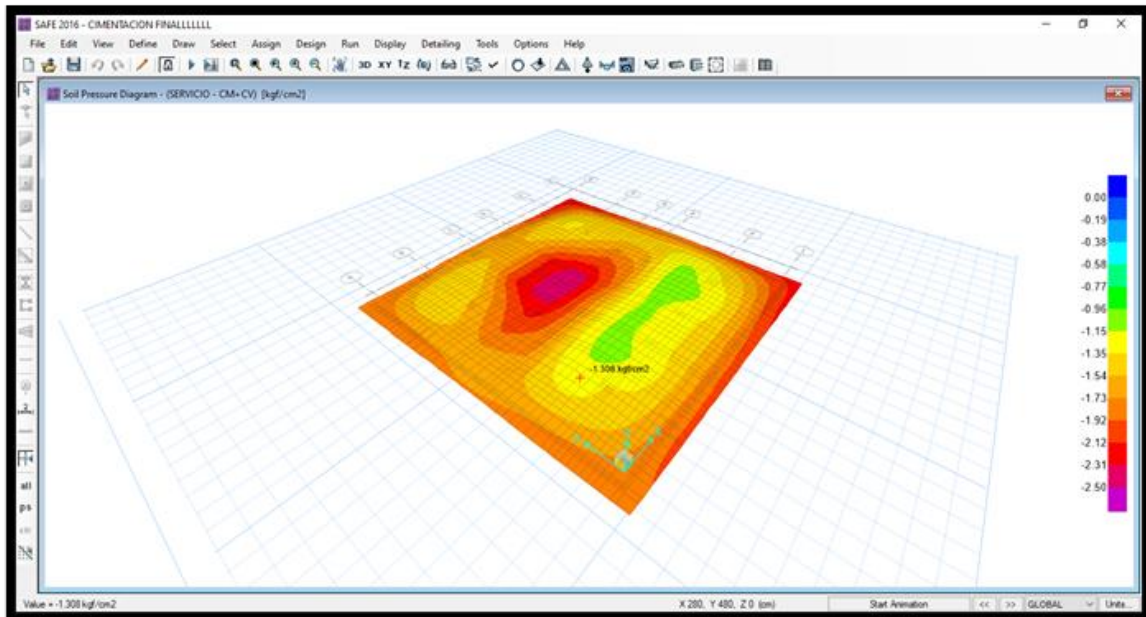


Figura 36. Análisis de la capacidad portante del suelo.

En la figura 37 se analizó el terreno por medio de una cinta de colores escalonada, la cual concretó las zonas con mayoración e índices altos de producir un asentamiento diferencial. De esta manera, se verificó posibles asentamientos en los colores rojos y púrpuras, puesto que indican un estado crítico del suelo.

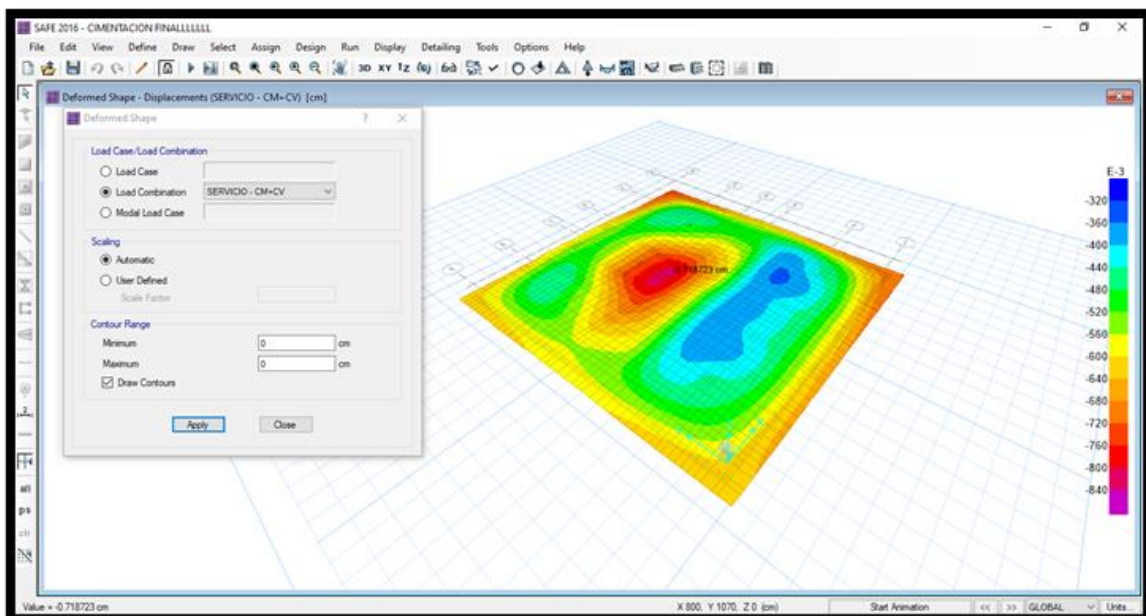


Figura 37. Análisis de asentamientos diferenciales del terreno.

## V. DISCUSIÓN

El lugar de estudio presentó un terreno de 1442.20 m<sup>2</sup> con una pendiente máxima del 3% en toda su área de diseño y una altitud de 26 m.s.n.m. Según el Instituto geográfico nacional (2005) estableció en sus principios de compilación topográfica una superficie plana con curvas de nivel por menores al 5%, lo que se corroboró en el plano planimétrico de topografía presentado en la figura 1 determinando una orografía llana sin incidencias o protuberancias en el área de estudio. Así mismo, Flores y Valdivia (2019), en su investigación contaron con un terreno de 595 m<sup>2</sup> y una orografía plana, Sánchez (2019), delimitó un área de terreno de 617.10 m<sup>2</sup> con una topografía llana, Losano y morillo (2019), determinó un terreno con un área de 3 807 m<sup>2</sup> y una orografía accidentada con pendiente de 27.7%, y Carmona y Rosas (2016), en el lugar de estudio establecieron un lote de 404.54 m<sup>2</sup> y un perímetro de 93.25 ml. En definitiva, el levantamiento topográfico, consistió en detallar todas las mediciones necesarias en la zona de estudio plasmándolas en un plano topográfico (García, Rosique y Segado, 1994).

Así mismo, el estudio de las propiedades mecánicas del terreno contó con dos calicatas en un área de diseño de 400 m<sup>2</sup> (E-050, 2018), con presencia de sulfatos moderados (NTP – 400.042 y MTC E219). En la tabla 1 se evidenció las normativas utilizadas en cuanto a las normas y especificaciones técnicas utilizadas, en la tabla 2 se clasificó el tipo de estrato como ML - suelos de baja plasticidad compuesto por limos y presencia de gravas y arena (ASTM - D2487, 1993) y limo inorgánico de baja plasticidad (E-050, 2018), con un color marrón sin presencia de un nivel freático (CE – 020, 2012), en la tabla 3 se plasmó para C1 el ángulo de fricción de 25° (E-050, 2018), cohesión del suelo de 0.015 kg/cm<sup>2</sup>, peso específico seco de 1.085 tn/m<sup>3</sup>, peso específico normal 2.97 (NTP – 339.139, 1998), factor de seguridad de 0.30 y módulo de elasticidad del suelo 200 kg/cm<sup>2</sup> (E-050, 2018), y para C2 el ángulo de fricción de 25.10°, cohesión del suelo de 0.015 kg/cm<sup>2</sup>, peso específico seco de 1.091 tn/m<sup>3</sup>, peso específico normal 3.01 (NTP – 339.139, 1998), factor de seguridad de 0.30 (MTC - E123, 2016) y módulo de elasticidad del suelo 200 kg/cm<sup>2</sup> (E-050, 2018), en la tabla 4 se determinó la máxima carga admisible del terreno de 1.45 kg/cm<sup>2</sup>, con un asentamiento diferencial de 0.61 < 2.5 cm (E-050, 2018), en la tabla 5 se definió los resultados granulométricos para C1 se obtuvo

19.50% grava, 26.51% arena y 54% finos y para C2 20.24% gravas, 27.49% arena y 52.27% finos (ASTM – D422, 2007), en la tabla 6 se describió los resultados de atterberg (ASTM – D4318, 1993), para C1 30% límite líquido, 23.74% límite plástico y 6.26% índice plástico y para C2 30% límite líquido, 23.78% límite plástico y 6.22% índice plástico (ASTM – D2216, 2019), en la tabla 7 se determinó los resultados por corte directo al suelo (MTC E123, 2016). Sánchez (2019), contó con un suelo malo y una capacidad portante en el de 4 kg/cm<sup>2</sup>, Lozano y morillo (2019), establecieron un tipo de suelo moderado con una capacidad portante de 1.11 kg/cm<sup>2</sup> - suelo con arena arcillosa y grava, con una profundidad de desplante de 2.00 m. En definitiva, se identificó las características, forma y propiedades estratigráficas del terreno (Aguilar, 2014), definiendo una platea de cimentación como soporte de la estructura (Blanco, 2012), garantizando una buena distribución de esfuerzos en toda la superficie del terreno y que resista eventualidades sísmicas (Siza, 2016). Puesto que, la importancia de la interacción del suelo – estructura es fundamental para un óptimo diseño estructural (Lopez et al, 2022).

Por otra parte, el diseño arquitectónico se realizó en un área de diseño de 400.00 m<sup>2</sup> con ambientes de 18.80 m<sup>2</sup> como mínimo y 71.00 m<sup>2</sup> como máximo, con una altura de entrepiso de 3.00 m de altura. Además, contó con un sótano para el estacionamiento, ambientes típicos del segundo al décimo piso con 4 habitaciones (2 habitaciones dobles y 2 habitaciones matrimoniales), almacén y jardín y el primer piso contó con 4 habitaciones (2 habitaciones matrimoniales, 1 habitación simple y 1 habitación doble) y recepción, el hall, escaleras, ascensor y pasadizos amplios son típicas en todo el edificio a excepción del sótano (A-010, 2019) y (A-030, 2019). De esta forma, se estableció las características básicas (Bembibre, 2021) exhibiendo ambientes amplios y funcionales para el confort y buen servicio de los huéspedes en todos los pisos (Piralla, 2020), ya que, las características del hotel y los parámetros del terreno (Aguilar, 2014) contribuyeron para una buena distribución y ubicación de los ambientes (Pérez y Gardey 2021). Flores y Valdivia (2019), establecieron un área de diseño de 473.00 m<sup>2</sup>, 440.00 m<sup>2</sup> y 387.00 m<sup>2</sup> para el primer piso, segundo piso y del tercer al séptimo piso. Sánchez (2019), diseñó su hotel con 36 habitaciones simples y 24 habitaciones dobles en total, distribuidas de forma típica desde el segundo al séptimo piso y el primer piso sólo contuvo la

recepción, ascensor, escaleras estacionamiento. Losano y morillo (2019), cumplió los requerimientos mínimos según norma. De esta forma se determinó el diseño del hotel mediante su uso (E – 030), forma y estética (Álvaro, 2001).

El análisis sísmico estableció una estructura de muros estructurales (Ramírez, 2019) con una aceleración horizontal máxima de 0.35 en una zona 3, un perfil de suelo tipo S3, una amplificación del terreno de 1.20 con periodos  $T_{P(s)} = 1.0$  y  $T_{L(s)} = 1.6$  s, un factor sísmico de amplificación de  $C = 0.15$ , un factor de uso 1.0 y una regularidad de 5.10 (E-030, 2018). Así mismo, el análisis estático arrojó resultados de los parámetros sísmicos en ambas direcciones (X, Y) determinando la cortante basal ( $V_X = 1205.32$ ,  $V_Y = 1205.32$ ) mediante fuerzas estáticas aplicadas a los entre- pisos. De la misma forma, el análisis sísmico precisó y verificó el sistema estructural predominante, muros de concreto armado (Carmona y Rosas, 2016) en ambas direcciones: El eje “X” contuvo el 80.83% de cortante basal en las placas y 19.17% en la cortante de las columnas y el eje “Y” sostuvo que las placas contuvieron el 73.09% de la cortante y 47.02% la cortante basal de las columnas; también estableció los periodos de oscilación y comportamiento de la estructura en función de masa y rigidez, donde el periodo de comportamiento traslacional ( $T_x = 0.58$  y  $T_y = 0.60$ ) predominó por encima del rotacional ( $T_z = 0.46$ ) garantizando la seguridad de la estructura. Lozano y morillo (2019) y Sánchez (2019), obtuvieron resultados idénticos en el comportamiento de oscilación garantizando una buena disipación de energía en la estructura. Carmona y Rosas (2016), consiguieron resultados parecidos en su estructura comparativa de un diseño convencional de concreto armado con un comportamiento sísmico dentro del rango. Flores y Valdivia (2019), precisaron en consecuencia aproximaciones similares en el análisis dinámico corroborando la funcionabilidad de su estructura. determinando datos parecidos según su diseño. Toledo (2019), determinó el peligro sísmico es una zona costera con un nivel de sismicidad alto. En definitiva, el Perú es una de las naciones con mayor sismicidad del mundo (Tavera, 2019), estableciendo ciudades vulnerables sísmicamente hablando (Chavez y Lingan, 2019). Se cumplió con las derivas ( $\Delta_{max} = 0.0066$  eje “x” y  $\Delta_{max} = 0.0068$  eje “y”) establecidas en la norma menores al 0.007 para estructuras de concreto armado (E- 030).

El diseño estructural de concreto armado (E.060, 2020) que empleó esta investigación nos permitió tener control sobre la rigidez, resistencia y ductilidad de los elementos estructurales (E.030, 2018). De esta manera, se diseñó un aligerado de 20 cm, vigas:  $V_P=V_S$  30 x 60 cm,  $V_{CH}= 25 \times 20$  cm,  $V_{ES}$ : 25 x 40 cm, placas de 25 cm de espesor, columnas: C1=50 x 50 cm, C2= 40 x 80 cm, C3= 30 x 80 cm y una platea de cimentación de 70 cm. Así mismo, Carmona y Rosas (2016), contaron con una estructuración aporticada con dimensiones de 0.50 x 0.40 m, 0.40 x 0.30 en las columnas, 0.60 x 0.30 m, 0.50 x 0.25 m, 0.40 x 0.30 m, 0.35 x 0.25 en las vigas y una losa de 0.20 m. Sánchez (2019), contó con un sistema estructural de muros estructurales de 0.25 m, 0.50 x 0.60 m, 0.45 x 0.60 m y 0.30 x 0.70 m para columnas, 0.30 x 0.60 m, 0.25 x 0.40 m para vigas, aligerado de 0.20 m. Chávez y Lingan (2019) establecieron un nivel alto de vulnerabilidad estructural en las propiedades mecánicas de las estructuras de barro y adobe que presenta la ciudad de Cajabamba. Por lo que, Álvaro (2001) garantizó la estabilidad de la estructura como función principal en los resultados del diseño estructural. Estrada (2016) clasificó las estructuras de concreto armado como las más utilizadas y (Ramírez, 2019) las fundamentó según las normas (E-020 y E-060). Camacho y Romero (2012), utilizó programas de especialización para el diseño de estructuras como AutoCAD.

Se ha logrado dar respuesta a los objetivos pre establecidos y se ha cumplido con la hipótesis que se planteó. Estableciendo de esta manera, resultados con derivas menores ( $\Delta_{max} = 0.0066$  eje "x" y  $\Delta_{max} = 0.0068$  eje "y") a las derivas máximas permisibles ( $\Delta_{max} = 0.007$ ) en la norma (E.030, 2018). Lo que determinó, un buen desempeño sísmico de la estructura, con rigideces óptimas en sus elementos estructurales, garantizando la ductilidad de la estructura en el rango elástico de las deformaciones según la norma (E.060, 2009).

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. El estudio del levantamiento topográfico del terreno contó con una orografía llana, un área de 1 442.20 m<sup>2</sup>, un perímetro de 180.11 mL y una pendiente del 3%.
- 6.2. El estudio y análisis del suelo se realizó en dos muestras extraídas a 3.00 m de profundidad determinando un solo estrato de color marrón sin presencia de un nivel freático, con una capacidad portante de 1.45 kg/cm<sup>2</sup> y un desplante de 1.60 m a partir de los 3 m de altura del sótano. El tipo de cimentación que se planteó fue una platea cimentada a una profundidad de 4.60 m.
- 6.3. El diseño arquitectónico se realizó en un área techada de 400 m<sup>2</sup>, delimitando ambientes con un área mínima de 18.80 m<sup>2</sup> y 71.00 m<sup>2</sup> como máximo, con elevaciones de entre piso de 3 m de altura conforme las normas pre establecidas.
- 6.4. El diseño estructural estableció una losa aligerada de 20 cm, vigas con secciones de 30 x 60 cm, 45 x 60 cm, 25 x 20 cm, columnas de 50 x 50 cm, 40 x 80 cm, 30 x 60 cm, placas de 25 cm de espesor y una platea de cimentación con 70 cm de peralte.
- 6.5. El análisis sísmico estableció una estructura rígida e irregular, con derivas máximas de 0.0066 y 0.0068 en los ejes "X" y "Y"; cumpliendo con la hipótesis establecida en la investigación y corroborando la normativa E.030 y E.060.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 7.1. Se recomienda generalizar el uso de estas estructuras verticales en zonas rurales, por su funcionalidad, viabilidad y servicialidad que generan estas edificaciones al ser construidas en espacios reducidos con buenas distribuciones de ambientes en su interior. Por lo que, aumenta el desarrollo de vida en los aires.
- 7.2. Se recomienda realizar estudios complementarios aparte de los que se realizó en esta tesis. De tal forma que, ayuden a que estas estructuras verticales sean más seguras y sostenibles con el pasar del tiempo, garantizando el bienestar de sus habitantes.

