



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta de diseño de losas aligeradas en edificaciones con
esferas de prenova en la ciudad de Huaraz, Perú 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Blas Cadillo, Benjamin Nayre (orcid.org/0000-0001-9535-3738)

Luna Muñoz, Chayanny Damian (orcid.org/0000-0002-1600-9080)

ASESOR:

Msc. Marin Cubas, Percy Lethelier (orcid.org/0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

HUARAZ - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedicamos todo el esfuerzo de esta investigación a nuestras familias: Blas Cadillo y Luna Muñoz, que nos apoyaron para poder seguir con nuestros estudios. Dedico esta tesis a mi pareja de vida Alejandra Cuellar que me motivo a seguir esforzándome para llegar a ser ingeniero Civil.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarnos la salud y guiarnos en todo este largo camino para poder conseguir nuestro objetivo, también agradecer a nuestras familias por todo el apoyo brindado para culminar esta etapa de nuestras vidas.

Agradecer al ingeniero Giuliano Sigwas Espino por su apoyo con los cálculos de diseño.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de gráficos y figuras.....	v
Índice de tablas.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
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
3.3 Población, muestra y muestreo.....	14
3.3.1 Población.....	14
3.3.2 Muestra.....	14
3.3.3 Muestreo.....	15
3.3.4 Unidad de análisis.....	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos.....	16
3.6 Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	77
VI. CONCLUSIONES.....	80
VII. RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<i>imagen 1: Tipos de vigas</i>	7
<i>Imagen 2: Losas en una dirección (a) Sin Vigas interiores. (b) Con Vigas interiores</i>	9
<i>imagen 3: Losas en dos direcciones</i>	9
<i>Imagen 4: división de zonas del Perú (RNE 0.30)</i>	24
<i>Imagen 5: desplazamiento referencial de los ejes (ETABS)</i>	28
<i>imagen 6: Momentos y fuerzas cortantes de la Viga</i>	31
<i>Imagen 7: Detalle de viga principal</i>	34
<i>imagen 8: Momento flector y fuerza cortante de la viga secundaria</i>	37
<i>Ilustración 9: Diseño de viga secundaria</i>	39
<i>limagen 10: dimensiones de diámetro de las esferas de prenova</i>	40
<i>Ilustración 11: Corte de losa con esferas de prenova</i>	43
<i>Imagen 12: Área requerida para colocar acero en la columna (ETABS)</i>	44
<i>imagen 13: Diagrama de interacción de la columna C-3</i>	48
<i>Imagen 14: Detalles de la columna C-3</i>	50
<i>Imagen 15: Detalles de la Columna C-1</i>	56
<i>Imagen 16: Detalles de la Placa</i>	59
<i>imagen 17: Referencia de dimensionamiento en planta</i>	60
<i>imagen 18: Referencia de verificación por corte</i>	61
<i>Imagen 19 Distribución de fuerzas en el eje X</i>	62
<i>imagen 20 Distribución de fuerzas en el eje Y</i>	62
<i>Imagen 21: Detalle de la zapata</i>	65
<i>Ilustración 22: Detalle de zapata</i>	71
<i>Imagen 23: Referencia de la distribución de acero en la escalera</i>	72
<i>Imagen 24: Excentricidad accidental</i>	74
<i>imagen 25 Diagrama de momentos</i>	90
<i>imagen 26 Diagrama de fuerzas cortantes</i>	90
<i>Imagen 27 Desplazamientos máximos con las esferas de prenova</i>	91
<i>Imagen 28 Área requerida de acero en cada columna</i>	91
<i>Imagen 29 Plano en planta del piso 1 con todas las dimensiones de cada elemento</i> .	92
<i>imagen 30 Cargas vivas y muertas transmitidas a las zapatas</i>	92
<i>Imagen 31 Plano en planta del piso 1 con todos los momentos de la losa 381.17 kgf/cm-cm</i>	93
<i>Imagen 32 Desplazamientos máximos con las losas aligeradas tradicionalmente</i>	93
<i>Imagen 33 Plano en planta del piso 1 con todas las dimensiones de cada elemento</i> ...	94
<i>imagen 34 Diagrama de momentos</i>	94
<i>Imagen 35 Diagrama de fuerzas cortantes de la losa aligerada tradicionalmente</i>	95
<i>Imagen 36 Cargas vivas y muertas transmitidas a las zapatas</i>	95
<i>Imagen 37 momentos en la losa aligerada tradicionalmente salió 54.54 kgf-cm/cm</i>	96
<i>imagen 38: Plano en 3d de la edificación</i>	96
<i>Ilustración 39: muestras de suelo en el terreno</i>	98
<i>Ilustración 40: muestras de suelo en el terreno</i>	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pesos de carga muerta por metro cuadro	10
Tabla 2: Características de los diferentes tipos de losas bubble deck	12
Tabla 3: Factores de zona (RNE 0.30).....	24
Tabla 4: Factor S por tipo de suelo (RNE E.030).....	25
Tabla 5: Periodos RNE (E0.30)	25
Tabla 6: Categoría y Regularidad de las edificaciones (RNE E0.30).....	25
Tabla 7 : Cargas de la edificación con esferas de prenova.....	26
Tabla 8: Masa participativa en sus modos de vibración (ETABS).....	26
Tabla 9: Excentricidad (ETABS).....	27
Tabla 10: Desplazamiento en dirección X (Excel)	27
Tabla 11: Desplazamiento en dirección Y (Excel)	27
Tabla 12 Área para acero requerido (ETABS)	49
Tabla 13: Peso de la edificación de losa aligerada tradicionalmente.....	73
Tabla 14: Masa participativa	73
Tabla 15: desplazamientos en el eje X (Excel)	74
Tabla 16 : Desplazamiento en el eje Y (Excel)	74

RESUMEN

El presente proyecto de tesis tiene como objetivo proponer un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023. Se utilizó la siguiente metodología: El tipo de investigación de este estudio corresponde a la investigación aplicada con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental, transversal y descriptivo la población consta de un edificio que están construidos con bolas de prenova de una superficie de 248 m². La conclusión principal fue que, la elaboración de estudios preliminares para el diseño con esferas de prenova se utilizó la norma E060 con un espesor de 23 cm, se puso una carga muerta de 370 kg/m² para la losa con esferas de prenova y para las tradicionales 300 kg/m², estructurales como las columnas: C-1 40 cm x 40 cm, C-2 30x30, C-3 45X45; en las placas estructurales 120 cm x 25 cm, vigas principales 45 cm x45 cm, vigas secundarias 35 cm x 20 cm. el presupuesto del diseño con esferas de prenova nos dio la diferencia de costos es S/. 44,002.39, la variación de costos no es simbólica y la construcción con esferas de prenova debe tener un sustento al construir.

Palabras clave: construcción, costos, esferas, losas

ABSTRACT

The objective of this thesis project is to propose a design of lightened slabs with prenova spheres for buildings in the city of Huaraz, 2023. The following methodology was used: The type of research in this study corresponds to applied research with a focus quantitative and a non-experimental, cross-sectional and descriptive design the population consists of a building that is built with prenova balls with an area of 248 m². The main conclusion was that, in the elaboration of preliminary studies for the design with prenova spheres, the E060 standard was used with a thickness of 23 cm, a dead load of 370 kg/m² was set for the slab with prenova spheres and for the traditional 300 kg/m², structural like the columns: C-1 40 cm x 40 cm, C-2 30x30, C-3 45X45; in the structural plates 120 cm x 25 cm, main beams 45 cm x45 cm, secondary beams 35 cm x 20 cm. the design budget with prenova spheres gave us the cost difference is S/. 44,002.39, the cost variation is not symbolic and the construction with prenova spheres must have a support when building.

Keywords: construction, costs, spheres, slabs

I. INTRODUCCIÓN

La expansión demográfica tiene un ritmo vertiginoso a nivel global, calculándose que para noviembre del 2022 la población total llegaría a los 8 mil millones **(Wright & Alam, 2022)**, y ante este panorama se vislumbra que la industria de la construcción se vea obligada a nuevos diseños en la arquitectura de las edificaciones **(Álvarez et al, 2020)**, situación que requiere novedosas formas de construcción, empleando materiales cada vez menos pesados y con mayores niveles de resistencia. Expresado en cifras, en las naciones en vías de desarrollarse, el sector construcción asciende alrededor del 5% del PBI, en los estados desarrollados llega al 8%. En la actualidad, existen más de cien millones de seres humanos trabajando en este importante sector a nivel global, y que en el Perú la cantidad de empleos en esta industria constructiva en los meses de enero a marzo del 2021 logró rebasar 16,700, cifra que logró igualar los primeros tres meses del 2020 **(Ninahuanca, 2021)**. Ante esta cruda realidad, se requieren medidas gubernamentales, pero sobre todo de iniciativa humana para que las construcciones se realicen considerando una adecuada resistencia que garantice tanto la habitabilidad de las personas como su seguridad ante los riesgos y peligros de la naturaleza **(Kabirifar, et al 2020)**; por lo que a nivel mundial se vienen diseñando múltiples sistemas de construcción alternativos que proporcionen un mayor beneficio a las familias que habitarán las nuevas construcciones, considerando adecuados diseños y con la menor vulnerabilidad sísmica posible que está en manos del gobierno y de las empresas constructoras **(Ghiassi & Milani, 2019)**. Con el tiempo se van actualizando nuevos métodos constructivos, los cuales pueden ser adaptados a cada campo con análisis previos, es por ello por lo que progresivamente, tanto los constructores como los propietarios de edificaciones, van utilizando estos nuevos sistemas de construcción como el sistema Bubbledeck, cuyas formas, entre otras, son esferas **(Vila y Bitencourt, 2020)**. A lo largo del tiempo se empleado dos tipos de losas comunes en la construcción que son maciza y livianas, ahora se introduce otro tipo de losa que reduce el presupuesto, el tiempo y peso de la construcción y logra un mejor desempeño a nivel estructural, respecto de la economía del propietario **(Meza, 2021)**. Desde hace algunos años se han propuesto diferentes soluciones al problema, por ejemplo, se han utilizado losas

ranuradas o losas wafer, que son losas aligeradas y con el desarrollo de la tecnología se ha desarrollado una propuesta de losas denominada Bubbledeck, que es de hormigón armado con un elemento ligero formado por esferas de polietileno de alta densidad (**Prenova, 2022**). Los sistemas tradicionales suelen ser pórticos, que constituye uno de los más habituales y se componen de vigas y pilares siendo sus aspectos estructurales. A través de él, lleva las cargas axiales y los momentos de la columna. Sistema doble y paredes estructurales, este sistema funciona con un tablero ligero, esta moderna cubierta de burbujas pretende ser económica y reducir el tiempo del proceso de construcción (**Basantes, 2016**). Huaraz sufrió gran daño debido a que su suelo es aluvional arcilloso y en estado húmedo. El fuerte daño de las casas también se atribuyó a los materiales utilizados principalmente adobe (**kuroiwa, 1970**): El sismo mostró la influencia de las características de subsuelo de Huaraz en el daño de las construcciones de adobe (**Alva et al, 2011**). La Soledad fue uno de los barrios originales de Huaraz, junto con los barrios de San Francisco, Belén y Huarupampa. En la pampa de “Shira - oko”, que antiguamente se ubicaba a las afueras de la ciudad, pues solo estaba habitada en su parte más cercana al centro, fue encontrada la estatua del Señor de La Soledad. La historia cuenta que esta fue trasladada por los pobladores a la iglesia matriz, la Catedral. Sin embargo, al día siguiente, la estatua había regresado al mismo lugar en el que había sido encontrada, luego de tres intentos de traslado fallidos, los huaracinos empezaron a construir una iglesia exactamente en la parte de la pampa a donde regresaba la estatua, para que esta no tuviera que moverse. La estatua tomó el nombre de Señor de La Soledad en recuerdo al lugar alejado y solitario donde fue encontrado en tiempos coloniales (**Maguiña, 1957**). En este sentido, en el mercado de la construcción existen esferas de Prenova, que cumplen el mismo sistema Bubbledeck, con la cual se elabora el presente estudio, para conocer su utilización en las construcciones de la ciudad de Huaraz, pero sobre su utilización en las losas aligeradas, a la luz del cumplimiento de las normas técnicas y legales. Por lo tanto, se propone el siguiente **problema de general**: ¿Cuál es la propuesta de diseño de losas aligeradas en edificaciones con esferas de prenova en la ciudad de Huaraz, Perú 2023? Siendo los **problemas específicos**: **1)** ¿Cuáles son los estudios preliminares para un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023? **2)**

¿Cuáles son los cálculos para un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023? **3) ¿Cuál es el presupuesto del diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023?** El presente estudio tiene una **justificación teórica**, pues todo el proceso científico se desarrolla guiándose por las reglas de la fundamentación científica, utilizando referencias teóricas y la extensa literatura acerca de la variable de investigación. Además, el conocimiento teórico puede enriquecerse con los resultados y conclusiones obtenidos, siempre que la aplicación práctica del problema de investigación extrapole nuevas aportaciones al conocimiento científico. Por otro lado, permite en la **justificación práctica** identificar los puntos débiles y fuertes del uso de esferas de prenova en la construcción de losas alivianadas, y a partir de estas observaciones es posible crear diferentes estrategias de construcción con menor impacto de vulnerabilidad sísmica, para aumentar la productividad y eficiencia. Por lo que el desarrollo de este estudio facilitará a los constructores de la ciudad de Huaraz autoevaluarse y considerar estos nuevos sistemas constructivos. Se **justifica metodológicamente** el procedimiento utilizado en este trabajo es repetible en otros ámbitos similares y con poblaciones afines, porque sigue los pasos de la investigación científica, cuya característica es la reproducibilidad. Por otro lado, el diseño y adaptación de cuestionarios de recolección de datos tiene un aporte importante, pues se entiende a la población de estudio para determinar las dimensiones e indicadores que mejor se ajustan a sus características. Se propuso el siguiente **Objetivo general**: Proponer un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023. Por consiguiente, se desprenden los **Objetivos específicos**: 1) Elaborar los estudios preliminares para un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023. 2) Elaborar los cálculos para un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023. 3) Elaborar el presupuesto del diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023. El presente estudio se realizará en una vivienda con área de $24854.54 \text{ kgf-cm/cm m}^2$, con 5 pisos que se encuentra en la ciudad de Huaraz en la s/n.

II. MARCO TEÓRICO

Considerando la literatura existente a nivel internacional y nacional, pasamos en detalle a los conceptos teóricos que sustentan el trabajo actual sobre el uso de bolas de prenova en la construcción de losas livianas y su efecto en el costo beneficio de la estructural a nivel en la ciudad de Huaraz. En primer lugar, se describe el trabajo previo relacionado con las variables de investigación a nivel mundial, nacional y local. En el **contexto internacional** se encontraron los siguientes trabajos anteriores **Peña (2022)** en su tesis “Diseño estructural, construcción y ensayo de una propuesta de losa para una vivienda unifamiliar”, propuso su estudio para el diseño de una nueva losa para la producción y comercialización a un menor costo, que cumpla con el requerimiento de las normas mexicanas NMX-C-406-ONNCCE-2019 y NTC 2017. Se desarrolló un estudio experimental, diseñando un modelo de vivienda con análisis estructural y observación de su diseño en la realidad. En sus resultados confirmo lo que rige el diseño del sistema LTM contra normatividad es la condición de servicio con base en la deflexión permisible de 1.036cm contra la deflexión presentada de 0.977cm dentro del ensayo. **Gutiérrez y Vergara (2018)** en su tesis “Optimización de recursos en la construcción de una losa mediante el sistema Cobiax”, dirigió su estudio con la finalidad de determinar la forma de lograr mayor optimización de los recursos en las construcciones de losas con la utilización del sistema Cobiax y su ventaja comparativa con el sistema tradicional. Con metodología inductiva y deductiva, con diseño descriptivo, y detalles de la construcción de una losa con sistema Cobiax. Sus conclusiones mostraron que el sistema Cobiax para la construcción de losas resulta más conveniente desde la perspectiva económica, tanto a nivel de materiales, mano de obra y equipos, en comparación al sistema tradicional. Asimismo, el sistema de construcción de losas Cobiax significa un ahorro de tiempo, lo cual beneficia directamente a los proveedores, pero sobre todo a las inmobiliarias. **Zanchin y Fernandes (2019)**, en su investigación “Construcciones de losa con el sistema Bubbledeck”, investigación explicativa que tuvo como objetivo examinar en detalle los procesos de construcción de la estructura, así como las dimensiones utilizadas y análisis de los resultados obtenidos con ella, enumerando ventajas y desventajas de su aplicación. Como procedimiento técnico, se desarrolló un

estudio de caso del tema mencionado, consistente en análisis de las etapas de desarrollo de la construcción. Como conclusión se observa que el método constructivo de losas bubbledeck tiene un excelente desempeño en cuanto a la reducción del volumen de hormigón, lo que conduce a una disminución del peso de las estructuras en comparación con los métodos tradicionales de construcción. Otro factor que juega a favor de las losas Bubbledeck es la posibilidad de utilizar cables de pretensado, lo que se traduce en un aumento de las luces entre pilares. La climatización interior también influye positivamente a la hora de optar por el sistema, asegurando un excelente rendimiento acústico, una eficiencia térmica satisfactoria, ya que tiene una baja conductividad y, por último, en términos ambientales, bubbledeck se considera una tecnología sostenible, ya que su producto es ambientalmente adecuado. tiene sello verde, y reduce las emisiones de CO₂. De esta forma, podemos considerar que el sistema responde a las necesidades de las construcciones civiles que buscan nuevas soluciones y tecnologías constructivas con el fin de generar ahorros en costos, asociados a una menor generación de residuos, y aprovechamiento del tiempo de las construcciones. A **nivel nacional**, se obtuvieron los siguientes resultados: **Rueda y Jiménez (2021)** en su tesis “Análisis y diseño estructural comparativo de una edificación de concreto armado de cuatro pisos utilizando losas bubble deck y losa aligerada en la ciudad de Tacna 2021”, intentaron establecer el análisis estático y dinámico, también el análisis estructural de vivienda conformada por cuatro niveles, logrando comparar a nivel económico y estructural el uso de losas tradicionales con respecto a las losas alivianada con bubble deck, en una edificación de distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa en la avenida Humboldt B1 cuya área total fue de 3105.48 m². El objetivo de esta comparación es presentar el diseño y las ventajas estructurales y/o económicas de este nuevo tipo de teja frente a otras tejas. Para realizar el análisis y diseño de las losas bubble deck, en principio se midieron los elementos tal como se muestra en los libros y en la norma **E.060**, luego se diseñó el edificio en el programa etabs basado en la norma **E020** cargas y luego obtener galerías entre pisos e inspeccionarlas de acuerdo con la norma **E.030** para construcción sismorresistente. Cuando se cumplen todas las desviaciones en su área, se diseñan los elementos, debido a que el estudio se fundamenta en una comparación de la estructura y en el costo, en este estudio se descuidan los

detalles arquitectónicos, las instalaciones sanitarias y eléctricas. Para finalizar, se llevó a cabo un análisis sísmico, estructural y económico comparativo de los dos sistemas, revelando lo positivo y negativo de cada sistema estructural planteado. **Valladares (2021)**, en su tesis “Análisis del esfuerzo por flexión en losa aligerada convencional y con la adición de botellas recicladas PET para viviendas unifamiliares, Lima – 2021”, buscó analizar el esfuerzo por flexión en una losa aligerada tradicional y adicionando botellas recicladas como aligerante para casas de una sola familia. Dado que se trata de un estudio aplicado y cuasiexperimental, se llevaron a cabo dos análisis, en principio fue el dimensionamiento preliminar, calculando y haciendo el análisis con el uso de las matemáticas de la losa estándar de la casa en estudio según **norma ACI 318S-14 y el Reglamento Nacional de Edificaciones (2021)**; continuamos el estudio práctico y experimental de 4 modelos de placas (botellas PET tradicionales iluminadas y recicladas). Para ambos modelos, la deformación con una carga de 8486 Kgf resultó en 8,24 mm para una placa de PET aligerada y 8,83 mm para una placa aligerada simple; por lo tanto, se llega a la conclusión que la placa iluminada de PET se deforma menos que la placa tradicional. Como resultado de los pesos de ambas clases de planchas, encontramos que la plancha crítica tradicional estudiada tiene un peso inferior frente a los 5868 kg y 6159,21 kg de la plancha aligerada de botella PET reciclada con un peso de 291,21 kg, un aumento del 4,963%, lo que implica que este tipo de blanco reciclado no reduce el peso del tablero. En términos de beneficio económico, el costo comparativo de un tablero convencional es de S/. 2372.76; y el costo esperado de un tablero aligerado con botellas PET recicladas es de S/. 2189.77 lo que significa una diferencia de S/ 182.99. La conclusión es que la construcción de tejas iluminadas a partir de botellas de PET recicladas como material de iluminación reduce los costes en este caso en un 7712 por ciento. A **nivel local** se encontró los siguientes trabajos previos: **Solórzano (2022)** en su tesis de grado “Diseño de estructuras de hormigón armado sin vigas, alivianadas por sistema bubble deck en una vivienda de 4 pisos, Huaraz 2023”, hizo la comparación de los tipos de losa de una edificación de 4 pisos de concreto armado en Huaraz si utilizar vigas, con el sistema bubble deck, cuya investigación fue aplicada, con diseño no experimental y transversal. Se estudió su resistencia sísmica de la estructura, cuya unidad de análisis fue una vivienda de cuatro niveles con el sistema bubble

deck, y asimismo con el estilo tradicional, haciendo una comparación de estos dos sistemas, con el uso del programa SAP 2000. Como resultados se obtuvieron: el sistema de esferas bubbledeck de carga sísmica en la edificación de 145.82 tn, carga axial por columna de 17.72 tn, cortantes y momento de 0.33 y 0.48, desplazamiento de 6.60mm. y en el diseño tradicional: la carga sísmica en la edificación es de 157.64 tn, carga axial por columna de 17.72 tn, cortantes y momento de 1.53 y 2.39, desplazamiento de 6.11 mm. Asimismo, se compararon los presupuestos de ambos sistemas, encontrando que en sistema bubble deck con viga de un área de 5,65 X 11,90 m, 67,24 m² el costo por m² es de S/ 290.33; en tanto que en el sistema convencional con viga resultó en S/ 279.38; sin embargo el uso de bubble deck sin viga el costo final es de S/ 205.30, mientras que en losa tradicional sin viga salió S/ 257.86. La conclusión es que, en base a los resultados obtenidos, un edificio con cubierta bubbledeck se comporta estructuralmente mejor que un edificio con un sistema tradicional.

Vigas: estructura de forma horizontal en la construcción, que trabaja a flexión; en estos cuerpos la longitud predomina frente a las otras dimensiones. Con el pasar de los tiempos el sistema de vigas se han estado conformando por diversos tipos de materiales como la madera, acero y concreto armado. Hoy en día, las vigas son fabricadas de concreto armado

Existen dos tipos de vigas peraltadas y vigas chatas como se muestran en la imagen 1.

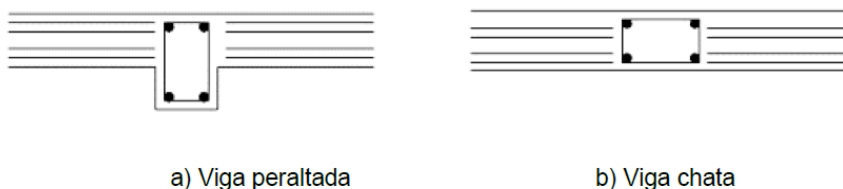


imagen 1: Tipos de vigas

Columnas: Estructuras verticales que, al ser sometidas a cargas axiales y momento flector, se deben dimensionar tomando en cuenta ambos efectos.

Para el pre-dimensionamiento se tiene las siguientes formulas:

Columnas centradas

$$\text{Area de columna: } \frac{P_{servicio}}{0,45 f'c}$$

Columnas excéntricas o esquinadas

$$\text{Area de columna: } \frac{P_{servicio}}{0,35 f'c}$$

Dónde:

$$P_{servicio}: P * A * N$$

A: Área tributaria.

N: Número de pisos.

Distribución de carga

Según la norma E.030 para cargas vivas y cargas muertas:

$$U=1,4 CM+1,7 CV$$

Cuando el diseño de una vivienda tuviera cargas de sismo, la resistencia requerida será

$$U=1,25(CM+CV) \pm CS$$

Losas

Elemento estructural usualmente horizontal es armada en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009, 08 de Mayo) Se trata de un componente estructural fundamental en la construcción de edificaciones la cual proporciona una superficie plana, en las cuales sus superficies superior e inferior son paralelas o casi paralelas entre sí. Asimismo, las losas pueden ser tal, que se apoye en uno

de los dos lados, siendo estructuralmente losa en una dirección debido a que las cargas se transmiten en forma perpendicular a las vigas de apoyo. Para situaciones en donde las losas estén soportadas en los cuatro lados, el modelo estructural es una losa en dos direcciones, sin embargo, debe cumplir ciertos requerimientos en relación con los lados la cual garantice que su distribución de cargas se produzca en todas las direcciones.

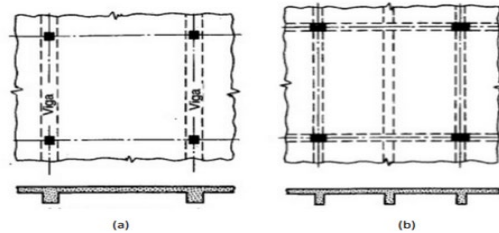


Imagen 2: Losas en una dirección (a) Sin Vigas interiores. (b) Con Vigas interiores

Fuente: Sistema estructural de concreto armado

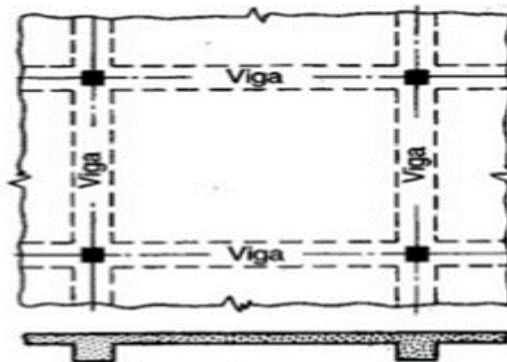


imagen 3: Losas en dos direcciones

Fuente: Sistema estructural de concreto armado

Habilitado de acero en losa aligerada

El refuerzo en la placa ligera se puede dividir en refuerzo principal y refuerzo secundario, y se debe distinguir el refuerzo longitudinal y el refuerzo transversal. El propósito del acero es absorber los esfuerzos de tracción de miembros sometidos a flexión o tracción directa, o reforzar las zonas de

compresión del concreto. El acero está diseñado para absorber los esfuerzos causados por las tangenciales (Cortante y Torsión) y para proporcionar la unión necesaria entre el refuerzo principal para evitar la fisuración localizada.

Concreto armado para losa aligerada

El hormigón se compone de arena, cemento, piedra y el agua, produce una reacción química entre el agua y el cemento, queda como resultado el endurecimiento de esta, la capacidad portante depende de la cantidad de cada material en la mezcla para los elementos estructurales, después del vertido se debe tener cuidado para que el cemento reaccione químicamente y se vuelva fuerte, esto generalmente ocurre dentro de los primeros siete días, por lo que es muy importante que se mantenga húmedo durante todo el tiempo. Este proceso se denomina endurecimiento del hormigón. Las etapas de vertido del concreto se pueden dividir en dos etapas muy importantes: la primera etapa cuando la mezcla está fresca y la segunda etapa cuando la mezcla llega a la etapa de endurecimiento (Aceros Arequipa, 2020).

Espesor de losa (cm)	kg/m ²
17	270
20	300
25	350
30	400

Tabla 1: Pesos de carga muerta por metro cuadrado

En la tabla 1 refleja los pesos de losa aligerada tradicionalmente de acuerdo con su espesor

Sistema bubbledeck

El sistema bubbledeck fue descubierto por el alemán Jorge Breuning el cual noto que la mejor manera de reducir el peso a una losa es usando esferas de plástico prefabricadas las cuales reducirían el uso del concreto y la resistencia de la losa no se vería afectada, de esta manera surgiría el método de la tecnología (Quel, 2020) Este sistema funciona como una losa maciza apoyada

en dos direcciones. La tensión y compresión no se ve influenciada por los vacíos conformados por las esferas de plástico. La distribución de fuerzas funciona sin singularidades y el concreto trabaja de manera correcta junto a las esferas.

Esferas de prenova

Para producir esferas prenova es el polietileno (plásticos) procesado industrialmente para adecuarlo a los requerimientos según el proyecto. Los mismos se quedarán dentro de la losa la cual será cubierta con concreto, esto brinda un segundo uso al plástico y evita que termine como desecho en mares, ríos y suelos, estos sistemas permiten alcanzar grandes luces sin la necesidad de vigas y brinda soluciones arquitectónicas. Esto permite la inclusión de instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias (Prenova, 2022)

Pre dimensionado: Se desarrolla en sencillas etapas, permitiendo conocer el espesor de la losa que se utilizará de acuerdo con el proyecto y ajustarlo según la clase de bola o disco. El espesor de la losa se obtiene dividiendo la luz mayor libre entre columnas, en centímetros dividiendo entre 35. Agregando posteriormente 2 cm, que corresponde a la cubierta interna. Un caso típico: Si tenemos una luz de losa de 700 cm, el cálculo sería el siguiente. $700 \text{ cm} / 35 = 20 \text{ cm} \Rightarrow 20 \text{ cm} + 2 \text{ cm} = 22 \text{ cm}$ de espesor final de losa (Prenova, 2022).

Características:

- Menor peso de losas en la construcción (Comparación con losas Macizas)
- Inclusión de las tuberías dentro de la losa, instalaciones eléctricas, sanitaria, y losa radiante.

Ventajas:

- Permite la edificación de mayores niveles. (Número de pisos)
- Mayor luz libre para la losa.
- Reduce el tiempo de construcción
- Mejor trabajabilidad.

Adicionalmente, otros beneficios incluyen: menor peso estructural. La edificación pesa un 60 por ciento de lo que sería si fuera macizo, lo que supone un ahorro del 15% en estructura vertical y cimentaciones. Reducción del tiempo de implementación. Efecto en la reducción de costes indirectos. Al agregar aire *encapsulado* a nuestras losas de concreto, se logra mejores resultados energéticos ya que el plástico conduce menos el calor (Quel, 2020). El sistema bubble deck tiene una losa plana liviana que utiliza bolas de plástico reciclado (polietileno de media densidad) para reemplazar el ineficiente concreto de la losa, lo que permite colocarlas donde hay menos momentos y esfuerzos en compresión y tensión. no se ven afectados por la distribución gratuita en el disco. Actúa como una losa sólida en todas las direcciones, lo que permite un mayor espacio entre columnas.