## REFERENCIAS

AGUILAR, Gonzalo. Manual Práctico de Mecánica de Suelos. *Revista issuu* [en línea]. Agosto 2014. [fecha de consulta:12 de septiembre del 2021]. Disponible en: [https://issuu.com/itseebahoyo/docs/manual\\_pr\\_ctico\\_de\\_mec\\_nica\\_de\\_su](https://issuu.com/itseebahoyo/docs/manual_pr_ctico_de_mec_nica_de_su)

ÁLVARO, Meseguer. Hormigón armado III: elementos estructurales. 1ª. ed. Madrid: Fund. Escuela de la Edificación, 2001. pp. 18.  
ISBN: 9788486957872

Análisis Estructural de un Edificio Aislado Sísmicamente y Diseño de su Sistema de Aislamiento. Recursos Internet (curso estructuras especiales) [en línea]. Perú: Web Ingeniería de Hernán Hernández. [ fecha de consulta: 18 de septiembre de 2021]. Disponible en: <http://www.acreditacionfic.uni.edu.pe/files/analisisestructedifaislad.pdf>

ANGELUCCI, Cristian. Proyecto de viviendas en edificación de altura, Santiago Centro [en línea]. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2020 [Fecha consulta: 9 de mayo 2021]. Disponible en: < <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/177836>>

Arkiplus. ¿Qué es el diseño arquitectónico? *Revista Arkiplus*. [en línea]. Mayo 2018, [fecha de consulta: 5 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.arkiplus.com/que-es-el-diseno-arquitectonico/>

BÁRBARA, Rodrigo. Viviendas sismo resistentes. *Blog de la construcción* [en línea]. Junio 2018. [fecha de consulta:18 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.yura.com.pe/blog/hecho-en-japon-viviendas-sismo-resistentes/>

BAZÁN, Enrique y MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios. 1ª. Ed. México, D.F: Editorial Limusa, 2002 .596p ISBN: 9789681853495

BEMBIBRE, Cecilia. Edificación. *Revista definición ABC* [en línea]. 2009. [fecha de consulta 24 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/tecnologia/edificacion.php>



BLANCO, Marianela. Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente. Rev. Fac. Ing. UCV [en línea]. Setiembre 2012, vol.27, n.3 [Fecha de consulta: 28 de junio 2021], pp. 071-084. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652012000300008](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652012000300008) ISSN 0798-4065.

CARMONA, Pedro y ROSAS, Angello. Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico Dinámico del Diseño normativo sismorresistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un sistema aporticado, del edificio de oficinas Schell de seis pisos ubicado en la provincia de lima – Perú, 2021 [en línea]. Tesis de Titulación (ingeniero civil). Lima, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/592408>

CAMACHO, Juan y ROMERO, Marlon (2012). ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS ASISTIDO POR COMPUTADORA. Disponible en: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063284.pdf>

CHAVEZ, José y LINGAN, Walter (2018). Análisis de la vulnerabilidad sísmica estructural de los edificios principales de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas y la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Trujillo mediante curvas de fragilidad, 2018. Disponible en: <https://doi.org/http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14754>

ESTRADA, Martin. Análisis estructural básico: apuntes de clase [en línea]. 1a. d. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia, 2016 [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=3ptYDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=análisis+estructural&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjz7ruWtq7pAhWIT98KHWpcDgsQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false>

ISBN:9789588957463

Flores Bruno, M. Á., & Valdivia Cántaro, C. M. (2019). *Diseño estructural de un hotel de concreto armado*. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/13420>

GENATIOS, Carlos y LAFUENTE, Marianela. Introducción al uso de aisladores y disipadores en estructuras [en línea]. 1.a ed. América Latina: Banco de desarrollo de América Latina, Inc., 2016 [ fecha de consulta: 18 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1213/Uso%20de%20aisladores%20y%20disipadores%20en%20estructuras.pdf>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5ª ed. México: McGRAW-HILL, 2015, pp. 149. ISBN: 978-607-15-0291-9

Instituto Geográfico Nacional - Infraestructura de Datos Geospaciales Fundamentales. (2014). Disponible en: <http://www.idep.gob.pe/>

Instituto geográfico nacional normas técnicas “especificaciones técnicas para la producción de mapas topográficos a escala de 1:100,000” 1ra edición agosto 2005. (n.d.). Retrieved July 6, 2022, from [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/671087/ESPECIFICACIONES-TECNICAS-PARA-LA-PRODUCCION-1-100.000\\_1\\_.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/671087/ESPECIFICACIONES-TECNICAS-PARA-LA-PRODUCCION-1-100.000_1_.pdf)

JIMENES, Rosa. Metodología de la investigación elementos básicos para la investigación clínica. 1ª. ed. Cuba: Editorial de Ciencias Médicas del Centro Nacional de información de Ciencias Médicas, 1998, pp. 12-14.

KORSWAGEN, Paul, ARIAS, Julio y HUARINGA, Pamela. Análisis y Diseño de Estructuras con Aisladores Sísmicos en el Perú, 2019 [en línea]. Tesis de Titulación (ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019. Disponible en [:https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1631/KORSWAGEN\\_ARIAS\\_HUARINGA\\_AISLADORES\\_SISMICOS\\_PERU.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1631/KORSWAGEN_ARIAS_HUARINGA_AISLADORES_SISMICOS_PERU.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

LIÑAN, Ricardo y CARRASCO, Darlin. Análisis sísmico comparativo entre los sistemas de concreto armado y con aislamiento sísmico en la base para n edificio de 5 pisos, 2016 [en línea]. Tesis de Titulación (ingeniero civil). Trujillo: Universidad

Privada de Trujillo, 2016. Disponible en: <http://cip-trujillo.org/ovcipcdll/uploads/biblioteca/abstract/TESISLIANBLASCARRASCOZEGARRA.PDF>

Lozano Mendocilla, A. J. P., & Morillo Culquichicón, B. S. (2019). *Diseño estructural de un hotel de siete niveles con sistema dual, distrito y provincia de Otuzco - La Libertad, 2019*. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40780>

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Norma Técnica E.030 Diseños sismorresistente, Lima,2018 .14pp

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Norma Técnica E.050 suelos y cimentaciones, Lima,2018 .14pp

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Norma Técnica E.060 concreto armado, Lima,2020.-pp

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Norma Técnica E.020 cargas, Lima,2020.-pp

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Norma Técnica E.030 diseño sismorresistente, Lima,2020.-pp

M., N. A. L., M., G. E. P., P., C. F. C., P., J. C. V., M., L. J. L., M., J. D. A., R., C. A. R., C., D. P. G., & M., V. V. M. (2022). A Structural Design Comparison Between Two Reinforced Concrete Regular 6-Level Buildings using Soil-Structure Interaction in Linear Range. *Revista Ingeniería e Investigación*, 42(1), 1–10. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v42n1.86819>

PÉREZ, Julián y GARDEY, Ana. Arquitectura. Revista definición de arquitectura [en línea]. 2021. [fecha de consulta 25 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://definicion.de/arquitectura/>

PIRALLA, Roberto. Diseño Estructural [en línea]. 2.a ed. México: Grupo Noriega Editores, Inc., 2020 [ fecha de consulta: 18 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.aldeatdo.com/wp-content/uploads/2020/12/Diseno-Estructural-Meli-Piralla-ARQUILIBROS-AL-3.pdf>

RAMIREZ, Richard. Evaluación sísmica de edificaciones en el Perú. Trabajo de investigación (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/21647>

Sánchez Ponce, E. F. (2019). *Diseño estructural en concreto armado de un hotel de siete pisos*. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/16525>

SIZA, Servicios de Ingeniería S.A. [en línea]. Perú: Sedapar, 2016 [ fecha de consulta: 18 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sedapar.com.pe/wp-content/uploads/2018/02/Informe-Peligro-Simico.pdf>

TAVERA, Hernando. Evaluación del Peligro Asociado a los Sismos y Efectos secundarios en Perú [en línea]. 1.a ed. Perú: Instituto Geodésico del Perú. Inc., 2019 [fecha de consulta: 10 de septiembre de 2021].

TOLEDO, Vlacev. Evaluación del Desempeño de un Edificio con base Fija Convencional y con Aisladores Sísmicos en la Base, 2017 [en línea]. Tesis de Titulación (ingeniero civil). Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 2017. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/116457>

Topografía. (2013). Google Books. <https://books.google.com.pe/books?id=3K5JDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=topograf%C3%ADa+aplicada+pdf&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiyx7XqvbX4AhXVBLkGHdK2BKQQ6AF6BAgHEAI#v=onepage&q&f=false>

Topografía básica para ingenieros. (2013). Google Books. <https://books.google.com.pe/books?id=KxMmdTQmkEQC&printsec=frontcover&dq=topograf%C3%ADa+aplicada+pdf&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiyx7XqvbX4AhXVBLkGHdK2BKQQ6AF6BAgLEAI#v=onepage&q&f=false>

VISTO, el informe N° 379-2018-VIVIENDA /MVU-DGPRVU por el cual el Director General de la Dirección General de Políticas y Regulación en Vivienda y Urbanismo hace suyo el informe Técnico -Legal N° 210-2018-VIVIENDA /MVU-DGPRVU-DV-JHA-JACV de la Dirección de Vivienda; el informe No 008-2018-CPARNE de la

Comisión CONSIDERANDO: Que, los artículos 5 y 6 de la Ley N°30156, Ley de Organización y Funciones del. (n.d.).

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/285665/RM - 005-2019-VIVIENDA.pdf>


## ANEXOS

**Anexo 1: Matriz de Operalización de Variables**


VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA MEDICIÓN
Diseño - estructural	Bazán y Meli (1962), sustentan que el diseño o modelo estructural sísmico de una edificación, se caracteriza por detallar y dimensionar los componentes estructurales, los cuales ayudan a mitigar las fuerzas externas que atentan contra la estructura en las distintas etapas de operación, y lateralmente deformaciones inelásticas que presenta la estructura por fuerzas mayores como terremotos. Ayudando a disipar o reducir la magnitud de esfuerzos en la estructura sin colapsar.	El diseño de la estructura comienza con un plano de distribución en el que se predimensionan los elementos estructurales y se utilizan las cargas especificadas en NTP E.020 y se realiza el diseño sísmico. El modelado dinámico basado en la NTP. E.030 y posteriormente se utilizando el software especializado para obtener el comportamiento o 3D de la estructura y su modelo arquitectónico. Asimismo, se llevará a cabo un estudio de línea de base del sitio de desarrollo del proyecto.	Levantamiento topográfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Área (m<sup>2</sup>)</li> <li>→ Perímetro (m)</li> <li>→ Ubicación de puntos tipográficos</li> </ul>	Razón
			Estudio de mecánica de suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Contenido de humedad (%)</li> <li>→ Clasificación de suelos: SUCS (%)</li> <li>→ Clasificación de suelos: AASTHO (%)</li> <li>→ Capacidad Portante (Kg/cm<sup>2</sup>)</li> </ul>	Razón
			Diseño arquitectónico	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Distribución Ambientes</li> <li>→ Áreas (m<sup>2</sup>)</li> <li>→ Plano Arquitectónico</li> </ul>	Razón
			Análisis sísmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Rigidez (Tn/m)</li> <li>→ Periodos (seg)</li> <li>→ Desplazamiento</li> <li>→ Deriva</li> </ul>	Razón
			Diseño estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Dimensión de los elementos estructurales (cm<sup>2</sup>)</li> <li>→ Área del acero (cm<sup>2</sup>)</li> </ul>	Razón

**Fuente. Elaboración Propia**

## Anexo 2: Ejemplo Ficha resumen de levantamiento Topográfico


 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>FICHA RESUMEN LEVANTAMIENTO</b>	<b>DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL</b>			
<b>TOPOGRÁFICO</b>					
<b>I. DATOS CARTOGRÁFICOS</b>					
<b>Título del Proyecto:</b>	" Diseño Estructural de un hotel de 10 pisos con sótano, Cajabamba - Perú, 2022 "				
<b>Autor:</b>	Ocupa Vallejos, Luis Donald				
<b>Fecha:</b>	18 de Abril de 2022				
<b>Ubicación del Proyecto:</b>	Pampachica - Cajabamba - Cajamarca				
<b>Area del Terreno:</b>	1442.20 m <sup>2</sup>	<b>Perímetro:</b> 180.11 ml			
	Frontal	19.48 m			
<b>Lindero de la Propiedad:</b>	Lateral Derecho	62.64 m			
	Lateral Izquierdo	71.58 m			
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>	Respaldo Legal	RNE. E-050			
<b>III. METODOLOGÍA DEL PROCESO DEL LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO</b>					
<b>Fase del Levantamiento Planimétrico:</b>	Ubicación y Radiación de Puntos Topográficos				
<b>Equipos / Marca:</b> LEICA	<b>Modelo:</b> TS-02 POWER	<b>Serial:</b> 1329480			
<b>Certificado de Calibración:</b> PLACENSIA Y ASO	N° 2845 / EM				
<b>Coordenadas UTM del Levantamiento</b>					
Vértice	Lado	Distancia	Ángulo	Este	Norte
P1	P1 - P2	15.06	90° 51' 43"	825030.6906	9158096.108
P2	P2 - P3	8.09	179° 21' 6"	825034.187	9158081.46
P3	P3 - P4	3.63	178° 37' 46"	825036.1532	9158073.616
P4	P4 - P5	6.54	181° 32' 59"	825037.121	9159070.113
P5	P5 - P6	6.55	181° 2' 14"	825038.6909	9158063.766
P6	P6 - P7	10.23	179° 19' 39"	825040.1492	9158057.377
P7	P7 - P8	6.66	177° 35' 57"	825042.5426	9158047.43
P8	P8 - P9	2.44	187° 42' 51"	825044.72	9159041.022
P9	P9 - P10	1.57	171° 21' 3"	825045.1753	9158038.607
P10	P10 - P11	1.5	181° 11' 29"	825045.5808	9158037.105
P11	P11 - P12	1.38	186° 4' 24"	825045.8112	9158035.66
P12	P12 - P13	1.42	182° 17' 4"	825045.9917	9158034.298
P13	P13 - P14	3.11	184° 19' 33"	825045.1541	9158032.892

Anexo 3: Ejemplo Guía de observación para estudio de mecánica de suelos.


 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS</b>	<b>DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL</b>
<b>I. GENERALIDADES</b>		
<b>Título del Proyecto:</b>	" Diseño Estructural de un hotel de 10 pisos con sótano, Cajabamba - Perú, 2022 "	
<b>Autor:</b>	Ocupa Vallejos, Luis Donald	
<b>Elaborado por:</b>	INGEOMA S.A.C	
<b>II. LOCALIZACIÓN</b>		
<b>Sector:</b>	<b>Urbanización:</b>	<b>Distrito:</b>
Norte - Este	Vista Hermosa	Víctor Larco
<b>Provincia:</b>	Trujillo	
<b>Departamento:</b>	La Libertad	
<b>III. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ENTORNO</b>		
<b>3.1. Material Parietal</b>		
<input type="checkbox"/> Roca	<input type="checkbox"/> Ignea <input type="checkbox"/> Sedimentaria Tipo <input type="checkbox"/> Metamórfica	Presenta un limo de baja Plasticidad <input checked="" type="checkbox"/> Sedimentos <input type="checkbox"/> Orgánicos <input type="checkbox"/> Aluviales <input type="checkbox"/> Cenizas Volcar <input type="checkbox"/> Eolico <input type="checkbox"/> Marinos <input type="checkbox"/> Minerales
<b>3.2. Geomorfología</b>		
<b>Paisaje:</b> Rural	<b>Forma del Terreno:</b> Rectangular	<b>Forma de la pendiente:</b> Llana
<b>3.3. Climatología</b>		
<b>Provincia:</b> Presencia Humedad	<b>Cobertura:</b> Suelos desnudos	
<b>Clima Ambiental:</b> Templado	<b>Tipo de Uso:</b> Urbano e Industrial	
<b>3.3. Indicadores de Sanilización</b>		
<b>Visuales:</b> Moderados	<b>Forma de sales:</b> Solubles	
<b>IV. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>		
<b>Respaldo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> NTP.E.050	<input checked="" type="checkbox"/> ASTM D 422
Legal	<input checked="" type="checkbox"/> ASTM D 2216	<input checked="" type="checkbox"/> ASTM D 2487
<b>V. METODOLOGIA DEL PROCESO DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS</b>		
<b>Fase del EMS:</b> Extracción y análisis de las muestras en el laboratorio con fines de cimentacion		
<b>Recurso:</b> Pico, palana, bolsas hermeticas, juego de tamices, horno, copa de casa grande, entre otros.		
<b>Coordenadas calicata</b>	C1: Este: 825040.26 Norte: 9158057.43	<b>Dimensiones:</b> B: 1.50 m
	C2: Este: 825037.07 Norte: 9158070.34	H: 1.00 m
<b>Ensayos de laboratorio (ASTM):</b>		
<b>Análisis Grabulimétrico por Tamizado:</b>	C1: 26.51% Arena	C2: 54% Finos
	S: ML	
<b>Límites de Atterberg:</b>	Sin límites de consistencia	
<b>Contenido de Humedad:</b>	C1: 11.74%	C2: 10.94%
<b>Clasificación SUCS:</b>	ML - Limoso inorgánico de baja plasticidad	
<b>Clasificación AASHTO:</b>	A - 4 (3) Gran presencia de gravas y arenas	
<b>Perfil estatigráfico:</b>		
La superficie del terreno tiene forma rectangular, presenta una humedad natural promedio de 11.74%, el estrato esta compuesto por 54% de finos(limo) y 26.51% arena, el suelo tiene un color marron claro, asi mismo presenta un indice de plasticidad de 6.26%.		
<b>Nivel Freático:</b>	<input type="checkbox"/> Presenta	<input checked="" type="checkbox"/> No presenta



#### Anexo 4: Ejemplo ficha de resumen de diseño arquitectónico.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE RESUMEN DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO	DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL
<p><b>Título de investigación:</b> " Diseño Estructural de un hotel de 10 pisos con sótano, Cajabamba - Perú, 2022 "</p> <p><b>Tema:</b> Elaboracion de la documentacion del proyecto para la construccion de un hotel de diez pisos con sótano</p> <p><b>Año de publicación:</b> 2022</p> <p><b>Autor:</b> Ocupa Vallejos, Luis Donald</p> <p><b>Páginas:</b> pp 18 - 20</p>		
<p><b>I. DATOS GENERALES</b></p>		
<p><b>Ubicación del área en el estudio:</b> Pampa Chica, Cajabamba, Cajamarca</p> <p><b>Uso de la edificación:</b> Hotel</p> <p><b>Zonificación:</b> Z<sub>3</sub></p> <p><b>Área construida del terreno:</b> 400 m<sup>2</sup></p> <p><b>Nº de Niveles:</b> 10 pisos más sótano</p> <p><b>Distribución:</b></p> <p style="padding-left: 40px;"><b>Sótano:</b> Estacionamiento</p> <p style="padding-left: 40px;"><b>1<sup>er</sup> piso :</b> 4 Habitaciones (Dormitorio, SS.HH, Sala Star, Vestidor), Resepción (Sala de espera, SS.HH), Asensor</p> <p style="padding-left: 40px;"><b>2<sup>do</sup> al 10<sup>mo</sup> piso:</b> 4 Habitaciones (Dormitorio, SS.HH, Sala Star, Vestidor), Asensor, áreas típicas al primer piso menos la Hab 02.</p>		
<p><b>1.1 Resumen</b></p> <p style="padding-left: 40px;">Hotel con una estructura de diez pisos más sótano. Cuenta con 4 habitaciones amplias en cada piso, resepción, ascensor,escalera, bestíbulo, patio de servicio, hall, pasadizos amplios. Además cuenta con una banda de impermeabilizante de asfalto para aislar la humedad; y aisladores termicos en sus ambientes. En cuanto a los exteriores se tiene zonas con vegetacion lo cual mejora el lado estetico de la edificacion.</p>		
<p><b>II. FUNDAMENTACION TEORICA</b></p>		
<p><b>Respaldo legal</b> Norma A.010 Norma A.030</p>		
<p><b>III. METODOLOGIA DEL PROCESO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL</b></p>		
<p><b>Recursos</b> AutoCAD</p>		