Tipo de losa bubbles deck	H (cm)	Diámetro de las esferas (cm)	Separación entre esferas (cm)	Peso kg/m ²	Rango de aplicación (m)
BD 230	23	18	2	370	5 - 8
BD 280	28	22,5	2,5	460	7 - 10
BD 340	34	27	3	550	9 - 12
BD 390	39	31,5	3,5	640	11 - 14
BD 450	45	36	4	730	13 - 16,4

Nota. L **Tabla 2: Características de los diferentes tipos de losas bubble deck**

Fuente: Prenova Global

En la tabla 2 están las especificaciones de cada tipo de esfera y los pesos de la losa con su carga muerta por metro cuadrado

III.METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Este estudio corresponde a la investigación aplicada, que a decir de Hernández et al (2018), en estos estudios se busca resolver algún problema de la realidad, donde además no se interviene deliberadamente en la manipulación de las variables; es decir, no son controlados por el investigador, porque se hizo el diseño de una vivienda unifamiliar, donde se comparó las losas tradicionales con ladrillo y las losas con esferas de prenova. **Un enfoque cuantitativo.** Es una estrategia de investigación que se centra en cuantificar la recopilación y el análisis de datos

3.1.2 Diseño de investigación

El siguiente proyecto fue un diseño no experimental, transversal y descriptivo, que según Arias (2012) se refiere a un estudio en el que las variables objeto de estudio no son manipuladas intencionalmente, por lo que el observador simplemente capta el fenómeno que se desarrolla naturalmente y las analiza posteriormente; es transversal porque la recogida de datos en la unidad de investigación se lleva a cabo en un momento específico en el tiempo, es descriptivo porque el objetivo es ofrecer una alternativa viable después de que se obtengan los resultados del estudio y la comparación.

El esquema es: M -----O

Dónde:

M = Muestra.

O = Observación de la variable

3.2 Variables y Operacionalización

Variable: Diseño de losa aligerada con esferas de prenova.

una variable según sus factores interviene dentro de un proceso puede ser como causa o también como resultado. (Conrado, 2018)

- **Definición Conceptual:** La losa Aligerada con esferas de prenova es una estructura basada en el concepto óseo que aportan aire a través de bolsa o discos para aligerar la carga. (Quel, 2020)
- **Definición Operacional** Las esferas de prenova, se incorporarán a las losas aligeradas basándose a los parámetros requeridos por la Norma Técnica de construcción **E 0.60 E 0.30 E 0.20**
- **Dimensiones** Dentro de las dimensiones tenemos la dimensión eficiencia estructural y la dimensión de beneficios económicos.
- **Indicadores:** Comportamiento en zona sísmica, resistencia, reducción de pes
- **Escala de medición:** Razón

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según Valderrama (2014), una población se refiere a un grupo limitado o ilimitado de sujetos, seres vivos o inertes con ciertas similitudes o características, este grupo se puede medir, por lo que podemos hablar de poblaciones de familias, empresas, etc En este estudio, la población consta de un edificio cuyos paneles iluminados están contruidos con bolas de prenova y cuya superficie es de 248 m².

- **Criterio de inclusión:** En cuanto a una losa de concreto armado se le agrega las bolas de polietileno (Plásticos) reduciendo así el peso de la losa de concreto armado
- **Criterio de exclusión:** Al existir una diferencia de costo – material excluiríamos considerablemente un porcentaje de concreto armado

3.3.2 Muestra

Ñaupas et al (2019) plantean que una muestra es una pequeña parte del universo que se selecciona mediante diferentes métodos, considerando que representa a la población. Por consiguiente, la muestra posee la propiedad de contener universos paralelos. En este trabajo, la muestra lo constituye toda la población de estudio; es decir, trabajamos con un edificio que forma una muestra de cálculo, cuyas losas están construidas con esferas de prenova y cuya superficie es de 248 m².

3.3.3 Muestreo

Este estudio se utiliza un muestreo no probabilístico intencional, que según **Carrasco (2019)** es aquel que selecciona determinadas unidades de estudio de la población. Este tipo de muestra se asigna cuando la población tiene demasiada variabilidad y/o es demasiado pequeña para formar una muestra censal. Muestreo Es un método de selección de los componentes de una muestra donde existe un conjunto de normas por las que se selecciona una parte de la población para representar la mayor parte. (**MATA et. 1997:19**)

3.3.4 Unidad de análisis

De la investigación fue el comportamiento estructural de una edificación de cinco pisos aplicando un sistema de losas prenova con estructuras de concreto armado en la ciudad de Huaraz 2023.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos:

Esta investigación utiliza una técnica **cuantitativa** de observación para la recolección de datos, que según Hernández et al (2018) es una herramienta que ayuda a recolectar información sobre las unidades de investigación a las que se aplica los medios que deben ser planificados de antemano, de acuerdo con los objetivos previstos.

Instrumentos de recolección de datos:

Se trabajará con una guía de observación, que es usada para analizar por el investigador donde se obtienen datos de un objeto. **(Hernández et al, 2018)**

Se utilizo los parámetros del reglamento nacional de Edificación (RNE) E030, E060 y E020. Debido a que diseñamos la vivienda en la ciudad de Huaraz – Ancash se necesitó dicha información para emplearlo en las losas aligeradas con esferas de prenova.

Se utilizo la capacidad portante del estudio de mecánica de suelos para el diseño de la vivienda de cinco pisos.

- Para el pre-dimensionamiento y el diseño de las losas tradicionales y las losas alivianadas con esferas de prenova se utilizaron los parámetros del RNE.
- Para el tipo de suelo que se utilizó en el diseño de la vivienda, se tomó los valores brindados por el estudio de mecánica de suelos.

3.5 Procedimientos

Para verificar y evaluar el comportamiento de la losa con esferas de prenova (plástico) se realizó el siguiente procedimiento:

- Se realizo el plano de la vivienda con el software AutoCAD 2020.
- Para el cálculo del espesor de la losa, para ambas comparaciones una con la **RNE E060** y la otra con que plantea que en secciones en dos direcciones ($L/35$) por las esferas de prenova.
- Se realizo el predimensionamientos de las columnas de acuerdo con la norma, se tiene que hacer el metrados de cargas con la norma **E020** (cargas)
- Se analizo los resultados de ambas muestras con el software Etabs, para saber las variaciones de las edificaciones expuestas en cargas estáticas para estudiar la distribución de fuerzas y momentos en flexiones con la norma **E030** (diseño de sismorresistente)

3.6 Método de análisis de datos

Son los siguientes: Tablas: se presentan datos tabulados, detallados y organizados, que se utilizan para un análisis rápido y objetivo. Gráficos: Para **etabs** hacer más coloridos, atractivos e interactivos los datos recolectados, se presentan gráficos cuyo análisis se da en la sección correspondiente. Software de diseño y cálculos AutoCAD 2020, el s10 y el Excel.

Aspectos éticos

Se tendrá en consideración los siguientes aspectos éticos:

- Se reconoce el derecho de autor al mencionar los autores y el origen de la información.
- Sigue los estándares establecidos por la Asociación Estadounidense de Psicología (Estándares ISO) y tiene como objetivo garantizar que las referencias bibliográficas estén bien definidas y sean claras.
- El trabajo de investigación utiliza la regla contra el plagio con el programa TURNITIN, que indica que el trabajo es original; así como normas administrativas y penales que liberan al delincuente de obligaciones específicas.
- Finalmente, los datos que se obtengan de la unidad de análisis (edificación) serán tratados de forma anónima y se informará al propietario desde el inicio sobre la finalidad del estudio.

IV. RESULTADOS

Se incluyeron los datos para el diseño en el software Etabs, donde se obtuvo resultados matemáticos reales a el objetivo general del proyecto: **Proponer un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz.** Se realizó un análisis sísmico y deflexiones de la vivienda de cuatro pisos con losas aligeradas tradicionalmente y losas aligeradas con esferas de prenova, aquí aplicamos las cargas vivas y muertas que se analizaron para ambos casos donde se hizo el modelamiento de los diferentes tipos de losas aligeradas. También se vio el acero requerido para la vivienda y lo costos con el software S10, para los predimensionamientos de los elementos estructurales se utilizó el Software MATHCAD y el Excel.

1. Con respecto al objetivo específico uno: “¿Cuáles son los estudios preliminares para un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023?”

- Se hizo el pre-dimensionamiento de todas las estructuras de concreto armado como losas, vigas columnas y zapatas

PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA CON ESFERA DE PRENOVA

$L := 5 \cdot m$ Luz libre de la losa más

Calculamos la altura de la losa aligerada con prenova, que se debe encontrar entre los valores $(h/35) + 2 \text{ cm}$

$h := \frac{L}{35} = 0.143 \text{ m}$ Agregamos 2 cm
Empleamos: $h := 23 \cdot \text{cm}$ por ser mínima para el pre-dimensionamiento

PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA ALIGERADA TRADICIONAL

$L := 5 \cdot m$ Luz libre de la losa

Calculamos la altura de la losa aligerada con prenova, que se debe encontrar entre los valores $(L/25)$.

$h := \frac{L}{25} = 0.2 \text{ m}$ $h = 20 \text{ cm}$ Empleamos 23 cm

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS CENTRALES (C1)

$$f'c := 210 \cdot \frac{kgf}{cm^2}$$

$n := 5$ Número de pisos

$AT := 18 \cdot m^2$ Área tributaria

$P := 1500 \cdot \frac{kgf}{m^2}$ (E.030) Categoría A

$k := 0.45$ Valor según tipo de columna (columna centrada = 0.45; columna extrema y esquina = 0.35)

Primero calculamos el peso de servicio transmitido a la columna:

$$P_{ser} := n \cdot AT \cdot P = 135000 \text{ kgf}$$

Ahora calculamos el área: $A_{col} := \frac{P_{ser}}{k \cdot f'c} = 0.143 \text{ m}^2$

Calculamos el ancho: $B := \sqrt[2]{A_{col}} = 37.796 \text{ cm}$

Empleamos: $B := 40 \cdot cm$ $L := 40 \cdot cm$

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS LATERALES (C2)

$$f'c := 210 \cdot \frac{kgf}{cm^2}$$

$AT := 10.60 \cdot m^2$ Área tributaria

$P := 1500 \cdot \frac{kgf}{m^2}$ (E.030) Categoría A

$k := 0.35$ Valor según tipo de columna (columna extrema y esquina = 0.35)

Primero calculamos el peso de servicio transmitido a la columna:

$$P_{ser} := n \cdot AT \cdot P = 79500 \text{ kgf}$$

Ahora calculamos el área:

$$A_{col} := \frac{P_{ser}}{k \cdot f'c} = 0.108 \text{ m}^2$$

Calculamos el ancho:

$$B := \sqrt[2]{A_{col}} = 26.853 \text{ cm}$$

Empleamos

$$B := 30 \cdot \text{cm}$$

$$L := 30 \cdot \text{cm}$$

Entonces se tiene

Las dimensiones será 30cm x 30cm

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS ESQUINA (C3)

$$AT := 16.60 \cdot \text{m}^2 \quad \text{Área tributaria}$$

$$P := 1500 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad (\text{E.030}) \text{ Categoría A}$$

$$k := 0.35$$

Valor según tipo de columna (columna centrada = 0.45; columna extrema v esquina = 0.35)

Primero calculamos el peso de servicio transmitido a la columna:

$$P_{ser} := n \cdot AT \cdot P = 124500 \text{ kgf}$$

Ahora calculamos el área:

$$A_{col} := \frac{P_{ser}}{k \cdot f'c} = 0.169 \text{ m}^2$$

Calculamos el ancho:

$$B := \sqrt[2]{A_{col}} = 41.157 \text{ cm}$$

Empleamos:

$$B := 45 \cdot \text{cm}$$

$$L := 45 \cdot \text{cm}$$

PREDIMENSIONAMIENTO - VIGAS PRINCIPALES

$$L := 5 \cdot m \quad \text{Luz libre mayor}$$

Calculamos h de la viga, que se encontrar entre los valores (L/10 a L/12)

$$h_1 := \frac{L}{10} = 0.5 \, m \quad h_2 := \frac{L}{12} = 0.417 \, m$$

$$\text{Empleamos:} \quad h := 45 \cdot cm$$

Calculamos el ancho de la viga, que se debe encontrar en entre estos valores (h/2 a h/3)

$$b_1 := \frac{h}{2} = 0.225 \, m \quad b_2 := \frac{h}{3} = 0.15 \, m$$

$$\text{Empleamos:} \quad b := 20 \cdot cm$$

Se toma una viga de 45cm x 20cm

PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS SECUNDARIAS

$$L := 4 \cdot m \quad \text{Luz libre mayor}$$

$$h_1 := \frac{L}{10} = 0.4 \, m \quad h_2 := \frac{L}{12} = 0.333 \, m$$

$$\text{Empleamos:} \quad h := 35 \cdot cm$$

Calculamos el ancho de la viga, que se debe encontrar en entre estos valores (h/2 a h/3)

$$b_1 := \frac{h}{2} = 0.175 \, m \quad b_2 := \frac{h}{3} = 0.117 \, m$$

$$\text{Empleamos:} \quad b := 20 \cdot cm$$

Se toma una viga de 35cm x 20cm

PREDIMENSIONAMIENTO DE ZAPATAS

q_{adm} = Capacidad admisible se obtiene del estudio de suelos

ZAPATA CENTRADA

$$A_{ZAP} := \frac{210000 \text{ kg}}{k \cdot q_{adm}}$$

$$q_{adm} := 1.61 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$k := 0.8$ $k =$ tipo de suelo intermedio se estima el valor 0.8

$$A_{ZAP} = 163043.478 \text{ cm}^2$$

$k =$ tipo de suelo rígido se estima el valor 0.9

$$B_{ZAP} := \sqrt[2]{A_{ZAP}} = 403.786 \text{ cm}$$

$h:$ para suelos rígidos se adopta 0.5m

ASUMIMOS

450 cm x 450 cm

$h:$ para suelos intermedios se adopta 0.6m

ZAPATA EXCÉNTRICA

$$A_{ZAP} := \frac{105000 \text{ kg}}{k \cdot q_{adm}}$$

$$q_{adm} := 1.61 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad k := 0.8$$

$$A_{ZAP} = 81521.739 \text{ cm}^2$$

$$B_{ZAP} := \sqrt[2]{A_{ZAP}} = 285.52 \text{ cm}$$

ASUMIMOS

300cm x 300 cm

ZAPATA ESQUINADA

$$A_{ZAP} := \frac{52500 \text{ kg}}{k \cdot q_{adm}}$$

$$q_{adm} := 1.68 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad k := 8$$

$$A_{ZAP} = 40760.87 \text{ cm}^2$$

$$B_{ZAP} := \sqrt[2]{A_{ZAP}} = 201.893 \text{ cm}$$

Asumimos:

250cm x 250

2. Con respecto al objetivo específico dos: Elaborar los cálculos para un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023.

- Se puso todos los pre-dimensionamientos en el programa Etabs donde podemos hallar todos los cálculos y así poder corroborar las dimensiones; también se diseñó todos los elementos estructurales, con los análisis de sismo resistentes para ver los pesos de cada elemento con la losa aligeradas con las esferas de prenova.

Se empezó a diseñar con la losa aligerada con esferas de prenova

DISEÑO DE RESISTENCIA

Este método garantiza que la estructura pueda resistir las cargas aplicadas con margen de seguridad

1. Amplificación de cargas: Se Amplifican las cargas con factores específicos para considerar las incertidumbres y garantizar la resistencia de la estructura

2. Factores de reducción de resistencia (ϕ): Se disminuye la resistencia nominal de los elementos con este factor, considerando incertidumbres en la resistencia de materiales.

3. Verificación del diseño: Se verifica que la resistencia de diseño sea mayor que las cargas de diseño. De no ser así, se modifica el diseño

Factor de reducción de resistencia E.060

PARAMETROS DE LA NORMA E 030



Imagen 4: división de zonas del Perú (RNE 0.30)

FACTORES DE ZONA		
SISMICIDAD	ZONA	Z
MUY ALTA	4	0.45
ALTA	3	0.35
MEDIA	2	0.25
BAJA	1	0.10

Tabla 3: Factores de zona (RNE 0.30)

	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_1	0.80	1.00	1.05	1.10
Z_2	0.80	1.00	1.15	1.20
Z_3	0.80	1.00	1.20	1.40
Z_4	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla 4: Factor S por tipo de suelo (RNE E.030)

En la tabla 4 nos muestra los valores que se tomaran de acuerdo con el tipo de suelo y a la zona con la se va a trabajar, en la tesis se está tomando la zona 2 por estar en Huaraz y el tipo s2 que es regular

Periodo T_P y T_L				
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P	0.30	0.40	0.60	1.00
T_L	3.00	2.50	2.00	1.60

Tabla 5: Periodos RNE (E0.30)

En la tabla 5 nos muestra los periodos de acuerdo con el tipo de suelo.

Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Tabla 6: Categoría y Regularidad de las edificaciones (RNE E0.30)

En la tabla numero 6 nos muestra la categoría de la edificación de acuerdo con la zonificación y las restricciones que tienen cada una de ellas

Peso de la edificación con esferas de prenova

$$CM := 992344.95 \cdot \text{kgf} \quad \text{Carga muerta, incluye el peso propio}$$

$$CV := 428456 \cdot \text{kgf} \quad \text{Carga viva}$$

$$P := CM + 0.50 \cdot CV = 1206572.95 \text{ kgf}$$

E Base Reactions							
File Edit Format-Filter-Sort Select Options							
Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Base Reactions							
Filter: None							
	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kgf	FY kgf	FZ kgf
▶	CM	LinStatic			0	0	992344.95
	CV	LinStatic			0	0	428456

Tabla 7 : Cargas de la edificación con esferas de prenova

En la tabla 7 se da los resultados del peso de la edificación utilizando las esferas de prenova.

ANÁLISIS ESTÁTICO (Art. 28.2 Norma E.030-2018)

$$V_x := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_x} \cdot P = 173444.862 \text{ kgf} \quad (\text{Fuerza cortante Estática en la base en dir. X})$$

$$V_y := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_y} \cdot P = 173444.862 \text{ kgf} \quad (\text{Fuerza cortante Estática en la base en dir. Y})$$

$$\text{masa_participativa} := 0.98 \quad (\text{Art. 29.1.2 Norma E.030-2018})$$

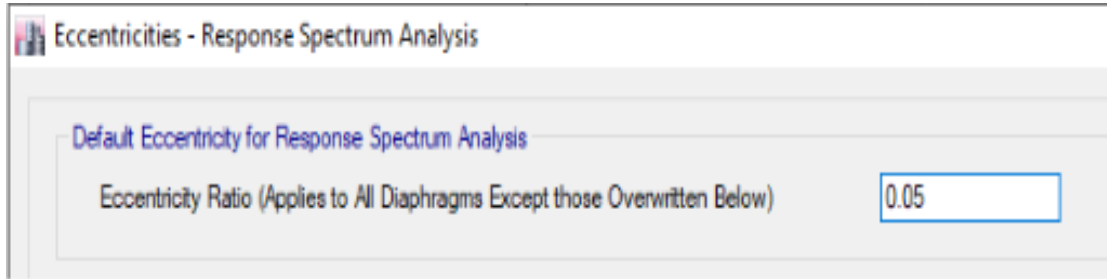
Tabla 8: Masa participativa en sus modos de vibración (ETABS)

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
▶	Modal	9	0.053	0.0168	0.003	0	0.9565	0.9565
	Modal	10	0.04	0.0002	0.0272	0	0.9568	0.9836
	Modal	11	0.032	0.0214	0.0019	0	0.9782	0.9855
	Modal	12	0.029	0.0095	0.0014	0	0.9877	0.987

En la tabla 8 nos indica los modos de vibración que son 12 y cada una de ella con su masa participativa y se coge la en promedio 0.98

EXCENRICIDAD ACCIDENTAL (Art. 28.5 Norma E.030-2018)

Tabla 9: Excentricidad (ETABS)



En la tabla 9 se definió una excentricidad accidental de 0.05, según lo indicado por la norma E.030.

DESPLAZAMIENTOS LATERALES (Art. 31 y 32 Norma E.030-2018)

Los desplazamientos elásticos que se muestran a continuación se tomaron en el centro de masas de cada diafragma:

LIMITE DISTORCION DEL ENTREPISO: 0.007

DIRECCIÓN "X":

Piso	Altura Piso (mm)	Δ Elástico (mm)	Δ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	Δ Inelástico relativo (mm)	Δ_{ir}/hei	Δ_{ir}/hei (MAX)	CUMPLE?
P1	2800	0.011	0.011	7	REGULAR	0.058	0.0000	0.007	OK
P2	2800	0.02	0.009	7	REGULAR	0.047	0.0000	0.007	OK

Tabla 10: Desplazamiento en dirección X (Excel)

En la tabla 10 verificamos los desplazamientos con el programa Excel para que cumpla el máximo permitido que es el 0.007.

DIRECCIÓN "Y":

Piso	Altura Piso (mm)	Δ Elástico (mm)	Δ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	Δ Inelástico relativo (mm)	Δ_{ir}/hei	Δ_{ir}/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.059	0.059	7	Regular	0.30975	0.0001	0.007	OK

Tabla 11: Desplazamiento en dirección Y (Excel)

En la tabla 11 verificamos los desplazamientos con el programa Excel para que cumpla el máximo permitido que es el 0.007.

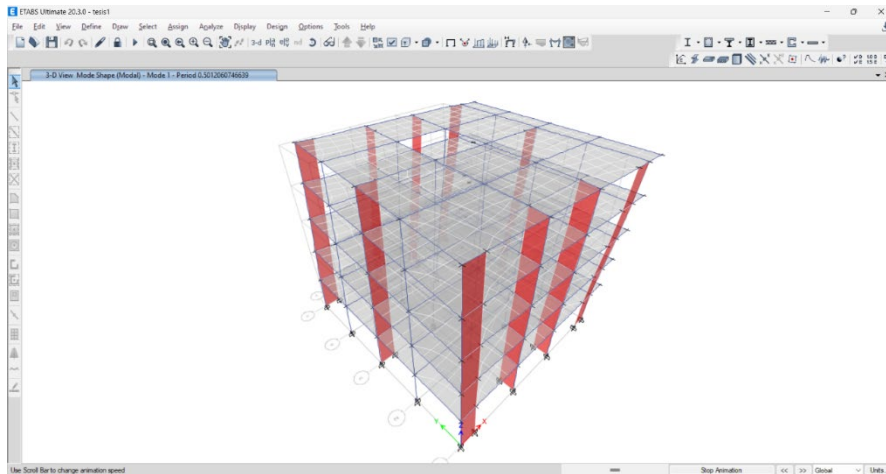


Imagen 5: desplazamiento referencial de los ejes (ETABS)

DISEÑO DE VIGAS PRINCIPALES PARA ACERO LONGITUDINAL

$h_v := 45$	Altura (cm)
$b := 35$	Ancho (cm)
$r := 4$	Recubrimiento (cm)
$d := h_v - r = 41$	Canto útil (cm)
$\phi := 0.9$	Factor de reducción de resistencia por flexión
$f'_c := 210$	Resistencia a compresión simple del concreto (kg/cm ²)
$f_y := 4200$	Módulo de fluencia del acero (kg/cm ²)
$E_s := 2000000$	Módulo de Elasticidad del acero(kg/cm ²)
$M_u := 384673.03$	Momento Flector amplificado, obtenido del análisis estructural (kg-cm ²)

Calculamos el refuerzo

$$A_s \cdot \frac{f_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b)} = a \qquad \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = M_u$$

$$\frac{0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b}{2} \cdot (a^2) - 0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot d \cdot b \cdot (a) + M_u = 0$$

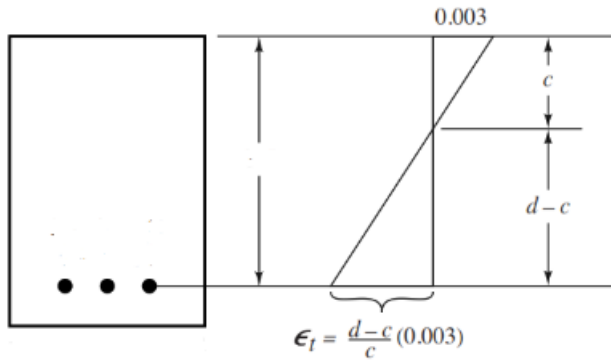
$$i := \frac{0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b}{2} = 2811.38 \qquad ii := -0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot d \cdot b = -230532.75$$

$$iii := M_u = 384673.03$$

$$a := \frac{-ii - \sqrt{ii^2 - 4 \cdot i \cdot iii}}{2 \cdot i} = 1.7 \text{ cm} \qquad A_s := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b}{f_y} = 2.53$$

$$\rho := \frac{A_s}{d \cdot b} = 0.0018$$

Verificación del Acero Máximo



$$\beta_1 := \min \left(\max \left(0.85 - (f'c - 280) \cdot \frac{0.05}{70}, 0.65 \right), 0.85 \right) = 0.85, \text{ ACI 318-19 art. 22.2.2.4.3}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

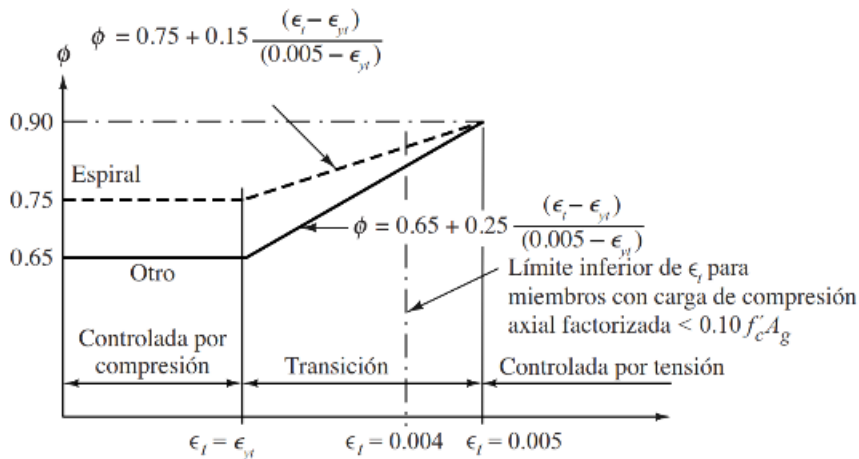
$$c := \frac{a}{\beta_1} = 2$$

cm

deformación unitaria en tracción
mayor a 0.004 si es menor no
se puede utilizar

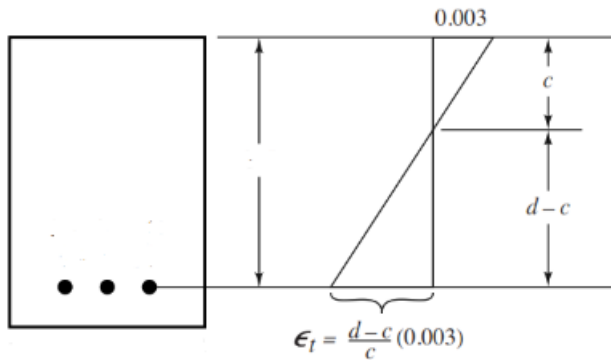
$$\epsilon_{yt} := \frac{f_y}{E_s} = 0.0021 \quad \epsilon_t := \left(\frac{d-c}{c} \right) \cdot 0.003 = 0.0584$$

$\epsilon_t \geq 0.004$, por lo tanto la viga puede usarse según ACI 318-08 art. 10.3.5



$$\phi := \min \left(\max \left(0.65 + 0.25 \cdot \frac{(\epsilon_t - \epsilon_{yt})}{(0.005 - \epsilon_{yt})}, 0.65 \right), 0.9 \right) = 0.9, \text{ ,ACI 318-19 Art. R21.2.2}$$

Calculamos el acero máximo a colocar



$$\left(\frac{d-c}{c}\right) \cdot 0.003 = 0.004, \text{ despejamos}$$

$$c_{max} := 3 \cdot \frac{d}{7} = 17.57 \text{ cm}$$

$$a_{max} := \beta_1 \cdot c_{max} = 14.94 \text{ cm}$$

$$As_{max} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot a_{max} \cdot b}{f_y} = 22.22 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{max} := \frac{As_{max}}{d \cdot b} = 0.0155$$

Qué porcentaje de la cuantía balanceada, representa ρ_{max}

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

$$\rho_b = 0.0213$$

$$\frac{\rho_{max}}{\rho_b} = 0.7286$$

Qué porcentaje de la cuantía balanceada, representa el acero colocado

$$\frac{\rho}{\rho_b} = 0.0831$$

C. Verificación del Acero Mínimo por Flexión

$$As_{min} := 0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \cdot b \cdot d = 3.96 \text{ cm}^2, \text{ ACI 318-19 art. 9.6.1.2}$$

$$As_{min} := \frac{14}{f_y} \cdot b \cdot d = 4.78 \text{ cm}^2, \text{ ACI 318-19 art. 9.6.1.2}$$

$$1.3 \cdot As = 3.3, \text{ ACI 318-19 art. 9.6.1.3}$$

$$As_{min} := \min \left(\max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \cdot b \cdot d, \frac{14}{f_y} \cdot b \cdot d \right), 1.3 \cdot As \right) = 3.3 \text{ cm}^2$$

D. Verificación del Acero de temperatura

$$A_{stem} := 0.0018 \cdot b \cdot h_v = 2.84 \text{ cm}^2 \quad \text{según ACI 318-19 art. 24.4.3.2}$$

E. Acero a emplear

$$A_{se} = 3.3 \text{ cm}^2$$

Área de varilla (1/2") Av.: = 1.9 Cm²

Empleamos 4ø1/2"

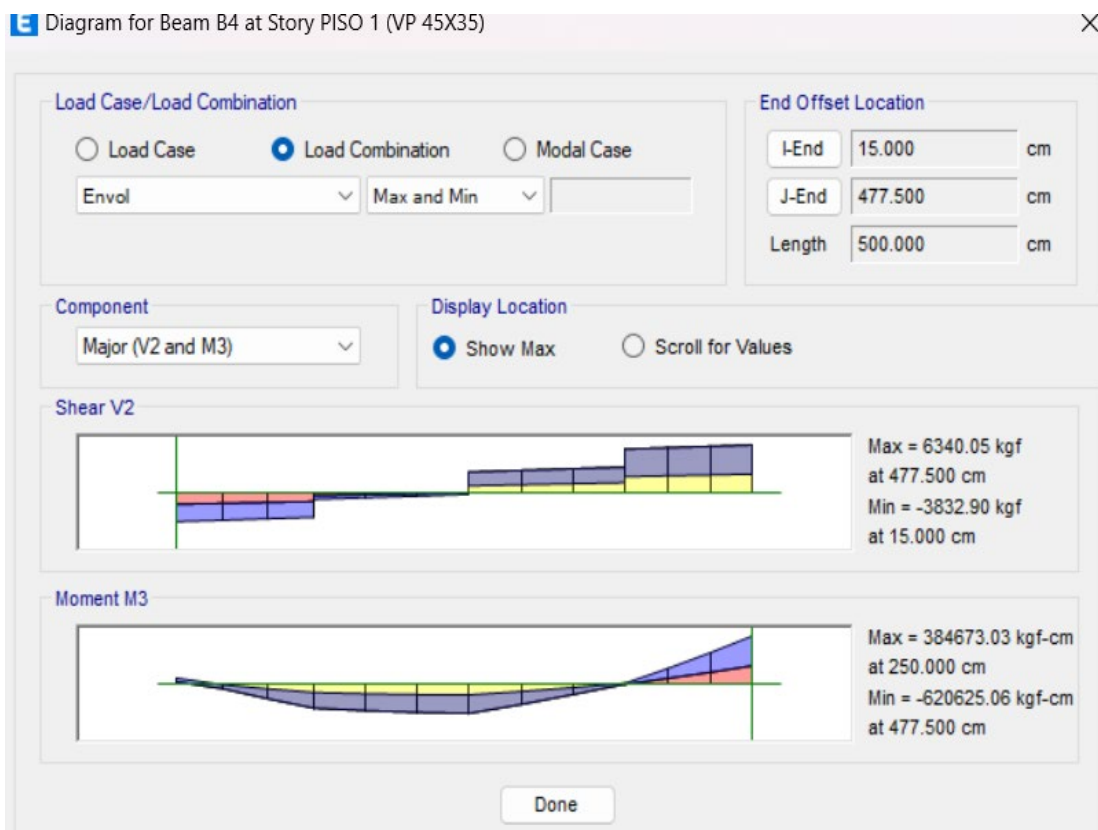


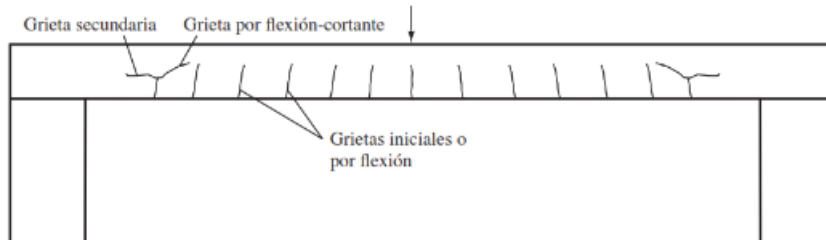
imagen 6: Momentos y fuerzas cortantes de la Viga

En la imagen 6 aparece el momento generado en la viga principal que es de 384673.06 kgf/ cm esto nos ayuda para poder diseñar los aceros longitudinales y la fuerza cortante que es 6340.05 kgf nos ayuda a diseñar los estribos y los espaciamientos.