### Anexo 5: Ejemplo ficha de resumen de diseño estructural.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>FICHA DE RESUMEN DEL DISEÑO ESTRUCTURAL</b>	<b>DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL</b>
<b>Título de investigación:</b>	" Diseño Estructural de un hotel de 10 pisos con sótano, Cajabamba - Perú, 2022 "	
<b>Tema:</b>	Elaboracion de la documentacion del proyecto para la construccion de un hotel de diez pisos con sótano	
<b>Año de publicación:</b>	2022	
<b>Autor:</b>	Ocupa Vallejos, Luis Donald	
<b>Páginas:</b>	pp 30 - 51	
<b>I. DATOS GENERALES</b>		
<b>Ubicación del área en el estudio:</b>	Pampa Chica, Cajabamba, Cajamarca	
<b>Tipo de estructura:</b>	Concreto Armado	
<b>Zonificación:</b>	Z <sub>3</sub>	
<b>Uso:</b>	Hotel	
<b>Nº de Pisos:</b>	10	<b>h:</b> 3.00 m
<b>Sótanos:</b>	1	<b>h:</b> 4.60 m
<b>Dimensiones:</b>		
<b>Columnas:</b> <b>C1 =</b> 50 x 50 cm <b>C2 =</b> 40 x 80 cm <b>C3 =</b> 30 x 80 cm		<b>Placas:</b> <b>e =</b> 25 cm
<b>Vigas:</b> <b>V<sub>CH</sub> =</b> 25 x 20 cm <b>V<sub>P</sub> =</b> 30 x 60 cm <b>V<sub>S</sub> =</b> 25 x 60 cm		<b>Losa aligerada:</b> <b>h =</b> 20 cm  <b>Losa de cimentación:</b> <b>e =</b> 70 cm
<b>II. FUNDAMENTACION TEORICA</b>		
<b>Respaldo legal</b>	Norma E -060 Norma E - 030 Norma E -020	
<b>III. METODOLOGIA DEL PROCESO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL</b>		
<b>Recursos</b>	AutoCAD ETABS	

## Anexo 6: Diseño a flexión M(+): Viga - Eje 2, Tramo A-B.

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

b =	30	cm	
h =	60	cm	
r' =	5.91	cm	
d =	54.10	cm	
L =	3.88	m	

#### 2.0 Datos del Material

f'c =	280	kg/cm <sup>2</sup>	
fy =	4200	kg/cm <sup>2</sup>	

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

Mu =	5.69	ton-m	
------	------	-------	--

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

As =	2.83	cm <sup>2</sup>	
ρ =	0.00174		

#### 5.0 Verificación

B <sub>1</sub> =	0.85		
ρ <sub>bal</sub> =	0.02833		
ρ <sub>max</sub> =	0.02125	Cumple	

#### 6.0 Diseño del Refuerzo mínimo

As =	5.41	cm <sup>2</sup>	
------	------	-----------------	--

#### 7.0 Acero Colocado

		5.41	cm <sup>2</sup>	
As L =	1	∅	3/4	
As L =	1	∅	3/4	
As L =		5.68	cm <sup>2</sup>	OK
As [] =		∅	3/8	
ρ =		0.00350		

### Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

b =	30	cm	
h =	60	cm	
r' =	5.91	cm	
d =	54.10	cm	
L =	3.88	m	

#### 2.0 Datos del Material

f'c =	280	kg/cm <sup>2</sup>	
fy =	4200	kg/cm <sup>2</sup>	

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

Mu =	5.69	ton-m	
------	------	-------	--

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

As =	2.83	cm <sup>2</sup>	
ρ =	0.00174		

a =	1.66	cm	
-----	------	----	--

B <sub>1</sub> =	0.85		
------------------	------	--	--

c =	1.96		
-----	------	--	--

c/d =	0.036		Controlado Tensión o Dúctil
-------	-------	--	-----------------------------

#### 5.0 Cuantías

ρ <sub>min</sub> =	0.0033		
--------------------	--------	--	--

ρ <sub>max</sub> =	0.0206		
--------------------	--------	--	--

ρ <sub>bal</sub> =	0.0283	(Sale a partir ACI)	
--------------------	--------	---------------------	--

∅ =	0.90	(Sale a partir ACI)	
-----	------	---------------------	--

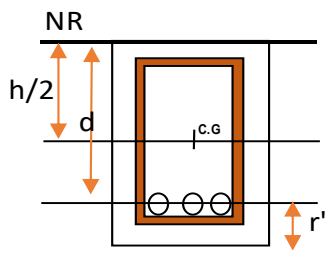
#### 6.0 Momento Resultante

Mr =	5.69	ton-m	
------	------	-------	--

#### 7.0 Diseño del Refuerzo mínimo

As =	5.41	cm <sup>2</sup>	
------	------	-----------------	--

**Anexo 7:** Comprobación  $\phi$  (M+): Viga - Eje 2, Tramo A-B.



**Vigas Peraltadas**

$\phi$ L =	<b>3/4</b>	
As L =	<b>2.8</b>	cm <sup>2</sup>
$\phi$ [] =	<b>3/8</b>	
As [] =	<b>0.71</b>	cm <sup>2</sup>
h/2 =	<b>30</b>	cm
r =	<b>4</b>	cm
r' =	<b>5.91</b>	cm
r' =	<b>6.50</b>	cm
d =	<b>54.095</b>	cm

$\phi$	As (cm <sup>2</sup> )
<b>3/8</b>	<b>0.71</b>
<b>1/2</b>	<b>1.29</b>
<b>5/8</b>	<b>1.99</b>
<b>3/4</b>	<b>2.84</b>
<b>1</b>	<b>5.1</b>

RECUBRIMIENTOS	
Columna Principal	4.0
Columnetas	2.0
Vigas Peraltadas	4.0
Vigas Chatas	2.0
Viguetas y Dintele	2.0
Aligerados	2.0
Escaleras	2.0
Muros Armados	2.0
Losas	2.0
Vigas de Cimenta	4.0
Zapatas	7.5

Comprobación  $\phi$  **0.90**

**Según ACI 318S - 14**

**1.0 Datos Geométricos**

b =	<b>30</b>	cm
h =	<b>60</b>	cm
r' =	<b>5.91</b>	cm
d =	<b>54.10</b>	cm

**5.0 Cuantías**

**2.0 Datos del Material**

f'c =	<b>280</b>	kg/cm <sup>2</sup>
fy =	<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>

$\rho_{min} =$  **0.0033**

$\rho_{max} =$  **0.0206**

**3.0 Datos de Refuerzo**

As =	<b>2.83</b>	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	<b>0.0017</b>	

$\rho_{bal} =$  **0.0283** (Sale a partir ACI)

$\phi =$  **0.90** (Sale a partir ACI)

**CUMPLE**

Mr = **5.69 ton-m**

**OK**

**4.0 Momento Resistente**

a =	<b>1.66</b>	cm
B <sub>1</sub> =	<b>0.85</b>	
c =	<b>1.96</b>	
c/d =	<b>0.036</b>	

**Controlado  
Tensión o Dúctil**

## Anexo 8: Diseño a flexión (M-): Viga - Eje 2, Tramo A-B.

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

b =	30	cm
h =	60	cm
r' =	5.91	cm
d =	54.10	cm
L =	3.88	m

#### 2.0 Datos del Material

f'c =	280	kg/cm <sup>2</sup>
fy =	4200	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante - ETABS

M <sub>u</sub> =	2.97	ton-m
------------------	------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

A <sub>s</sub> =	1.46	cm <sup>2</sup>
ρ =	0.00090	

#### 5.0 Verificación

B <sub>1</sub> =	0.85	
ρ <sub>bal</sub> =	0.02833	
ρ <sub>max</sub> =	0.02125	Cumple

#### 6.0 Diseño del Refuerzo mínimo

A <sub>s</sub> =	5.41	cm <sup>2</sup>
------------------	------	-----------------

#### 7.0 Acero Colocado

	5.41	cm <sup>2</sup>
As L =	1	∅ 3/4
As L =	1	∅ 3/4
As L =	5.68	cm <sup>2</sup> OK
As [] =	∅	3/8
ρ =	0.00350	

### Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

b =	30	cm
h =	60	cm
r' =	5.91	cm
d =	54.10	cm
L =	3.88	m

#### 2.0 Datos del Material

f'c =	280	kg/cm <sup>2</sup>
fy =	4200	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante - ETABS

M <sub>u</sub> =	2.965	ton-m
------------------	-------	-------

w =	0.014	
-----	-------	--

#### 4.0 Diseño del Refuerzo

A <sub>s</sub> =	1.46	cm <sup>2</sup>
ρ =	0.00090	

a =	0.86	cm
-----	------	----

B <sub>1</sub> =	0.85	
------------------	------	--

c =	1.01	
-----	------	--

c/d =	0.019	Controlado Tensión o Dúctil
-------	-------	-----------------------------

#### 5.0 Cuantías

ρ <sub>min</sub> =	0.0033	
--------------------	--------	--

ρ <sub>max</sub> =	0.0206	
--------------------	--------	--

ρ <sub>bal</sub> =	0.0283	(Sale a partir ACI)
--------------------	--------	---------------------

∅ =	0.90	(Sale a partir ACI)
-----	------	---------------------

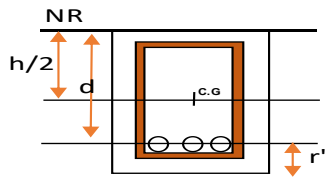
#### 6.0 Momento Resultante

M <sub>r</sub> =	2.97	ton-m
------------------	------	-------

#### 7.0 Diseño del Refuerzo mínimo

A <sub>s</sub> =	5.41	cm <sup>2</sup>
------------------	------	-----------------

### Anexo 9: Comprobación $\phi$ (M-): Viga - Eje 2, Tramo A-B.



#### Vigas Peraltadas

$\phi$ L =	<b>3/4</b>	
As L =	<b>2.8</b>	cm <sup>2</sup>
$\phi$ [] =	<b>3/8</b>	
As [] =	<b>0.71</b>	cm <sup>2</sup>
h/2 =	<b>30</b>	cm
r =	<b>4</b>	cm
r' =	<b>5.91</b>	cm
r' =	<b>6.50</b>	cm
d =	<b>54.095</b>	cm

$\phi$	As (cm <sup>2</sup> )
<b>3/8</b>	<b>0.71</b>
<b>1/2</b>	<b>1.29</b>
<b>5/8</b>	<b>1.99</b>
<b>3/4</b>	<b>2.84</b>
<b>1</b>	<b>5.1</b>

#### RECUBRIMIENTOS

Columna Principal	4.0
Columnetas	2.0
Vigas Peraltadas	4.0
Vigas Chatas	2.0
Viguetas y Dintele	2.0
Aligerados	2.0
Escaleras	2.0
Muros Armados	2.0
Losas	2.0
Vigas de Cimenta	4.0
Zapatas	7.5

Comprobación  $\phi$  **0.90**

Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

b =	<b>30</b>	cm
h =	<b>60</b>	cm
r' =	<b>5.91</b>	cm
d =	<b>54.10</b>	cm

#### 2.0 Datos del Material

f'c =	<b>280</b>	kg/cm <sup>2</sup>
fy =	<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Datos de Refuerzo

As =	<b>1.46</b>	cm <sup>2</sup>
$\rho$ =	<b>0.0009</b>	

#### 4.0 Momento Resistente

a =	<b>0.86</b>	cm
B <sub>1</sub> =	<b>0.85</b>	
c =	<b>1.01</b>	
c/d =	<b>0.019</b>	

**Controlado  
Tensión o Dúctil**

#### 5.0 Cuantías

$\rho_{min}$  = **0.0033**

$\rho_{max}$  = **0.0206**

$\rho_{bal}$  = **0.0283** (Sale a partir ACI)

$\phi$  = **0.90** (Sale a partir ACI)

**CUMPLE**

Mr = **2.97 ton-m**

**OK**

## Anexo 10: Diseño a corte: Viga - Eje 2, Tramo A-B.

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

$b =$	30	cm	<i>Base de la viga</i>
$h =$	60	cm	<i>Altura de la viga</i>
$r' =$	5.91	cm	<i>Recubrimiento de la viga</i>
$d =$	54.10	cm	<i>Peralte efectivo</i>
$L =$	3.88	m	<i>Longitud de la viga</i>
$\phi =$	0.85		<i>coeficiente de seguridad</i>

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$	280	kg/cm <sup>2</sup>	<i>Resistencia del concreto</i>
$fy =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>	<i>Afluencia del acero</i>

#### 3.0 Fuerza Actuante - ETABS

$Vu =$	3.856	tn	<i>Cortante última</i>
--------	-------	----	------------------------

#### 4.0 Fuerza Cortante - Vc

$Vc = \phi * 0.53 * f'c^{1/2} * b * d$	12.23	tn	<i>Cortante de resistencia del concreto</i>
--	-------	----	---

#### 5.0 Resistencia al corte

$Vs = (Vu / \phi) - Vc$	7.70	tn	<i>Resistencia al corte por refuerzo</i>
-------------------------	------	----	--

#### 6.0 Comprobación

$Vs = 2.1 * f'c^{1/2} * b * d =$	57.03	tn	OK	<i>Vn: Cortante nominal</i>
----------------------------------	-------	----	----	-----------------------------

#### 7.0 Refuerzo por cortante

$Vn = Vu / \phi =$	4.54	tn	No necesita refuerzo por cortante
--------------------	------	----	-----------------------------------

#### 8.0 Espaciamiento para Estribos

$Av =$	3/8	"	<i>Area del acero del estribo</i>
$S = Av * fy * d / Vs =$	5.62	cm	<i>Espaciamiento para estribos</i>
$Av_{min} = 3.5 * b * S / fy =$	0.14	cm <sup>2</sup>	<i>Area de acero mínimo para estribos</i>

#### 9.0 Separación entre Estribos - Zona confinada

☞ 1 <sup>ER</sup> estribo @	5.00	cm	
☞ $d/4 =$	13.52	cm	10
☞ $10d_b$ (longitud menor) =	19.05	cm	20
☞ $24d_b$ (estribo) =	9.53	cm	10
☞ Max S =	30	cm	

*db: diámetro de barra longitudinal*  
*db: diámetro de barra transversal*  
*Máxima separación entre estribos*

#### 9.0 Separación entre Estribos - Zona central

$0.5 * d =$	27.05	cm	30
-------------	-------	----	----

#### 10.0 Separación de Estribos - Viga

	4	@	5	cm
	2	@	10	cm
	2	@	15	cm
resto	11	@	30	cm

## Anexo 11: Diseño por corte: Columna - C1.

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

$a =$	50	cm	<i>Base</i>
$b =$	50	cm	<i>Altura</i>
$r' =$	5.91	cm	<i>Recubrimiento</i>
$d =$	44.10	cm	<i>Peralte efectivo</i>
$H =$	3	m	<i>Altura de la columna</i>
$\phi =$	0.85		<i>coeficiente de seguridad</i>

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$	280	kg/cm <sup>2</sup>	<i>Resistencia del concreto</i>
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>	<i>Afluencia del acero</i>

#### 3.0 Fuerza Actuante - ETABS

$V_u =$	11.33	tn	<i>Cortante última</i>
---------	-------	----	------------------------

#### 4.0 Fuerza Cortante - Vc

$V_c = \phi * 0.53 * f'c^{1/2} * b * d =$	16.62	tn	<i>Cortante de resistencia del concreto</i>
---	-------	----	---

#### 5.0 Resistencia al corte

$V_s = (V_u / \phi) - V_c$	3.30	tn	<i>Resistencia al corte por refuerzo</i>
----------------------------	------	----	--

#### 6.0 Comprobación

$V_s = 2.1 * f'c^{1/2} * b * d =$	77.47	tn	OK	<i>Vs: Comprobación del cortante del acero</i>
-----------------------------------	-------	----	----	--

#### 7.0 Refuerzo por cortante

$V_n = V_u / \phi =$	13.33	tn	Necesita refuerzo por cortante	<i>Vn: Cortante nominal</i>
----------------------	-------	----	---	-----------------------------

#### 8.0 Espaciamiento para Estribos

$A_v =$	3/8	"	<i>Area del acero del estribo</i>
$S = A_v * f_y * d / V_s =$	10.71	cm	<i>Espaciamiento para estribos</i>
$A_{v.min} = 3.5 * b * S / f_y =$	0.45	cm <sup>2</sup>	<i>Area de acero mínimo para estribos</i>



### 9.0 Longitud máxima (Lo) - Zona de confinamiento (Zc)

$Lo_{m\acute{a}x} = H/6$	98	cm	<i>Longitud máxima de confinamiento</i>
$\max(a,b) =$	50	cm	<i>Máxima dimensión de la columna</i>
$Lo_{m\acute{i}n}$ en Zc =	15	cm	
Asumimos:	98	x <sup>7</sup> 100	cm OK

### 10.0 Separación mínima entre Estribos - Zona confinada

☞ $1^{ER}$ estribo @	5.00	cm	
☞ S (min) :			<i>Separación mínima en Zona Confinada</i>
$\min = (a/2, b/2) =$	25	cm	<i>Mitad de la mínima sección de la columna</i>
$S_{m\acute{a}x}$ en Zc =	10	cm	<i>Separación máxima en Zona Confinada</i>
Asumimos	x <sup>7</sup> 10	cm	

### 11.0 Separación mínima entre Estribos (S') - Zona central (Zc')

☞ S' (min) :			<i>Separación mínima en Zona Central</i>
$16db =$	30	cm	
$db =$	3/4	"	<i>Díametro de barra mayor</i>
$\min(a,b) =$	50	cm	<i>Mínima dimensión de la columna</i>
$S_{m\acute{a}x}$ Zc' =	30	cm	<i>Separación máxima en Zona Central</i>
Asumimos	x <sup>7</sup> 30	cm	

### 12.0 Separación de Estribos - Columna

	4	@	5	cm
	8	@	10	cm
Resto	3	@	30	cm

## Anexo 12: Diseño por corte: Columna - C2.

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

$a =$	40	cm	<i>Base</i>
$b =$	80	cm	<i>Altura</i>
$r' =$	5.91	cm	<i>Recubrimiento</i>
$d =$	74.10	cm	<i>Peralte efectivo</i>
$H =$	3	m	<i>Altura de la columna</i>
$\phi =$	0.85		<i>coeficiente de seguridad</i>

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$	280	kg/cm <sup>2</sup>	<i>Resistencia del concreto</i>
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>	<i>Afluencia del acero</i>

#### 3.0 Fuerza Actuante - ETABS

$V_u =$	7.64	tn	<i>Cortante última</i>
---------	------	----	------------------------