DISEÑO POR CORTANTE SEGÚN ACI 318

$h_v := 45$	Altura (cm)
$b_w := 30$	Ancho (cm)
	Recubrimiento (cm)
$d := h_v - r = 41$	Canto útil (cm)
$\phi := 0.70$	Factor de reducción de resistencia por cortante
$f'_c := 210$	Resistencia a compresión del concreto (kg/cm ²)
$f_y := 4200$	Módulo de fluencia del acero (kg/cm ²)
	1 concreto normal, 0.75 para concreto liviano
$A_v := 0.71 \cdot 2 = 1.42$	Área de refuerzo por cortante - estribo(cm ²)
$D_{vt} := 2.54$	Diámetro de varilla longitudinal (cm)
$D_{vt} := 0.95$	Diámetro de refuerzo por cortante - estribo(cm)
$V_u := 6340.05$	Kg

A. Cálculo de refuerzo



$$V_u = \phi \cdot (V_c + V_s)$$

Calculamos la resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto (V_c)

$$V_c := 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d = 9446.93 \quad \text{Kg}$$

Calculamos la resistencia nominal al cortante que debe proporcionar el acero (V_s)

$$V_s := \frac{V_u}{\phi} - V_c = -389.71 \quad \text{Kg}$$

$$V_s := \max(V_s, 0.001) = 0 \quad \text{Kg}$$

Calculamos la separación de estribos (s_1) necesaria:

$$s_1 := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 244524000 \quad \text{cm} \quad , \text{ACI 318-08 art. 11.4.7.2}$$

$$s_2 := \frac{d}{2} = 20.5 \quad \text{cm}$$

$$s_3 := 60 \quad \text{cm}$$

$$V_s = 0 \quad \text{Kg}$$

$$1.1 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d = 22874.64 \quad \text{Kg}$$

$$s := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq \frac{\phi \cdot V_c}{2} \\ \quad \parallel \text{ "No requiere refuerzo" } \\ \text{if } V_u > \frac{\phi \cdot V_c}{2} \\ \quad \parallel \text{ if } V_s \leq 1.1 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d \\ \quad \quad \parallel \min(s_1, s_2, s_3) \\ \quad \parallel \text{ if } V_s > 1.1 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d \\ \quad \quad \parallel \min\left(s_1, \frac{s_2}{2}, \frac{s_3}{2}\right) \end{array} \right. = \text{"No requiere refuerzo"} \quad \text{cm}$$

,ACI 318-08 art. 11.4.6.1 y 11.4.5.3

Colocamos: $s := 10 \quad \text{cm}$

Calculamos el área mínima para refuerzo por cortante (A_{v_min}) necesaria:

$$A_{v_min} := \max\left(0.2 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_y}, 3.5 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_y}\right) = 0.29 \quad \text{cm}^2 \quad , \text{ACI 318-19 art. 9.6.3.4}$$

$$A_v = 1.42 \quad \text{cm}^2$$

$$A_{v_min} := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } A_v < A_{v_min} \\ \quad \parallel \text{ "Cambiar refuerzo" } \\ \text{if } A_v \geq A_{v_min} \\ \quad \parallel \text{ "OK!" } \end{array} \right. = \text{"OK!"}$$

Separación para la zona de confinamiento:

$$s_{ce} := \min\left(\frac{d}{2}, 25\right) = 20.5 \quad s_{c2} := 8 \cdot D_{vt} = 20.32$$

$$s_{c3} := 24 \cdot D_{vt} = 22.8 \quad s_{c4} := 30 \quad s_{c3} := \min(s_{c1}, s_{c2}, s_{c3}, s_{c4}) = 10.25$$

Separación para la zona central:

$$s_{ce} := \min\left(\frac{d}{2}, 25\right) = 20.5$$

Usamos: 1 ϕ 3/8"@5cm, 14 ϕ 3/8"@15cm, R ϕ 3/8"@20cm

DETALLE DE VIGA

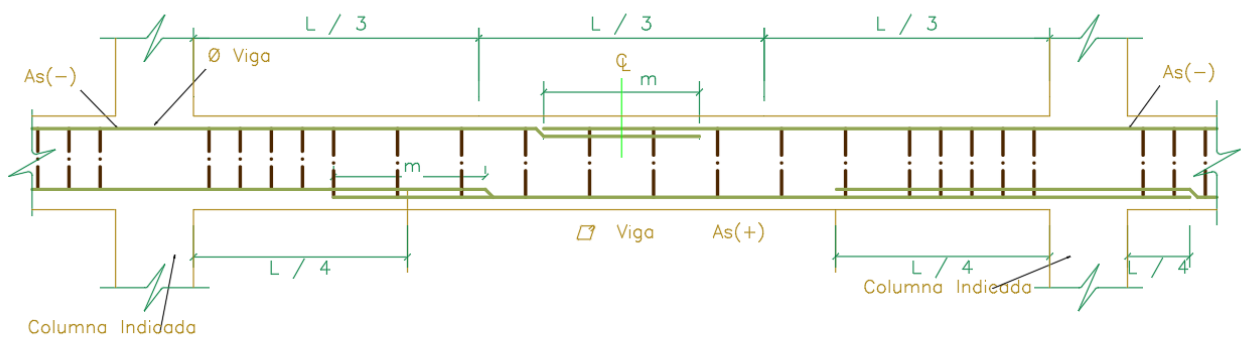


Imagen 7: Detalle de viga principal

DISEÑO DE VIGAS SEGUNDARIAS

$h_v := 35$ Altura (cm) $r := 4$ Recubrimiento (cm)
 $b := 20$ Ancho (cm) $d := h_v - r = 31$ $\phi := 0.9$ Factor de reducción de resistencia por flexión

$M_u := 207483.75$ Momento Flector amplificado, obtenido del análisis estructural (kg-cm²)

A. Cálculo de refuerzo

$$A_s \cdot \frac{f_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot b)} = a \quad \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = M_u$$

$$\frac{0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b}{2} \cdot (a^2) - 0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot d \cdot b \cdot (a) + M_u = 0$$

$$i := \frac{0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b}{2} = 1606.5 \quad ii := -0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot d \cdot b = -99603 \quad iii := M_u = 207483.75$$

$$a := \frac{-ii - \sqrt{ii^2 - 4 \cdot i \cdot iii}}{2 \cdot i} = 2.16 \quad \text{cm}$$

$$As := \frac{0.85 \cdot f'c \cdot a \cdot b}{f_y} = 1.83 \quad \text{cm}^2 \quad \rho := \frac{As}{d \cdot b} = 0.003$$

B. Verificación del Acero Máximo

$$\beta_1 := \min \left(\max \left(0.85 - (f'c - 280) \cdot \frac{0.05}{70}, 0.65 \right), 0.85 \right) = 0.85$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$c := \frac{a}{\beta_1} = 2.54 \quad \text{cm}$$

$$\varepsilon_{yt} := \frac{f_y}{E_s} = 0.0021 \quad \varepsilon_t := \left(\frac{d-c}{c} \right) \cdot 0.003 = 0.0336$$

$\varepsilon_t \geq 0.004$, por lo tanto, la viga puede usarse según ACI 318-08 art. 10.3.5

$$\phi := \min \left(\max \left(0.65 + 0.25 \cdot \frac{(\varepsilon_t - \varepsilon_{yt})}{(0.005 - \varepsilon_{yt})}, 0.65 \right), 0.9 \right) = 0.9$$

Calculamos el acero máximo a colocar

$$\left(\frac{d-c}{c} \right) \cdot 0.003 = 0.004 \quad , \text{despejamos}$$

$$c_{max} := 3 \cdot \frac{d}{7} = 13.29 \quad \text{cm}$$

$$a_{max} := \beta_1 \cdot c_{max} = 11.29 \quad \text{cm}$$

$$As_{max} := \frac{0.85 \cdot f'c \cdot a_{max} \cdot b}{f_y} = 9.6 \quad \text{cm}^2$$

$$\rho_{max} := \frac{As_{max}}{d \cdot b} = 0.0155$$

Qué porcentaje de la cuantía balanceada, representa ρ_{max}

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

$$\rho b = 0.0213$$

$$\frac{\rho_{max}}{\rho b} = 0.7286$$

Qué porcentaje de la cuantía balanceada, representa el acero colocado

$$\frac{\rho}{\rho b} = 0.1392$$

C. Verificación del Acero Mínimo por Flexión

$$A_{smin} := 0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} \cdot b \cdot d = 1.71 \quad \text{cm}^2 \quad , \text{ACI 318-19 art. 9.6.1.2}$$

$$A_{smin} := \frac{14}{f_y} \cdot b \cdot d = 2.07 \quad \text{cm}^2 \quad , \text{ACI 318-19 art. 9.6.1.2}$$

$$1.3 \cdot A_s = 2.38 \quad , \text{ACI 318-19 art. 9.6.1.3}$$

$$A_{smin} := \min \left(\max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} \cdot b \cdot d, \frac{14}{f_y} \cdot b \cdot d \right), 1.3 \cdot A_s \right) = 2.07 \quad \text{cm}^2$$

D. Verificación del Acero de temperatura

$$A_{stem} := 0.0018 \cdot b \cdot h_v = 1.26 \quad \text{cm}^2 \quad \text{según ACI 318-19 art. 24.4.3.2}$$

E. Acero a emplear

$$A_{se} := \begin{cases} \text{if } A_s < A_{smax} \\ \quad \left| \max(A_s, A_{stem}, A_{smin}) \right| \\ \text{if } A_s > A_{smax} \\ \quad \left| \text{"Cambiar dimensión"} \right| \end{cases}$$

$$A_{se} = 2.07$$

Área de varilla (1/2") $A_v := 1.29 \quad \text{cm}^2$

N° Varillas: $N_v := \frac{A_{se}}{A_v} = 1.6$

Empleamos 5Ø1/2"

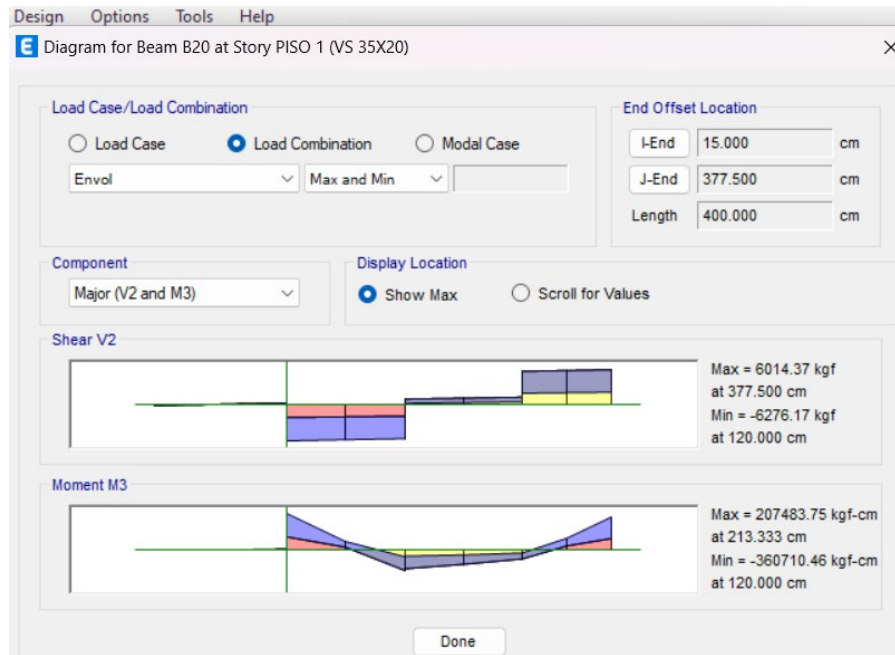


imagen 8: Momento flector y fuerza cortante de la viga secundaria

En la imagen 7 el momento flector para viga es de 207483.75 kgf-cm que nos ayuda a diseñar el acero longitudinal que necesita y la fuerza cortante de 6014.37 kgf que nos ayudara a diseñar el acero requerido para los estribos

DISEÑO DE VIGAS POR CORTANTE VIGAS SEGUNDARIA

$h_v := 35$	Altura (cm)
$b_w := 20$	Ancho (cm)
$r := 4$	Recubrimiento (cm)
$d := h_v - r = 31$	Canto útil (cm)
$\phi := 0.70$	Factor de reducción de resistencia por cortante
$f'_c := 210$	Resistencia a compresión del concreto (kg/cm ²)
$f_y := 4200$	Módulo de fluencia del acero (kg/cm ²)
$\lambda := 1$	1 concreto normal, 0.75 para concreto liviano
$A_v := 0.71 \cdot 2 = 1.42$	Área de refuerzo por cortante - estribo(cm ²)
$D_{vt} := 2.54$	Diámetro de varilla longitudinal (cm)
$D_{vt} := 0.95$	Diámetro de refuerzo por cortante - estribo(cm)
$V_u := 6014.37$	Kg

A. Cálculo de refuerzo

$$V_u = \phi \cdot (V_c + V_s) \quad ,ACI 318-08 \text{ art. } 11.1.1$$

Calculamos la resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto (V_c)

$$V_c := 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d = 4761.87 \quad \text{Kg} \quad ,ACI 318-08 \text{ art. } 11.2.1.1$$

Calculamos la resistencia nominal al cortante que debe proporcionar el acero (V_s)

$$V_s := \frac{V_u}{\phi} - V_c = 3830.09 \quad \text{Kg}$$

$$V_s := \max(V_s, 0.001) = 3830.09 \quad \text{Kg}$$

Calculamos la separación de estribos (s_1) necesaria:

$$s_1 := \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 48.27 \quad \text{cm} \quad ,ACI 318-08 \text{ art. } 11.4.7.2$$

$$s_2 := \frac{d}{2} = 15.5 \quad \text{cm}$$

$$s_3 := 60 \quad \text{cm}$$

$$V_s = 3830.09 \quad \text{Kg}$$

$$1.1 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d = 9883.12 \quad \text{Kg}$$

$$s := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq \frac{\phi \cdot V_c}{2} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No requiere refuerzo”} \\ \text{if } V_u > \frac{\phi \cdot V_c}{2} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_s \leq 1.1 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d \\ \quad \left\| \min(s_1, s_2, s_3) \\ \text{if } V_s > 1.1 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d \\ \quad \left\| \min\left(s_1, \frac{s_2}{2}, \frac{s_3}{2}\right) \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \right. = 15.5 \quad ,ACI 318-08 \text{ art. } 11.4.6.1 \text{ y } 11.4.5.3$$

Colocamos: $s := 10$ cm

Calculamos el área mínima para refuerzo por cortante (A_{v_min}) necesaria:

$$A_{v_min} := \max\left(0.2 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_y}, 3.5 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_y}\right) = 0.17 \quad \text{cm}^2 \quad ,ACI 318-19 \text{ art. } 9.6.3.4$$

$$A_v = 1.42 \quad \text{cm}^2$$

Verificación del máximo de (V_s):

$$V_s = 3830.09 \quad \text{Kg}$$

$$V_{s_max} := 2.2 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d = 19766.24 \quad \text{Kg}$$

$$V_{s_max} := \begin{cases} \text{if } V_s > V_{s_max} \\ \quad \text{"Cambiar dimensión de viga"} \\ \text{if } V_s \leq V_{s_max} \\ \quad \text{"OK!"} \end{cases} = \text{"OK!"}$$

Separación para la zona de confinamiento:

$$s_{c1} := \max\left(\frac{d}{4}, 10\right) = 10 \quad \text{cm} \qquad s_{c2} := 8 \cdot D_{vt} = 20.32 \quad \text{cm}$$

$$s_{c3} := 24 \cdot D_{vt} = 22.8 \quad \text{cm} \qquad s_{c4} := 30 \quad \text{cm}$$

$$s_{c3} := \min(s_{c1}, s_{c2}, s_{c3}, s_{c4}) = 10 \quad \text{cm}$$

Separación para la zona central:

$$s_{ce} := \min\left(\frac{d}{2}, 25\right) = 15.5$$

Usamos: $1\phi 3/8"@5\text{cm}$, $14\phi 3/8"@15\text{cm}$, $R\phi 3/8"@20\text{cm}$

DETALLE DE VIGA

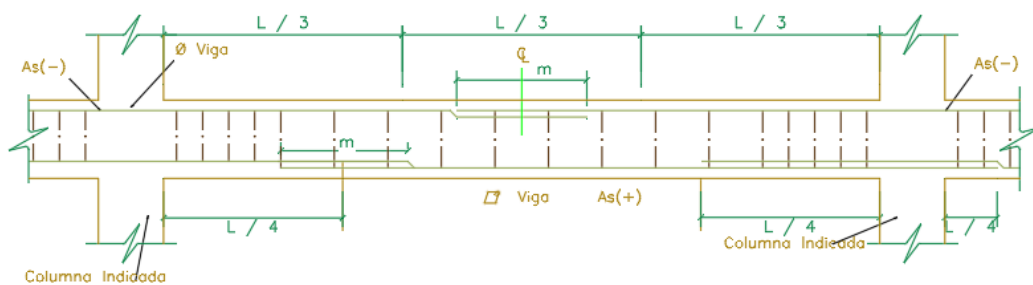


Ilustración 9: Diseño de viga secundaria

DISEÑO DE LOSAS ALIGERAS CON ESFERAS DE PRENOVA

$$h_f := 5 \quad \text{Altura de Losita (cm)} \quad f'c := 210$$

$$h := h_f + h_b = 23 \quad \text{Altura de la Losa (cm)}$$

$$s_w := 2 \quad \text{Distancia libre entre esferas adyacentes (cm)}$$

$$500 \text{ (cm)} \quad \text{Luz libre de los apoyos (cm)}$$

$$f_y := 4200 \quad \text{Módulo de fluencia del acero (kg/cm²)}$$

$$E_s := 2000000 \quad \text{Módulo de Elasticidad del acero (kg/cm²)}$$

$$Mu := 381.17 \cdot 40 \quad \text{Momento Flector amplificado, obtenido del análisis estructural (kg-cm²)}$$

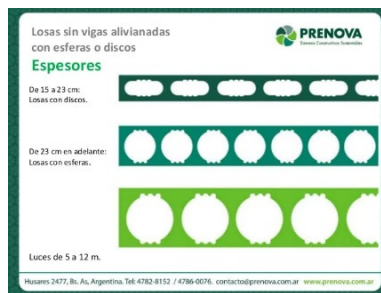


Imagen 10: dimensiones de diámetro de las esferas de prenova

A. Cálculo de refuerzo

Primero, verificamos las dimensiones mínimas y máximas.

$$b_w_{max} := \min \left(8 \cdot h, \frac{s_w}{2}, \frac{l_n}{8} \right) = 0.63 \quad ,ACI 318-19 \text{ art. 6.3.2.1}$$

$$h_f_{min} := 0.5 \cdot b_w = 9 \quad ,ACI 318-19 \text{ art. 6.3.2.2}$$

$$b_f_{max} := 4 \cdot b_w = 72 \quad ,ACI 318-19 \text{ art. 6.3.2.2}$$

Usamos las dos fórmulas para cálculo de una viga rectangular, las cuales le damos forma de una ecuación cuadrática con una incógnita.

$$As \cdot \frac{f_y}{(0.85 \cdot f'c \cdot b_f)} = a \quad \phi \cdot As \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) = Mu$$

$$\frac{0.85 \cdot \phi \cdot f'c \cdot b}{2} \cdot (a^2) - 0.85 \cdot \phi \cdot f'c \cdot d \cdot b \cdot (a) + Mu = 0$$

Resolvemos la ecuación cuadrática para obtener el valor de "a"

$$i := \frac{0.85 \cdot \phi \cdot f'c \cdot b_f}{2} = 1445.85$$

$$ii := -0.85 \cdot \phi \cdot f'c \cdot d \cdot b_f = -60725.7$$

$$iii := Mu = 15246.8$$

$$a := \frac{-ii - \sqrt{ii^2 - 4 \cdot i \cdot iii}}{2 \cdot i} = 0.25 \text{ cm}$$

$$\text{Verificación}_a := \left\| \begin{array}{l} \text{if } a < h_f \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"OK"} \end{array} \right\| \\ \text{if } a > h_f \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cambiar método"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"OK"}$$

$$As := \frac{0.85 \cdot f'c \cdot a \cdot b_f}{f_y} = 0.19 \text{ cm}^2 \quad \rho := \frac{As}{d \cdot b_f} = 0.0005$$

B. Verificación del Acero Máximo

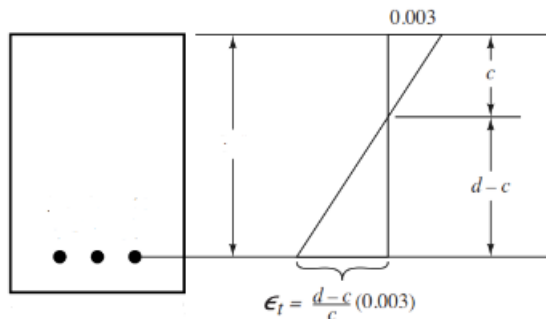
Primero, calculamos β_1 :

$$\beta_1 := \min \left(\max \left(0.85 - (f'c - 280) \cdot \frac{0.05}{70}, 0.65 \right), 0.85 \right) = 0.85 \quad , \text{ACI 318-08 art. 10.2.7.3}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$c := \frac{a}{\beta_1} = 0.3 \text{ cm}$$

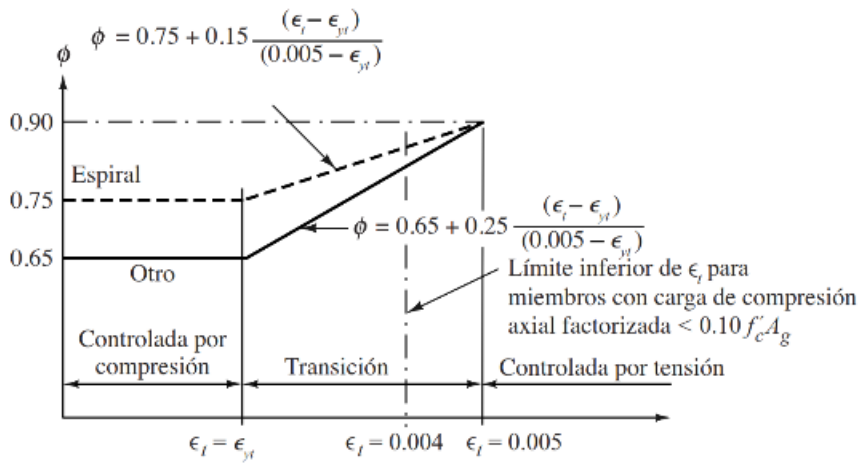
Luego, calculamos la deformación unitaria del acero (ϵ_t):



$$\epsilon_t := \left(\frac{d-c}{c} \right) \cdot 0.003 = 0.209$$

$$\epsilon_t \geq 0.004$$

$$\epsilon_{yt} := \frac{f_y}{E_s} = 0.0021$$



$$\phi := \min \left(\max \left(0.65 + 0.25 \cdot \frac{(\epsilon_t - \epsilon_{yt})}{(0.005 - \epsilon_{yt})}, 0.65 \right), 0.9 \right) = 0.9$$

$$\left(\frac{d-c}{c} \right) \cdot 0.003 = 0.004 \quad , \text{ despejamos:}$$

$$c_{max} := 3 \cdot \frac{d}{7} = 9 \quad \text{cm}$$

$$a_{max} := \beta_1 \cdot c_{max} = 7.65 \quad \text{cm}$$

$$A_{s_{max}} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot a_{max} \cdot b_f}{f_y} = 5.85 \quad \text{cm}^2$$

$$\rho_{max} := \frac{A_{s_{max}}}{d \cdot b_f} = 0.0155$$

Qué porcentaje de la cuantía balanceada, representa

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

$$\rho_b = 0.0213$$

$$\frac{\rho_{max}}{\rho_b} = 0.7286$$

Qué porcentaje de la cuantía balanceada, representa el acero colocado

$$\frac{\rho}{\rho_b} = 0.0241$$

C. Verificación del Acero Mínimo por Flexión

$$A_{smin} := 0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \cdot b_w \cdot d = 1.04 \text{ cm}^2, \text{ ACI 318-08 art. 10.5.1}$$

$$A_{smin} := \frac{14}{f_y} \cdot b_w \cdot d = 1.26 \text{ cm}^2, \text{ ACI 318-08 art. 10.5.1}$$

$$1.3 \cdot A_s = 0.25 \text{ cm}^2, \text{ ACI 318-08 art. 10.5.3}$$

$$A_{smin} := \min \left(\max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \cdot b_w \cdot d, \frac{14}{f_y} \cdot b_w \cdot d \right), 1.3 \cdot A_s \right) = 0.25$$

D. Acero a emplear

$$A_{se} := \begin{cases} \text{if } A_s < A_{smax} \\ \quad \max(A_s, A_{smin}) \\ \text{if } A_s > A_{smax} \\ \quad \text{"Cambiar dimensión"} \end{cases}$$

$$A_{se} = 0.25$$

Empleamos $\varnothing 12 \text{ mm @ } 36 \text{ cm}$

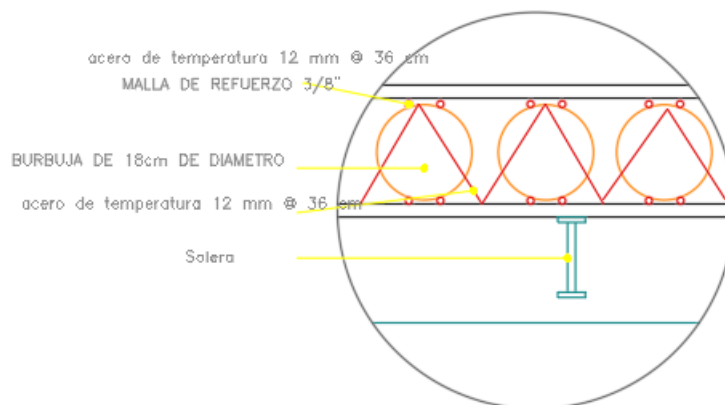


Ilustración 11: Corte de losa con esferas de prenova

DISEÑO DE COLUMNA (C-3)

Geometría de la columna:

$$h := 45 \text{ cm} \quad b := 45 \text{ cm}$$

$$A_g := h \cdot b = 2025 \text{ cm}^2$$

Datos de diseño:

$$\phi := 0.85 \quad \text{Factor de reducción de resistencia}$$

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Resistencia a la compresión del concreto}$$

$$f_y := 4200 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Esfuerzo de fluencia del acero}$$

$$\epsilon_u := 0.003 \quad \text{Deformación unitaria del concreto en el momento de rotura}$$

$$\epsilon_{ty} := 0.002 \quad \text{Deformación unitaria del acero en el momento de rotura}$$

$$E_s := 2000000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Módulo de elasticidad del acero}$$

Nos sale para el área de 16 cm² para la columna C-3 para ello se pone 8 aceros de 3/4".

Se puede verificar en la imagen el área requerida (ETABS)

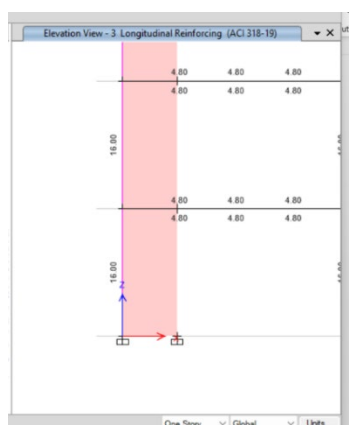


Imagen 12: Área requerida para colocar acero en la columna (ETABS)

1. Distribución de las barras

$$barras := \begin{bmatrix} 3 & 3 & 3 \\ 4 & 4 & 4 \\ 3 & 0 & 3 \\ 4 & & 4 \\ 3 & 3 & 3 \\ 4 & 4 & 4 \end{bmatrix} \cdot \mathbf{in}$$

$$barras = \begin{bmatrix} 1.905 & 1.905 & 1.905 \\ 1.905 & 0 & 1.905 \\ 1.905 & 1.905 & 1.905 \end{bmatrix} \mathbf{cm}$$

2. Número de columnas de refuerzo

$$k := \text{rows}(barras) = 3$$

$$n := \text{cols}(barras) = 3$$

3. Área de cada barra de acero en forma de matriz

$$A_{s0} := \frac{\overrightarrow{\pi \cdot barras^2}}{4} = \begin{bmatrix} 2.85 & 2.85 & 2.85 \\ 2.85 & 0 & 2.85 \\ 2.85 & 2.85 & 2.85 \end{bmatrix} \mathbf{cm}^2$$

$$i := 1..n$$

4. Área de cada fila de barra que se momenta

$$A_{sf} := \sum_{i=1}^k A_{s0}^{\widehat{i}} = [8.551 \quad 5.7 \quad 8.551] \mathbf{cm}^2$$

5. Área total del acero de refuerzo y cuantía

$$A_{st} := \sum_{i=1}^n (A_{sf}^T)_i = 22.802 \mathbf{cm}^2$$

$$\rho := \frac{A_{st}}{A_g} \cdot 100 = 1.126$$

si se pasa del 4% según norma se tiene que hacer detalles especiales del reforzamiento específicamente en los nudos donde se concentra más acero

6. Ubicación de las filas de acero

$$rec := 4 \cdot \text{cm} \quad \text{Recubrimiento de acero}$$

$$d_1 := rec + \frac{\text{barras}_{1,n}}{2} = 4.953 \text{ cm}$$

$$sep := \frac{h - 2 \cdot d_1}{n - 1} = 17.548 \text{ cm}$$

7. Ubicación de las filas de acero

$$i := 2 \dots n$$

$$d_i := d_{i-1} + sep \quad d = \begin{bmatrix} 4.953 \\ 22.5 \\ 40.048 \end{bmatrix} \text{ cm}$$

8. Caso de Carga Axial pura

$$P_0 := 0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - Ast) + f_y \cdot Ast$$

$$\phi P_{n,max} := \phi \cdot 0.80 \cdot P_0$$

$$\phi P_{n,max} = 308.149 \text{ tonnef}$$

9. Caso de Compresión y Flexión

$$\beta_1 := \max \left(\min \left(0.85, 1.05 - \frac{f'_c}{1400 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right), 0.65 \right) = 0.85$$

$$c(a) := \frac{a}{\beta_1} \quad \text{Valor de la altura del eje neutro en función de "a"}$$

9.1. Esfuerzo en cada fila de acero

$$f_s(i, a) := \left| \begin{array}{l} \frac{c(a) - d_i}{c(a)} \cdot \varepsilon_u \\ \text{sign}(\varepsilon_s) \cdot \min(E_s \cdot |\varepsilon_s|, f_y) \end{array} \right|$$

$$f_s(1, 27.99 \text{ cm}) = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

9.2. Factor de reducción de resistencia

$$d_t := \max(d) = 40.048 \text{ cm}$$

$$\phi(a) := \left\| \begin{array}{l} \varepsilon_t \leftarrow \varepsilon_u \cdot \frac{c(a) - d_t}{c(a)} \\ \phi \leftarrow \max \left(\min \left(0.9, 0.65 + 0.25 \cdot \frac{(|\varepsilon_t| - \varepsilon_{ty})}{0.005 - \varepsilon_{ty}} \right), 0.65 \right) \end{array} \right\|$$

$$\phi(27.99 \text{ cm}) = 0.65$$

9.3. Capacidad axial minorada de la columna

$$\phi P_n(a) := \min \left(\phi(a) \cdot \left(0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b + \sum_{i=1}^n \left((As_f^T)_i \cdot f_s(i, a) \right) \right), \phi P_{n,max} \right)$$

$$\frac{\phi P_n(27.99 \text{ cm})}{\phi(27.99 \text{ cm})} = 260.485 \text{ tonnef}$$

9.4. Momento resistente minorado

$$\phi M_n(a) := \phi(a) \cdot \left(0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + \sum_{i=1}^n \left((As_f^T)_i \cdot f_s(i, a) \cdot \left(\frac{h}{2} - d_i \right) \right) \right)$$

$$\frac{\phi M_n(27.99 \text{ cm})}{\phi(27.99 \text{ cm})} = 27.37 \text{ m} \cdot \text{tonnef}$$

9.5. Rango de valores de "a":

$$a := 0, \frac{h}{100} \dots h$$

$$a = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.45 \\ 0.9 \\ 1.35 \\ \vdots \end{bmatrix} \text{ cm}$$

10. Solicitaciones de flexión y carga axial mayoradas, provenientes del análisis estructural

P_u (tonnef)	M_u (tonnef·m)
5.738	16.87
111.36	8.53

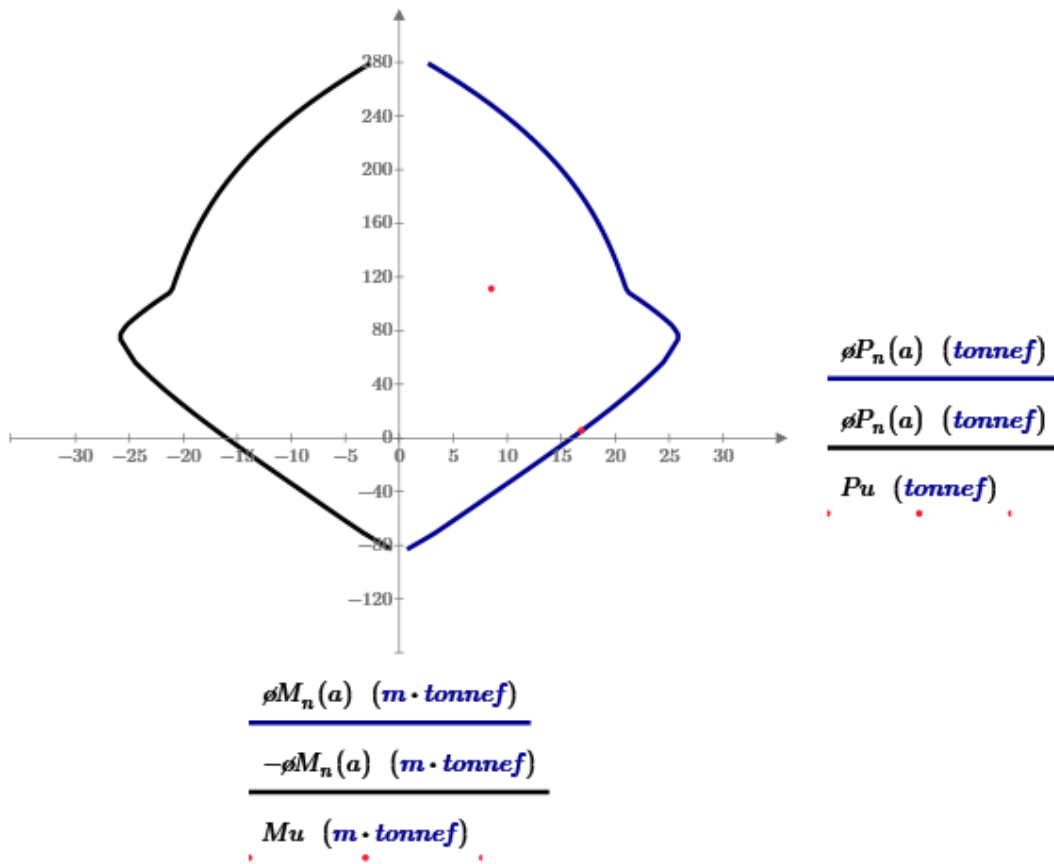
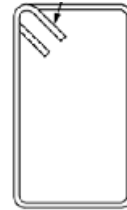


imagen 13: Diagrama de interacción de la columna C-3

CÁLCULO DE ESTRIBOS PARA C3

$h_v := 45$ Altura (cm)
 $b_w := 45$ Ancho (cm)
 $r := 4$ Recubrimiento (cm)
 $d := h_v - r = 41$ Canto útil de la columna (cm)
 $L_{libre} := 450$



$\phi := 0.85$ Factor de reducción de resistencia por cortante

$f'_c := 210$ Resistencia a compresión del concreto

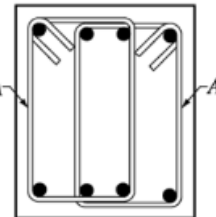
$f_y := 4200$ Módulo de fluencia del acero (kg/cm²)

$\lambda := 1$ 1 concreto normal, 0.75 para concret

$A_v := 0.71 \cdot 2 = 1.42$ Área de refuerzo por cortante - estrib

$D_{vt} := \frac{3}{4} \cdot 2.54 = 1.91$ Diámetro de varilla longitudinal

$D_{vt} := 0.95$ Diámetro de refuerzo por cortante -



$A_{s_req} := 0.0335$ Acero requerido cm²/cm

Shear Design for V_{u2} , V_{u3}					
	Shear V_u kgf	Shear ϕV_c kgf	Shear ϕV_s kgf	Shear ϕV_p kgf	Rebar A_v/s cm ² /cm
Major, V_{u2}	3582.49	10000.46	4063.76	3511.47	0.0335
Minor, V_{u3}	3461.99	7048.82	0	2320.49	0

Tabla 12 Área para acero requerido (ETABS)

Longitud de la zona de confinamiento:

$$L_{0_1} := \frac{L_{libre}}{6} = 75$$

$$L_{0_2} := \max(b_w, h_v) = 45 \text{ cm}$$

$$L_{0_3} := 50$$

$$L_0 := \max(L_{0_1}, L_{0_2}, L_{0_3}) = 75 \text{ cm}$$

Separación de estribos según cálculo de resistencia:

$$n_{estribos} := \frac{As_{req} \cdot L_0}{A_v} = 1.77$$

$$s_{estribos} := \frac{L_0}{n_{estribos}} = 42.39$$

Separación para la zona de confinamiento:

$$s_{c1} := 8 \cdot D_{vl} = 15.24$$

$$s_{c2} := 10 \text{ cm}$$

$$s_{c3} := \frac{\min(b_w, h_v)}{2} = 22.5 \text{ cm}$$

$$s := \min(s_{c1}, s_{c2}, s_{c3}) = 10 \text{ cm}$$

Separación para la zona central:

$$s_{ce} := 30 \text{ cm}$$

Separación para la zona del nudo:

$$s_{ce} := 15 \text{ cm}$$

Usamos: 1ϕ3/8"@5cm, 7ϕ3/8"@10cm, Rϕ3/8"@20cm

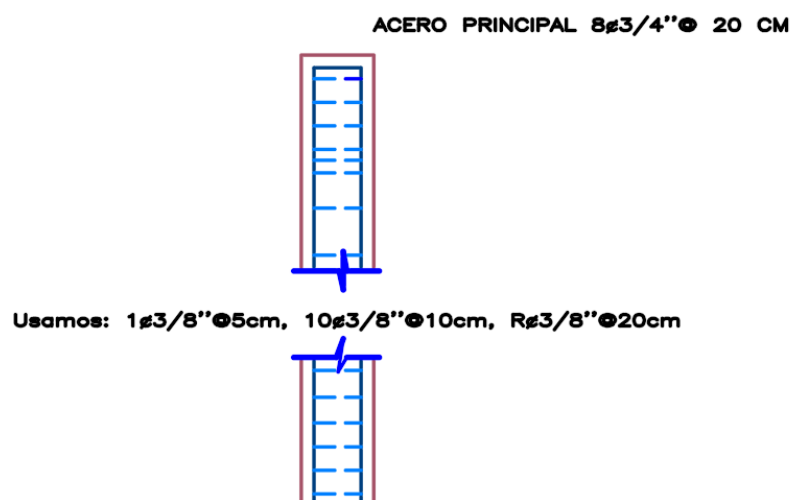


Imagen 14: Detalles de la columna C-3

DISEÑO DE COLUMNA C-1

Geometría de la columna:

$$h := 30 \text{ cm} \quad b := 30 \text{ cm}$$

$$A_g := h \cdot b = 900 \text{ cm}^2$$

Datos de diseño:

$$\phi := 0.85 \quad \text{Factor de reducción de resistencia}$$

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Resistencia a la compresión del concreto}$$

$$f_y := 4200 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Esfuerzo de fluencia del acero}$$

$$\epsilon_u := 0.003 \quad \text{Deformación unitaria del concreto en el momento de rotura}$$

$$\epsilon_{ty} := 0.002 \quad \text{Deformación unitaria del acero en el momento de rotura}$$

$$E_s := 2000000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Módulo de elasticidad del acero}$$

Para la Columna C-1 se obtuvo 20.4 cm² para el espacio requerido por ello se pone la barra de 3/4"

1. Distribución de las barras

$$barras := \begin{bmatrix} \frac{3}{4} & \frac{3}{4} & \frac{3}{4} & \frac{3}{4} \\ \frac{3}{4} & 0 & 0 & \frac{3}{4} \\ \frac{3}{4} & 0 & 0 & \frac{3}{4} \\ \frac{3}{4} & \frac{3}{4} & \frac{3}{4} & \frac{3}{4} \end{bmatrix} \cdot \text{in}$$

$$barras = \begin{bmatrix} 1.905 & 1.905 & 1.905 & 1.905 \\ 1.905 & 0 & 0 & 1.905 \\ 1.905 & 0 & 0 & 1.905 \\ 1.905 & 1.905 & 1.905 & 1.905 \end{bmatrix} \text{ cm}$$

2. Número de columnas de refuerzo

$$n := \text{cols}(barras) = 4 \quad k := \text{rows}(barras) = 4$$

3. Área de cada barra de acero en forma de matriz

$$A_{s0} := \frac{\overrightarrow{\pi \cdot \text{barras}^2}}{4} = \begin{bmatrix} 2.85 & 2.85 & 2.85 & 2.85 \\ 2.85 & 0 & 0 & 2.85 \\ 2.85 & 0 & 0 & 2.85 \\ 2.85 & 2.85 & 2.85 & 2.85 \end{bmatrix} \text{ cm}^2$$

$$i := 1..n$$

4. Área de cada fila de barra que se momenta

$$A_{sf} := \sum_{i=1}^k A_{s0}^{\widehat{i}} = [11.401 \quad 5.7 \quad 5.7 \quad 11.401] \text{ cm}^2$$

5. Área total del acero de refuerzo y cuantía

$$A_{st} := \sum_{i=1}^n (A_{sf}^T)_i = 34.203 \text{ cm}^2$$

$$\rho := \frac{A_{st}}{A_g} \cdot 100 = 3.8$$

si se pasa del 4% según norma se tiene que hacer detalles especiales del reforzamiento específicamente en los nudos donde se concentra más acero

6. Ubicación de las filas de acero

$$\text{rec} := 4 \cdot \text{cm} \quad \text{Recubrimiento de acero}$$

$$d_1 := \text{rec} + \frac{\text{barras}_{1,n}}{2} = 4.953 \text{ cm}$$

$$\text{sep} := \frac{h - 2 \cdot d_1}{n - 1} = 6.698 \text{ cm}$$

7. Ubicación de las filas de acero

$$i := 2..n$$

$$d_i := d_{i-1} + \text{sep} \quad d = \begin{bmatrix} 4.953 \\ 11.651 \\ 18.349 \\ 25.048 \end{bmatrix} \text{ cm}$$

8. Caso de Carga Axial pura

$$P_0 := 0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}$$

$$\phi P_{n,max} := \phi \cdot 0.80 \cdot P_0$$

$$\phi P_{n,max} = 202.774 \text{ tonnef}$$

9. Caso de Compresión y Flexión

$$\beta_1 := \max \left(\min \left(0.85, 1.05 - \frac{f'_c}{1400 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right), 0.65 \right) = 0.85$$

$$c(a) := \frac{a}{\beta_1} \quad \text{Valor de la altura del eje neutro en función de "a"}$$

9.1. Esfuerzo en cada fila de acero

$$f_s(i, a) := \left\| \begin{array}{l} \frac{c(a) - d_i}{c(a)} \cdot \varepsilon_s \leftarrow \varepsilon_u \\ \text{sign}(\varepsilon_s) \cdot \min(E_s \cdot |\varepsilon_s|, f_y) \end{array} \right\|$$

$$f_s(1, 27.99 \text{ cm}) = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

9.2. Factor de reducción de resistencia

$$d_t := \max(d) = 25.048 \text{ cm}$$

$$\phi(a) := \left\| \begin{array}{l} \varepsilon_t \leftarrow \varepsilon_u \cdot \frac{c(a) - d_t}{c(a)} \\ \phi \leftarrow \max \left(\min \left(0.9, 0.65 + 0.25 \cdot \frac{(|\varepsilon_t| - \varepsilon_{ty})}{0.005 - \varepsilon_{ty}} \right), 0.65 \right) \end{array} \right\|$$

$$\phi(27.99 \text{ cm}) = 0.65$$

9.3. Capacidad axial minorada de la columna

$$\phi P_n(a) := \min \left(\phi(a) \cdot \left(0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b + \sum_{i=1}^n \left((A_{s_f^T})_i \cdot f_s(i, a) \right) \right), \phi P_{n,max} \right)$$

$$\frac{\phi P_n(27.99 \text{ cm})}{\phi(27.99 \text{ cm})} = 251.389 \text{ tonnef}$$

9.4. Momento resistente minorado

$$\phi M_n(a) := \phi(a) \cdot \left(0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + \sum_{i=1}^n \left((As_f^T)_i \cdot f_s(i, a) \cdot \left(\frac{h}{2} - d_i \right) \right) \right)$$

$$\frac{\phi M_n(27.99 \text{ cm})}{\phi(27.99 \text{ cm})} = 4.905 \text{ m} \cdot \text{tonnef}$$

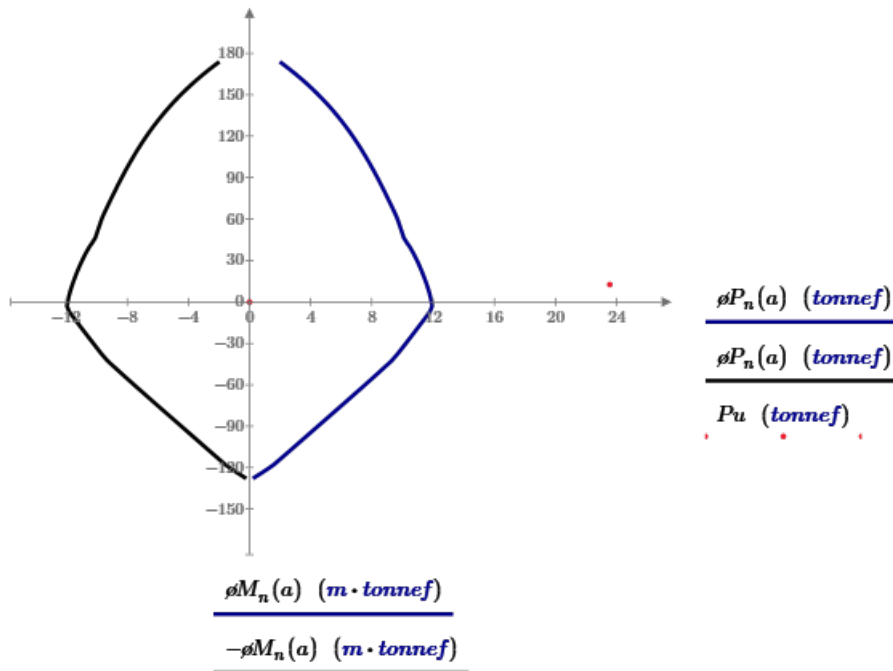
9.5. Rango de valores de "a":

$$a := 0, \frac{h}{100} \dots h \quad a = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.3 \\ 0.6 \\ 0.9 \\ \vdots \end{bmatrix} \text{ cm}$$

10. Solicitaciones de flexión y carga axial mayoradas, provenientes del análisis estructural

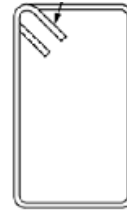
P_u (tonnef)	M_u (tonnef·m)
12.64	23.5472
0	0

Imagen 10: Diagrama de interacción de la columna



CÁLCULO DE ESTRIBOS EN COLUMNA C-1

$h_v := 30$ Altura (cm)
 $b_w := 30$ Ancho (cm)
 $r := 4$ Recubrimiento (cm)
 $d := h_v - r = 26$ Canto útil (cm)
 $L_{libre} := 350$



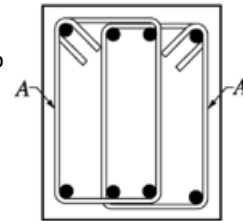
$\phi := 0.85$ Factor de reducción de resistencia por cortante

$f'_c := 210$ Resistencia a compresión del concreto (kg/cm²)

$f_y := 4200$ Modulo de fluencia del acero (kg/cm²)

$\lambda := 1$ 1 concreto normal, 0.75 para concreto liviano

$A_v := 0.71 \cdot 2 = 1.42$ Área de refuerzo por cortante - estribo (cm²)



$D_{vt} := \frac{3}{4} \cdot 2.54 = 1.91$ Diámetro de varilla longitudinal (cm)

$D_{vt} := 0.95$ Diámetro de refuerzo por cortante - estribo (cm) 3/8"

$As_{req} := 0.0335$ Acero requerido cm²/cm

Longitud de la zona de confinamiento:

$$L_{0_1} := \frac{L_{libre}}{6} = 58.33$$

$$L_{0_2} := \max(b_w, h_v) = 30 \text{ cm}$$

$$L_{0_3} := 50$$

$$L_0 := \max(L_{0_1}, L_{0_2}, L_{0_3}) = 58.33$$

Separación de estribos según cálculo de resistencia:

$$n_{estribos} := \frac{As_{req} \cdot L_0}{A_v} = 1.38$$

$$s_{estribos} := \frac{L_0}{n_{estribos}} = 42.39$$

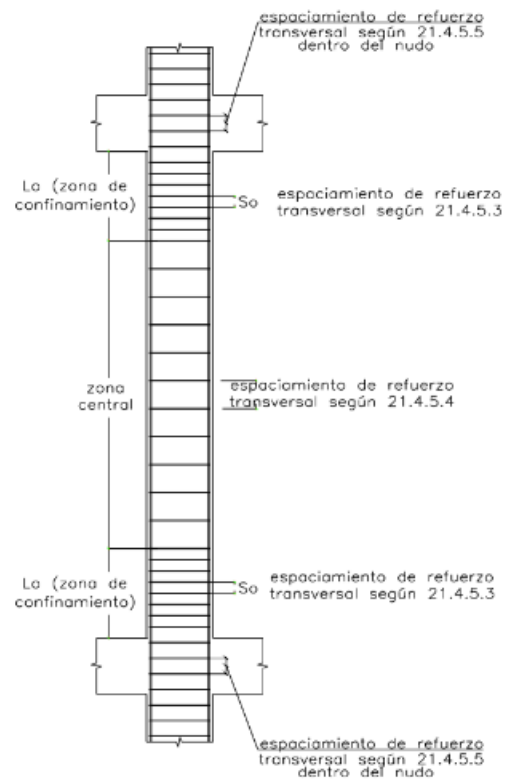
Separación para la zona de confinamiento:

$$s_{c1} := 8 \cdot D_{vt} = 15.24 \text{ cm}$$

$$s_{c2} := 10$$

$$s_{c3} := \frac{\min(b_w, h_v)}{2} = 15 \text{ cm}$$

$$s := \min(s_{c1}, s_{c2}, s_{c3}) = 10 \text{ cm}$$



Separación para la zona central:

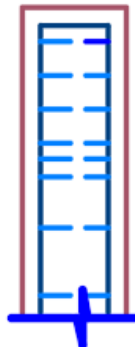
$$s_{ce} := 30 \text{ cm}$$

Separación para la zona del

$$s_{ce} := 15 \text{ cm}$$

Usamos: $1\phi 3/8'' @ 5\text{cm}$, $10\phi 3/8'' @ 10\text{cm}$, $R\phi 3/8'' @ 20\text{cm}$

ACERO PRINCIPAL $12\phi 3/4'' @ 10 \text{ CM}$



Usamos: $1\phi 3/8'' @ 5\text{cm}$, $7\phi 3/8'' @ 10\text{cm}$, $R\phi 3/8'' @ 20\text{cm}$

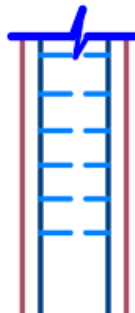


Imagen 15: Detalles de la Columna C-1

DISEÑO DE PLACAS

$$l_w := 120 \text{ Longitud del muro (cm)}$$

$$h_w := 280 \text{ Altura del muro (cm)}$$

$$h := 25 \text{ Espesor del muro (cm)}$$

$$N_u := 810 \cdot 120 \text{ Fuerza Axial Amplificada (Kg)}$$

$$V_u := 6.84 \cdot 120 = 820.8 \text{ Fuerza cortante amplificada (Kg)}$$

$$M_u := 832 \cdot 120 = 99840 \text{ Momento flector amplificado (kg-cm)}$$

1. Verificamos el espesor del muro (h):

$$d := 0.8 \cdot l_w = 96$$

$$V_{u_max} := \phi_c \cdot 2.65 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h \cdot d = 64515.61$$

2. Calculamos el momento flector según ACI 318-14 11.5.4.7

$$\frac{l_w}{2} = 60 \quad \frac{h_w}{2} = 140$$

$$M_u := V_u \cdot \left(h_w - \min \left(\frac{l_w}{2}, \frac{h_w}{2} \right) \right) = 180576$$

3. Calculamos V_c para el muro según ACI 318-14 11.5.4.6

$$V_{c1} := 0.88 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h \cdot d + \frac{N_u \cdot d}{4 \cdot l_w} = 50045.79$$

$$V_{c2} := \left(0.16 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} + \frac{l_w \cdot \left(0.33 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} + \frac{0.2 \cdot N_u}{l_w \cdot h} \right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right) \cdot h \cdot d = 25836.57$$

$$V_c := \min(V_{c1}, V_{c2}) = 25836.57$$

4. Calculamos la resistencia nominal al cortante que debe proporcionar el acero (V_s)

$$V_u = \phi \cdot (V_c + V_s)$$

$$V_s := \frac{V_u}{\phi_c} - V_c = -24664$$

$$V_s := \max(V_s, 0.001) = 0$$

5. Calculamos el refuerzo horizontal por cortante

$$s_1 := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq \frac{\phi_c \cdot V_c}{2} \\ \quad \left\| \text{"No requiere refuerzo"} \right\| \\ \text{if } V_u > \frac{\phi_c \cdot V_c}{2} \\ \quad \left\| \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \right\| \end{array} \right\| = \text{"No requiere refuerzo"}$$

$$R_t := \text{"empleamos } \phi 1/2 \text{"@30cm"}$$

6. Calculamos el refuerzo vertical por cortante

$$\rho_t := 0.0025 + 0.5 \cdot \left(2.5 - \frac{h_w}{l_w} \right) \cdot (\rho_t - 0.0025) = 0.0025$$

$$s_1 := \frac{A_v}{h \cdot \rho_t} = 23.11$$

$$s_2 := 3 \cdot h = 75$$

$$s_3 := 45$$

$$s_4 := \frac{l_w}{5} = 24$$

$$s_{longitudinal} := \min(s_1, s_2, s_3, s_4) = 23.11$$

$R_t :=$ "empleamos $\phi 1/2''@24cm$ "

7. Calculamos el refuerzo por flexión

$$A_s \cdot \frac{f_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot h)} = a$$

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

$$\frac{0.85 \cdot \phi_f \cdot f'_c \cdot h}{2} \cdot (a^2) - 0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot d \cdot h \cdot (a) + Mu = 0$$

$$i := \frac{0.85 \cdot \phi_f \cdot f'_c \cdot h}{2} = 2008.13$$

$$ii := -0.85 \cdot \phi_f \cdot f'_c \cdot d \cdot h = -385560$$

$$iii := Mu = 99840$$

$$a := \frac{-ii - \sqrt{ii^2 - 4 \cdot i \cdot iii}}{2 \cdot i} = 0.26 \quad \text{cm}$$

$$A_s := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot h}{f_y} = 0.28 \quad \text{cm}^2, \quad \rho := \frac{A_s}{d \cdot h} = 0.0001$$

7.1. Verificación del Acero Máximo

$$\beta_1 := \min \left(\max \left(0.85 - (f'_c - 280) \cdot \frac{0.05}{70}, 0.65 \right), 0.85 \right) = 0.85$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$c := \frac{a}{\beta_1} = 0.31 \quad \text{cm} \quad \epsilon_{yt} := \frac{f_y}{E_s} = 0.0021 \quad \epsilon_t := \left(\frac{d-c}{c} \right) \cdot 0.003 = 0.9411$$

$$\phi := \min \left(\max \left(0.65 + 0.25 \cdot \frac{(\varepsilon_t - \varepsilon_{yt})}{(0.005 - \varepsilon_{yt})}, 0.65 \right), 0.9 \right) = 0.9$$

7.2. Calculamos el acero máximo a colocar

$$\left(\frac{d-c}{c} \right) \cdot 0.003 = 0.004, \text{ despejamos}$$

$$c_{max} := 3 \cdot \frac{d}{7} = 41.14 \text{ cm}$$

$$a_{max} := \beta_1 \cdot c_{max} = 34.97 \text{ cm}$$

$$A_{s_{max}} := \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot a_{max} \cdot h}{f_y} = 37.16 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{max} := \frac{A_{s_{max}}}{d \cdot h} = 0.0155$$

7.3. Verificación del Acero Mínimo por Flexión

$$A_{s_{min}} := 0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \cdot h \cdot d = 6.62 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} := \frac{14}{f_y} \cdot h \cdot d = 8 \text{ cm}^2$$

$$1.3 \cdot A_s = 0.36$$

$$A_{s_{min}} := \min \left(\max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \cdot h \cdot d, \frac{14}{f_y} \cdot h \cdot d \right), 1.3 \cdot A_s \right) = 0.36 \text{ cm}^2$$

7.4 Acero a emplear

Área de varilla (1/2") $A_v = 1.29 \text{ cm}^2$

N° Varillas: $N_v := \frac{A_{se}}{A_v} = 0.28$

$$S := \frac{0.4 l_w}{N_v} = 172.89 \quad R_f := \text{"Empleamos } \phi 1/2' @ 10\text{cm"}$$

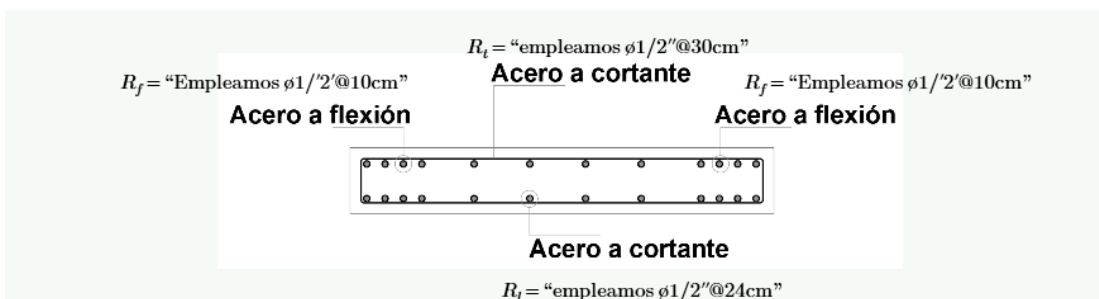


Imagen 16: Detalles de la Placa

DISEÑO DE ZAPATA - ESQUINA

$h_z := 0.6 \cdot m$	Altura de la zapata
$r := 0.07 \cdot m$	Recubrimiento de la zapata
$d := h_z - r = 0.53 \ m$	Canto útil de la zapata (dmin = 0.30m según art. 15.7)
$a := 0.45 \cdot m$	Dimensión larga de columna
$b := 0.45 \cdot m$	Dimensión corta de columna
$\alpha_s := 20$	α_s , 20 para cargas aplicadas en una esquina, 30 para cargas aplicadas en el borde, 40 para cargas en el centro de zapata
$D := 53631.99 \cdot kgf$	Carga Muerta transmitida a la zapata
$L := 23768.98 \cdot kgf$	Carga Viva transmitida a la zapata
$\phi_{corte} := 0.7$	Factor de reducción de resistencia por corte
$\phi_f := 0.90$	Factor de reducción de resistencia por flexión
$f_c := 210 \cdot \frac{kgf}{cm^2}$	Resistencia a compresión simple del concreto
$q_a := 1.61 \cdot \frac{kgf}{cm^2}$	Capacidad admisible de apoyo del suelo.
$f_y := 4200 \cdot \frac{kgf}{cm^2}$	Módulo de fluencia del acero

1. DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA

$$P := D + L = 77400.97 \ kgf$$

$$P_u := 1.4 D + 1.7 L = 115492.05 \ kgf$$

$$A_{req} := \frac{P}{q_a} = 4.81 \ m^2$$

$$A := \sqrt[2]{\frac{P}{q_a}} = 2.19 \ m$$

Usamos: $A := 3.5 \cdot m$ Lado largo de la zapata
 $B := 3 \cdot m$ Lado corto de la zapata

$$q_u := \frac{P_u}{A \cdot B} = 1.1 \ \frac{kgf}{cm^2}$$

$$q := \frac{P}{A \cdot B} = 0.74 \ \frac{kgf}{cm^2}$$

$$Verificación_resistencia_admisibles := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } q \leq q_a \\ \quad \text{"OK"} \\ \text{if } q > q_a \\ \quad \text{"Aumentar área de zapata"} \end{array} \right\} = \text{"OK"}$$

2. DIMENSIONAMIENTO EN ELEVACIÓN

A. Verificación a corte Por punzonamiento

$$\beta := \frac{b}{a} = 1 \quad \text{Relación entre el lado largo y lado corto de la columna}$$