#### 4.0 Fuerza Cortante - Vc

$V_c = \phi * 0.53 * f'c^{1/2} * b * d =$	22.342	tn	<i>Cortante de resistencia del concreto</i>
---	--------	----	---

#### 5.0 Resistencia al corte

$V_s = (V_u / \phi) - V_c$	13.35	tn	<i>Resistencia al corte por refuerzo</i>
----------------------------	-------	----	--

#### 6.0 Comprobación

$V_s = 2.1 * f'c^{1/2} * b * d =$	104.15	tn	OK	<i>Vs: Comprobación del cortante del acero</i>
-----------------------------------	--------	----	----	--

#### 7.0 Refuerzo por cortante

$V_n = V_u / \phi =$	8.99	tn	No necesita refuerzo por cortante	<i>Vn: Cortante nominal</i>
----------------------	------	----	--	-----------------------------

#### 8.0 Espaciamiento para Estribos

$A_v =$	3/8	"	<i>Area del acero del estribo</i>
$S = A_v * f_y * d / V_s =$	4.44	cm	<i>Espaciamiento para estribos</i>
$A_{v.min} = 3.5 * b * S / f_y =$	0.15	cm <sup>2</sup>	<i>Area de acero mínimo para estribos</i>

### 9.0 Longitud máxima (Lo) - Zona de confinamiento (Zc)

$Lo_{m\acute{a}x} = H/6$	98	cm	<i>Longitud máxima de confinamiento</i>
$\max(a,b) =$	80	cm	<i>Máxima dimensión de la columna</i>
$Lo_{m\acute{i}n}$ en Zc =	15	cm	
Asumimos:	98	x <sup>7</sup> 100	cm OK

### 10.0 Separación mínima entre Estribos - Zona confinada

☞ $1^{ER}$ estribo @	5.00	cm	
☞ S (min) :			<i>Separación mínima en Zona Confinada</i>
$\min = (a/2, b/2) =$	20	cm	<i>Mitad de la mínima sección de la columna</i>
$S_{m\acute{a}x}$ en Zc =	10	cm	<i>Separación máxima en Zona Confinada</i>
Asumimos	x <sup>7</sup> 10	cm	

### 11.0 Separación mínima entre Estribos (S') - Zona central (Zc')

☞ S' (min) :			<i>Separación mínima en Zona Central</i>
$16db =$	30	cm	
$db =$	3/4	"	<i>Díametro de barra mayor</i>
$\min(a,b) =$	40	cm	<i>Mínima dimensión de la columna</i>
$S_{m\acute{a}x}$ Zc' =	30	cm	<i>Separación máxima en Zona Central</i>
Asumimos	x <sup>7</sup> 30	cm	

### 12.0 Separación de Estribos - Columna

	4	@	5	cm
	8	@	10	cm
Resto	3	@	30	cm

## Anexo 13: Diseño por corte: Columna – C3.

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

$a =$	30	cm	<i>Base</i>
$b =$	80	cm	<i>Altura</i>
$r' =$	5.91	cm	<i>Recubrimiento</i>
$d =$	74.10	cm	<i>Peralte efectivo</i>
$H =$	3	m	<i>Altura de la columna</i>
$\phi =$	0.85		<i>coeficiente de seguridad</i>

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$	280	kg/cm <sup>2</sup>	<i>Resistencia del concreto</i>
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>	<i>Afluencia del acero</i>

#### 3.0 Fuerza Actuante - ETABS

$V_u =$	22.08	tn	<i>Cortante última</i>
---------	-------	----	------------------------

#### 4.0 Fuerza Cortante - $V_c$

$V_c = \phi * 0.53 * f'c^{1/2} * b * d =$	16.757	tn	<i>Cortante de resistencia del concreto</i>
---	--------	----	---

#### 5.0 Resistencia al corte

$V_s = (V_u / \phi) - V_c$	9.22	tn	<i>Resistencia al corte por refuerzo</i>
----------------------------	------	----	--

#### 6.0 Comprobación

$V_s = 2.1 * f'c^{1/2} * b * d =$	78.11	tn	OK	<i>Vs: Comprobación del cortante del acero</i>
-----------------------------------	-------	----	----	--

#### 7.0 Refuerzo por cortante

$V_n = V_u / \phi =$	25.97	tn	Necesita refuerzo por cortante	<i>Vn: Cortante nominal</i>
----------------------	-------	----	--------------------------------	-----------------------------

#### 8.0 Espaciamiento para Estribos

$A_v =$	3/8	"	<i>Area del acero del estribo</i>
$S = A_v * f_y * d / V_s =$	6.43	cm	<i>Espaciamiento para estribos</i>
$A_{v.min} = 3.5 * b * S / f_y =$	0.16	cm <sup>2</sup>	<i>Area de acero mínimo para estribos</i>

### 9.0 Longitud máxima (Lo) - Zona de confinamiento (Zc)

$Lo_{m\acute{a}x} = H/6$	98	cm	<i>Longitud máxima de confinamiento</i>
$\max(a,b) =$	80	cm	<i>Máxima dimensión de la columna</i>
$Lo_{m\acute{i}n}$ en Zc =	15	cm	
Asumimos:	98	x <sup>7</sup> 100	cm OK

### 10.0 Separación mínima entre Estribos - Zona confinada

☞ $1^{ER}$ estribo @	5.00	cm	
☞ S (min) :			<i>Separación mínima en Zona Confinada</i>
$\min = (a/2, b/2) =$	15	cm	<i>Mitad de la mínima sección de la columna</i>
$S_{m\acute{a}x}$ en Zc =	10	cm	<i>Separación máxima en Zona Confinada</i>
Asumimos	x <sup>7</sup> 10	cm	

### 11.0 Separación mínima entre Estribos (S') - Zona central (Zc')

☞ S' (min) :			<i>Separación mínima en Zona Central</i>
$16db =$	30	cm	
$db =$	3/4	"	<i>Díametro de barra mayor</i>
$\min(a,b) =$	30	cm	<i>Mínima dimensión de la columna</i>
$S_{m\acute{a}x}$ Zc' =	30	cm	<i>Separación máxima en Zona Central</i>
Asumimos	x <sup>7</sup> 30	cm	

### 12.0 Separación de Estribos - Columna

	4	@	5	cm
	8	@	10	cm
Resto	3	@	30	cm

## Anexo 14: Diseño a flexión del tramo AB: M (+).

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

$b_{VIGA} =$	30	cm
$h_{LOSA} =$	20	cm
$b_w =$	10	cm
$r' =$	3.91	cm
$d =$	16.10	cm
$L =$	3.88	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$	0.22	ton-m
---------	------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$	0.37	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	0.00076	

#### 5.0 Verificación

$B_1 =$	0.85	
$\rho_{bal} =$	0.02125	
$\rho_{max} =$	0.01594	Cumple

#### 6.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$	1.61	cm <sup>2</sup>
---------	------	-----------------

#### 7.0 Acero Colocado

		1.61	cm <sup>2</sup>	
As L =	1	∅	1/2	
As L =	1	∅	3/8	
As L =			2.00	cm <sup>2</sup> OK
$\rho =$			0.00414	

### Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

$b =$	30	cm
$h =$	20	cm
$r' =$	3.91	cm
$d =$	16.10	cm
$L =$	3.88	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$	0.22	ton-m
---------	------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$	0.37	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	0.00076	
$a =$	0.29	cm

$B_1 =$	0.85	
$c =$	0.34	

$c/d =$	0.021	Controlado Tensión o Dúctil
---------	-------	--------------------------------

#### 5.0 Cuantías

$\rho_{min} =$	0.0033	
$\rho_{max} =$	0.0155	

$\rho_{bal} =$	0.0213	(Sale a partir ACI)
$\phi =$	0.90	(Sale a partir ACI)

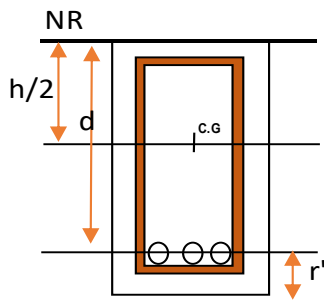
#### 6.0 Momento Resultante

$M_r =$	0.22	ton-m
---------	------	-------

#### 7.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$	1.61	cm <sup>2</sup>
---------	------	-----------------

### Anexo 15: Comprobación $\phi$ (M+) del tramo AB



#### Aligerados

$\phi$ L =	<b>3/4</b>	
As L =	<b>2.8</b>	cm <sup>2</sup>
$\phi$ [] =	<b>3/8</b>	
As [] =	<b>0.71</b>	cm <sup>2</sup>
h/2 =	<b>10</b>	cm
r =	<b>2</b>	cm
r' =	<b>3.91</b>	cm
r' =	<b>6.50</b>	cm
d =	<b>16.095</b>	cm

$\phi$	As (cm <sup>2</sup> )
<b>3/8</b>	<b>0.71</b>
<b>1/2</b>	<b>1.29</b>
<b>5/8</b>	<b>1.99</b>
<b>3/4</b>	<b>2.84</b>
<b>1</b>	<b>5.1</b>

#### RECUBRIMIENTOS

Columna Principal	4.0
Columnetas	2.0
Vigas Peraltadas	4.0
Vigas Chatas	2.0
Viguetas y Dinteles	2.0
<b>Aligerados</b>	<b>2.0</b>
Escaleras	2.0
Muros Armados	2.0
Losas	2.0
Vigas de Cimentación	4.0
Zapatas	7.5

Comprobación  $\phi$  **0.90**

Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

b =	<b>30</b>	cm
h =	<b>20</b>	cm
r' =	<b>3.91</b>	cm
d =	<b>16.10</b>	cm

#### 5.0 Cuantías

#### 2.0 Datos del Material

f'c =	<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>
fy =	<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>

$\rho_{min}$ =	<b>0.0033</b>
$\rho_{max}$ =	<b>0.0155</b>

#### 3.0 Datos de Refuerzo

As =	<b>0.37</b>	cm <sup>2</sup>
$\rho$ =	<b>0.0008</b>	

$\rho_{bal}$ =	<b>0.0213</b> (Sale a partir ACI)
$\phi$ =	<b>0.90</b> (Sale a partir ACI)

**CUMPLE**

Mr =	<b>0.22 ton-m</b>	<b>OK</b>
------	-------------------	-----------

#### 4.0 Momento Resistente

a =	<b>0.29</b>	cm
B <sub>1</sub> =	<b>0.85</b>	
c =	<b>0.34</b>	
c/d =	<b>0.021</b>	

**Controlado  
Tensión o Dúctil**

## Anexo 16: Diseño a flexión del tramo AB: M (-).

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

$b_{VIGA} =$		<b>30</b>	cm
$h_{LOSA} =$		<b>20</b>	cm
$b_w =$		<b>10</b>	cm
$r' =$		<b>3.91</b>	cm
$d =$		<b>16.10</b>	cm
$L =$		<b>3.88</b>	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$		<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$		<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$		<b>0.81</b>	ton-m
---------	--	-------------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$		<b>1.37</b>	cm <sup>2</sup>
$\rho =$		<b>0.00284</b>	

#### 5.0 Verificación

$B_1 =$		<b>0.85</b>	
$\rho_{bal} =$		<b>0.02125</b>	
$\rho_{max} =$		<b>0.01594</b>	Cumple

#### 6.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$		<b>1.61</b>	cm <sup>2</sup>
---------	--	-------------	-----------------

#### 7.0 Acero Colocado

		<b>1.61</b>	cm <sup>2</sup>
$A_s L =$	<b>1</b>	$\emptyset$	<b>1/2</b>
$A_s L =$	<b>1</b>	$\emptyset$	<b>3/8</b>
$A_s L =$	$\emptyset$	<b>2.00</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>
$\rho =$		<b>0.00414</b>	OK

### Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

$b =$		<b>30</b>	cm
$h =$		<b>20</b>	cm
$r' =$		<b>3.91</b>	cm
$d =$		<b>16.10</b>	cm
$L =$		<b>3.88</b>	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$		<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$		<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$		<b>0.81</b>	ton-m
---------	--	-------------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$		<b>1.37</b>	cm <sup>2</sup>
$\rho =$		<b>0.00284</b>	
$a =$		<b>1.08</b>	cm

$B_1 =$		<b>0.85</b>	
$c =$		<b>1.27</b>	

$c/d =$		<b>0.079</b>	Controlado Tensión o Dúctil
---------	--	--------------	--------------------------------

#### 5.0 Cuantías

$\rho_{min} =$		<b>0.0033</b>	
$\rho_{max} =$		<b>0.0155</b>	

$\rho_{bal} =$		<b>0.0213</b>	(Sale a partir ACI)
$\emptyset =$		<b>0.90</b>	(Sale a partir ACI)

#### 6.0 Momento Resultante

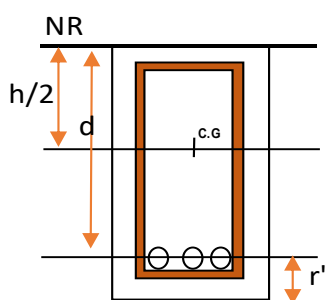
$M_r =$		<b>0.81</b>	ton-m
---------	--	-------------	-------

#### 7.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$		<b>1.61</b>	cm <sup>2</sup>
---------	--	-------------	-----------------



### Anexo 17: Comprobación $\phi$ (M-) del tramo AB.



#### Aligerados

$\phi$ L =	<b>3/4</b>	
As L =	<b>2.8</b>	cm <sup>2</sup>
$\phi$ [] =	<b>3/8</b>	
As [] =	<b>0.71</b>	cm <sup>2</sup>
h/2 =	<b>10</b>	cm
r =	<b>2</b>	cm
r' =	<b>3.91</b>	cm
r' =	<b>6.50</b>	cm
d =	<b>16.095</b>	cm

RECUBRIMIENTOS		
		Columna Principal 4.0
		Columnetas 2.0
		Vigas Peraltadas 4.0
		Vigas Chatas 2.0
		Viguetas y Dinteles 2.0
		<b>Aligerados 2.0</b>
		Escaleras 2.0
		Muros Armados 2.0
		Losas 2.0
		Vigas de Cimentación 4.0
		Zapatas 7.5

$\phi$	As (cm <sup>2</sup> )
<b>3/8</b>	<b>0.71</b>
<b>1/2</b>	<b>1.29</b>
<b>5/8</b>	<b>1.99</b>
<b>3/4</b>	<b>2.84</b>
<b>1</b>	<b>5.1</b>

Comprobación  $\phi$  **0.90**

Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

b =	<b>30</b>	cm
h =	<b>20</b>	cm
r' =	<b>3.91</b>	cm
d =	<b>16.10</b>	cm

#### 5.0 Cuantías

#### 2.0 Datos del Material

f'c =	<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>
fy =	<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>

$$\rho_{\min} = \mathbf{0.0033}$$

$$\rho_{\max} = \mathbf{0.0155}$$

$$\rho_{\text{bal}} = \mathbf{0.0213} \text{ (Sale a partir ACI)}$$

#### 3.0 Datos de Refuerzo

As =	<b>1.37</b>	cm <sup>2</sup>
$\rho$ =	<b>0.0028</b>	

$$\phi = \mathbf{0.90} \text{ (Sale a partir ACI)}$$

**CUMPLE**

$$M_r = \mathbf{0.81} \text{ ton-m} \quad \mathbf{OK}$$

#### 4.0 Momento Resistente

a =	<b>1.08</b>	cm
B <sub>1</sub> =	<b>0.85</b>	
c =	<b>1.27</b>	
c/d =	<b>0.079</b>	

**Controlado  
Tensión o Dúctil**

## Anexo 18: Diseño a flexión del tramo BC: M (+).

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

$b_{VIGA} =$	<b>30</b>	cm
$h_{LOSA} =$	<b>20</b>	cm
$b_w =$	<b>10</b>	cm
$r' =$	<b>3.91</b>	cm
$d =$	<b>16.10</b>	cm
$L =$	<b>4.26</b>	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'_c =$	<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$	<b>0.80</b>	ton-m
---------	-------------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$	<b>1.36</b>	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	<b>0.00282</b>	

#### 5.0 Verificación

$B_1 =$	<b>0.85</b>	
$\rho_{bal} =$	<b>0.02125</b>	
$\rho_{max} =$	<b>0.01594</b>	Cumple

#### 6.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$	<b>1.61</b>	cm <sup>2</sup>
---------	-------------	-----------------

#### 7.0 Acero Colocado

	<b>1.61</b>	cm <sup>2</sup>
$A_s L =$	<b>1</b>	$\emptyset$ <b>1/2</b>
$A_s L =$	<b>1</b>	$\emptyset$ <b>3/8</b>
$A_s L =$	<b>2.00</b>	cm <sup>2</sup> <span style="color: red; font-weight: bold;">OK</span>
	$\rho =$	<b>0.00414</b>

### Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

$b =$	<b>30</b>	cm
$h =$	<b>20</b>	cm
$r' =$	<b>3.91</b>	cm
$d =$	<b>16.10</b>	cm
$L =$	<b>4.26</b>	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'_c =$	<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$	<b>0.80</b>	ton-m
---------	-------------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$	<b>1.36</b>	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	<b>0.00282</b>	
$a =$	<b>1.07</b>	cm

$B_1 =$	<b>0.85</b>	
$c =$	<b>1.26</b>	
$c/d =$	<b>0.078</b>	Controlado

Tensión o Dúctil

#### 5.0 Cuantías

$\rho_{min} =$	<b>0.0033</b>	
$\rho_{max} =$	<b>0.0155</b>	

$\rho_{bal} =$	<b>0.0213</b>	(Sale a partir ACI)
$\emptyset =$	<b>0.90</b>	(Sale a partir ACI)

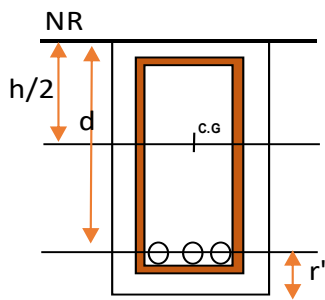
#### 6.0 Momento Resultante

$M_r =$	<b>0.80</b>	ton-m
---------	-------------	-------

#### 7.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$	<b>1.61</b>	cm <sup>2</sup>
---------	-------------	-----------------

**Anexo 19:** Comprobación  $\phi$  (M+) del tramo BC.



**Aligerados**

$\phi$ L =	<b>3/4</b>	
As L =	<b>2.8</b>	cm <sup>2</sup>
$\phi$ [] =	<b>3/8</b>	
As [] =	<b>0.71</b>	cm <sup>2</sup>
h/2 =	<b>10</b>	cm
r =	<b>2</b>	cm
r' =	<b>3.91</b>	cm
r' =	<b>6.50</b>	cm
d =	<b>16.095</b>	cm

$\phi$	As (cm <sup>2</sup> )
<b>3/8</b>	<b>0.71</b>
<b>1/2</b>	<b>1.29</b>
<b>5/8</b>	<b>1.99</b>
<b>3/4</b>	<b>2.84</b>
<b>1</b>	<b>5.1</b>