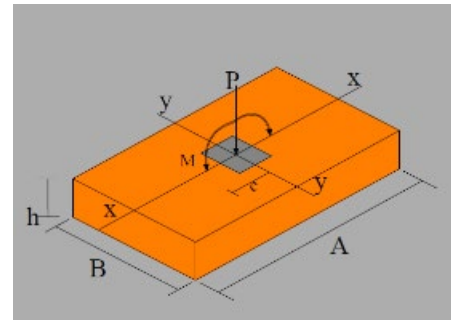


imagen 17: Referencia de dimensionamiento en planta

$$A_o := (a + d) \cdot (b + d) = 0.96 \text{ m}^2$$

$$b_o := 2 \cdot (a + b + 2 \cdot d) = 3.92 \text{ m}$$

$$V_u := P_u - \frac{P_u}{A \cdot B} \cdot A_o$$

$$V_u = 104928.38 \text{ kgf}$$

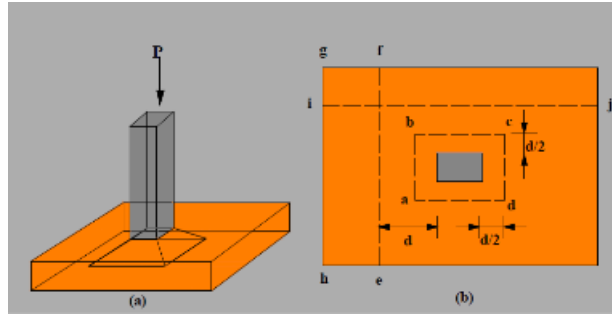


imagen 18: Referencia de verificación por corte

$$V_{c1} := 0.53 \cdot \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_o \cdot d = 478705.82 \text{ kgf} \quad (\text{Formula 11.33 norma E.060})$$

$$V_{c2} := 0.27 \cdot \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_o \cdot d = 602207.13 \text{ kgf} \quad (\text{Formula 11.34 norma E.060})$$

$$V_{c3} := 1.06 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_o \cdot d = 319137.21 \text{ kgf} \quad (\text{Formula 11.35 norma E.060})$$

$$V_c := \min(V_{c1}, V_{c2}, V_{c3}) = 319137.21 \text{ kgf} \quad (v_c \text{ tensión cortante proporcionada por el concreto})$$

$$\phi_{\text{corte}} \cdot V_c = 223396.05 \text{ kgf}$$

$$\text{Verificación_corte_punzonamiento} := \begin{cases} \text{if } V_u \leq \phi_{\text{corte}} \cdot V_c \\ \text{“OK”} \\ \text{if } V_u > \phi_{\text{corte}} \cdot V_c \\ \text{“Aumentar canto útil de zapata”} \end{cases}$$

Verificación_corte_punzonamiento = “OK”

B. Verificación a corte por flexión

$$v_{cf} := 0.53 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 76804.3 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Verificación a corte por flexión para el eje X (dir larga)

$$m := \frac{A - a}{2} = 152.5 \text{ cm} \quad q_x := q_u \cdot B = 32997.73 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} \quad V_x := q_x \cdot (m - d) = 32832.74 \text{ kgf}$$

$$M_x := q_x \cdot \frac{m^2}{2} = 38370.17 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad v_{ux} := \frac{V_x}{\phi_{\text{corte}} \cdot B \cdot d} = 29499.32 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

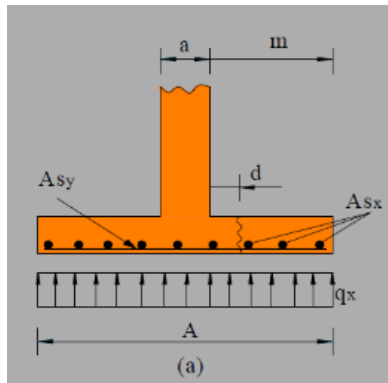


Imagen 19 Distribución de fuerzas en el eje X

Verificación a corte por flexión para el eje Y (dir corta)

$$n := \frac{B - b}{2} = 127.5 \text{ cm}$$

$$q_y := q_u \cdot A = 38497.35 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$V_y := q_y \cdot (n - d) = 28680.53 \text{ kgf}$$

$$M_y := q_y \cdot \frac{n^2}{2} = 31291.13 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$v_{uy} := \frac{V_y}{\phi_{corte} \cdot A \cdot d} = 22087.43 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

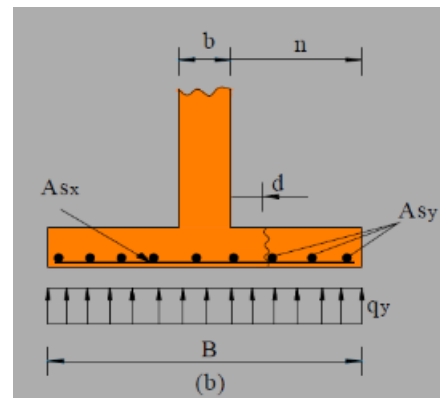


imagen 20 Distribución de fuerzas en el eje Y

$$\text{Verificación_corte_flexión_X} := \begin{cases} \text{if } v_{ux} \leq v_{cf} \\ \quad \text{"OK"} \\ \text{if } v_{ux} > v_{cf} \\ \quad \text{"Aumentar canto útil de zapata"} \end{cases} = \text{"OK"}$$

$$\text{Verificación_corte_flexión_Y} := \begin{cases} \text{if } v_{uy} \leq v_{cf} \\ \quad \text{"OK"} \\ \text{if } v_{uy} > v_{cf} \\ \quad \text{"Aumentar canto útil de zapata"} \end{cases} = \text{"OK"}$$

3. CÁLCULO DEL REFUERZO DE ACERO POR FLEXIÓN

A. En la dirección larga - eje Y

Acero Máximo:

$$\beta_1 := \begin{cases} \text{if } f'c \leq 280 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \quad \parallel 0.85 \\ \text{if } f'c > 280 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \quad \parallel 0.85 - \left(f'c - 280 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) \cdot \frac{0.05}{70 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \end{cases}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$\rho_b := \beta_1 \cdot 0.85 \cdot \frac{f'c}{f_y} \cdot \left(\frac{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.02$$

$$\rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0.02$$

$$A_{smax} := B \cdot d \cdot \rho_{max}$$

$$A_{smax} = 253.41 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero requerido por flexión

$$a_1 := 1 \cdot \text{cm}$$

$$As_1 := 1 \cdot \text{cm}^2$$

$$As_1 \cdot \frac{f_y}{(0.85 \cdot f'c \cdot B)} = a_1$$

$$\phi_f \cdot As_1 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_1}{2} \right) = M_y$$

$$\text{find}(a_1, As_1) = \begin{bmatrix} 1.24 \text{ cm} \\ 15.8 \text{ cm}^2 \end{bmatrix}$$

$$As_1 := 10 \cdot \text{cm}^2$$

Acero mínimo:

$$A_{smin} := \min \left(\max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}}{f_y} \cdot B \cdot d, \frac{14}{f_y \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}}} \cdot B \cdot d, 1.3 \cdot As_1 \right) \right) = 13 \text{ cm}^2$$

Acero de temperatura:

Número de capas de refuerzo: $N_{capas} := 1$

$$A_{stem} := \frac{0.0018 \cdot B \cdot h_z}{N_{capas}} = 32.4 \text{ cm}^2$$

Acero a emplear:

$$A_{se} := \begin{cases} \text{if } As1 < A_{smax} \\ \quad \max(As1, A_{stem}, A_{smin}) \\ \text{if } As1 > A_{smax} \\ \quad \text{"Cambiar dimensión"} \end{cases}$$

$$A_{se} = 32.4 \text{ cm}^2$$

Área de varilla (3/4") $A_v := 2.85 \cdot \text{cm}^2$

N° Varillas: $N_v := \frac{A_{se}}{A_v} = 11.37$

Separación: $s := \frac{B}{N_v} = 26.39 \text{ cm}$

Empleamos 12Ø1/4" @25cm

B. En la dirección corta - eje X

Acero Máximo:

$$A_{smax} := A \cdot d \cdot \rho_{max}$$

$$A_{smax} = 295.64 \text{ cm}^2$$

cálculo de acero requerido por flexión

$$a_2 := 1 \cdot \text{cm}$$

$$As_2 := 1 \cdot \text{cm}^2$$

$$As_2 \cdot \frac{f_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot A)} = a_2$$

$$\phi_f \cdot As_2 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_2}{2} \right) = M_x$$

$$\text{find}(a_2, As_2) = \begin{bmatrix} 1.3 \text{ cm} \\ 19.39 \text{ cm}^2 \end{bmatrix}$$

$$As_2 := 15 \cdot \text{cm}^2$$

Acero mínimo:

$$A_{smin} := \min \left(\max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'c \cdot \frac{kgf}{cm^2}}}{f_y} \cdot A \cdot d, \frac{14}{f_y \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot A \cdot d \right), 1.3 \cdot As2 \right) = 19.5 \text{ cm}^2$$

Acero de temperatura:

Número de capas de refuerzo: $N_{capas} := 1$

$$A_{stem} := \frac{0.0018 \cdot A \cdot h_z}{N_{capas}} = 37.8 \text{ cm}^2$$

Acero para emplear:

$$A_{se} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } As1 < As_{max} \\ \quad \left\| \max(As2, A_{stem}, A_{smin}) \right\| \\ \text{if } As1 > As_{max} \\ \quad \left\| \text{"Cambiar dimensión"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$A_{se} = 37.8 \text{ cm}^2$$

Área de varilla (3/4") $Av := 2.85 \cdot \text{cm}^2$

N° Varillas: $Nv := \text{ceil} \left(\frac{A_{se}}{Av} \right) = 14$

Separación: $s := \frac{A}{Nv} = 25 \text{ cm}$

Empleamos 14 ø3/4"@20cm

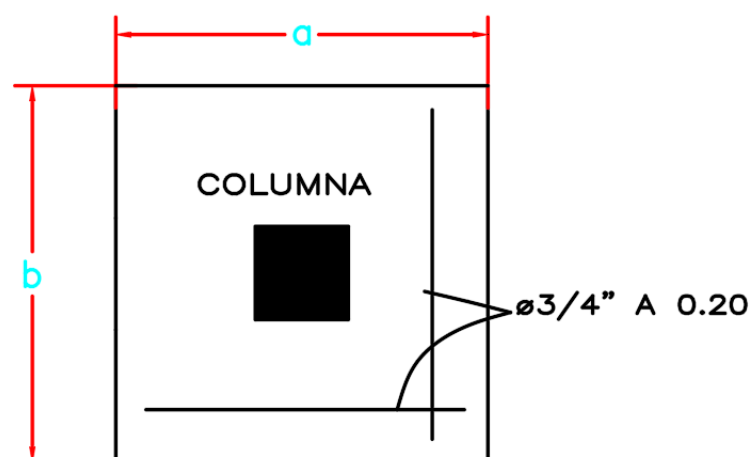


Imagen 21: Detalle de la zapata

DISEÑO DE ZAPATA - CENTRAL

$h_z := 0.6 \cdot m$	Altura de la zapata
$r := 0.07 \cdot m$	Recubrimiento de la zapata
$d := h_z - r = 0.53 \ m$	Canto útil de la zapata (dmin = 0.30m según art. 15.7)
$a := 0.30 \cdot m$	Dimensión larga de columna
$b := 0.30 \cdot m$	Dimensión corta de columna
$\alpha_s := 40$	α_s , 20 para cargas aplicadas en una esquina, 30 para cargas aplicadas en el borde, 40 para cargas en el centro
$D := 60848.73 \cdot kgf$	Carga Muerta transmitida a la zapata
$L := 29558.47 \cdot kgf$	Carga Viva transmitida a la zapata
$\phi_{corte} := 0.7$	Factor de reducción de resistencia por corte
$\phi_f := 0.90$	Factor de reducción de resistencia por flexión
$f_c := 210 \cdot \frac{kgf}{cm^2}$	Resistencia a compresión simple del concreto
$q_a := 1.61 \cdot \frac{kgf}{cm^2}$	Capacidad admisible de apoyo del suelo.
$f_y := 4200 \cdot \frac{kgf}{cm^2}$	Módulo de fluencia del acero

1. DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA

$$P := D + L = 90407.2 \ kgf$$

$$P_u := 1.4 D + 1.7 L = 135437.62 \ kgf$$

$$A_{req} := \frac{P}{q_a} = 5.62 \ m^2$$

$$A := \sqrt[2]{\frac{P}{q_a}} = 2.37 \ m$$

Usamos: $A := 3.5 \cdot m$ Lado largo de la zapata
 $B := 3 \cdot m$ Lado corto de la zapata

$$q_u := \frac{P_u}{A \cdot B} = 1.29 \ \frac{kgf}{cm^2}$$

$$q := \frac{P}{A \cdot B} = 0.86 \ \frac{kgf}{cm^2}$$

$$Verificación_resistencia_admisibile := \left\| \begin{array}{l} \text{if } q \leq q_a \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"OK"} \end{array} \right\| \\ \text{if } q > q_a \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Aumentar área de zapata"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"OK"}$$

2. DIMENSIONAMIENTO EN ELEVACIÓN

A. Verificación a corte por punzonamiento

$$\beta := \frac{b}{a} = 1 \quad \text{Relación entre el lado largo v lado corto de la columna}$$

$$A_o := (a + d) \cdot (b + d) = 0.69 \text{ m}^2$$

$$b_o := 2 \cdot (a + b + 2 \cdot d) = 3.32 \text{ m}$$

$$V_u := P_u - \frac{P_u}{A \cdot B} \cdot A_o$$

$$V_u = 126551.62 \text{ kgf} \quad (v_u \text{ tensión cortante actuante en la zapata})$$

$$V_{c1} := 0.53 \cdot \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_o \cdot d = 405434.52 \text{ kgf} \quad (\text{Formula 11.33 norma})$$

$$V_{c2} := 0.27 \cdot \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_o \cdot d = 577322.54 \text{ kgf} \quad (\text{Formula 11.34 norma})$$

$$V_{c3} := 1.06 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_o \cdot d = 270289.68 \text{ kgf} \quad (\text{Formula 11.35 norma})$$

$$V_c := \min(V_{c1}, V_{c2}, V_{c3}) = 270289.68 \text{ kgf} \quad (v_c \text{ tensión cortante proporcionada por el concreto})$$

$$\phi_{\text{corte}} \cdot V_c = 189202.78 \text{ kgf}$$

$$\text{Verificación_corte_punzonamiento} := \begin{cases} \text{if } V_u \leq \phi_{\text{corte}} \cdot V_c \\ \quad \text{“OK”} \\ \text{if } V_u > \phi_{\text{corte}} \cdot V_c \\ \quad \text{“Aumentar canto útil de zapata”} \end{cases}$$

$$\text{Verificación_corte_punzonamiento} = \text{“OK”}$$

Verificación a corte por flexión

$$v_{cf} := 0.53 \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 76804.3 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Verificación a corte por flexión para el eje X (dir larga)

$$m := \frac{A - a}{2} = 160 \text{ cm}$$

$$q_x := q_u \cdot B = 38696.46 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$V_x := q_x \cdot (m - d) = 41405.22 \text{ kgf}$$

$$M_x := q_x \cdot \frac{m^2}{2} = 49531.47 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$v_{ux} := \frac{V_x}{\phi_{\text{corte}} \cdot B \cdot d} = 37201.45 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Verificación a corte por flexión para el eje Y (dir corta)

$$n := \frac{B - b}{2} = 135 \text{ cm}$$

$$q_y := q_u \cdot A = 45145.87 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$V_y := q_y \cdot (n - d) = 37019.62 \text{ kgf}$$

$$M_y := q_y \cdot \frac{n^2}{2} = 41139.18 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$v_{uy} := \frac{V_y}{\phi_{\text{corte}} \cdot A \cdot d} = 28509.52 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Verificación_corte_flexión_X} := \begin{cases} \text{if } v_{ux} \leq v_{cf} \\ \quad \text{“OK”} \\ \text{if } v_{ux} > v_{cf} \\ \quad \text{“Aumentar canto útil de zapata”} \end{cases}$$

$$\text{Verificación_corte_flexión_Y} := \begin{cases} \text{if } v_{uy} \leq v_{cf} \\ \quad \text{“OK”} \\ \text{if } v_{uy} > v_{cf} \\ \quad \text{“Aumentar canto útil de zapata”} \end{cases}$$

3. CÁLCULO DEL REFUERZO DE ACERO POR FLEXIÓN

A. En la dirección larga - eje Y

Acero Máximo:

$$\beta_1 := \begin{cases} \text{if } f'_c \leq 280 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \quad \parallel 0.85 \\ \text{if } f'_c > 280 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \quad \parallel 0.85 - \left(f'_c - 280 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) \cdot \frac{0.05}{70 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \end{cases}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$\rho_b := \beta_1 \cdot 0.85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \left(\frac{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{6000 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.02$$

$$\rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0.02$$

$$A_{smax} := B \cdot d \cdot \rho_{max}$$

$$A_{smax} = 253.41 \text{ cm}^2$$

cálculo de acero requerido por flexión

$$a_1 := 1 \cdot \text{cm}$$

$$As_1 := 1 \cdot \text{cm}^2$$

$$As_1 \cdot \frac{f_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot B)} = a_1$$

$$\phi_f \cdot As_1 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_1}{2} \right) = M_y$$

$$\text{find}(a_1, As_1) = \begin{bmatrix} 1.64 \text{ cm} \\ 20.86 \text{ cm}^2 \end{bmatrix}$$

$$As_1 := 10 \cdot \text{cm}^2$$

Acero mínimo:

$$A_{smin} := \min \left(\max \left(0.8 \cdot \sqrt[2]{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot B \cdot d, \frac{14}{f_y \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}}} \cdot B \cdot d, 1.3 \cdot As_1 \right) \right) = 13 \text{ cm}^2$$

Acero de temperatura:

$$\text{Número de capas de refuerzo: } N_{\text{capas}} := 1$$

$$A_{\text{stem}} := \frac{0.0018 \cdot B \cdot h_z}{N_{\text{capas}}} = 32.4 \text{ cm}^2$$

Acero a emplear:

$$A_{\text{se}} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } As1 < A_{\text{smax}} \\ \quad \left\| \max(As1, A_{\text{stem}}, A_{\text{smín}}) \right\| \\ \text{if } As1 > A_{\text{smax}} \\ \quad \left\| \text{"Cambiar dimensión"} \right\| \end{array} \right\|$$

$$A_{\text{se}} = 32.4 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de varilla (3/4") } \quad A_v := 2.85 \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{Nº Varillas: } \quad N_v := \frac{A_{\text{se}}}{A_v} = 11.37$$

$$\text{Separación: } \quad s := \frac{B}{N_v} = 26.39 \text{ cm}$$

Empleamos

B. En la dirección corta - eje X

Acero Máximo:

$$A_{\text{smax}} := A \cdot d \cdot \rho_{\text{max}}$$

$$A_{\text{smax}} = 295.64 \text{ cm}^2$$

cálculo de acero requerido por flexión

$$a_2 := 1 \cdot \text{cm}$$

$$As_2 := 1 \cdot \text{cm}^2$$

$$As_2 \cdot \frac{f_y}{(0.85 \cdot f'_c \cdot A)} = a_2$$

$$\phi_f \cdot As_2 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_2}{2} \right) = M_x$$

$$\text{find}(a_2, As_2) = \left[\begin{array}{l} 1.69 \text{ cm} \\ 25.12 \text{ cm}^2 \end{array} \right]$$

$$As_2 := 25 \cdot \text{cm}^2$$

Acero mínimo:

$$As_{min} := \min \left(\max \left(0.8 \cdot \frac{\sqrt{f'_c} \cdot \frac{kgf}{cm^2}}{fy} \cdot A \cdot d, \frac{14}{fy \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot A \cdot d \right), 1.3 \cdot As_2 \right) = 32.5 \text{ cm}^2$$

Acero de temperatura:

Número de capas de refuerzo: $N_{capas} := 2$

$$As_{tem} := \frac{0.0018 \cdot A \cdot h_z}{N_{capas}} = 18.9 \text{ cm}^2$$

Acero a emplear:

$$Ase := \begin{cases} \text{if } As_1 < As_{max} \\ \quad \max(As_2, As_{tem}, As_{min}) \\ \text{if } As_1 > As_{max} \\ \quad \text{"Cambiar dimensión"} \end{cases}$$

$$Ase = 32.5 \text{ cm}^2$$

Área de varilla (3/4") $Av := 2.87 \cdot \text{cm}^2$

N° Varillas: $Nv := \text{ceil} \left(\frac{Ase}{Av} \right) = 12$

Separación: $s := \frac{A}{Nv} = 29.17 \text{ cm}$

Empleamos 14 ø3/4"@30cm

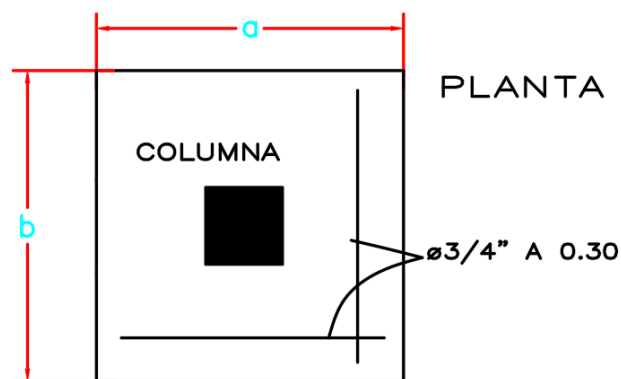


Ilustración 22: Detalle de zapata

DISEÑO DE LA ESCALERA

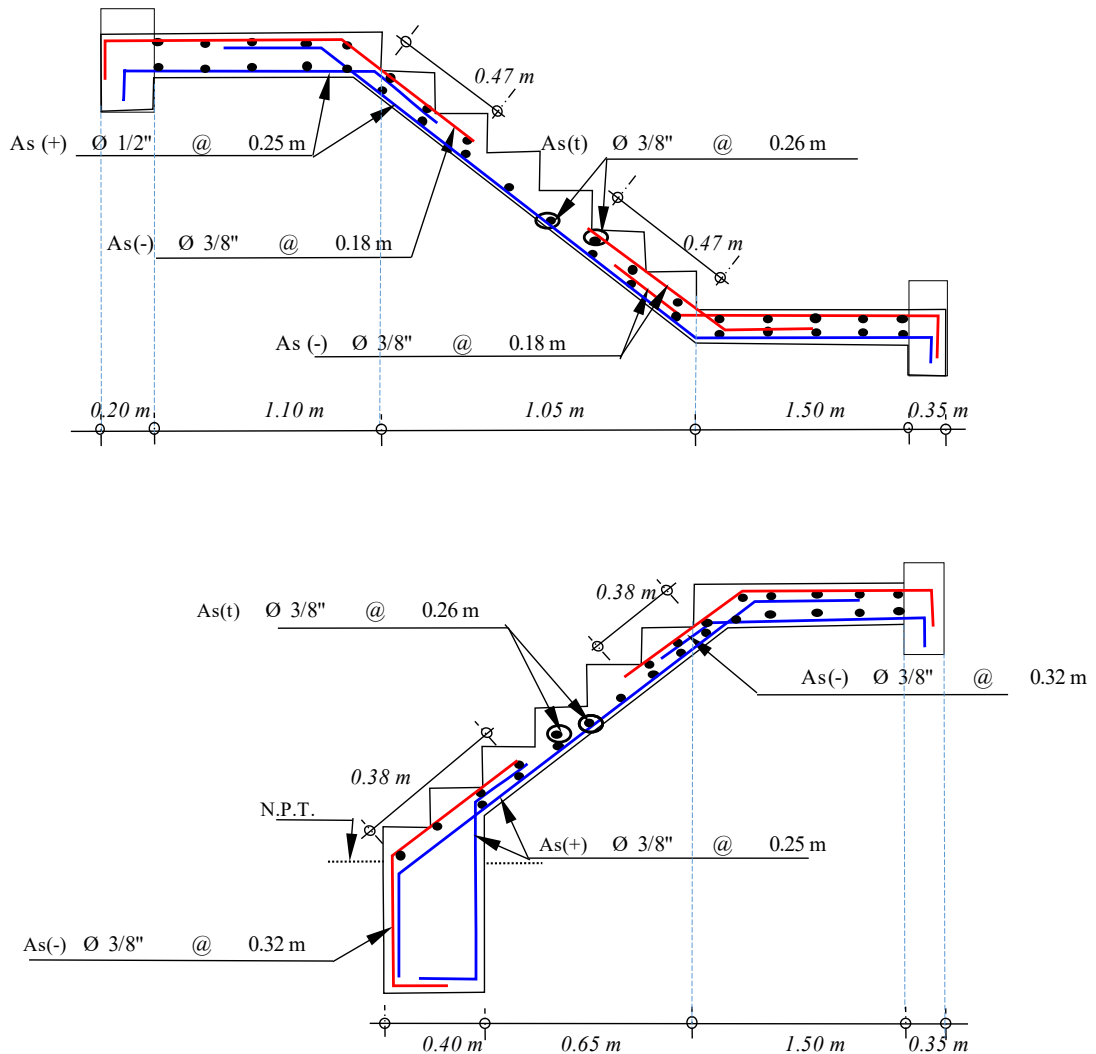


Imagen 23: Referencia de la distribución de acero en la escalera

En la imagen 17 se muestra el detalle de la estructura con los refuerzos de acero y sus espaciamientos, el detalle del cálculo de ello estará en anexos.

SE PROCEDE CON EL DISEÑO DE LAS LOSAS ALIGERAS TRADICIONALMENTE.

PESO DE LA EDIFICACIÓN CON LAS LOSAS TRADICIONALES (Art. 26 Norma E.030-2018)

$CM := 954362.92 \cdot \text{kgf}$ Carga muerta, incluye el peso propio
 $CV := 428456 \cdot \text{kgf}$ Carga viva

$$P := CM + 0.50 \cdot CV = 1168590.92 \text{ kgf}$$

E Base Reactions								
File Edit Format-Filter-Sort Select Options								
Units: As Noted			Hidden Columns: No			Sort: None		
Filter: None								
	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kgf	FY kgf	FZ kgf	MX kgf-mm
	CM	LinStatic			0	0	1018631.32	79381107.
	CV	LinStatic			0	0	428456	33661254

Tabla 13: Peso de la edificación de losa aligerada tradicionalmente

En la tabla 13 salen los pesos de la carga viva y muerta de la edificación viendo la diferencia de pesos en la carga muerta con la losa aligerada con esferas de prenova la diferencia es de 26286.37 kgf.

FUERZA CORTANTE EN LA BASE - ANÁLISIS ESTÁTICO (Art. 28.2 Norma E.030-2018)

$$V_x := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_x} \cdot P = 167984.945 \text{ kgf} \quad (\text{Fuerza cortante Estática en la base en dir. X})$$

$$V_y := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R_y} \cdot P = 167984.945 \text{ kgf} \quad (\text{Fuerza cortante Estática en la base en dir. Y})$$

MASA PARTICIPATIVA (Art. 29.1.2 Norma E.030-2018)

$masa_participativa := 0.98$ Masa participativa en sus modos de vibración.

E Modal Participating Mass Ratios											
File Edit Format-Filter-Sort Select Options											
Units: As Noted			Hidden Columns: No			Sort: None					
Filter: None											
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY
	Modal	9	0.053	0.0324	3.955E-05	0	0.9573	0.9607	0	0.0001	0
	Modal	10	0.047	0.0001	0.0282	0	0.9574	0.9889	0	0.09	0
	Modal	11	0.032	0.0106	0.0008	0	0.968	0.9897	0	0.0025	0
	Modal	12	0.032	0.0033	0.0098	0	0.9713	0.9995	0	0.0293	0

Tabla 14: Masa participativa

Con respecto a la tabla 14 nos refleja los modos de vibración que son 12, vemos que llegamos a 0.98

EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL (Art. 28.5 Norma E.030-2018)

Se definió una excentricidad accidental de 0.05, según lo indicado por la norma

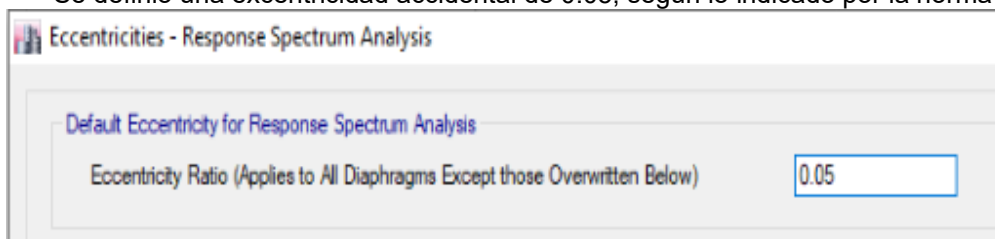


Imagen 24: Excentricidad accidental

7. DESPLAZAMIENTOS LATERALES (Art. 31 y 32 Norma E.030-2018)

Los desplazamientos elásticos que se muestran a continuación se tomaron en el centro de masas de cada diafragma:

DIRECCIÓN "X":

Piso	Altura Piso (mm)	Δ Elástico (mm)	Δ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	Δ Inelástico relativo (mm)	Δ ir/hei	Δ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
P1	2800	0.005	0.005	7	REGULAR	0.026	0.0000	0.007	OK
P2	2800	0.022	0.017	7	REGULAR	0.089	0.0000	0.007	OK

Tabla 15: desplazamientos en el eje X (Excel)

Con respecto a la tabla 15 se verifica que cumple con los desplazamientos en el eje X porque no pasa del 0.007 mm

DIRECCIÓN "Y":

Piso	Altura Piso (mm)	Δ Elástico (mm)	Δ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	Δ Inelástico relativo (mm)	Δ ir/hei	Δ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.042	0.042	7	Regular	0.2205	0.0001	0.007	OK

Tabla 16 : Desplazamiento en el eje Y (Excel)

Con respecto a la tabla 16 se verifica que cumple con los desplazamientos en el eje Y porque no pasa del 0.007 mm

Se considero los mismos elementos estructurales para esta losa ya que el peso de carga muerta es mayor que una losa aligerada con las esferas de prenova y por lo tanto el diseño que se hizo se mantiene para este tipo de losa. Los cálculos de la losa aligerada tradicional están en Anexos.

3. Con respecto al objetivo específico tres: “Elaborar el presupuesto del diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023”

Se elaboro el presupuesto del diseño de losas aligeradas de la vivienda con las medidas 16 m x 15.50 m con un área de 248 m2. Donde se realizó el respectivo análisis de costos unitarios en base a los metrados de la losa aligera vigas con sistema buble deck con vigas con un diámetro de esferas de 18 cm y espesor de losa de 23 cm de acuerdo con el parámetro realizado.

S10

PROPUESTA DE DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS EN EDIFICACIONES CON ESFERAS DE PRENOVA EN LA CIUDAD DE HUARAZ, PERU 2023

Presupuesto

Presupuesto 0302012 **PROPUESTA DE DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS EN EDIFICACIONES CON ESFERAS DE PRENOVA EN LA CIUDAD DE HUARAZ, PERU 2023**

Subpresupuesto 001 **ESTRUCTURAS**

Cliente BLAS CADILLO & LUNA MUÑOZ, TESIS

Lugar ANCASH - HUARAZ - HUARAZ

Item	Descripción	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS	377,092.79
01.01	OBRAS PRELIMINARES	2,762.72
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	4,588.94
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	27,783.22
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	341,957.91
01.04.05	LOSA ALIGERADA	175,924.32
	COSTO DIRECTO	377,092.79

PRESUPUESTO CON LAS LOSAS ALIGERADAS TRADICIONALMENTE

Presupuesto

Presupuesto 0302012 PROPUESTA DE DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS EN EDIFICACIONES CON
ESFERAS DE PRENOVA EN LA CIUDAD DE HUARAZ, PERU 2023

Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS

Cliente BLAS CADILLO & LUNA MUÑOZ, TESIS

Lugar ANCASH - HUARAZ - HUARAZ

Item	Descripción	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS	333,090.40
01.01	OBRAS PRELIMINARES	2,762.72
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	4,588.94
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	27,783.22
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	297,955.52
01.04.05	LOSA ALIGERADA	131,921.93
	COSTO DIRECTO	333,090.40

V. DISCUSIÓN

OG. Proponer un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz.

Para Amaya y Galindo (2018) en su tesis titulada “análisis del comportamiento y aplicación de losas bubbledeck”. Hizo su análisis mediante el programa Excel con datos que se obtuvieron del software sap2000. En esta tesis se utilizó el programa ETABS para diseño estructural, donde se obtuvo resultados que cumplieron con el reglamento nacional de edificaciones, se realizó el diseño de las losas aligeradas tradicionalmente y las losas aligeradas con esferas de prenova, también el diseño de elementos estructurales como columnas, vigas, zapatas y placas. Para la combinación de las cargas se utilizó la envolvente que incluye cada una de las cargas que nos indica la norma E0.30 Se obtuvo los desplazamientos laterales, momentos, fuerzas cortantes, cargas muertas y vivas

OE1. Elaborar los estudios preliminares para un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz.

Peña (2022) en su tesis “Diseño estructural, construcción y ensayo de una propuesta de losa para una vivienda unifamiliar”. Se desarrolló un estudio experimental, diseñando un modelo de vivienda con análisis estructural y observación de su diseño en la realidad, en sus resultados confirmo lo que rige el diseño del sistema LTM con la normatividad es la condición de servicio con base en la deflexión permisible. En esta tesis se utilizó el reglamento nacional de edificaciones E060, donde nos menciona que para el espesor de la losa aligerada tradicionalmente se obtiene mediante la fórmula empírica de $L/25$ donde L es el lado de la luz libre mayor; para las columnas se puso la carga de 1500 kgf/m^2 por ser una edificación de categoría A, se obtuvo el área tributaria de cada una de ellas, para las columnas la constante k se puso de acuerdo al lugar de cada columna para columnas centrales es 0.45, para columna esquina o externa 0.35, también los pisos que tendrá esta edificación (n) que será 5, para todas las columnas utilizando el peso de servicio transmitido $P_{ser} = n \cdot AT \cdot P$, para obtener el alto de las vigas principales y secundarias se hizo $L/10$ y $L/12$ donde L es la luz libre mayor, para el ancho $h/2$ y $h/3$, para las zapatas se puso

la carga dependiendo el lugar donde estará, para las zapatas centradas 210000 kg, zapatas excéntrica 105000 kg y zapata esquinada 52500 kg, para la losa aligerada con esferas de prenova se hizo con los parámetros de sistema Bubbledeck donde nos menciona lo siguiente $L/35 + 2$ cm. Donde L es la luz mayor.

OE2. Elaborar los cálculos para un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz.

Zanchin y Fernandes (2019), en su investigación “Construcciones de losa con el sistema Bubbledeck”, investigación explicativa que tuvo como objetivo examinar en detalle los procesos de construcción de la estructura, así como las dimensiones utilizadas y análisis de los resultados obtenidos con ella, enumerando ventajas y desventajas de su aplicación. En esta tesis hicimos independientemente cada elemento estructural, para esta vivienda utilizamos la categoría A donde nos dice la norma E030 que la estimación del peso se calcula con el 50% Carga viva. Se consideró la zona sísmica 4 con el factor 0.45, en el estudio de suelos nos salió un suelo intermedio (S-2), en el factor de uso (U) pusimos 1.3 por edificaciones importantes, en el sistema estructural fue el Dual que dice deben ser pórticos y muros estructurales, en el coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_o), pusimos el de concreto armado dual que nos indica 7, nuestra edificación no puede tener irregularidades porque estamos en una zona 4 y la edificación es de categoría A.

Colocamos todos los pre-dimensionamientos en el programa Etabs y nos dio los resultados de desplazamientos laterales de cada losa con los mismos elementos estructurales que es de 0.001 en el eje X entre la losa aligerada tradicionalmente y la losa con esferas de Prenova entonces si cumple porque en el desplazamiento no debe pasar de 0.007.

En las cargas muertas y vivas nos salió con la losa aligerada tradicional 954362.92 kg/m, la losa aligerada con esferas de prenova 992244.95 kg/m las dos son cargas muertas; en carga viva nos sale lo mismo resultado en ambas comparaciones por que pusimos 400 kg/m² nos sale 428456 kg/m, podemos verificar en los pesos varían en 37882.03 kg/m en la carga muerta. En cada elemento estructural se verifico las dimensiones y acero requerido según la Norma E060.

En las losas aligeradas tradicionales nos sale el acero de 12 mm el de temperatura de 3/8" el acero negativo, en las losas aligeradas con esferas de prenova nos sale el mismo requerimiento de acero. En los momentos se obtuvieron 381.17kgf-m/m y 174.97kg-m/m.

OE3. Elaborar el presupuesto del diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz.

Gutiérrez y Vergara (2018) en su tesis "Optimización de recursos en la construcción de una losa mediante el sistema Cobiax". Sus conclusiones mostraron que el sistema Cobiax para la construcción de losas resulta más conveniente desde la perspectiva económica, tanto a nivel de materiales, mano de obra y equipos, en comparación al sistema tradicional. Asimismo, el sistema de construcción de losas Cobiax significa un ahorro de tiempo, lo cual beneficia directamente a los proveedores, pero sobre todo a las inmobiliarias. En esta tesis se realizó el presupuesto de la vivienda de 248 m² y se obtuvo los costos de construcción de la losa aligerada tradicional y la losa aligerada con esferas de prenova.

Losas aligeradas tradicionales (ladrillo Arcilla 20 cm x 30 cm x 30cm)

Costo de construcción: S/.333,090.40 Esto incluye materiales, mano de obra, equipos y flete.

Losas aligeradas con esferas de prenova (Polietileno)

Costo de Construcción: S/. 377,092.79 incluye materiales, mano de obra equipos y flete.

En cada uno del presupuesto están incluidos todos los elementos estructurales como vigas, columnas, zapatas y placas

VI. CONCLUSIONES

En el trabajo de investigación se implementó este nuevo sistema de losas aligeradas con esferas de prenova se pudo observar la comparación de la losa aligerada tradicionalmente, donde se realizó el diseño de cada elemento estructural para verificar si cumplen con las normas técnica de edificaciones también se hizo el modelamiento en el Etabs, se hizo la comparación de cada losa con el S10 para ver el presupuesto.

1. Para elaborar los estudios preliminares para el diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones de Huaraz se realizó el pre-dimensionamiento de los elementos estructurales, se utilizó la norma E060 y al hacer las losas aligeradas con esferas de prenova obtuvimos un espesor de 23 cm, se puso una carga muerta de 370 kg/m² para la losa con esferas de prenova y para las losas aligeradas tradicionales 300 kg/m² entonces para la comparación hicimos con la misma altura de losa para la tradicional para luces de 5 m, el diámetro de la esfera 18 cm. Para los demás elementos estructurales como las columnas: C-1 40 cm x 40 cm, C-2 30x30, C-3 45X45; en las placas estructurales 120 cm x 25 cm, vigas principales 45 cm x45 cm, vigas secundarias 35 cm x 20 cm. Se llegó a la conclusión de que los pre-dimensionamientos cumplen los parámetros de la norma E060.
2. Se elaboro los cálculos para diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones de la ciudad de Huaraz, del diseño se obtuvo el acero requerido para la losa aligerada con esferas de prenova que es de 12 mm cada 20 cm y en el acero negativo es de 3/8" cada 50 cm, el momento generado para esta losa es de 88.98 kgf - cm/cm y en la losa tradicional su momento flector es de 54.54 kgf-cm/cm, la diferencia es de 34.35 kgf-cm/cm por lo que las esferas generan mayor momento, y se necesitara más acero para que puedan soportar estas fuerzas también se vieron los desplazamientos laterales están en el parámetro según la norma E060 por que la variación es de 0.006 mm. Para ambas edificaciones se utilizó la envolvente donde están todas las combinaciones de cargas que se introdujo en el programa ETBAS; los

pesos de carga muerta de la edificación varían por 26286.37 kg/m. Eso quiere decir que las esferas de prenova son menos pesadas que la losa aligerada tradicional, en esta tesis tratamos de ver la comparación con la losa aligerada tradicionalmente porque es la más utilizada en la zona, es por ello por lo que se hizo la propuesta de diseño de la losa aligerada con esferas de prenova.

- 3.** Se elaboro el presupuesto del diseño de losa aligerada con esferas de prenova en la ciudad de Huaraz y nos dio la diferencia de costos es S/. 44,002.39, como se puede ver la variación de costos no es simbólica, se debe tener en cuenta que la construcción con este tipo de losa aligerada que es la de esferas de prenova debe tener un sustento del por qué al construir se debe tener en cuenta que por ahora en el Perú aún no se fabrican las esferas, es por ello por lo que el costo se eleva ligeramente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Las losas aligeradas con esferas de prenova es recomendable para la construcción de edificaciones de gran envergadura, porque tienen mayor alcance en luces libres de distanciamiento de columnas porque en el sistema de prenova al ser de polietileno tiene menor peso de carga muerta.
2. Para la construcción de una edificación con esferas de prenova se tiene que capacitar al personal dentro de la obra, por que es un nuevo sistema de construcción, se recuerda que aun no esta aprobado por el MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, ya que toda alternativa nueva de construcción se tiene que aprobar por el ministerio mencionado.
3. Para la elaboración e implementación de la losa aligerada con esferas de prenova se tiene que evaluar con que modelo de esfera se trabajará ya que los costos varían dependiendo del terreno y sabiendo a que se va dirigido dicho proyecto, pero en cuanto al peso y la forma de trabajó es recomendable el uso de las esferas prenova

Referencias

- Álvarez, E., Rincón, K., y Roper, Y. (2020). The environmental impact of the management of construction companies. *Strategic Training Magazine*. 1(01), 82–92.
- Arequipa, A. (2020). Manual del Constructor. En A. Arequipa, *Manual del constructor* (pág. 16). Lima: Corporación Aceros Arequipa S.A. Obtenido de Construyendo Seguro: <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Arroyo Palacios, R. (2020). *Arroyo (2020) en su tesis "Nivel de vulnerabilidad sísmica en la estructura de albañilería confinada de la Comisaria PNP Mirones- 2020*. Universidad Peruana Los Andes.
- Basantes Ruiz, J. P. (2016). *Análisis de Eficiencia Estructural Entre Una Losa Nervada Y Una Losa Aliviada Con Pelotas de Plástico Reciclado*. Universidad Técnica De Ambato.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación. Tercera edición*. Colombia: Pearson Educación.
- Danstek. (2016). *Fichas técnicas losas prefabricadas BDM*. Danstek.
- Díaz Veitía, J. D. (2017). *Análisis del Comportamiento Estructural de Edificaciones Con Losas BubbleDeck*. Universidad Rafael Urdaneta.
- Ghiassi, B. & Milani, G. (2019). Numerical Modeling of Masonry and Historical Structures. *Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering, Vol 56(2)*, 779-795.
- Gutiérrez Yoza, D., y Vergara Tobar, E. (2018). *Optimización de recursos en la construcción de una losa mediante el sistema Cobiax*. Universidad de Guayaquil.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2018). *Metodología de la Investigación. 7ma edición* (Sexta edición ed.). Bogotá: Mac Graw-Hill.
- Kabirifar, K., Mojtahedi, M., Wang, C., & Tam, B. (2020). Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review. *Journal of Cleaner Production*. 2(63), 210-219.
- Loor Loor, E., Palma Zambrano, W., & García Vences, L. (2021). Vulnerabilidad sísmica en viviendas de zona rural: el caso Santa Marianita – Manta – Ecuador. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. 4(7), 2-16.
- López, M., & Benítez, J. (2018). La Aplicación de la Evaluación de los Aprendizajes. Un estudio en la Universidad Bolivariana de Venezuela. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 3(5), 67-83.
- Meza, A. (2021). Institutional performance and municipal environmental management, an analysis from the perception of community environmental actors. *Lumina*. 22(2), 1-33.

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009, 08 de Mayo). *Norma Técnica de Edificación de concreto armado E0.60*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Ninahuanca, C. (25 de mayo de 2021). *El sector construcción genera más de un millón de empleos al año*. Obtenido de El Peruano: <https://elperuano.pe/noticia/121379-el-sector-construccion-genera-mas-de-un-millon-de-empleos-al-ano#:~:text=24%2F05%2F2021%20El%20sector,a%20similar%20periodo%20del%202020>.
- Peña Campos, J. (2022). *Diseño estructural, construcción y ensayo de una propuesta de losa para casa habitación*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Prenova. (abril de 2022). *Sistemas constructivos sustentables*. Obtenido de Prenova: <http://www.prenovaglobal.com/wp-content/uploads/2022/05/Presentaci%C3%B3n-PRENOVA-2022.-23-05.pdf>
- Quel, J. (15 de octubre de 2020). *Losas de hormigón alivianadas, replicando la estructura ósea en la construcción*. Obtenido de CAPP: <https://webcapp.com/blog/index.php/2020/10/15/losas-alivianadas-replicando-la-estructura-osea-en-la-construccion/>
- Quino Quispe, W. (2019). *Optimización de concreto en losas aligeradas en construcción de viviendas, con la incorporación de vacíos esféricos y aplicación del sistema Bubble Deck*. Ayacucho – Perú. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Ramírez Viera, R. (2018). *Ramírez (2018) en su tesis “Vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada de la ciudad de Recuay-Ancash-2017*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Rueda Ruffran, Y., y Jiménez Choquecota, J. (2021). *Análisis y diseño estructural comparativo de una edificación de concreto armado de cuatro pisos utilizando losas bubble deck y losa aligerada en la ciudad de Tacna 2021*. Universidad Privada de Tacna.
- Sánchez Calvillo, A.; Alonso Guzmán, E.; y López Núñez, M. (2021). *Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en Jojutla, Morelos, México, tras los sismos de 2017. Vivienda y Comunidades Sustentables, núm. 10, 9-29*.
- Segura, A. (2017). *Manual de Proceso Constructivo de losas BubbleDeck (BDM) para edificaciones*. Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Solórzano León, W. (2022). *Diseño de estructuras de hormigón armado sin vigas, alivianadas por sistema bubbledeck en una vivienda de 4 pisos, Huaraz 2022*. Universidad César Vallejo.
- Valladares Torres, C. (2021). *Análisis del esfuerzo por flexión en losa aligerada convencional y con la adición de botellas recicladas PET para viviendas unifamiliares, Lima – 2021*. Universidad César Vallejo.

Vila Nova, S. y Bitencourt, C. (2020). Technology Capability and Information Sharing: Effects on the Sustainable Environmental Performance of Industrial Companies. *Brazilian Journal of Management*. 13, 1175–1191.

Villalba, M. y González, M. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para un sector de la comuna 2 del municipio de Dosquebradas-Risaralda-Colombia. *Universidad Militar Nueva Granada*.

Wright, E., y Alam, Z. (2022). El mundo alcanzará los 8.000 millones de personas el 15 de noviembre de 2022. *Fondo de Población de las Naciones Unidas*.

Zanchin, R., y Fernandes, M. (2019). Construcciones de losa con el sistema Bubbledeck. *INOVAE*. Vol.7, 186-200.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	Escala de medición
<p style="text-align: center;">Diseño de losa aligerada con esfera de prenova</p>	<p>La losa Aligerada con esferas de prenova es una estructura basada en el concepto óseo que aportan aire a través de bolsa o discos para aligerar la carga. (Quel, 2020, pág. 20)</p>	<p>Las esferas de prenova, se incorporarán a las losas aligeradas basándose a los parámetros requeridos por el reglamento nacional de edificación E0.60 E .30 E0.20</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia Sísmica (combinación de cargas) • Carga Muerta • Carga Viva • Costos 	<p style="text-align: center;">Razón</p>

Anexo 2: Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	Metodología
<p>PROPUESTA DE DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS EN EDIFICACIONES CON ESFERAS DE PRENOVA EN LA CIUDAD DE HUARAZ, PERU 2023</p>	<p>Problema general: ¿Cuál es la propuesta de diseño de losas aligeradas en edificaciones con esferas de prenova en la ciudad de Huaraz, Perú 2023?</p> <p>Problemas específicos: 1) ¿Cuáles son los estudios preliminares para un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023? 2) ¿Cuáles son los cálculos para un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023? 3) ¿Cuáles son los presupuestos del diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023?</p>	<p>Objetivo General: Diseñar losas aligeradas en edificaciones con esferas de prenova en la ciudad de Huaraz, Perú 2023.</p> <p>Objetivos específicos: 1) Elaborar los estudios preliminares para el diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023. 2) Elaborar los cálculos para un diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023. 3) Elaborar los presupuestos del diseño de losas aligeradas con esferas de prenova de las edificaciones en la ciudad de Huaraz, 2023.</p>	<p>Diseño de losas aligeradas con esferas de prenova</p>	<p>Tipo y diseño de investigación investigación aplicada Un enfoque cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación Diseño no experimental, transversal y descriptivo</p> <p>Población edificio de 248 m²</p> <p>Muestra una superficie es de 248 m².</p> <p>Técnicas cuantitativa</p> <p>Instrumentos Reglamento nacional de Edificación (RNE) E030, E060 y E020</p> <p>Capacidad portante del estudio de mecánica de suelos</p>

ANEXO
INSTRUMENTOS DE
EVALUACIÓN

ANEXO 2: CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES (NORMA E030-2018)

Proyecto:

PROYECTO CONSTRUCCIÓN EDIFICIO DE 5 PISOS

Tabla N°1 (NORMA E030-2018)

FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z
	ZONA 3	0.35

B

Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2018)

FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	Tp	Tl
	S2	Suelos Intermedios	1.15	0.60	2.00

Tabla N°5 (NORMA E030-2018)

FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES
	"A1" Edificaciones Esenciales	1.50	Zona 4 y 3 aislamiento sísmico obligatorio

Tabla N°7 (NORMA E030-2018)

FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R"	DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	Ro
	DIR X-X	Sistema Dual	7
	DIR Y-Y	Sistema Dual	7

Tabla N°8 (NORMA E030-2018)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			la Dir X-X	la Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10			1.00	1.00

Tabla N°9 (NORMA E030-2018)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			lp Dir X-X	lp Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad del Diafragma	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10			1.00	1.00

Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada.
A2 (**)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada.
	1	Estructuras de madera Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

(*) Para edificaciones con cobertura liviana se podrá usar cualquier sistema estructural
 (**) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se puede usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

- Ia: Factor de irregularidad en altura.
- Ip: Factor de irregularidad en planta.
- Ro: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.
- g: Aceleración de la gravedad.
- T: Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico.
- Tp: Período que define la plataforma del factor C.
- Tl: Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.
- C: Factor de amplificación sísmica.


 Giuliano P. Sigvas Espino
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 75721

ANEXO 2: CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

Proyecto:

PROYECTO CONSTRUCCIÓN EDIFICIO DE 5 PISOS

RESUMEN

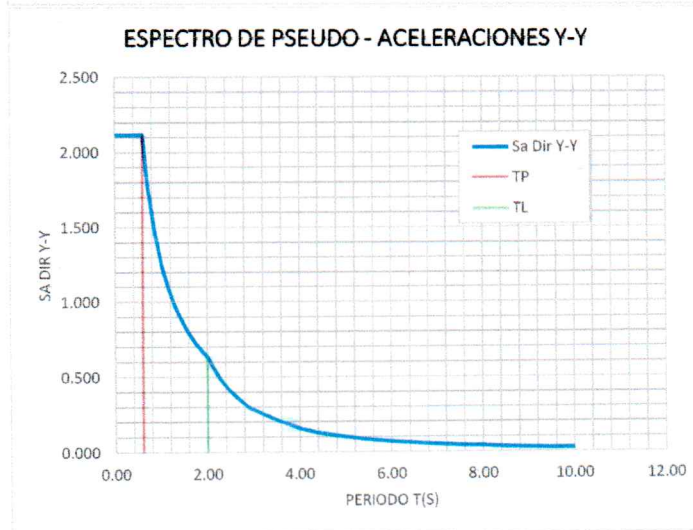
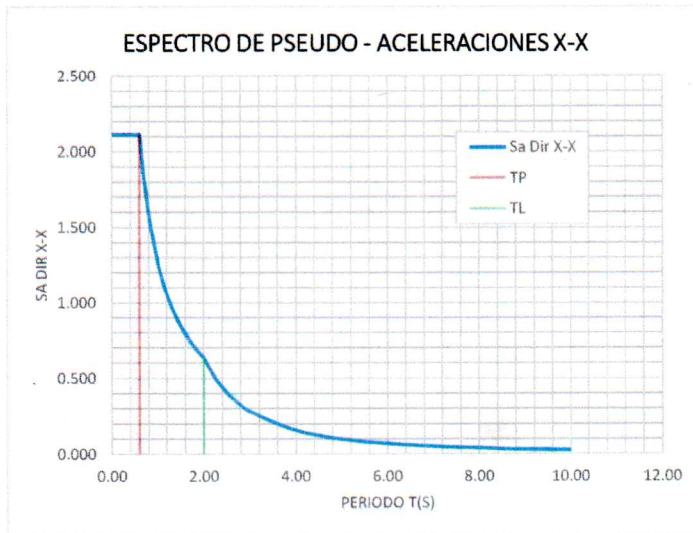
DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.35	R ₀	7	7
U	1.50	I _a	1.00	1.00
S	1.15	I _p	1.00	1.00
T _p	0.60	R	7	7
T _L	2.00	g	9.81 m/s ²	

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$



C		Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	2.115	2.115
2.50	0.02	2.115	2.115
2.50	0.04	2.115	2.115
2.50	0.06	2.115	2.115
2.50	0.08	2.115	2.115
2.50	0.10	2.115	2.115
2.50	0.12	2.115	2.115
2.50	0.14	2.115	2.115
2.50	0.16	2.115	2.115
2.50	0.18	2.115	2.115
2.50	0.20	2.115	2.115
2.50	0.25	2.115	2.115
2.50	0.30	2.115	2.115
2.50	0.35	2.115	2.115
2.50	0.40	2.115	2.115
2.50	0.45	2.115	2.115
2.50	0.50	2.115	2.115
2.50	0.55	2.115	2.115
2.50	0.60	2.115	2.115
2.31	0.65	1.953	1.953
2.14	0.70	1.813	1.813
2.00	0.75	1.692	1.692
1.88	0.80	1.586	1.586
1.76	0.85	1.493	1.493
1.67	0.90	1.410	1.410
1.58	0.95	1.336	1.336
1.50	1.00	1.269	1.269
1.36	1.10	1.154	1.154
1.25	1.20	1.058	1.058
1.15	1.30	0.976	0.976
1.07	1.40	0.907	0.907
1.00	1.50	0.846	0.846
0.94	1.60	0.793	0.793
0.88	1.70	0.747	0.747
0.83	1.80	0.705	0.705
0.79	1.90	0.668	0.668
0.75	2.00	0.635	0.635
0.59	2.25	0.501	0.501
0.48	2.50	0.406	0.406
0.40	2.75	0.336	0.336
0.33	3.00	0.282	0.282
0.19	4.00	0.159	0.159
0.12	5.00	0.102	0.102
0.08	6.00	0.071	0.071
0.06	7.00	0.052	0.052
0.05	8.00	0.040	0.040
0.04	9.00	0.031	0.031
0.03	10.00	0.025	0.025


 Giuliano P. Sigvas Espino
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 75721

OSCE - SERVICIOS SÓLIDOS: 5122071

RUC N° 20682020180
INDECOPI REGISTRO N° 00114079

OSCE - DIENES SÓLIDOS: 00583397

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : "EDIFICIO MULTIFAMILIAR"
SOLICITA : BLAS CADILLO BENJAMIN, LUNA MUÑA, OZ CHAYANNY
UBICACIÓN : URB. VILLON ALTO ZONA II Y IV B MZ 174 LOTE 15
FECHA DE EMISIÓN : 12/01/2023



ASTM D 3080 - NTP 339.171

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

MATERIAL : TERRENO NATURAL PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 3.50
CALICATA : C-02 PROGRESIVA (km) : --
MUESTRA N° : mab-1 INFORME N° EG-003-CD02-2023

DATOS DE ENSAYO

Condición de la muestra : Alterada
Estado : Remoldeada
Tipo de muestra : mab-1

DIMENSIONES DEL ESPECIMEN	ESPECIMEN I		ESPECIMEN II		ESPECIMEN III	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
Altura de la muestra (mm)	24.04	24.00	24.04	23.99	24.04	23.99
Diámetro (mm)	60.07	60.07	60.07	60.07	60.07	60.07
Área inicial (cm ²)	28.34	28.34	28.34	28.34	28.34	28.34
Volumen de la muestra (cm ³)	68.13	68.02	68.13	67.99	68.13	67.99

DATOS DEL ESPECIMEN	I		II		III	
Peso húmedo de la muestra + Peso del Molde (g)	211.52	212.32	211.52	212.39	211.52	212.29
Peso del Molde (g)	81.68	81.68	81.68	81.68	81.68	81.68
Peso de la muestra húmeda (g)	129.84	130.64	129.84	130.71	129.84	130.61

CONTENIDO DE HUMEDAD	I		II		III	
Recipiente	31	41	32	39	35	37
Peso del recipiente (g)	39.00	39.50	38.00	41.00	40.00	38.00
Peso de la muestra húmeda + Recipiente (g)	174.86	174.36	173.68	175.44	176.73	174.99
Peso de la muestra seca + Recipiente (g)	165.84	161.13	164.67	162.20	167.65	161.53
Contenido de humedad (%)	7.11	10.88	7.11	10.92	7.11	10.90

PESO UNITARIO	I		II		III	
Peso unitario húmedo (g/cm ³)	1.906		1.906		1.906	
Peso unitario seco (g/cm ³)	1.779		1.779		1.779	

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Las muestras fueron remoldeadas a la densidad natural de 1.906 g/cm³ con un contenido de humedad de 7.11 %

EGEOS E.I.R.L.

Angel Alexander Sal y Rosas Cruz
DNI N° 70466528
JEFE DE LABORATORIO

Giuliano P. Sigvas Espino
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 75721



COLEGIO DE INGENIEROS DE LA PERÙ
Consejo Departamental Ancash Huaraz

LYNDA KAREN ALZAMORA CASTROMONTE
INGENIERA CIVIL
CIP N° 191424

Jr. Dámaso Antúnez 756 - Belén - Huaraz

43-234351
(+51) 937645700

egeosprojects@gmail.com



PROYECTO : "EDIFICIO MULTIFAMILIAR"

SOLICITA :

UBICACIÓN : URB. VILLON ALTO ZONA II Y IV B MZ 174 LOTE 15

FECHA DE EMISIÓN : 12/01/2023

NTP 339.128 (ASTM D422)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MATERIAL : TERRENO NATURAL

CALICATA : C-02

MUESTRA N° : mab - 1

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 3.50

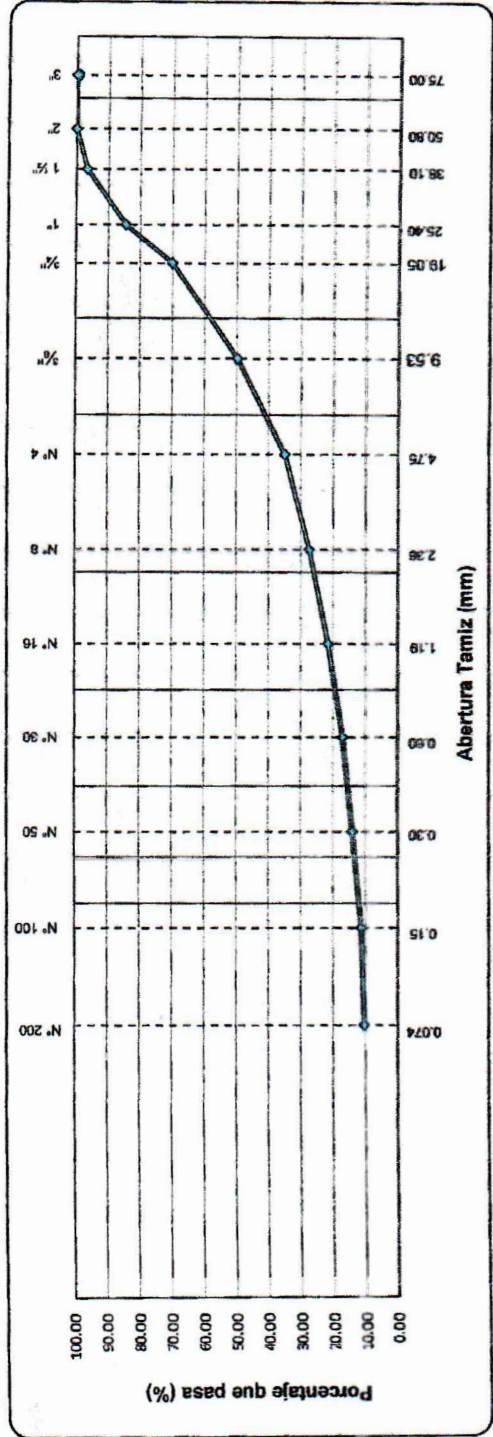
PROGRESIVA (km) : --

INFORME N° : EG-003-G02-2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM E11	TAMICES		MASA RETENIDA (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA ACUMULADO (%)
	ABERTURA (mm)					
3"	75.00	--		--	--	100.0
2"	50.80	--		--	--	100.0
1 1/2"	38.10	3.3	198.0	3.3	3.3	96.7
1"	25.40	12.1	730.0	15.4	15.4	84.6
3/4"	19.05	14.5	871.0	29.9	29.9	70.1
3/8"	9.53	20.2	1218.0	50.1	50.1	49.9
N° 4	4.75	15.0	905.0	65.1	65.1	34.9
N° 8	2.360	7.5	449.0	72.6	72.6	27.4
N° 16	1.190	5.8	349.0	78.4	78.4	21.6
N° 30	0.600	4.5	269.0	82.9	82.9	17.1
N° 50	0.300	3.0	182.0	85.9	85.9	14.1
N° 100	0.150	2.7	161.0	88.6	88.6	11.4
N° 200	0.074	0.9	54.0	89.5	89.5	10.5
Menor que N° 200		10.5	630.0	100.0	100.0	

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
Masa inicial seca (g) =	6016.0
Masa lavada seca (g) =	5386.0
Menor que N°200 (g) =	630.0
D10 (mm) =	--
D30 (mm) =	3.256
D60 (mm) =	14.150
Cu =	--
Cc =	--
Grava (%) =	65.10
% Gruesa =	29.90
% Fina =	35.20
Arena (%) =	24.40
% Gruesa =	7.50
% Media =	10.30
% Fina =	6.60
Finos (%) =	10.50



OBSERVACIONES: --

J. V. E.
 Giuliano P. Sigvas Espino
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 75721

OSCE - SERVICIOS CÓDIGO: S1122071

RUC N° 20602024190

OSCE - BIENES CÓDIGO: 00593387

INDECOPI REGISTRO N° 00114079

INFORME DE ENSAYOS DE SUELOS

PROYECTO : "EDIFICIO MULTIFAMILIAR"
SOLICITA : BLAS CADILLO BENJAMIN, LUNA MUÑA, OZ CHAYANNY
UBICACIÓN : URB. VILLON ALTO ZONA II Y IV B MZ 174 LOTE 15
FECHA DE EMISIÓN : 12/01/2023




CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- 1.- Se realizó la prospección de 02 calicatas, ubicada en el interior del área a construir.
- 2.- De acuerdo a la información proporcionada por el solicitante, en la exploración de las Calicatas C-01 y C-02, se encontró 01 estrato bien definido, el estrato está compuesto por grava arcillosa - limosa con arena, del cual se obtuvo 60 kg de muestra alterada aproximadamente.
- 3.- De acuerdo a la información proporcionada por el solicitante, en la exploración de la Calicata C-01 y C-02, se encontró nivel freático a una profundidad de 3.10 m.
- 4.- De la muestra analizada obtenida de la calicata C-01, se obtuvo un tipo de suelo clasificado según SUCS como: Grava limosa-arcillosa con arena (GC-GM).
- 5.- De la muestra analizada obtenida de la calicata C-02, se obtuvo un tipo de suelo clasificado según SUCS como: Grava mal graduada con arcilla y arena (GP-GC).
- 6.- Para el estrato de interés de la calicata C-01, Grava limosa-arcillosa con arena (GC-GM) se obtuvo un ángulo de fricción de $\phi = 30.17^\circ$.
- 7.- Para el estrato de interés de la calicata C-02, Grava arcillosa con arena (GC) se obtuvo un ángulo de fricción de $\phi = 33.03^\circ$.
- 8.- Considerando una cimentación cuadrada de 2.40 x 2.40 metros, 01 semisótano con una altura total de 1.50 metros y la profundidad de desplante de 3.00 metros para la C-01: Grava limosa-arcillosa con arena (GC-GM), se obtuvo una capacidad admisible de $q_{adm} = 1.61 \text{ Kg/cm}^2$.
- 9.- Considerando una cimentación cuadrada de 2.30 x 2.30 metros, 01 semisótano con una altura total de 1.50 metros y la profundidad de desplante de 3.00 metros para la C-02: Grava mal graduada con arcilla y arena (GP-GC), se obtuvo una capacidad admisible de $q_{adm} = 1.87 \text{ Kg/cm}^2$.