**RECUBRIMIENTOS**

Columna Principal	4.0
Columnetas	2.0
Vigas Peraltadas	4.0
Vigas Chatas	2.0
Viguetas y Dinteles	2.0
<b>Aligerados</b>	<b>2.0</b>
Escaleras	2.0
Muros Armados	2.0
Losas	2.0
Vigas de Cimentación	4.0
Zapatas	7.5

Comprobación  $\phi$  **0.90**

**Según ACI 318S - 14**

**1.0 Datos Geométricos**

b =	<b>30</b>	cm
h =	<b>20</b>	cm
r' =	<b>3.91</b>	cm
d =	<b>16.10</b>	cm

**5.0 Cuantías**

**2.0 Datos del Material**

f'c =	<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>
fy =	<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>

$\rho_{min}$ =	<b>0.0033</b>
$\rho_{max}$ =	<b>0.0155</b>

**3.0 Datos de Refuerzo**

As =	<b>1.36</b>	cm <sup>2</sup>
$\rho$ =	<b>0.0028</b>	

$\rho_{bal}$ =	<b>0.0213</b>	(Sale a partir ACI)
$\phi$ =	<b>0.90</b>	(Sale a partir ACI)

**CUMPLE**

Mr =	<b>0.80</b>	ton-m	<b>OK</b>
------	-------------	-------	-----------

**4.0 Momento Resistente**

a =	<b>1.07</b>	cm
B <sub>1</sub> =	<b>0.85</b>	
c =	<b>1.26</b>	
c/d =	<b>0.078</b>	

**Controlado  
Tensión o Dúctil**

## Anexo 20: Diseño a flexión del tramo BC: M (-).

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

$b_{VIGA} =$	30	cm
$h_{LOSA} =$	20	cm
$b_w =$	10	cm
$r' =$	3.91	cm
$d =$	16.10	cm
$L =$	4.26	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'_c =$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$	1.33	ton-m
---------	------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$	2.32	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	0.00481	

#### 5.0 Verificación

$B_1 =$	0.85	
$\rho_{bal} =$	0.02125	
$\rho_{max} =$	0.01594	Cumple

#### 6.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$	1.61	cm <sup>2</sup>
---------	------	-----------------

#### 7.0 Acero Colocado

		2.32	cm <sup>2</sup>	
As L =	1	∅	1/2	
As L =	1	∅	1/2	
As L =			2.58	cm <sup>2</sup> OK
$\rho =$			0.00534	

### Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

$b =$	30	cm
$h =$	20	cm
$r' =$	3.91	cm
$d =$	16.10	cm
$L =$	4.26	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'_c =$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$	1.33	ton-m
---------	------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$	2.32	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	0.00481	
$a =$	1.82	cm

$B_1 =$	0.85	
$c =$	2.14	

$c/d =$	0.133	Controlado Tensión o Dúctil
---------	-------	-----------------------------

#### 5.0 Cuantías

$\rho_{min} =$	0.0033	
$\rho_{max} =$	0.0155	

$\rho_{bal} =$	0.0213	(Sale a partir ACI)
$\phi =$	0.90	(Sale a partir ACI)

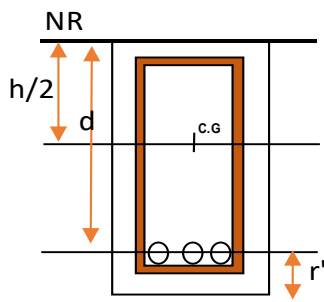
#### 6.0 Momento Resultante

$M_r =$	1.33	ton-m
---------	------	-------

#### 7.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$	1.61	cm <sup>2</sup>
---------	------	-----------------

### Anexo 21: Comprobación $\phi$ (M-) del tramo BC.



#### Aligerados

$\phi$ L =	<b>3/4</b>	
As L =	<b>2.8</b>	cm <sup>2</sup>
$\phi$ [] =	<b>3/8</b>	
As [] =	<b>0.71</b>	cm <sup>2</sup>
h/2 =	<b>10</b>	cm
r =	<b>2</b>	cm
r' =	<b>3.91</b>	cm
r' =	<b>6.50</b>	cm
d =	<b>16.095</b>	cm

$\phi$	As (cm <sup>2</sup> )
<b>3/8</b>	<b>0.71</b>
<b>1/2</b>	<b>1.29</b>
<b>5/8</b>	<b>1.99</b>
<b>3/4</b>	<b>2.84</b>
<b>1</b>	<b>5.1</b>

#### RECUBRIMIENTOS

Columna Principal	4.0
Columnetas	2.0
Vigas Peraltadas	4.0
Vigas Chatas	2.0
Viguetas y Dinteles	2.0
<b>Aligerados</b>	<b>2.0</b>
Escaleras	2.0
Muros Armados	2.0
Losas	2.0
Vigas de Cimentación	4.0
Zapatas	7.5

Comprobación  $\phi$  **0.90**

Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

b =	<b>30</b>	cm
h =	<b>20</b>	cm
r' =	<b>3.91</b>	cm
d =	<b>16.10</b>	cm

#### 5.0 Cuantías

#### 2.0 Datos del Material

f'c =	<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>
fy =	<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>

$$\rho_{\min} = \mathbf{0.0033}$$

$$\rho_{\max} = \mathbf{0.0155}$$

$$\rho_{\text{bal}} = \mathbf{0.0213} \text{ (Sale a partir ACI)}$$

#### 3.0 Datos de Refuerzo

As =	<b>2.32</b>	cm <sup>2</sup>
$\rho$ =	<b>0.0048</b>	

$$\phi = \mathbf{0.90} \text{ (Sale a partir ACI)}$$

**CUMPLE**

$$M_r = \mathbf{1.33} \text{ ton-m}$$

**OK**

#### 4.0 Momento Resistente

a =	<b>1.82</b>	cm
B <sub>1</sub> =	<b>0.85</b>	
c =	<b>2.14</b>	
c/d =	<b>0.133</b>	

**Controlado  
Tensión o Dúctil**

## Anexo 22: Diseño a flexión del tramo CD: M (+).

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

$b_{VIGA} =$	30	cm
$h_{LOSA} =$	20	cm
$b_w =$	10	cm
$r' =$	3.91	cm
$d =$	16.10	cm
$L =$	3.9	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$	0.96	ton-m
---------	------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$	1.65	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	0.00341	

#### 5.0 Verificación

$B_1 =$	0.85	
$\rho_{bal} =$	0.02125	
$\rho_{max} =$	0.01594	Cumple

#### 6.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$	1.61	cm <sup>2</sup>
---------	------	-----------------

#### 7.0 Acero Colocado

		1.65	cm <sup>2</sup>	
As L =	1	∅	1/2	
As L =	1	∅	3/8	
As L =			2.00	cm <sup>2</sup> OK
$\rho =$			0.00414	

### Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

$b =$	30	cm
$h =$	20	cm
$r' =$	3.91	cm
$d =$	16.10	cm
$L =$	3.9	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$	0.96	ton-m
---------	------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$	1.65	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	0.00341	
$a =$	1.29	cm

$B_1 =$	0.85	
$c =$	1.52	

$c/d =$	0.094	Controlado Tensión o Dúctil
---------	-------	-----------------------------

#### 5.0 Cuantías

$\rho_{min} =$	0.0033	
$\rho_{max} =$	0.0155	

$\rho_{bal} =$	0.0213	(Sale a partir ACI)
$\phi =$	0.90	(Sale a partir ACI)

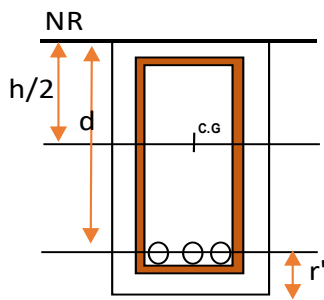
#### 6.0 Momento Resultante

$M_r =$	0.96	ton-m
---------	------	-------

#### 7.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$	1.61	cm <sup>2</sup>
---------	------	-----------------

**Anexo 23:** Comprobación  $\phi$  (M+) del tramo CD.



**Aligerados**

$\phi L =$	<b>3/4</b>	
$As L =$	<b>2.8</b>	$cm^2$
$\phi [] =$	<b>3/8</b>	
$As [] =$	<b>0.71</b>	$cm^2$
$h/2 =$	<b>10</b>	$cm$
$r =$	<b>2</b>	$cm$
$r' =$	<b>3.91</b>	$cm$
$r' =$	<b>6.50</b>	$cm$
$d =$	<b>16.095</b>	$cm$

$\phi$	$As (cm^2)$
<b>3/8</b>	<b>0.71</b>
<b>1/2</b>	<b>1.29</b>
<b>5/8</b>	<b>1.99</b>
<b>3/4</b>	<b>2.84</b>
<b>1</b>	<b>5.1</b>

**RECUBRIMIENTOS**

Columna Principal	4.0
Columnetas	2.0
Vigas Peraltadas	4.0
Vigas Chatas	2.0
Viguetas y Dintele	2.0
<b>Aligerados</b>	<b>2.0</b>
Escaleras	2.0
Muros Armados	2.0
Losas	2.0
Vigas de Cimenta	4.0
Zapatas	7.5

Comprobación  $\phi$  **0.90**

**Según ACI 318S - 14**

**1.0 Datos Geométricos**

$b =$	<b>30</b>	$cm$
$h =$	<b>20</b>	$cm$
$r' =$	<b>3.91</b>	$cm$
$d =$	<b>16.10</b>	$cm$

**5.0 Cuantías**

**2.0 Datos del Material**

$f'c =$	<b>210</b>	$kg/cm^2$
$f_y =$	<b>4200</b>	$kg/cm^2$

$\rho_{min} =$	<b>0.0033</b>
$\rho_{max} =$	<b>0.0155</b>

**3.0 Datos de Refuerzo**

$As =$	<b>1.65</b>	$cm^2$
$\rho =$	<b>0.0034</b>	

$\rho_{bal} =$	<b>0.0213</b> (Sale a partir ACI)
$\phi =$	<b>0.90</b> (Sale a partir ACI)

**CUMPLE**

$Mr =$	<b>0.96 ton-m</b>	<b>OK</b>
--------	-------------------	-----------

**4.0 Momento Resistente**

$a =$	<b>1.29</b>	$cm$
$B_1 =$	<b>0.85</b>	
$c =$	<b>1.52</b>	
$c/d =$	<b>0.094</b>	

**Controlado  
Tensión o Dúctil**

## Anexo 24: Diseño a flexión del tramo CD: M (-).

### Según Norma E.060

#### 1.0 Datos Geométricos

$b_{VIGA} =$	30	cm
$h_{LOSA} =$	20	cm
$b_w =$	10	cm
$r' =$	3.91	cm
$d =$	16.10	cm
$L =$	3.9	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$	0.17	ton-m
---------	------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$	0.28	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	0.00058	

#### 5.0 Verificación

$B_1 =$	0.85	
$\rho_{bal} =$	0.02125	
$\rho_{max} =$	0.01594	Cumple

#### 6.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$	1.61	cm <sup>2</sup>
---------	------	-----------------

#### 7.0 Acero Colocado

		1.61	cm <sup>2</sup>	
As L =	1	∅	1/2	
As L =	1	∅	1/2	
As L =			2.58	cm <sup>2</sup> OK
$\rho =$			0.00534	

### Según ACI 318S - 14

#### 1.0 Datos Geométricos

$b =$	30	cm
$h =$	20	cm
$r' =$	3.91	cm
$d =$	16.10	cm
$L =$	3.9	m

#### 2.0 Datos del Material

$f'c =$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	4200	kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.0 Momento Actuante (+) - ETABS

$M_u =$	0.17	ton-m
---------	------	-------

#### 4.0 Diseño del Refuerzo máximo

$A_s =$	0.28	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	0.00058	
$a =$	0.22	cm

$B_1 =$	0.85	
$c =$	0.26	

$c/d =$	0.016	Controlado Tensión o Dúctil
---------	-------	-----------------------------

#### 5.0 Cuantías

$\rho_{min} =$	0.0033	
$\rho_{max} =$	0.0155	

$\rho_{bal} =$	0.0213	(Sale a partir ACI)
$\phi =$	0.90	(Sale a partir ACI)

#### 6.0 Momento Resultante

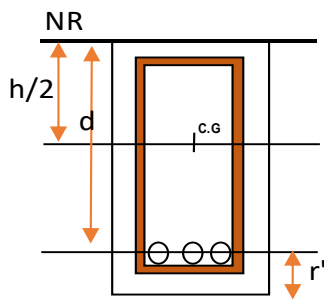
$M_r =$	0.17	ton-m
---------	------	-------

#### 7.0 Diseño del Refuerzo mínimo

$A_s =$	1.61	cm <sup>2</sup>
---------	------	-----------------



**Anexo 25:** Comprobación  $\phi$  (M-) del tramo CD.



**Aligerados**

$\phi$ L =	<b>3/4</b>	
As L =	<b>2.8</b>	cm <sup>2</sup>
$\phi$ [] =	<b>3/8</b>	
As [] =	<b>0.71</b>	cm <sup>2</sup>
h/2 =	<b>10</b>	cm
r =	<b>2</b>	cm
r' =	<b>3.91</b>	cm
r' =	<b>6.50</b>	cm
d =	<b>16.095</b>	cm

$\phi$	As (cm <sup>2</sup> )
<b>3/8</b>	<b>0.71</b>
<b>1/2</b>	<b>1.29</b>
<b>5/8</b>	<b>1.99</b>
<b>3/4</b>	<b>2.84</b>
<b>1</b>	<b>5.1</b>

**RECUBRIMIENTOS**

Columna Principal	4.0
Columnetas	2.0
Vigas Peraltadas	4.0
Vigas Chatas	2.0
Viguetas y Dinteles	2.0
<b>Aligerados</b>	<b>2.0</b>
Escaleras	2.0
Muros Armados	2.0
Losas	2.0
Vigas de Cimentación	4.0
Zapatas	7.5

Comprobación  $\phi$  **0.90**

**Según ACI 318S - 14**

**1.0 Datos Geométricos**

b =	<b>30</b>	cm
h =	<b>20</b>	cm
r' =	<b>3.91</b>	cm
d =	<b>16.10</b>	cm

**5.0 Cuantías**

**2.0 Datos del Material**

f'c =	<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>
fy =	<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>

$\rho_{\min} =$  **0.0033**

$\rho_{\max} =$  **0.0155**

$\rho_{\text{bal}} =$  **0.0213** (Sale a partir ACI)

$\phi =$  **0.90** (Sale a partir ACI)

**CUMPLE**

**3.0 Datos de Refuerzo**

As =	<b>0.28</b>	cm <sup>2</sup>
$\rho =$	<b>0.0006</b>	

Mr = **0.17 ton-m** **OK**

**4.0 Momento Resistente**

a =	<b>0.22</b>	cm
B <sub>1</sub> =	<b>0.85</b>	
c =	<b>0.26</b>	
c/d =	<b>0.016</b>	

**Controlado  
Tensión o Dúctil**

## Anexo 26: Estudio de la capacidad admisible del suelo C1/E1.

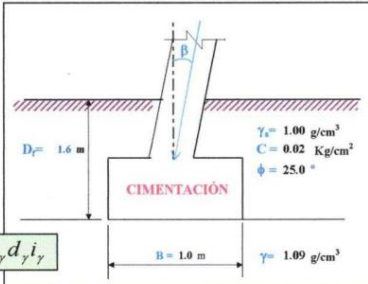
SOLICITANTE : OCUPA VALLEJOS LUIS DONALD  
 PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN HOTEL DE DIEZ PISOS CON SÓTANO, CAJABAMBA - PERÚ, 2022"  
 UBICACIÓN : CAJABAMBA - CAJABAMBA - CAJAMARCA  
 CALICATA : C - 1/E-1

### CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Tipo de Suelo : ML LIMO CON ARENAS Y GRAVAS  
 FECHA : MAYO-2022  
 DF : 1.60 m (Profundidad)

### CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR

Cohesión  $C = 0.015$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 Angulo de fricción  $\phi = 25.00$  °  
 Tipo de falla : A  
 Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación  $\gamma_s = 1.000$  g/cm<sup>3</sup>  
 Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación  $\gamma = 1.085$  g/cm<sup>3</sup>  
 Ancho de la cimentación  $B = 1.00$  m  
 Largo de la cimentación  $L = 1.00$  m  
 Profundidad de la cimentación  $D_f = 1.60$  m  
 Inclinación de la carga  $\beta = 0.00$  °  
 Factor de seguridad  $FS = 3.00$



$$q_u = cN_c S_c d_c i_c + q_s N_q S_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Tipo de falla: Corte general (suelos densos)

Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.)