RECOMENDACIONES:

- 1.- En tanto a la zona, se recomienda cimentar a una profundidad igual o mayor a 3.00 metros
- 2.- En caso que el proyectista requiera aumentar la profundidad de desplante, se recomienda implementar un sistema adecuado de drenaje, debido a la presencia de nivel freático.
- 3.- Se recomienda evaluar la profundidad de desplante en caso el semisótano tenga una altura diferente a 1.50 m.
- 4.- Los valores asumidos para las cargas de servicio, dimensiones de la cimentación y profundidades de desplante, deben ser evaluados, verificados y/o variados por el proyectista, en base a su análisis de cargas y diseño estructural.
- 5.- El presente estudio es válido sólo para el área investigada.


Giuliano P. Sigwas Espino
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 75721


COLEGIO DE INGENIEROS DE PERÚ
Consejo Departamental - Arequipa Huaraz

LYNDA KAREN ALZAMORA CASTROMONTE
INGENIERA CIVIL
C.I.P. N° 191424

ESPECIFICACIONES TECNICAS

ESFUERZOS:

CIEMENTO: CEMENTO HORMIGON 1:10 + 30% PIEDRA GRANDE 6" MAXIMO

SOBRECARGA: CEMENTO HORMIGON 1:8 + 25% PIEDRA MEDIANA 3" MAXIMO

RESTO DE LOS ELEMENTOS:

CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

ACERO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

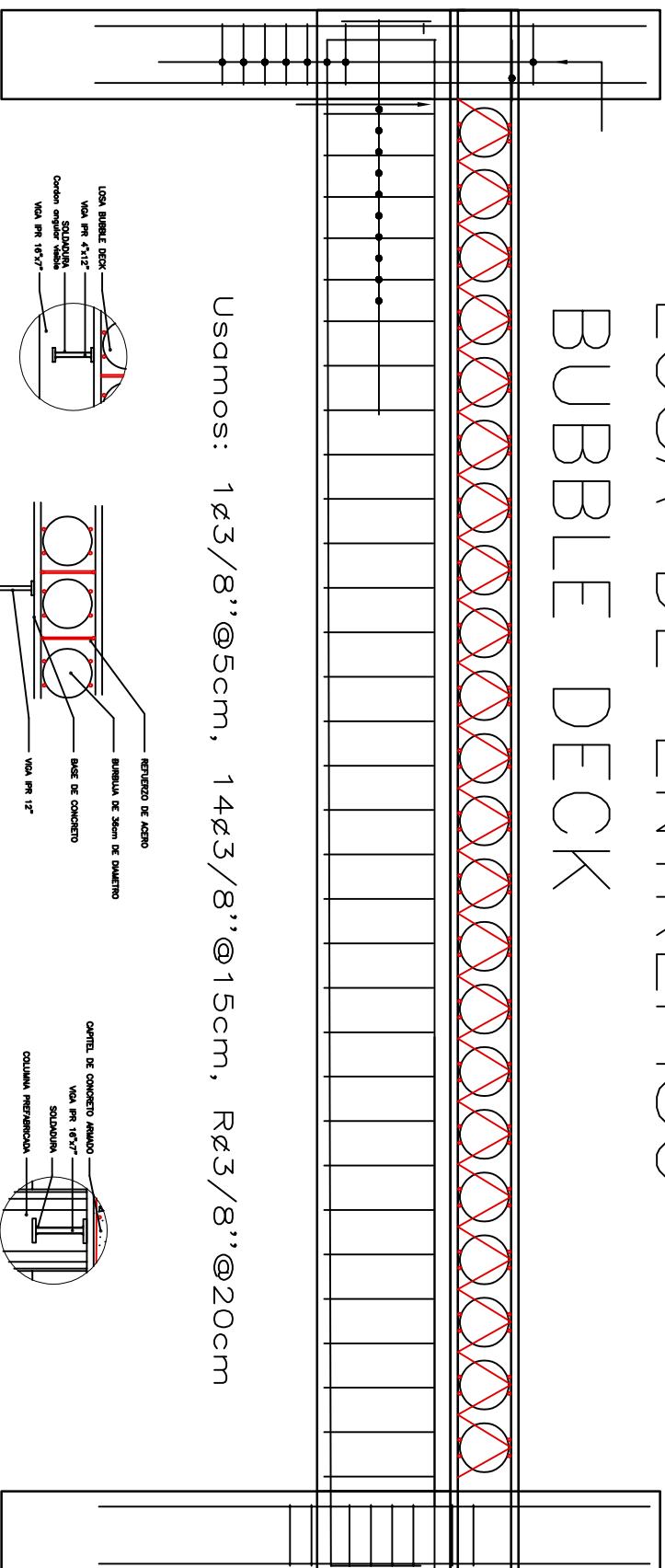
RESISTENCIA DE TERRENO:

SOBRECARGA:

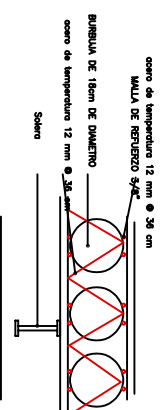
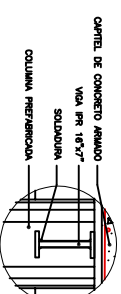
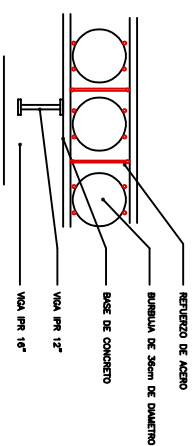
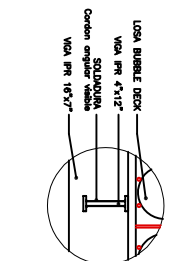
TECHO 1 PISO	400 kg/m ²	TECHO 3 PISO	400 kg/m ²	TECHO 5 PISO	400 kg/m ²
TECHO 2 PISO	400 kg/m ²	TECHO 4 PISO	400 kg/m ²		

MORTERO: PARA LABILLOS KING KONG DE Fm = 35 kg/cm² (1:4 CEMENTO, ARENA) LLENANDO COMPLETAMENTE LAS JUNTAS VERTICALES Y HORIZONTALES DE DILATACION T^o (USAR TECNOPORT).

LOSA DE ENTREPISO BUBBLE DECK



Usamos: $1\phi 3/8''@5\text{cm}$, $14\phi 3/8''@15\text{cm}$, $R\phi 3/8''@20\text{cm}$

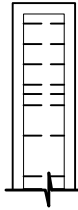


DETALLE DE ZAPATAS Y COLUMNAS

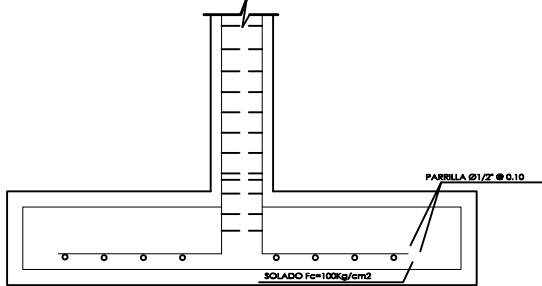
CUADRO DE ZAPATAS Y COLUMNAS

TIPO	a	b
ZP	0.60	3.00
C1	0.40	0.40
C2	0.30	0.30
C3	0.45	0.45
PL	0.25	1.20

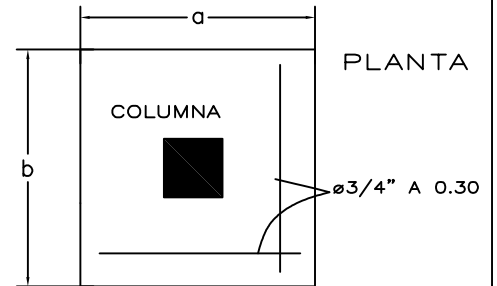
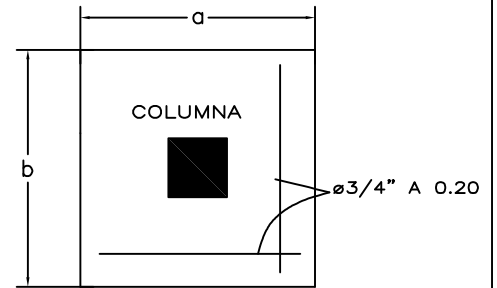
ACERO PRINCIPAL $8\phi 3/4'' @ 20$ CM



Usamos: $1\phi 3/8'' @ 5$ cm, $10\phi 3/8'' @ 10$ cm, $R\phi 3/8'' @ 20$ cm

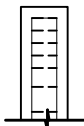


COLUMNA C-1

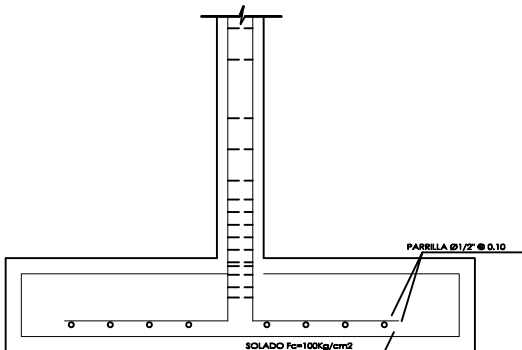


PLANTA

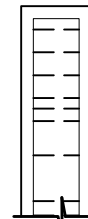
ACERO PRINCIPAL $12\phi 3/4'' @ 10$ CM



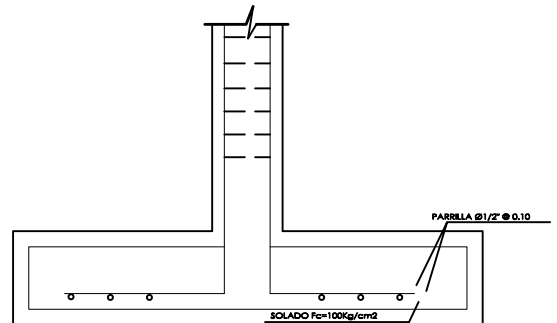
Usamos: $1\phi 3/8'' @ 5$ cm, $10\phi 3/8'' @ 10$ cm, $R\phi 3/8'' @ 20$ cm



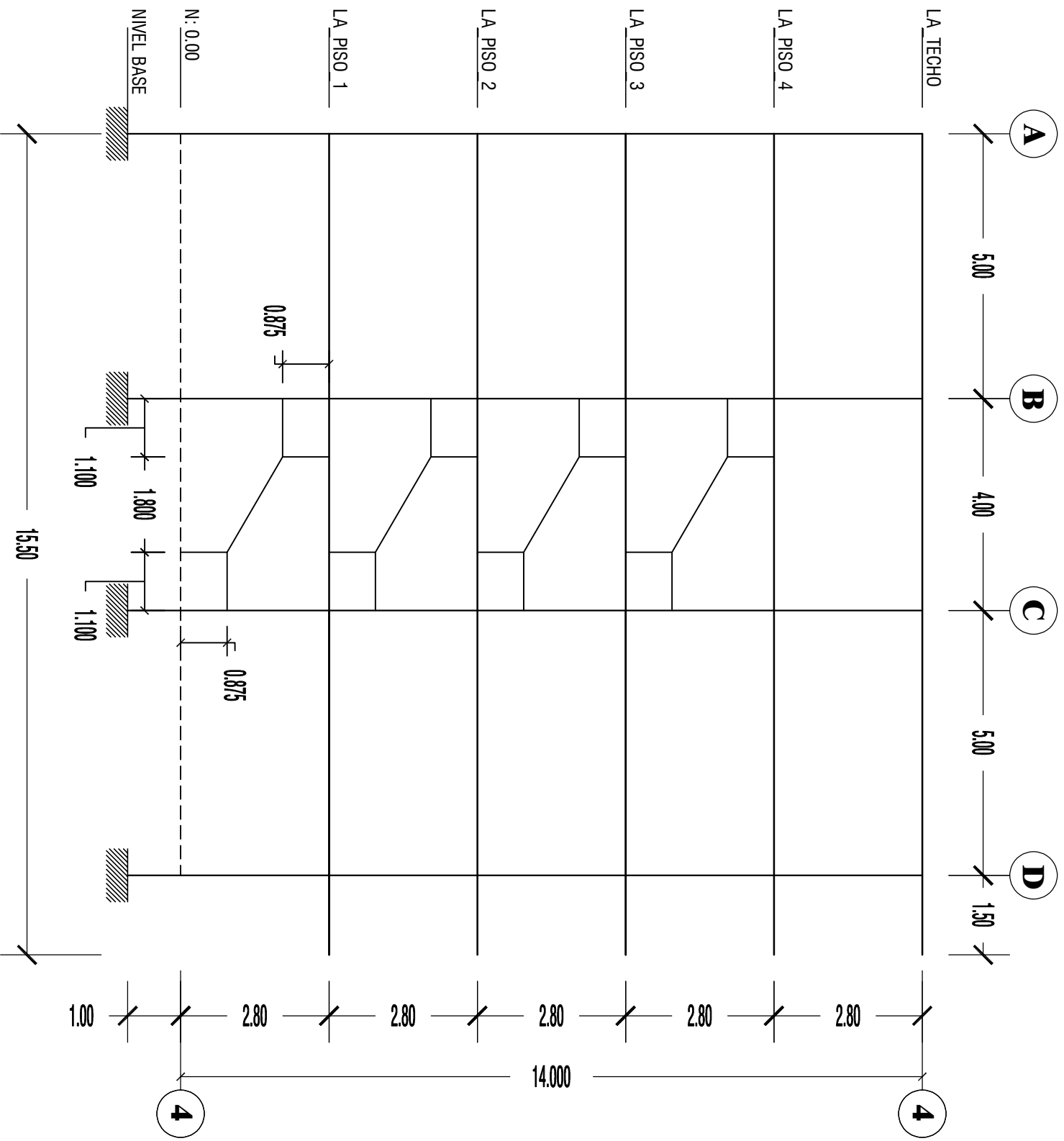
COLUMNA C-2

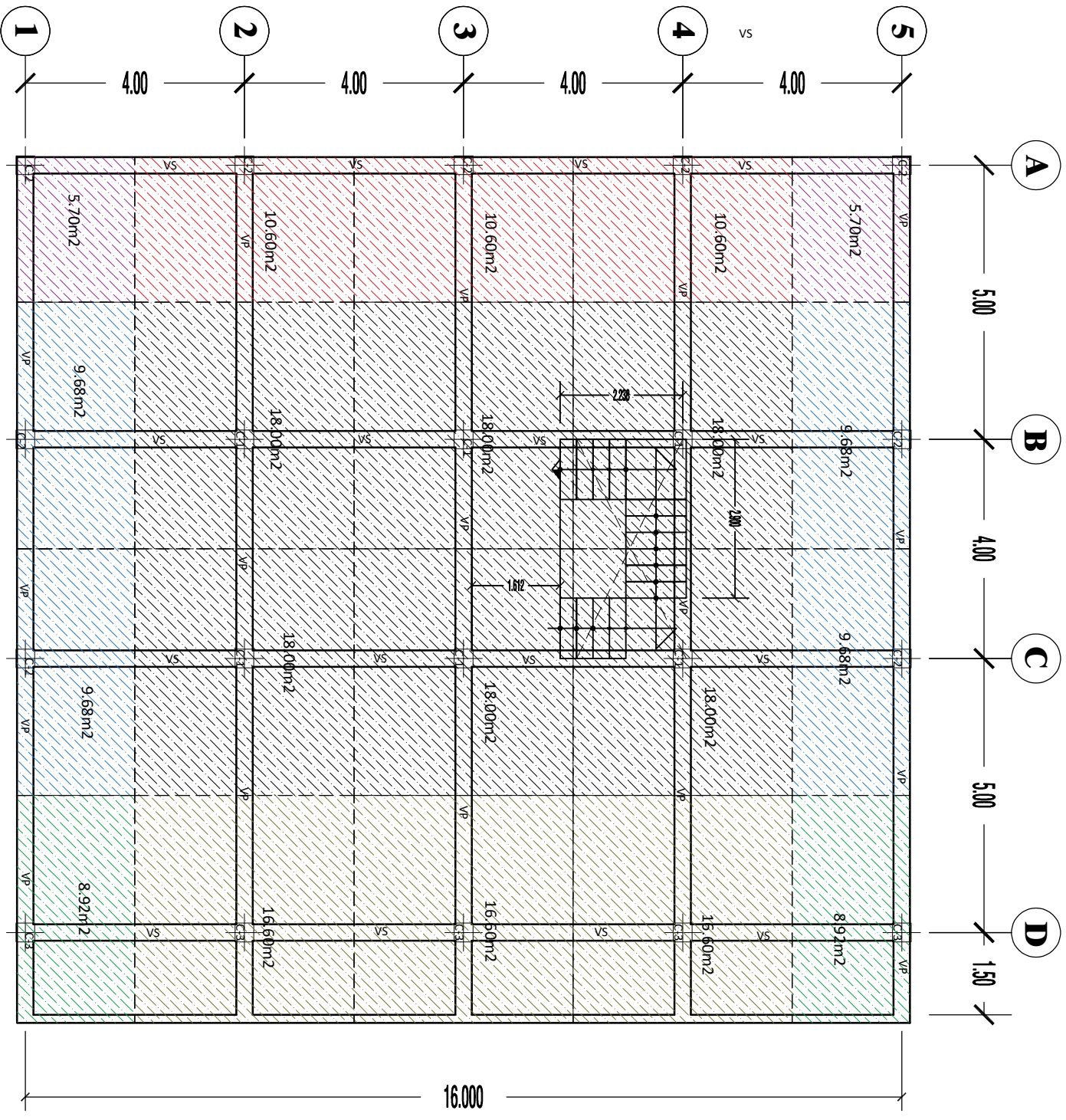


Usamos: $1\phi 3/8'' @ 5$ cm, $7\phi 3/8'' @ 10$ cm, $R\phi 3/8'' @ 20$ cm



COLUMNA C-3

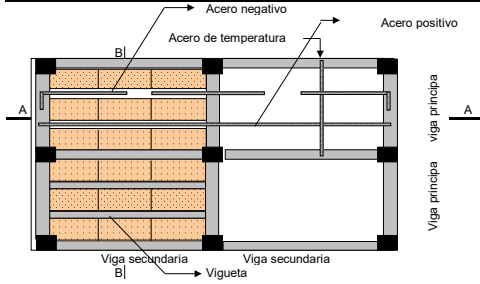




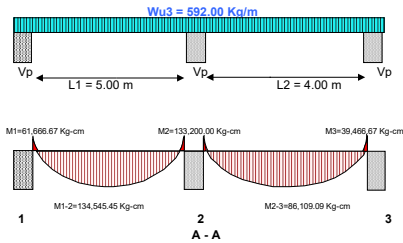
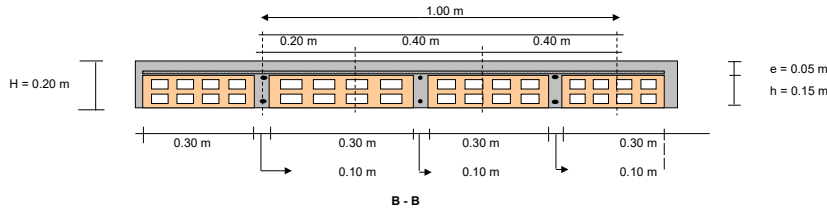
DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA ALIGERADA

DATOS DE DISEÑO			
RESISTENCIA DEL CONCRETO	f_c	210	Kg/cm ²
RESISTENCIA DEL ACERO	f_y	4200	Kg/cm ²
Longitud 1	L1	5.00	m
Longitud 2	L2	4.00	m
PERALTE EFECTIVO	d	15.62	cm
RECUBRIMIENTO	r	4.00	cm

METRADO DE CARGAS			
Peso del aligerado	$h=$	20.00 cm	300 Kg/m ²
Piso terminado		25	Kg/m ²
Cielo raso		25	Kg/m ²
Tabiquería		100	Kg/m ²
Sobrecarga :		VIVIENDA	500 Kg/m ²
$db = 3/8" =$		0.95	Area 0.71 cm ²



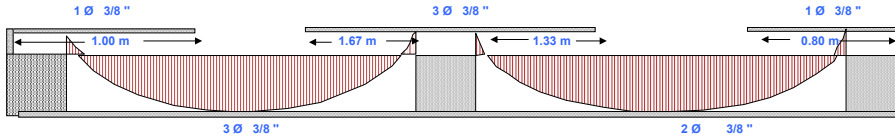
Total carga muerta	450.00	Kg/m ²
Carga viva	500.00	Kg/m ²
Peso por m ² = $Wu1 = 1,4WD + 1,7 WL$	1,480.00	Kg/m ²
Peso ml= $Wu2 =$	1,480.00 Kg/m ² x 1m	1,480.00 Kg/m
En un (1) metro están contenido 2,5 viguetas		
$Wu3 = Wu2/2,5 =$	592.00	Kg/m



CALCULO DE MOMENTOS EN CADA VIGUETA			
CALCULO DE LOS MOMENTOS NEGATIVOS			
$M_{1-2} = \frac{Wu3 \times L1^2}{11} =$	134,545.45	Kg-cm	
$M_{2-3} = \frac{Wu3 \times L2^2}{11} =$	86,109.09	Kg-m	
CALCULO DE LOS MOMENTOS POSITIVOS			
$M_1 = \frac{Wu3 \times L1^2}{24} =$	61,666.67	Kg-cm	
$M_2 = \frac{Wu3 \times (L1^2 + L2^2)}{9} =$	133,200.00	Kg-m	
$M_3 = \frac{Wu3 \times L2^2}{24} =$	39,466.67	Kg-m	

CALCULO DE AREA DE ACERO DE REFUERZO EN CADA VIGUETA

MOMENTO POSITIVO	a	As = $\frac{Mu}{0.9 f_y (d - a/2)}$		a = $\frac{As f_y}{0.85 f_c b}$	As = $\frac{Mu}{0.9 f_y (d - a/2)}$	As mínimo	As máximo	As definitivo
		$As = \frac{0.7 \sqrt{f_c}}{f_y} \times b \times d$	$As = 0.75 \times Pb \times b \times d$					
M1-2	0.20	2.31	cm ²	0.54	cm	2.33	cm ²	2.33
M2-3	0.23	1.48	cm ²	0.35	cm	1.48	cm ²	1.48
M1	0.10	1.05	cm ²	0.25	cm	1.06	cm ²	1.06
M2	0.27	2.29	cm ²	0.54	cm	2.31	cm ²	2.31
M3	0.11	0.67	cm ³	0.16	cm	0.68	cm ³	0.68



A - A

CALCULO DE AREA DE ACERO DE TEMPERATURA

Tipo de barra a usar:

PARA BARRA LISA A_s (temperatura) = $0.0025 \cdot b \cdot t$ **1**

PARA BARRA CORRUGADA A_s (temperatura) = $0.0018 \cdot b \cdot t$ **2**

Definir el tipo de barra colocando el numero correspondiente:

Nº	Tipo de barra	Coefficiente
2	Barra corrugada	0.0018

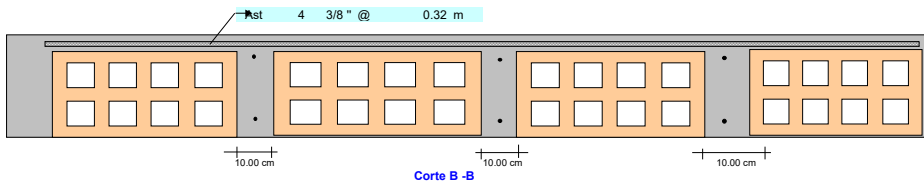
A_s (temperatura) = 2.79 cm²

$A_{st} = 3/8'' = 0.95$	Area	0.71	cm ²
Numero de barras (NV) =		4.00	Barras
Espaciamiento (S) =		0.32	Barras

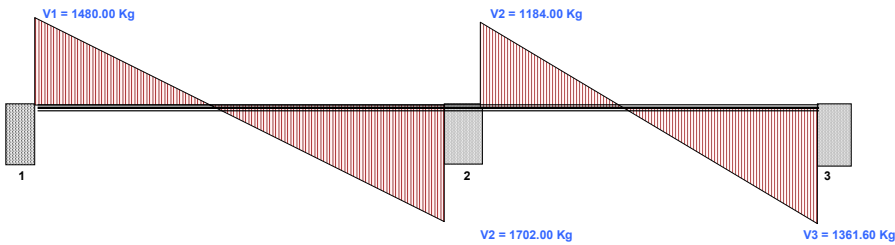
A_s (temperatura) = 2.79 cm² { 4 Ø 3/8" @ 0.32 m }

CALCULO DEL CORTANTE EN CADA VIGUETA

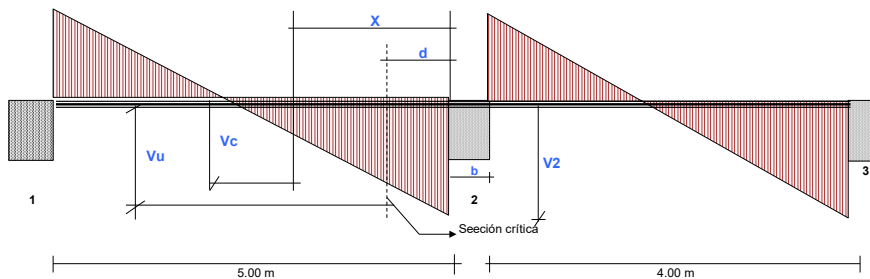
TRAMO	APOYO	CORTANTE	
TRAMO Nº1	APOYO Nº1	$V_1 = \frac{Wu_3 \cdot L_1}{2}$	1480.00 Kg
	APOYO Nº2	$V_2 = \frac{1.15 \cdot Wu_3 \cdot x}{2}$	1702.00 Kg
TRAMO Nº2	APOYO Nº2	$V_2 = \frac{Wu_3 \cdot L_2}{2}$	1184.00 Kg
	APOYO Nº3	$V_3 = \frac{1.15 \cdot Wu_3 \cdot x}{2}$	1361.60 Kg



Corte B - B



CORTE A - A



CORTE A - A

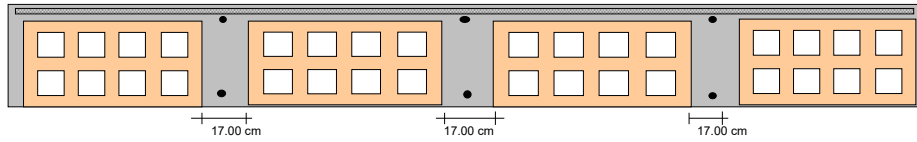
b = 10.00 cm

CALCULO DEL CORTANTE ULTIMO ACTUANTE

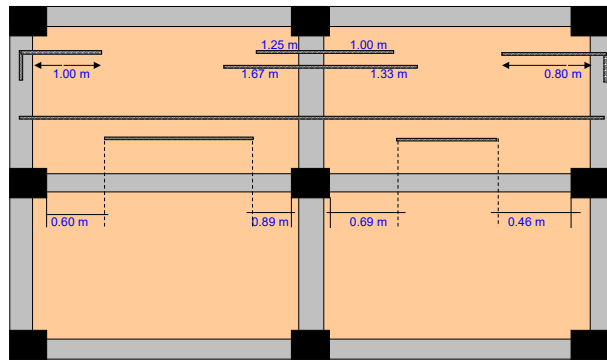
TRAMO	CORTANTE ULTIMO	CORTANTE ADMISIBLE DEL CONCRETO	OBSEVACIONES	
TRAMO N°1	$Vu1 = V2 - Wu3 \times d$	1610.10 Kg	$Vc = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$ 1013.45 Kg	Aumentar ancho de b
TRAMO N°2	$Vu2 = V3 - Wu3 \times d$	1269.70 Kg	$Vc = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$ 1013.45 Kg	Aumentar ancho de b

	Ensamblamiento	Longitud de ensanche
TRAMO N°1	$b' = \frac{Vu1}{\phi \times 0,53 \times \sqrt{f_c} \times d} = 15,89 \text{ cm}$	$X = \frac{V2 - Vc}{Wu3} = 0,80 \text{ m}$
TRAMO N°2	$b' = \frac{Vu2}{\phi \times 0,53 \times \sqrt{f_c} \times d} = 12,53 \text{ cm}$	$X = \frac{V3 - Vc}{Wu3} = 0,60 \text{ m}$

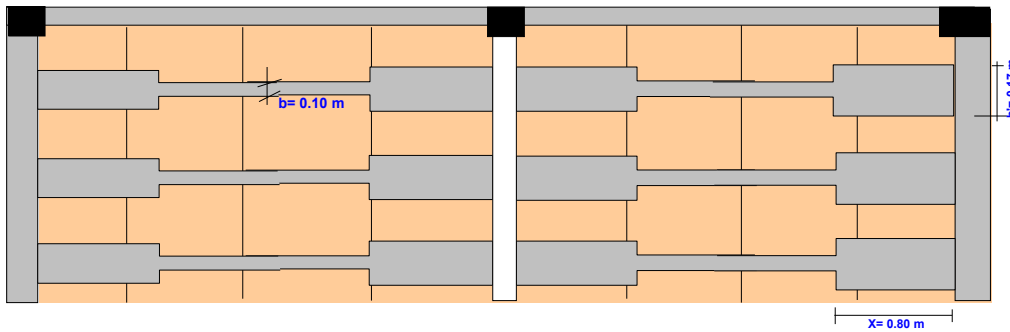
NOTA: Ensanche de b hasta b' b' = 17.00 cm
 Longitud de ensanche X = 0.80 m