A	$C^* = 0.01$
B	$\phi^* = 17.27$ °

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \gamma g^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \gamma g \phi$$

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \gamma g \phi$$

$$S_\gamma = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carga

$N_c = 20.721$   
 $N_q = 10.662$   
 $N_\gamma = 10.876$

Factores de forma

$S_c = 1.515$   
 $S_q = 1.466$   
 $S_\gamma = 0.600$

Factores de profundidad

$d_c = 1.405$   
 $d_q = 1.315$   
 $d_\gamma = 1.000$

Factores de inclinación

$i_c = 1.000$   
 $i_q = 1.000$   
 $i_\gamma = 1.000$

Reemplazando en la formula se tiene:

$$q_u = 43.04 \text{ Tn/m}^2$$

Finalmente

$$\text{Capacidad última de carga } q_u = 4.30 \text{ Kg/cm}^2$$

Con:  $FS = 3.00$

Se tiene finalmente:

$$\text{Capacidad admisible de carga } q_{adm} = 1.43 \text{ Kg/cm}^2$$

Si  $\frac{D_f}{B} > 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \arctg \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$\bar{d}_q = 1 + 2 (\gamma g \phi) (1 - \sin \phi)^2 \arctg \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

Si  $\frac{D_f}{B} \leq 1$

$$i_c = i_q = \left( 1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left( 1 + \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$

$$d_c = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 (\gamma g \phi) (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 CIP 101231

CERTIFICADO DE INDECOPI N° 00088500

DIRECCIÓN: Av. Prolong. Juan Pablo II Mz. I Bloque. "D" DPTO N° 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo

CEL: 948461203 - TELF: 044 601374

email: ingeoma\_sac@outlook.es

f ingeoma\_sac

## Anexo 27: Estudio del asentamiento del suelo C1/E1.

SOLICITANTE : OCUPA VALLEJOS LUIS DONALD  
 PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN HOTEL DE DIEZ PISOS CON SÓTANO, CAJABAMBA - PERÚ, 2022\*  
 UBICACIÓN : CAJABAMBA - CAJABAMBA - CAJAMARCA  
 CALICATA : C - 1/ E-1

### CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Tipo de Suelo : ML LIMO CON ARENAS Y GRAVAS  
 FECHA : MAYO-2022  
 DF : 1.60 m (Profundidad)

### CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR

#### ASENTAMIENTO (S<sub>i</sub>)

##### Cimentación Cuadrada

Presión por carga admisible	$q_{adm} = 1.43 \text{ Kg/cm}^2$
Relación de Poisson	$\mu = 0.30$
Módulo de Elasticidad	$E_s = 200 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento permisible	$S_{i(max)} = 2.54 \text{ cm}$
Ancho de la cimentación	$B = 1.0 \text{ m}$
Factor de forma	$I_f = 0.93 \text{ m/m}$

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

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$$

Asentamiento	$S_i = 0.006 \text{ m}$
Asentamiento	$S_i = 0.61 \text{ cm}$

Presión por carga	$q_{adm} = 1.43 \text{ Kg/cm}^2$	$S_i = 0.61 \text{ cm OK !}$
Presión de carga asumida por asentamiento	$q_{adm} = 6.00 \text{ Kg/cm}^2$	$S_i = 2.54 \text{ cm OK !}$

**INGEOMA**

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 R. CIP. 101231

CERTIFICADO DE INDECOPI N° 00088500

DIRECCIÓN: Av. Prolong. Juan Pablo II Mz. I Bloque. "D" DPTO N° 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo

CEL: 948461203 - TELF: 044 601374

email: ingeoma\_sac@outlook.es

 ingeoma\_sac

## Anexo 28: Estudio de la capacidad admisible del suelo C2/E2.

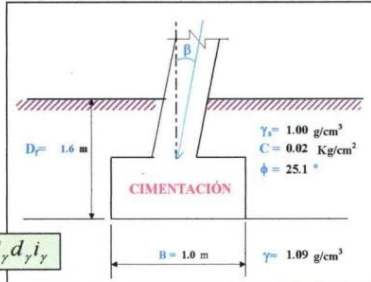
SOLICITANTE : OCUPA VALLEJOS LUIS DONALD  
 PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN HOTEL DE DIEZ PISOS CON SÓTANO, CAJABAMBA - PERÚ, 2022"  
 UBICACIÓN : CAJABAMBA - CAJABAMBA - CAJAMARCA  
 CALICATA : C - 2/ E-1

### CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Tipo de Suelo : ML LIMO CON ARENAS Y GRAVAS  
 FECHA : MAYO-2022  
 DF : 1.60 m (Profundidad)

### CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR

Cohesión .....  $C = 0.015$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 Angulo de fricción .....  $\phi = 25.10^\circ$   
 Tipo de falla ..... A  
 Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación  $\gamma_s = 1.000$  g/cm<sup>3</sup>  
 Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación  $\gamma = 1.091$  g/cm<sup>3</sup>  
 Ancho de la cimentación .....  $B = 1.00$  m  
 Largo de la cimentación .....  $L = 1.00$  m  
 Profundidad de la cimentación .....  $D_f = 1.60$  m  
 Inclinación de la carga .....  $\beta = 0.00^\circ$   
 Factor de seguridad .....  $FS = 3.00$



$$q_u = cN_c S_c d_c i_c + q_s N_q S_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Tipo de falla: Corte general (suelos densos)

Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.)

A	$C^* = 0.01$
B	$\phi' = 17.34^\circ$

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carga

$N_c = 20.867$   
 $N_q = 10.775$   
 $N_\gamma = 11.032$

Factores de forma

$S_c = 1.516$   
 $S_q = 1.468$   
 $S_\gamma = 0.600$

Factores de profundidad

$d_c = 1.405$   
 $d_q = 1.314$   
 $d_\gamma = 1.000$

Factores de inclinación

$i_c = 1.000$   
 $i_q = 1.000$   
 $i_\gamma = 1.000$

Reemplazando en la formula se tiene:

$$q_u = 43.554 \text{ Tn/m}^2$$

Finalmente

Capacidad última de carga  $q_u = 4.36$  Kg/cm<sup>2</sup>

Con:  $FS = 3.00$

Se tiene finalmente:

Capacidad admisible de carga  $q_{adm} = 1.45$  Kg/cm<sup>2</sup>

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \gamma z^2 (45 + \frac{\phi}{2}) e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

Si  $\frac{D_f}{B} > 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \arctg \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = 1 + 2 (\tan \phi) (1 - \sin \phi)^2 \arctg \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

Si  $\frac{D_f}{B} \leq 1$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 + \frac{\beta}{\phi}\right)^2$$

$$d_c = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 (\tan \phi) (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

INGEOMA

Ing Roberto Carlos Salazar Alcalde  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 R.C.P. 101231

CERTIFICADO DE INDECOPI N° 00088500

DIRECCIÓN: Av. Prolong. Juan Pablo II Mz. I Bloque. "D" DPTO N° 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo

CEL: 948461203 - TELF: 044 601374

email: ingeoma\_sac@outlook.es

f ingeoma\_sac

## Anexo 29: Estudio del asentamiento del suelo C2/E2.

SOLICITANTE : OCUPA VALLEJOS LUIS DONALD  
 PROYECTO : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN HOTEL DE DIEZ PISOS CON SÓTANO, CAJABAMBA - PERÚ, 2022"  
 UBICACIÓN : CAJABAMBA - CAJABAMBA - CAJAMARCA  
 CALICATA : C - 2/ E-1

### CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Tipo de Suelo : ML LIMO CON ARENAS Y GRAVAS  
 FECHA : MAYO-2022  
 DF : 1.60 m (Profundidad)

### CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR

#### ASENTAMIENTO (S<sub>i</sub>) Cimentación Cuadrada

Presión por carga admisible	$q_{adm} = 1.45 \text{ Kg/cm}^2$
Relación de Poisson	$\mu = 0.30$
Módulo de Elasticidad	$E_s = 200 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento permisible	$S_{i(max)} = 2.54 \text{ cm}$
Ancho de la cimentación	$B = 1.0 \text{ m}$
Factor de forma	$I_f = 0.93 \text{ m/m}$

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

$$I_f = \sqrt{\frac{L}{B}}$$

Asentamiento	$S_i = 0.006 \text{ m}$
Asentamiento	$S_i = 0.61 \text{ cm}$

Presión por carga	$q_{adm} = 1.45 \text{ Kg/cm}^2$
Presión de carga asumida por asentamiento	$q_{adm} = 6.00 \text{ Kg/cm}^2$

$S_i = 0.61 \text{ cm}$	OK !
$S_i = 2.54 \text{ cm}$	OK !

**INGEOMA**

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 R. CIP 101231

CERTIFICADO DE INDECOPI N° 00088500

DIRECCIÓN: Av. Prolong. Juan Pablo II Mz. I Bloque. "D" DPTO N° 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo

CEL: 948461203 - TELF: 044 601374

email: ingeoma\_sac@outlook.es

 ingeoma\_sac



## Anexo 30: Certificado de calibración de la estación total



# TOPOEQUIPOS

Nos reinventamos en el Perú.

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0218-2022

OTORGADO A : PLASENCIA & ASOCIADOS S.A.C.  
RUC : 20482319425

#### DATOS GENERALES

EQUIPO : ESTACIÓN TOTAL MARCA : SOUTH  
MODELO : N6 N° SERIE : S148573  
FECHA DE EMISIÓN : 16/04/2022 FECHA DE VENCIMIENTO : 17/10/2022

TOPOEQUIPOS T&T SRL CERTIFICA QUE EL EQUIPO ARRIBA DESCRITO, SE ENCUENTRA TOTALMENTE REVISADO, CONTROLADO Y CALIBRADO, SEGÚN LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES ISO 17123 Y DIN 18723.

#### EQUIPO DE CALIBRACIÓN UTILIZADA

EQUIPO	MODELO
SET DE COLIMADORES - SOUTH	NSC-1

LA CALIBRACIÓN Y PRUEBAS REALIZADAS A LA ESTACIÓN TOTAL ARROJARON UNA PRECISIÓN DENTRO DE SUS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

#### PRECISIÓN ANGULAR:

DESCRIPCIÓN	VALOR DEL PATRÓN	ERROR	PRECISIÓN
LIMBO HORIZONTAL	90° 00' 00"	0.6"	2"
LIMBO VERTICAL	00° 00' 00"	0.1"	2"

#### PRECISIÓN DISTANCIÓMETRO:

DESCRIPCIÓN	VALOR
PRISMA SIMPLE	± (2 + 2PPMXD)mm
DIANA REFLECTANTE	± (3 + 2PPMXD)mm
DIRECTO / SIN PRISMA	± (3 + 2PPMXD)mm

#### COMPENSADOR Y NIVELES:

DESCRIPCIÓN	VALOR
COMPENSADOR ELECTRÓNICO	1"
NIVEL TUBULAR	30"/2mm
NIVEL CIRCULAR	8"/2mm

#### PLOMADA LASER U ÓPTICA

DESCRIPCIÓN	VALOR
PLOMADA LASER	±1.5mm (EN 1.5m H.I.)

- o APROBADO LA CONFORMIDAD DE LA CALIBRACIÓN, EL USUARIO SERÁ EL RESPONSABLE DEL ADECUADO CUIDADO, USO Y TRANSPORTE DEL EQUIPO. TOPOEQUIPOS T&T SRL NO SE RESPONSABILIZARÁ DE DAÑOS DESPUES DE LA CONFORMIDAD Y ENTREGA DEL EQUIPO.
- o SE EXPIDE EL PRESENTE CERTIFICADO A SOLICITUD DE LA PARTE INTERESADA, PARA LOS FINES QUE ESTIME CONVENIENTE.

TOPOEQUIPOS T & T S.R.L.  
www.topoequiposperu.com

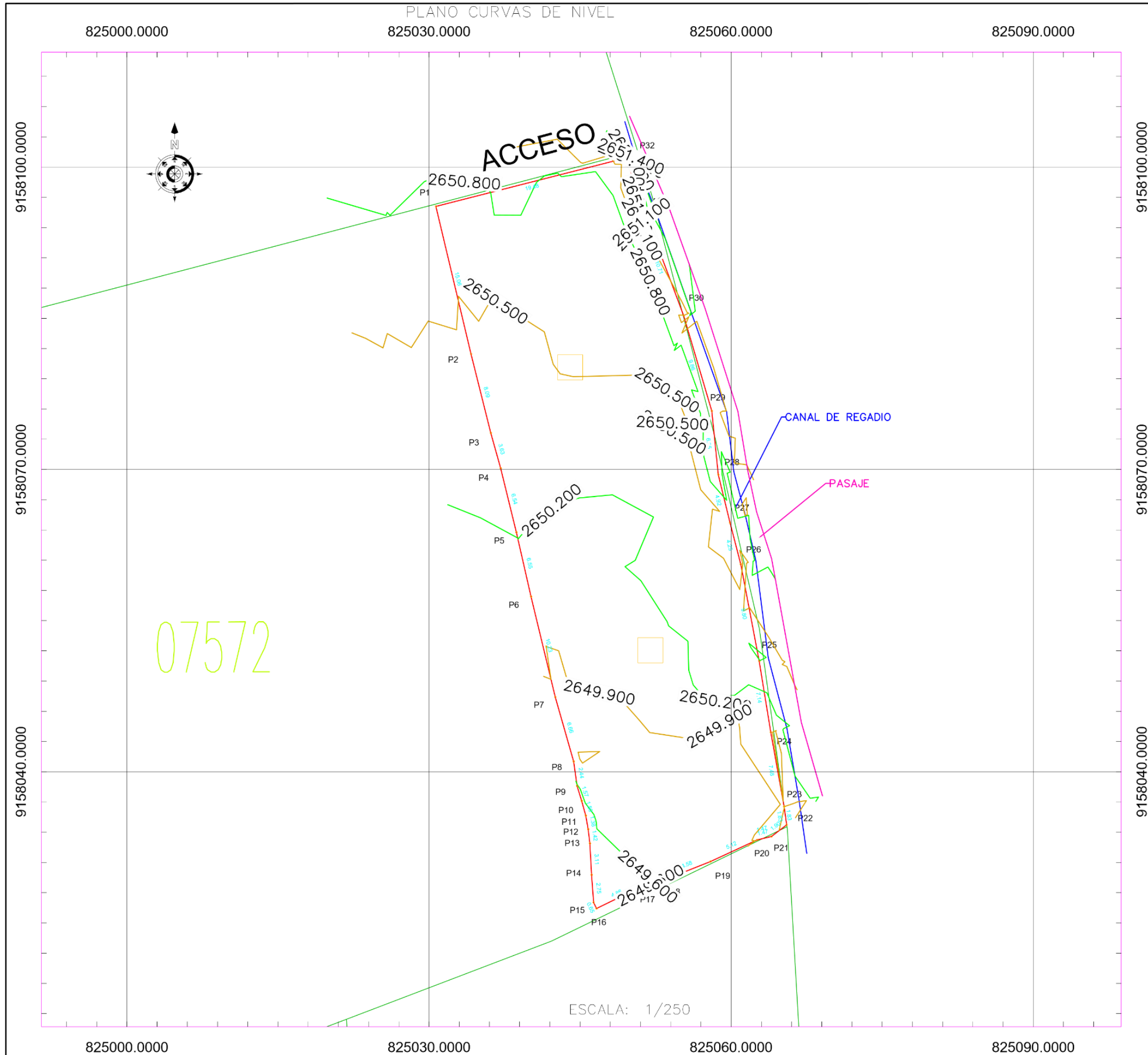
  
Diego Murillo Romero  
Jefe Servicio Técnico

Soporte y Servicio Técnico  
**TOPOEQUIPOS SOUTH**  
Nos reinventamos en el Perú. Target your success

## TOPCON - LEICA - SOUTH - PARROT - JAVAD - DJI - GARMIN - SOKKIA

TOPOEQUIPOS T&T S.R.L. Av. Aramburú N° 920 Of 202 San Isidro - Lima - Perú - Telf: (511) 421 6165 / 222 6062 / 2226102  
E-Mail: gpinto@topoequipos.com / epinto@topoequipos.com / peru@topoequipos.com Cel: 992724084 / 992722730  
www.topoequiposperu.com - topoequiposperuoficial

Anexo 31: Plano planimétrico de la topografía del lugar de estudio



LEYENDA	
	PASAJE
	LOTE
	CALICATA
	CURVAS DE NIVEL
	BUZON
	CANAL

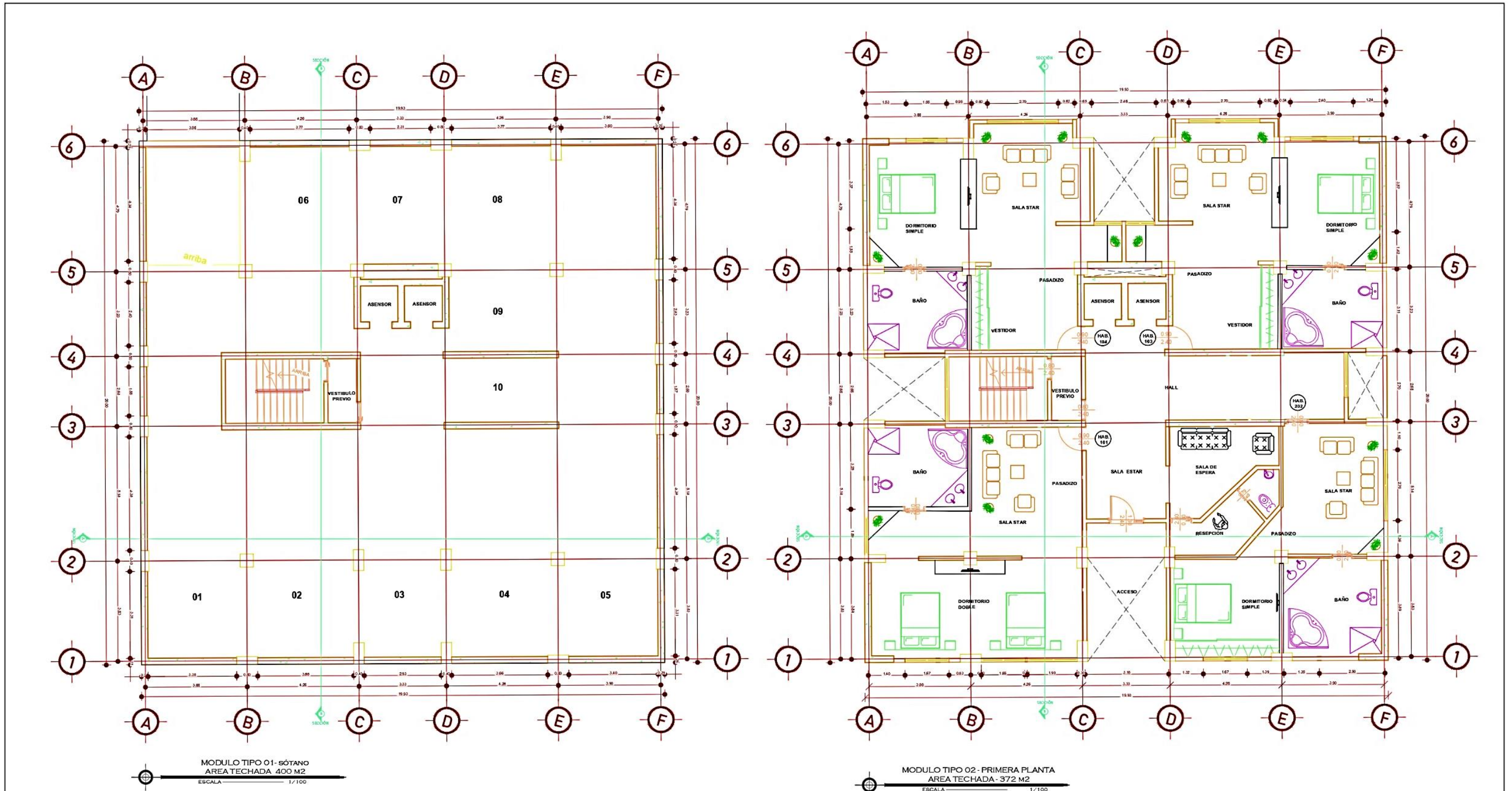
CUADRO TOPOGRÁFICO					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	15.06	90°51'43"	825030.6906	9158096.1078
P2	P2 - P3	8.09	179°21'6"	825034.1870	9158081.4595
P3	P3 - P4	3.63	178°37'46"	825036.1532	9158073.6161
P4	P4 - P5	6.54	181°32'59"	825037.1210	9158070.1129
P5	P5 - P6	6.55	181°2'14"	825038.6909	9158063.7662
P6	P6 - P7	10.23	179°19'39"	825040.1492	9158057.3766
P7	P7 - P8	6.66	177°35'57"	825042.5426	9158047.4295
P8	P8 - P9	2.44	187°42'51"	825044.3713	9158041.0224
P9	P9 - P10	1.57	171°21'3"	825044.7200	9158038.6072
P10	P10 - P11	1.50	181°11'29"	825045.1753	9158037.1053
P11	P11 - P12	1.38	186°4'24"	825045.5808	9158035.6601
P12	P12 - P13	1.42	182°17'4"	825045.8112	9158034.2979
P13	P13 - P14	3.11	184°19'33"	825045.9917	9158032.8919
P14	P14 - P15	2.75	178°37'6"	825046.1541	9158029.7825
P15	P15 - P16	0.65	159°38'45"	825046.3638	9158027.0394
P16	P16 - P17	4.86	88°47'59"	825046.6354	9158026.4496
P17	P17 - P18	2.81	188°35'54"	825051.0101	9158028.5763
P18	P18 - P19	4.58	175°42'31"	825053.6912	9158029.4128
P19	P19 - P20	5.12	176°43'20"	825057.9512	9158031.1011
P20	P20 - P21	1.47	191°28'40"	825062.5916	9158033.2548
P21	P21 - P22	1.90	156°8'26"	825064.0200	9158033.5956
P22	P22 - P23	1.83	118°57'9"	825065.5322	9158034.7467
P23	P23 - P24	7.48	178°11'12"	825065.2673	9158036.5567
P24	P24 - P25	7.14	180°50'38"	825063.9497	9158043.9242
P25	P25 - P26	9.80	178°34'3"	825062.7957	9158050.9747
P26	P26 - P27	4.25	176°14'32"	825060.9719	9158060.6010
P27	P27 - P28	4.92	180°36'30"	825059.9092	9158064.7143
P28	P28 - P29	6.35	188°2'42"	825058.7286	9158069.4929
P29	P29 - P30	9.86	169°26'24"	825058.0832	9158075.8111
P30	P30 - P31	10.71	175°48'51"	825055.2998	9158085.2729
P31	P31 - P32	5.95	181°16'35"	825051.5363	9158095.2971
P32	P32 - P1	19.48	95°0'55"	825049.5687	9158100.9151

DIMENSIONES:  
 Area: 1442.20 m<sup>2</sup>  
 Area: 0.1442 ha  
 Perimetro: 180.11 ml

	<b>PROYECTO:</b> Diseño Estructural de un Hotel de Diez Pisos con sótano, Cajabamba - Perú, 2022.			
	<b>AUTOR:</b> Ocupa Vallejos, Luis Donald			
	<b>PLANO:</b> Topográfico			
<b>DEPARTAMENTO:</b> Cajamarca	<b>PROVINCIA:</b> Cajabamba	<b>DISTRITO:</b> Cajabamba	<b>LOCALIDAD:</b> Pampa Chica	<b>PLANO N°:</b>  <b>02</b>
<b>FECHA:</b> May - 2022		<b>ESCALA:</b> Indicada		
<b>REVISADO:</b> Ing. Plasencia Valdiezo, Jorge Luis				



Anexo 32: Plano de arquitectura 01 – Distribución de ambientes 1er piso más sótano.



MODULO TIPO 01 - SÓTANO  
AREA TECHADA - 400 M2  
ESCALA - 1/100

MODULO TIPO 02 - PRIMERA PLANTA  
AREA TECHADA - 372 M2  
ESCALA - 1/100

AREAS POR AMBIENTES			
N° PISO	AMBIENTES	AREA M2	AREA M2
MODULO	ACCESO	15.88 M2	16.30M2
	SALA DE ESTAR	11.44 M2	11.71M2
	HALL	18.85 M2	19.05 M2
	VESTIBULO	2.80 M2	3.82 M2
	ESCALERA	9.18 M2	10.45 M2
	ASENSOR	7.08 M2	9.58 M2
	AREA TOTAL		71.00 M2

AREAS POR AMBIENTES			
1er.PISO	AMBIENTES	AREA M2	AREA M2
HAB 101	DORMITORIO DOBLE	29.26 M2	30.76 M2
	SS.HR. CON JACUSSI	11.68 M2	12.85 M2
	PASADIZO	11.05 M2	12.47 M2
	SALA ESTAR	11.95 M2	13.92 M2
	AREA TOTAL		70.00 M2

AREAS POR AMBIENTES			
1er.PISO	AMBIENTES	AREA M2	AREA M2
HAB 103	DORMITORIO SIMPLE	18.25 M2	18.24 M2
	SS.HR. CON JACUSSI	11.88 M2	12.85 M2
	PASADIZO	9.43 M2	11.87 M2
	SALA ESTAR	18.37 M2	18.03 M2
	VESTIDOR	8.90 M2	9.21 M2
AREA TOTAL		70.00 M2	

AREAS POR AMBIENTES			
1er.PISO	AMBIENTES	AREA M2	AREA M2
ADMINISTR	RESEPCION	5.24 M2	5.45 M2
	SS.HR. SIMPLE	1.89 M2	2.10 M2
	PASADIZO	4.45 M2	4.72 M2
	SALA DE ESPERA	8.25 M2	8.53 M2
	AREA TOTAL		18.80 M2

AREAS POR AMBIENTES			
1er.PISO	AMBIENTES	AREA M2	AREA M2
HAB 102	DORMITORIO SIMPLE	15.23 M2	16.33 M2
	SS.HR. CON JACUSSI	11.68 M2	12.85 M2
	PASADIZO	6.73 M2	7.77 M2
	SALA ESTAR	14.05 M2	15.19 M2
	AREA TOTAL		51.00 M2

AREAS POR AMBIENTES			
1er.PISO	AMBIENTES	AREA M2	AREA M2
HAB 104	DORMITORIO DOBLE	16.35 M2	18.06 M2
	SS.HR. CON JACUSSI	11.88 M2	12.85 M2
	PASADIZO	9.35 M2	11.74 M2
	SALA ESTAR	18.97 M2	18.08 M2
	VESTIDOR	8.90 M2	9.27 M2
AREA TOTAL		70.00 M2	

	<b>PROYECTO:</b> Diseño Estructural de un Hotel de Diez Pisos con sótano, Cajabamba - Perú, 2022.			
	<b>AUTOR:</b> Ocupa Vallejos, Luis Donald			
	<b>PLANO:</b> ARQUITECTURA			
<b>DEPARTAMENTO:</b> Cajamarca	<b>PROVINCIA:</b> Cajabamba	<b>DISTRITO:</b> Cajabamba	<b>LOCALIDAD:</b> Pampa Chica	<b>PLANO N°:</b>  <b>02</b>
<b>FECHA:</b> May - 2022		<b>ESCALA:</b> Indicada		
<b>REVISADO:</b> Ing. Plasencia Valdiezo, Jorge Luis				



Anexo 33: Plano de arquitectura 02 – Distribución de ambientes 2do al 10mo piso.



AREAS POR AMBIENTES			
N° PISOS	AMBIENTES	AREA UTE.	AREA NETA
MÓDULO	JARDÍN	4.95 M2	5.09
	ALMACEN	16.57 M2	16.72 M2
	HALL	19.05 M2	19.23 M2
	VESTIBULO	2.80 M2	3.92 M2
	ESCALERA	9.18 M2	10.45 M2
	ASENSOR	7.08 M2	9.59 M2
	AREA TOTAL		65.00 M2

AREAS POR AMBIENTES			
2do-10mo	AMBIENTES	AREA UTE.	AREA NETA
HAB 201	DORMITORIO DOBLE	29.58 M2	30.76 M2
	SS.HH. CON JACUSSI	11.68 M2	12.85 M2
	PASADIZO	11.05 M2	12.47 M2
	SALA ESTAR	11.95 M2	13.92 M2
	AREA TOTAL		70.00 M2

AREAS POR AMBIENTES			
2do-10mo	AMBIENTES	AREA UTE.	AREA NETA
HAB 202	DORMITORIO DOBLE	29.58 M2	31.15 M2
	SS.HH. CON JACUSSI	11.68 M2	12.85 M2
	PASADIZO	12.30 M2	13.64 M2
	SALA ESTAR	11.97 M2	13.37 M2
	AREA TOTAL		71.00 M2

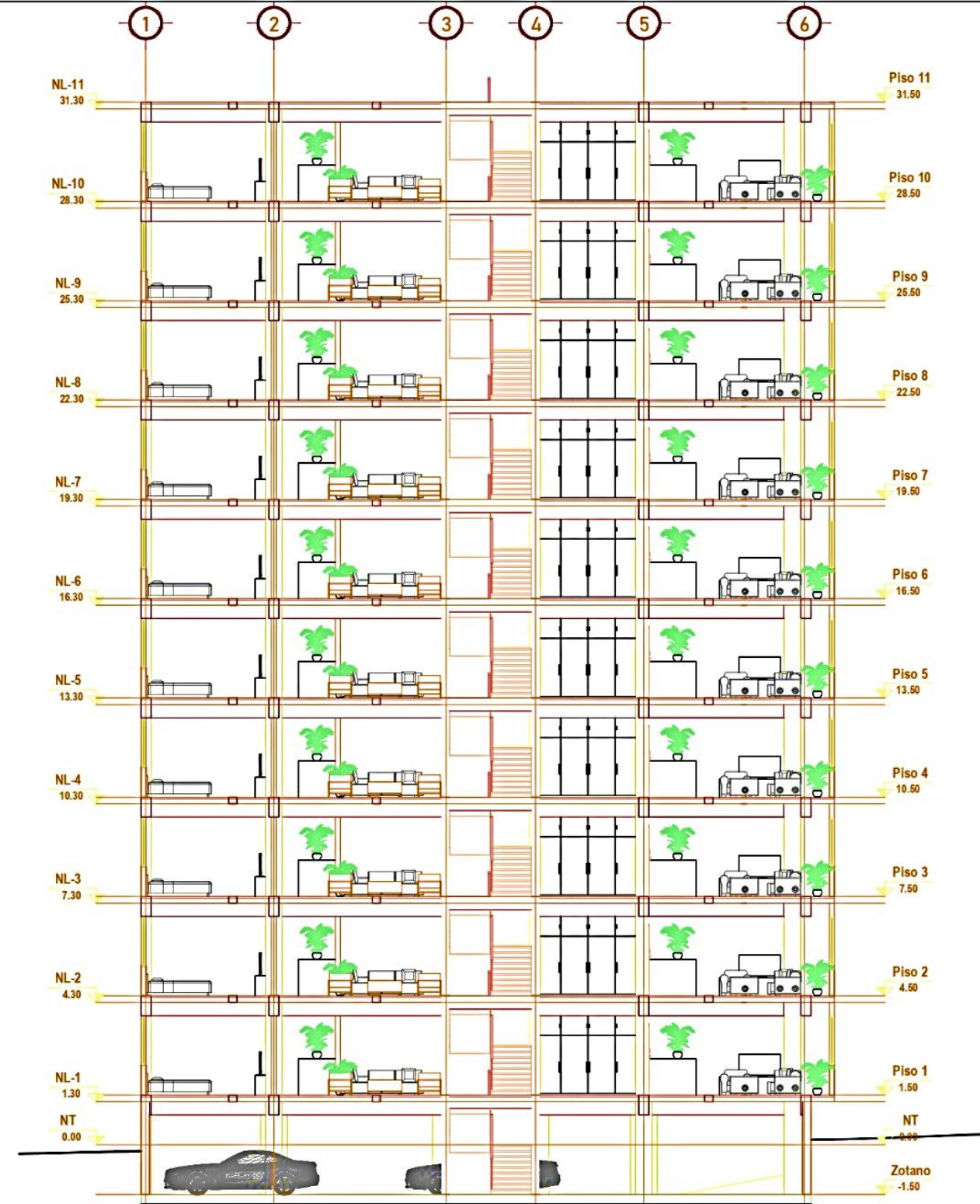
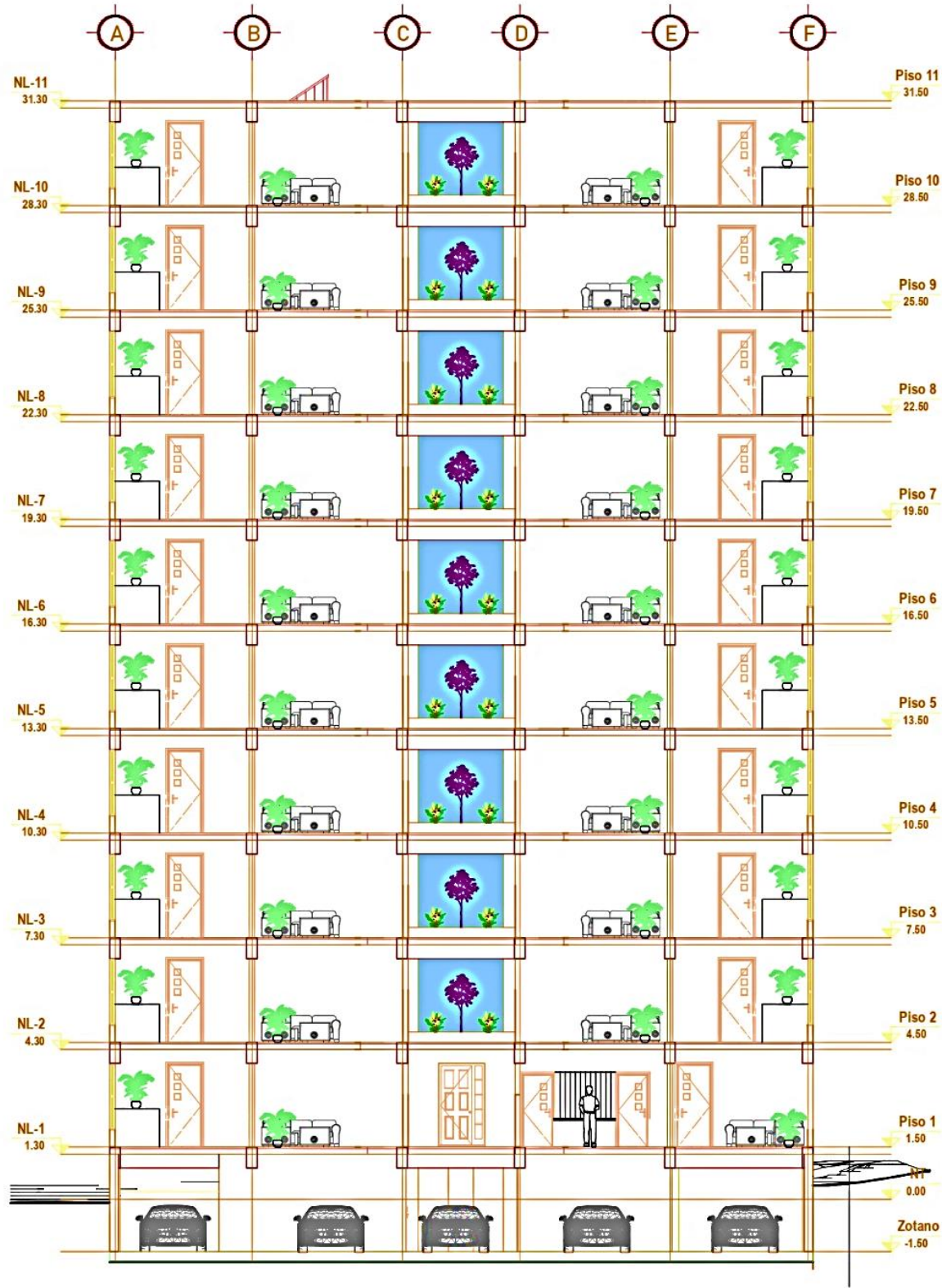
AREAS POR AMBIENTES			
2do-10mo	AMBIENTES	AREA UTE.	AREA NETA
HAB 203	DORMITORIO SIMPLE	16.25 M2	18.24 M2
	SS.HH. CON JACUSSI	11.68 M2	12.85 M2
	PASADIZO	9.63 M2	11.67 M2
	SALA ESTAR	16.57 M2	18.03 M2
	VESTIDOR	8.90 M2	9.21 M2
	AREA TOTAL		70.00 M2

AREAS POR AMBIENTES			
2do-10mo	AMBIENTES	AREA UTE.	AREA NETA
HAB 204	DORMITORIO DOBLE	16.35 M2	18.06 M2
	SS.HH. CON JACUSSI	11.68 M2	12.85 M2
	PASADIZO	9.53 M2	11.74 M2
	SALA ESTAR	16.97 M2	18.08 M2
	VESTIDOR	8.60 M2	9.27 M2
	AREA TOTAL		70.00 M2

	<b>PROYECTO:</b> Diseño Estructural de un Hotel de Diez Pisos con sótano, Cajabamba - Perú, 2022.			
	<b>AUTOR:</b> Ocupa Vallejos, Luis Donald			
	<b>PLANO:</b> ARQUITECTURA			
<b>DEPARTAMENTO:</b> Cajamarca	<b>PROVINCIA:</b> Cajabamba	<b>DISTRITO:</b> Cajabamba	<b>LOCALIDAD:</b> Pampa Chica	<b>PLANO N°:</b>  <b>02</b>
<b>FECHA:</b> May - 2022		<b>ESCALA:</b> Indicada		
<b>REVISADO:</b> Ing. Plasencia Valdiezo, Jorge Luis				



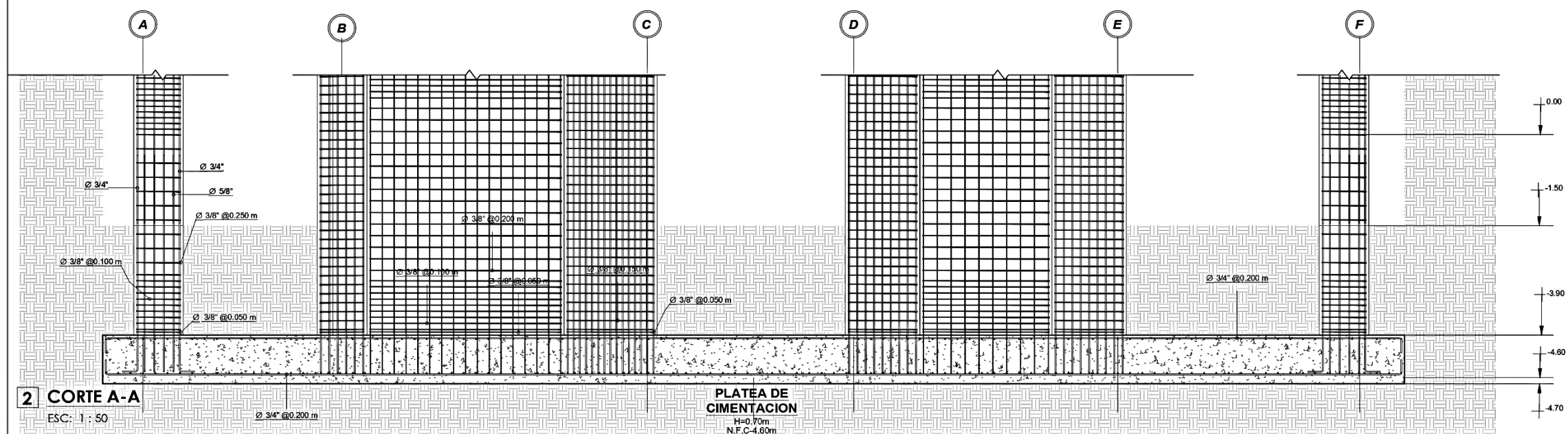
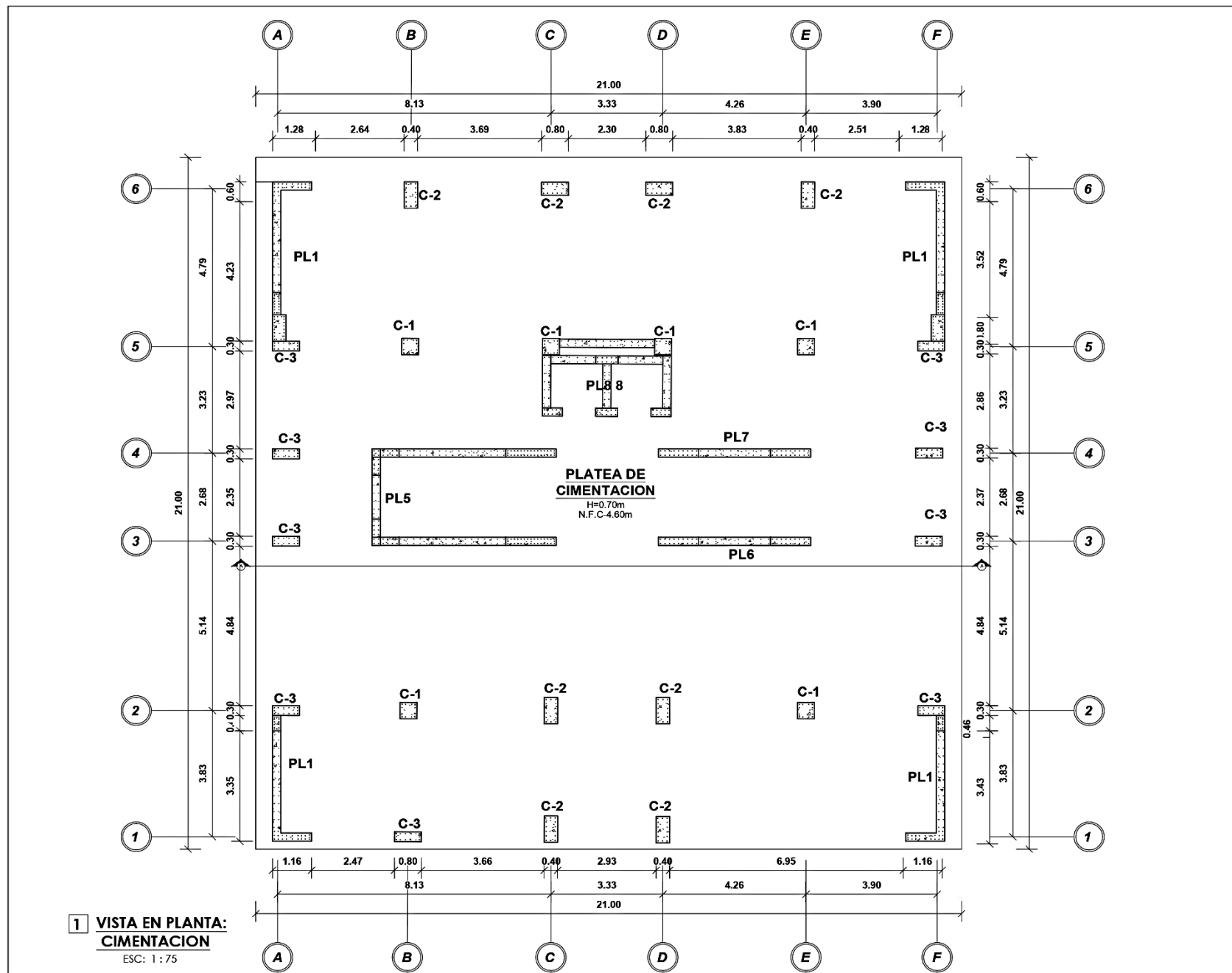
Anexo 34: Plano de arquitectura 03 – Corte y elevaciones.



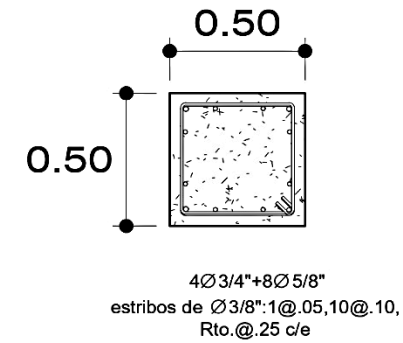
	<b>PROYECTO:</b> Diseño Estructural de un Hotel de Diez Pisos con sótano, Cajabamba - Perú, 2022.			
	<b>AUTOR:</b> Ocupa Vallejos, Luis Donald			
<b>PLANO:</b> CORTE Y ELEVACIONES				
<b>DEPARTAMENTO:</b> Cajamarca	<b>PROVINCIA:</b> Cajabamba	<b>DISTRITO:</b> Cajabamba	<b>LOCALIDAD:</b> Pampa Chica	<b>PLANO N°:</b> <b>02</b>
<b>FECHA:</b> May - 2022		<b>ESCALA:</b> Indicada		
<b>REVISADO:</b> Ing. Plasencia Valdiezo, Jorge Luis				



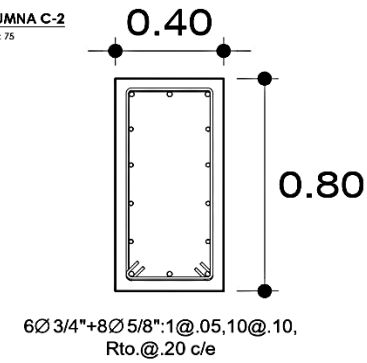
Anexo 35: Plano estructural 01 - cimentación.



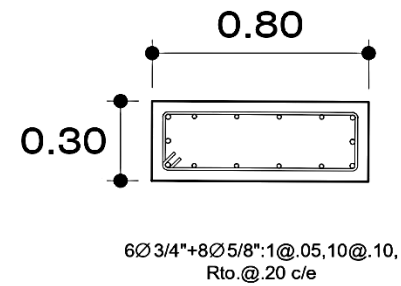
**3 COLUMNA C-1**  
ESC: 1 : 75



**4 COLUMNA C-2**  
ESC: 1 : 75



**5 COLUMNA C-3**  
ESC: 1 : 75



**6 ESPECIFICACIONES TECNICAS**  
ESPECIFICACIONES GENERALES

**1- CONCRETO CICLOPEO:**

SUBCIMENTOS C:H=1:12+30%P.G. (T.max. 6")  
CIMENTOS CORRIDOS C:H=1:10+30%P.G. (T.max. 6")  
SOBRECIMENTOS C:H=1:8+25%P.M. (T.max. 3")  
SARDINEL VEREDAS C:H=1:8+25%P.M. (T.max. 3")

**2- CONCRETO ARMADO:**

ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION 210 Kg/cm2  
VIGAS, LOSAS Y ESCALERAS 280 Kg/cm2  
PLACAS Y COLUMNAS 280 Kg/cm2  
PLACAS DE ALFEIZARES PL-1 175 Kg/cm2  
COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE 175 Kg/cm2

**3- ACERO DE REFUERZO:**

BARRAS CORRUGADAS ASTM A-615 fy=4200 Kg/cm2 (GRADO 60)

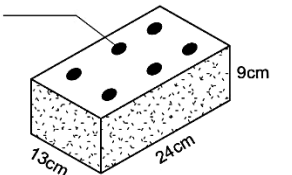
**4- RECUBRIMIENTOS:**

CONCRETO VACIADO CONTRA EL TERRENO 7.0 cm  
CONCRETO EN CONTACTO CON EL TERRENO 4.0 cm  
LOSAS MACIZAS Y ALIGERADAS 3.0 cm  
COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE 3.0 cm  
COLUMNAS Y VIGAS 4.0 cm

**5- ALBAÑILERÍA:**

TODAS LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA SERAN DE ARCILLA DEL TIPO SOLIDA ó MACIZA Y SE FABRICARAN SEGUN LAS DIMENSIONES MINIMAS INDICADAS EN LOS PLANOS. LAS UNIDADES DEBERAN DE CLASIFICARSE COMO MÍNIMO EN LA CLASE TIPO IV DE LA NORMA E.070 DEL R.N.E. Y SEGUN LA NORMA INTITEC CORRESPONDIENTE.

SI TIENE ALVEOLOS ESTOS NO DEBERAN EXCEDER EL 30% DEL AREA BRUTA



ALBAÑILERIA MORTERO

f<sub>m</sub>=65 Kg/cm2  
1:1:4 (CEMENTO-CAL-ARENA)

**7 CUADRO GANCHOS STANDAR**

CUADRO DE TRASLAPES Y EMPALMES DE VARILLAS DE ACERO CORRUGADO		LOSAS Y VIGAS	COLUMNAS	ESTRIBOS
Ø	LOSAS Y VIGAS (mm)			
6mm	300			
8mm	400			
3/8"	450			
1/2"	500			
5/8"	600			
3/4"	700			
1"	800			

**8 CUADRO DE TRASLAPES**

CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARILLAS DE ACERO CORRUGADO		NOTA:	
Ø	G(mm)	D(mm)	D(mm)
6mm	65	6	150
8mm	65	8	150
3/8"	65	9.53	210
1/2"	65	12.70	280
5/8"	65	15.88	350
3/4"	76	19.05	420
1"	101	25.40	560

PROYECTO: "Diseño estructural de un hotel de diez pisos con sótano, Cajabamba - Perú, 2022"

PLANO: ESTRUCTURAS CIMENTACIONES

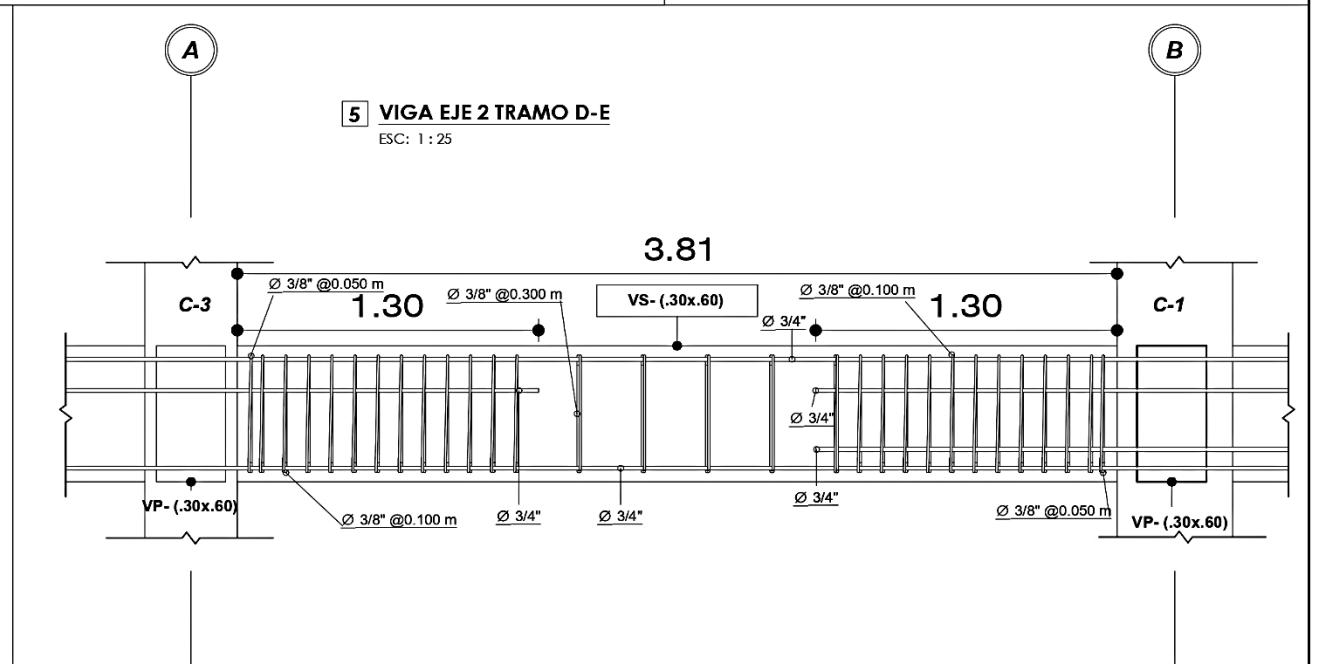
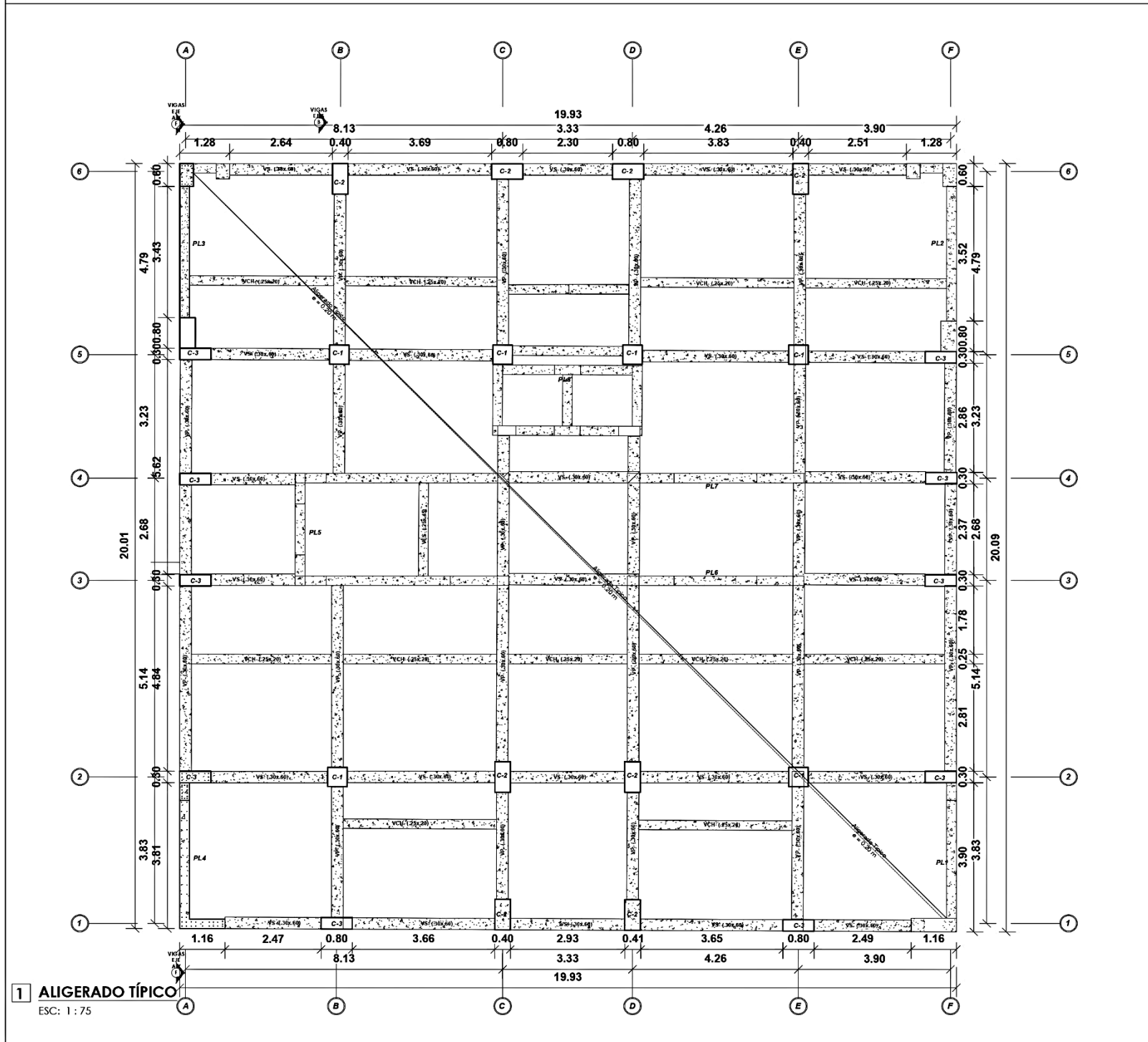
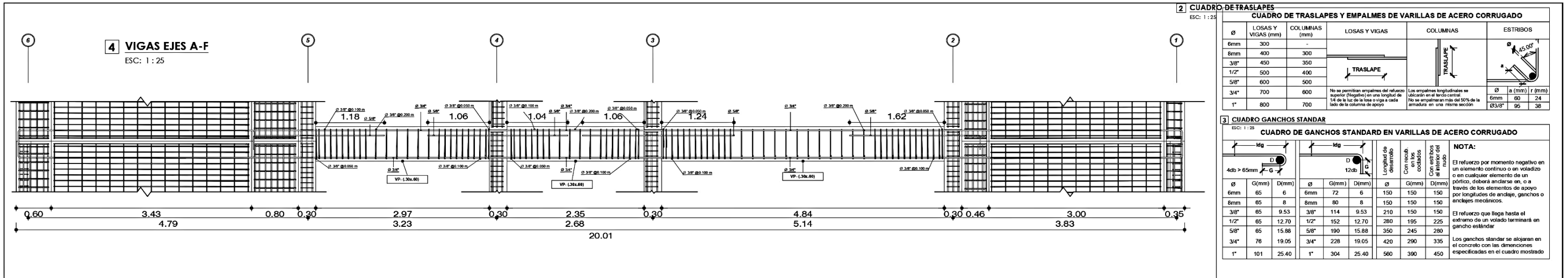
UBICACIÓN: CASERIO : Pampa Chica, DISTRITO : Cajabamba, PROVINCIA : Cajabamba, REGION : Cajamarca

COORDINADOR: \_\_\_\_\_  
PROYECTISTA: \_\_\_\_\_  
REVISADO: \_\_\_\_\_  
OCUPA: \_\_\_\_\_

ALCALDE: \_\_\_\_\_  
ESCALA: indicado  
FECHA: JULIO 2022

**E-01**

Anexo 36: Plano estructural 02 - aligerado.



PROYECTO:	"Diseño estructural de un hotel de diez pisos con sótano, Cajabamba - Perú, 2022"	
REGION:	CAJAMARCA	PROVINCIA: Cajabamba
DISTRITO:	Cajabamba	C. POBLADO: Pampa Chica
PLANO:	ESTRUCTURAS ALIGERADO	
UBICACIÓN:	CASERIO : Pampa Chica DISTRITO : Cajabamba PROVINCIA : Cajabamba REGION : Cajamarca	
CAD:	OCUPA	FECHA: JULIO 2022

**E-02**