CORTE B - B

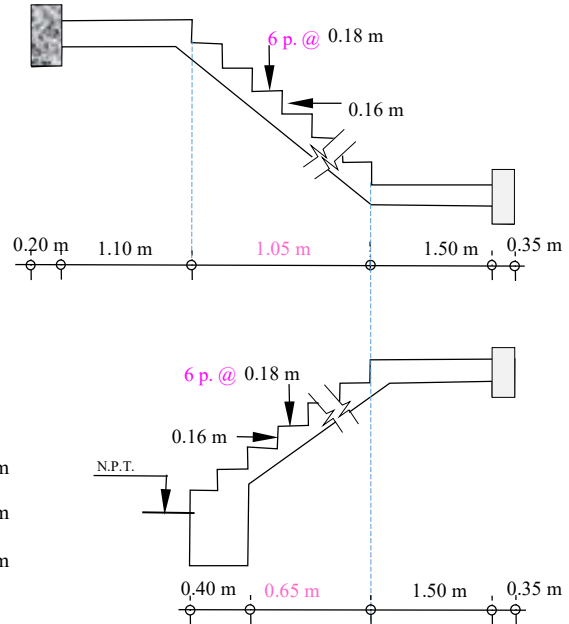
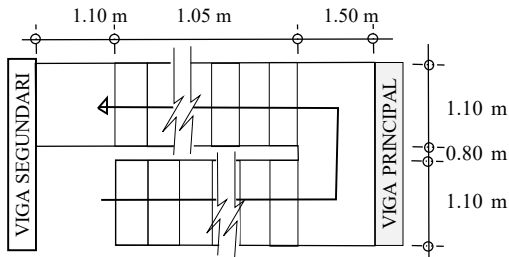


Planta



I. Datos Iniciales

Paso	P =	17.5	cm
Contrapaso	Cp =	16	cm
Ancho de análisis	b =	1.00	m
Peso específico del concreto	γ_c =	4200.0	kg/m ³
Resistencia de concreto	f _c =	210.0	kg/cm ²
Fluencia de Acero	f _y =	4200.0	kg/cm ²
Peso Acabados	W acabados =	100.0	kg/m ²
Sobrecarga	s/c =	400.0	kg/m ²



II. Dimensionamiento

2.1 Dimensionamiento del primer tramo

Espesor de escalera

$$t_1 = \frac{L_n}{20} = 0.1075 \text{ m}$$

$$t_1 = \frac{L_n}{25} = 0.086 \text{ m}$$

Adoptamos $t_1 = 0.15 \text{ m}$

2.2 Dimensionamiento del segundo tramo

Espesor de escalera

$$t_2 = \frac{L_n}{20} = 0.183 \text{ m}$$

$$t_2 = \frac{L_n}{25} = 0.146 \text{ m}$$

Adoptamos $t_2 = 0.15 \text{ m}$

III. Diseño del 1er. TRAMO

3.1 Cálculo de altura promedio (h m)

$$\cos\theta = \frac{P}{\sqrt{p^2 + Cp^2}}$$

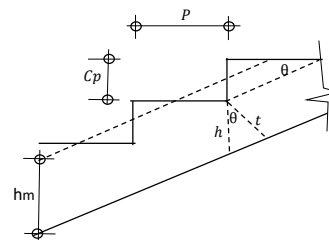
$$h = \frac{t_1}{\cos\theta}$$

$$hm = h + \frac{Cp}{2}$$

$$\cos\theta = 0.738$$

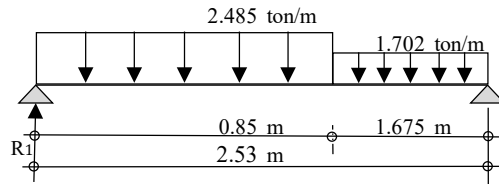
$$h = 20.32 \text{ cm}$$

$$hm = 28.32 \text{ cm}$$



3.2 Metrado de cargas para un ancho de escalera 1m

Tramo 1	Peso propio:	0.28 x 1.00 x 4.20 x 1.40	=	1.665	ton/m
	Acabados:	1.00 x 0.10 x 1.40	=	0.140	ton/m
	Sobrecarga:	1.00 x 0.40 x 1.70	=	0.680	ton/m
			Wu1 =	2.485	ton/m
Descanso 1	Peso propio:	0.15 x 1.00 x 4.20 x 1.40	=	0.882	ton/m
	Acabados:	1.00 x 0.10 x 1.40	=	0.140	ton/m
	Sobrecarga:	1.00 x 0.40 x 1.70	=	0.680	ton/m
			Wu2 =	1.702	ton/m



Cálculo de la reacción

$$2.53 R_1 = 0.85 \times 2.485 \times (2.525 - 0.85/2) + 1.675 \times 1.702 \times (1.675/2) \quad R_1 = 2.703 \text{ ton}$$

$$V_x = R_1 - W_{u1} \times X_o = 0 \implies X_o = \frac{R_1}{W_{u1}} \quad X_o = 1.0874 \text{ m}$$

Cálculo de momento máximo

$$M_{umax} = R_1 \times X_o - W_{u1} \times \frac{X_o^2}{2} \quad M_{umax} = 1.4694 \text{ ton-m}$$

3.3 Refuerzo positivo

$$0.9 M_{umax} = 1.322 \text{ ton-m} \quad t_1 = 15 \text{ cm} \\ \rho_{min} = 0.0018 \quad \text{recubrim.} = 2.00 \text{ cm}$$

$$0.59 \times w^2 - w + \frac{M_u}{f'_c \times b \times d^2} \quad w_1 = 1.6491 \quad \rho = w \times f'_c / f_y \\ w_2 = 0.0459 \quad A_s = \rho \times b \times d$$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	ρ	As+ (cm ²)	As min	As diseñc	\emptyset	Disposición
1.322	100.00	12.52	0.00229	2.87	2.25	2.87	\emptyset 3/8"	\emptyset 3/8" @ 0.25 m

Espaciamiento máximo 1 $3 \times t_1 \quad S_{máx1} = 45 \text{ cm} \quad 0.45 \text{ m}$

Espaciamiento máximo 2 $S_{máx2} = 45 \text{ cm} \quad 0.45 \text{ m}$

Verificación de espaciamento: $0.25 \text{ m} < 0.45 \text{ m} \quad \text{Conforme @ } 0.25 \text{ m}$

3.4 Refuerzo negativo

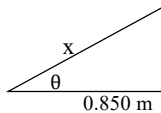
b (cm)	d(cm)	As+ / 2 (cm ²)	As min	As diseñc	\emptyset	Disposición
100.00	12.52	1.44	2.25	2.25	\emptyset 3/8"	\emptyset 3/8" @ 0.32 m

Espaciamiento máximo 1 $3 \times t_1 \quad S_{máx1} = 45 \text{ cm} \quad 0.45 \text{ m}$

Espaciamiento máximo 2 $S_{máx2} = 45 \text{ cm} \quad 0.45 \text{ m}$

Verificación de espaciamento: $0.32 \text{ m} < 0.45 \text{ m} \quad \text{Conforme @ } 0.32 \text{ m}$

3.4.1. Longitud del refuerzo negativo



$$x = \frac{0.850 \text{ m}}{\cos \theta} = 1.152 \text{ m}$$

$$x/3 = 0.38 \text{ m} \quad \text{Longitud del gancho de refuerzo tramo I}$$

3.5 Refuerzo transversal

b (cm)	t (cm)	ρ	As temp.	\emptyset	Disposición
100.00	15.00	0.0018	2.70	\emptyset 3/8"	\emptyset 3/8" @ 0.26 m

$$A_{st} = \rho \times b \times t$$

$$A_s = 0.71 \\ db \emptyset = 0.95$$

IV. Diseño del 2do. TRAMO

4.1 Cálculo de altura promedio (h m)

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + C_p^2}}$$

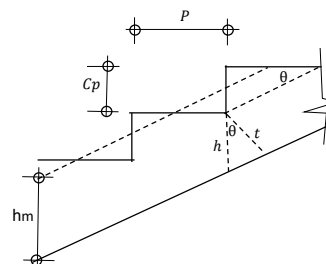
$$\cos \theta = 0.738$$

$$h = \frac{t_2}{\cos \theta}$$

$$h = 20.32 \text{ cm}$$

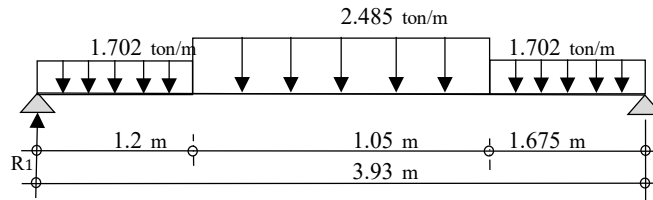
$$h_m = h + \frac{C_p}{2}$$

$$h_m = 28.32 \text{ cm}$$



4.2 Metrado de cargas para un ancho de escalera 1m

<i>Tramo II</i>	Peso propio:	0.28 x	1.00 x	4.20 x	1.40	=	1.665 ton/m
	Acabados:		1.00 x	0.10 x	1.40	=	0.140 ton/m
	Sobrecarga:		1.00 x	0.40 x	1.70	=	0.680 ton/m
						Wu1 =	2.485 ton/m
<i>Descanso II</i>	Peso propio:	0.15 x	1.00 x	4.20 x	1.40	=	0.882 ton/m
	Acabados:		1.00 x	0.10 x	1.40	=	0.140 ton/m
	Sobrecarga:		1.00 x	0.40 x	1.70	=	0.680 ton/m
						Wu2 =	1.702 ton/m



Cálculo de la reacción

$$3.93 R_1 = 1.2 \times 1.702 \times (3.925 - 1.2/2) + 1.05 \times 2.485 \times (1.675 + 1.05/2) + 1.675 \times 1.702 \times (1.675/2)$$

$$R_1 = 3.801 \text{ ton}$$

$$V_x = R_1 - W_2 \times X_o - (W_1 - W_2) (X_o - 1.200) = 0$$

$$X_o = 1.9077 \text{ m}$$

Cálculo de momento máximo

$$M_{umax} = 3.801 \times 1.908 - 1.702 \times (1.908^2 / 2) - 0.783 \times ((1.908 - 0.94)^2 / 2)$$

$$M_{umax} = 3.7879 \text{ ton-m}$$

4.3. Refuerzo positivo

$$0.9 M_{umax} = 3.409 \text{ ton-m}$$

$$\rho_{min} = 0.0018$$

$$t_2 = 15 \text{ cm}$$

$$\text{recubrim.} = 2.00 \text{ cm}$$

$$0.59 w^2 - w + \frac{M_u}{f'_c \cdot b \cdot d^2}$$

$$w_1 = 1.5673 \quad \rho = w \cdot f'_c / f_y$$

$$w_2 = 0.1276 \quad A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	ρ	As+ (cm ²)	As min	As diseñ	\emptyset	Disposición
3.409	100.00	12.37	0.00638	7.89	2.23	7.89	$\emptyset 1/2"$	$\emptyset 1/2"$ @ 0.16 m

Espaciamiento máximo 1 $3 \cdot t_2$ $S_{máx1} = 45$ cm 0.45 m

Espaciamiento máximo 2 $S_{máx2} = 45$ cm 0.45 m

Verificación de espaciamento: 0.16 m < 0.45 m **Conforme @ 0.16 m**

4.4 Refuerzo negativo

$$A_s = 0.71$$

$$db \emptyset = 0.95$$

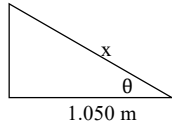
b (cm)	d(cm)	As+ / 2 (cm ²)	As min	As diseñ	\emptyset	Disposición
100.00	12.52	3.94	2.25	3.94	$\emptyset 3/8"$	$\emptyset 3/8"$ @ 0.18 m

Espaciamiento máximo 1 $3 \cdot t_1$ $S_{máx1} = 45$ cm 0.45 m

Espaciamiento máximo 2 $S_{máx2} = 45$ cm 0.45 m

Verificación de espaciamento: 0.18 m < 0.45 m **Conforme @ 0.18 m**

4.4.1. Longitud del refuerzo negativo



$$x = \frac{1.050 \text{ m}}{\cos \theta} = 1.423 \text{ m}$$

$$x/3 = 0.47 \text{ m}$$

Longitud del gancho de refuerzo tramo II

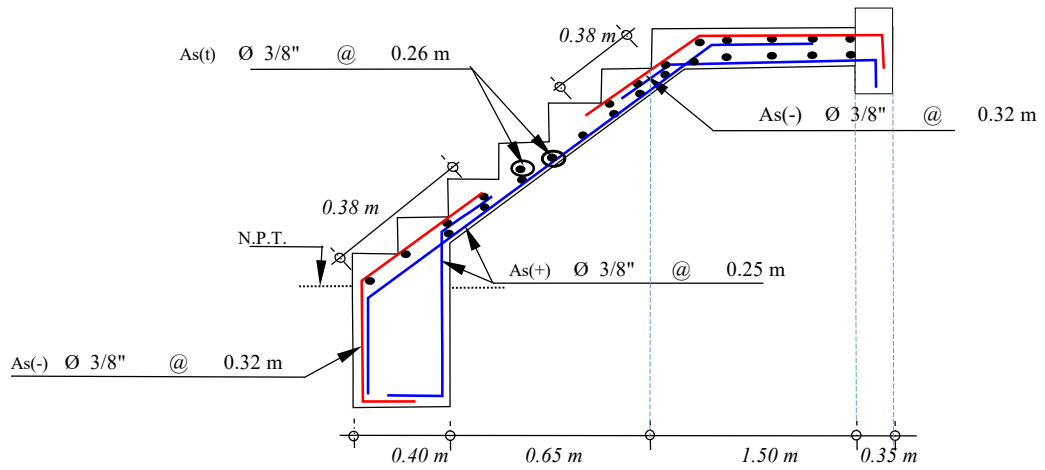
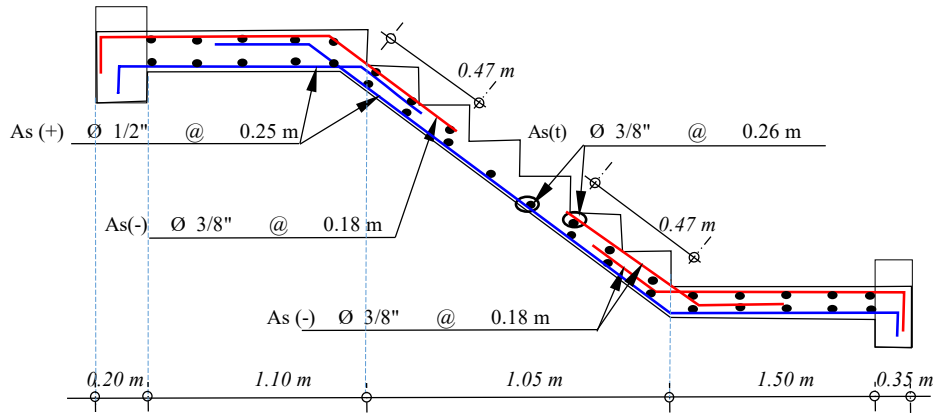
4.5 Refuerzo transversal

$$As = 0.71$$

$$db \text{ } \emptyset = 0.95$$

$$As_t = \rho * b * t$$

b (cm)	t (cm)	ρ	As temp.	\emptyset	Disposición	
100.00	15.00	0.0018	2.70	\emptyset 3/8"	\emptyset 3/8"	@ 0.26 m



DATOS DE DISEÑO

DISEÑO CON ESFERAS DE PRENOVA

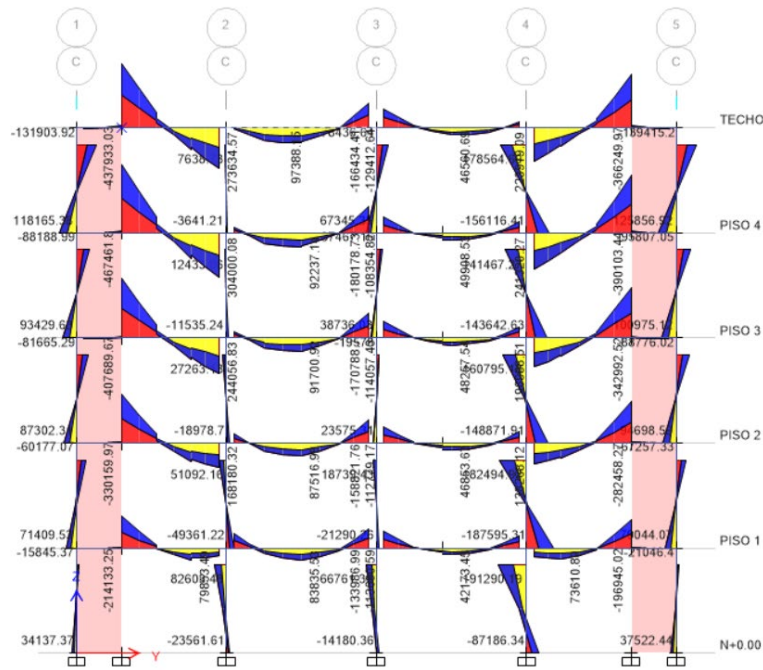


imagen 25 Diagrama de momentos

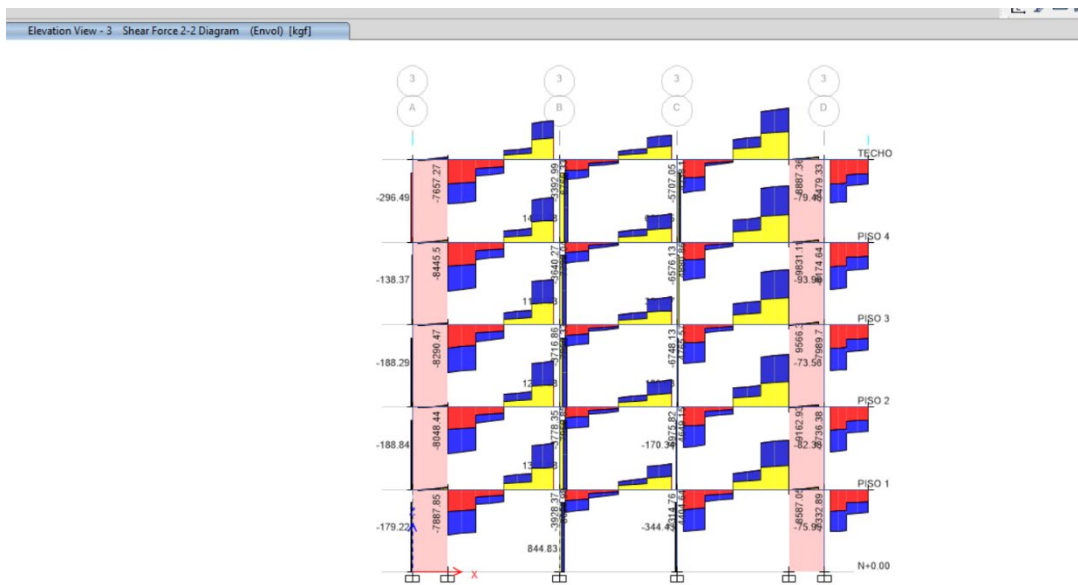


imagen 26 Diagrama de fuerzas cortantes

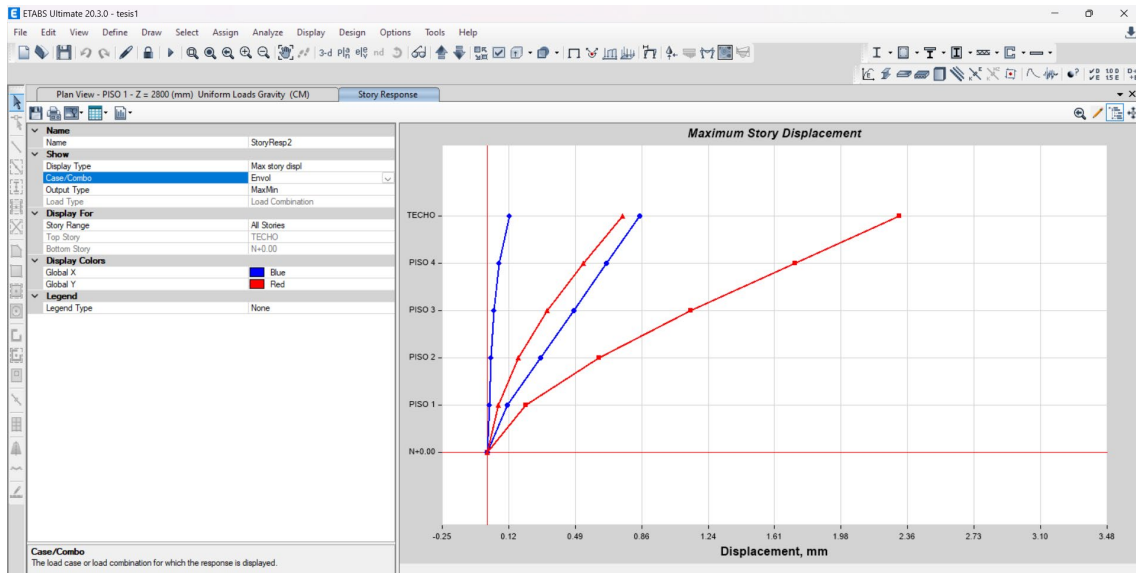


Imagen 27 Desplazamientos máximos con las esferas de prenova

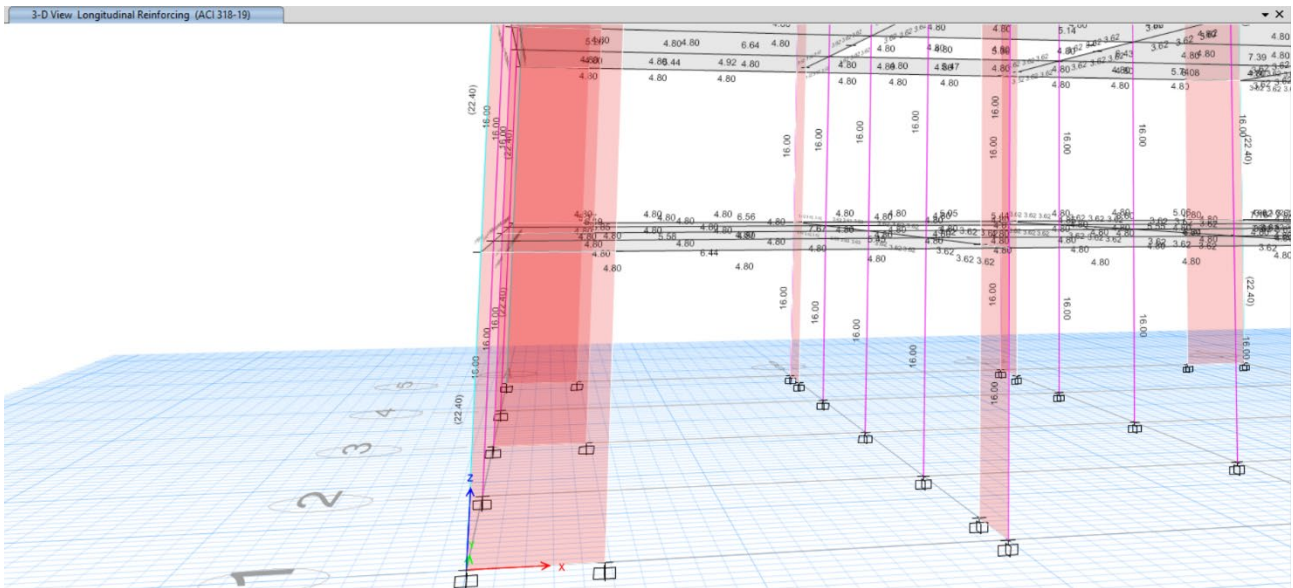


Imagen 28 Área requerida de acero en cada columna

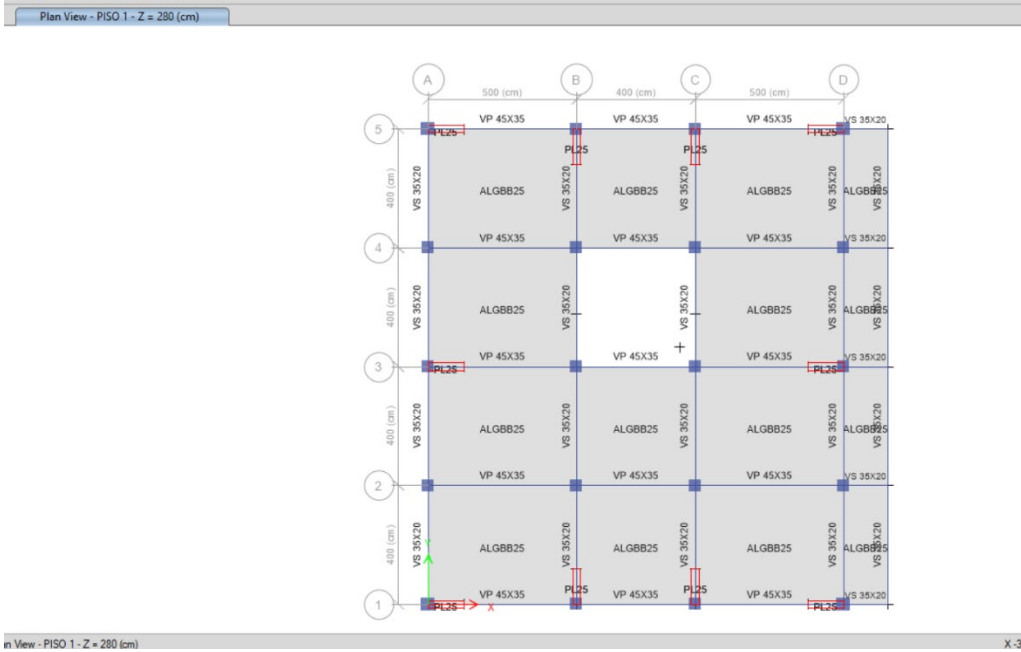


Imagen 29 Plano en planta del piso 1 con todas las dimensiones de cada elemento

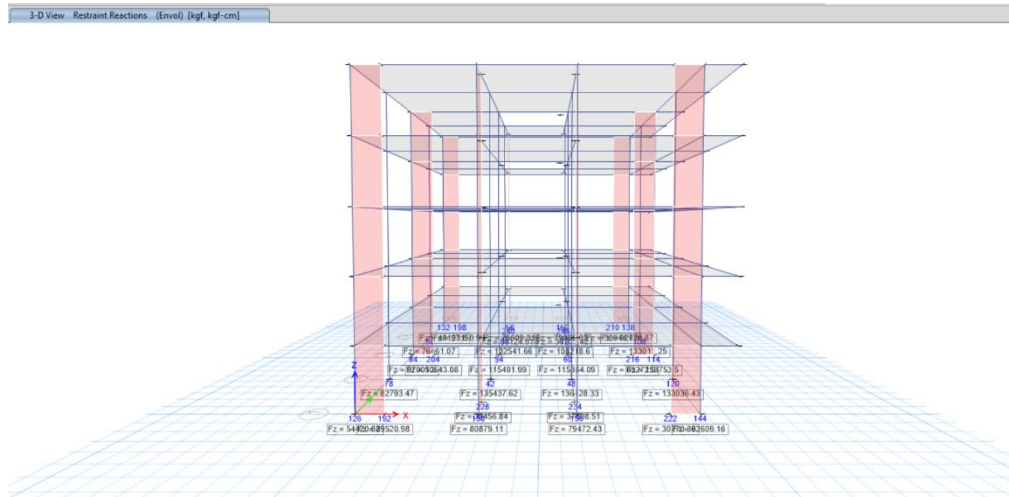


imagen 30 Cargas vivas y muertas transmitidas a las zapatas

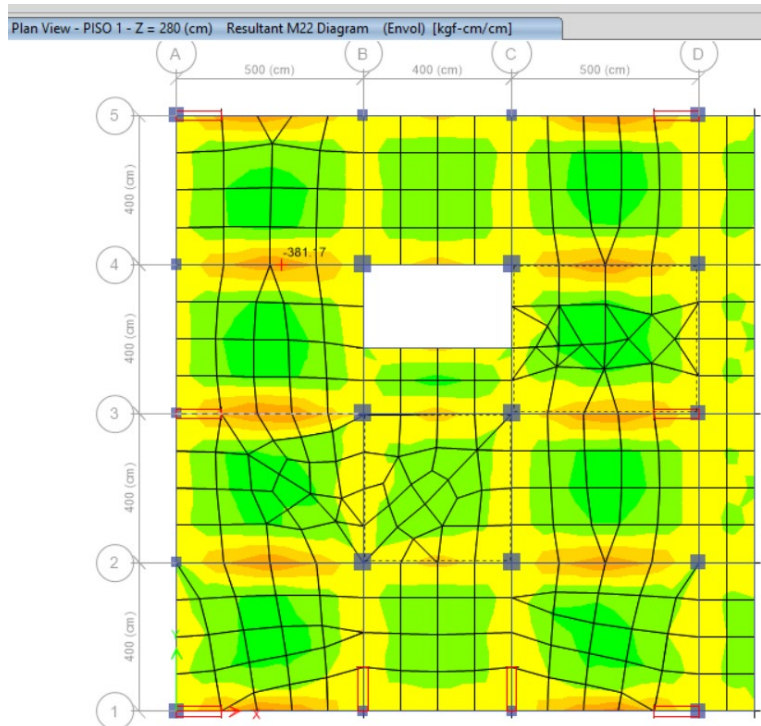


Imagen 31 Plano en planta del piso 1 con todos los momentos de la losa 381.17 kgf/cm-cm

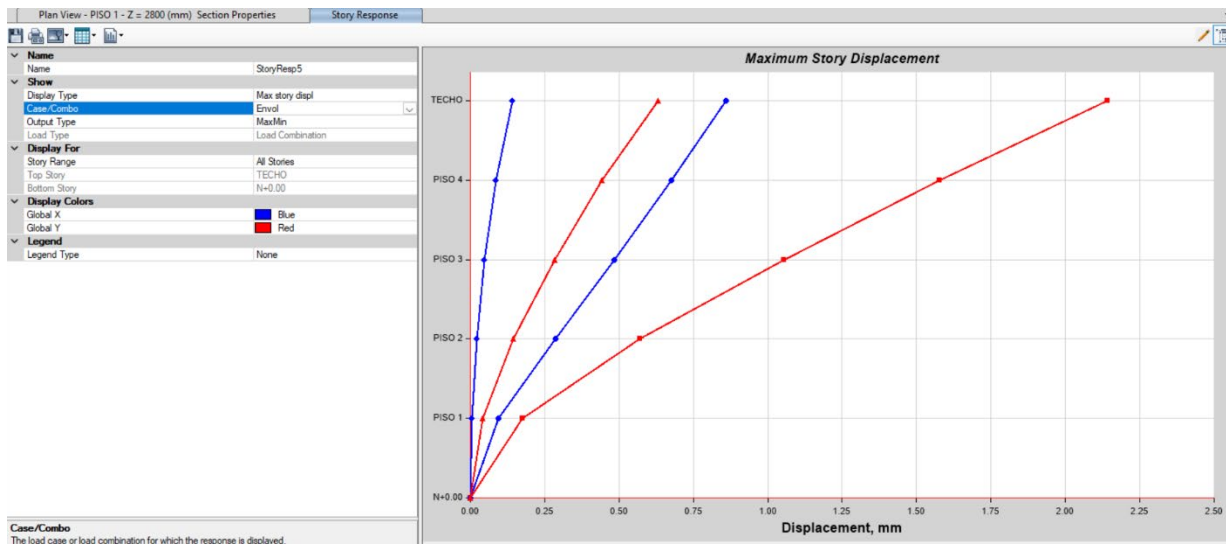


Imagen 32 Desplazamientos máximos con las losas aligeradas tradicionalmente



Imagen 33 Plano en planta del piso 1 con todas las dimensiones de cada elemento

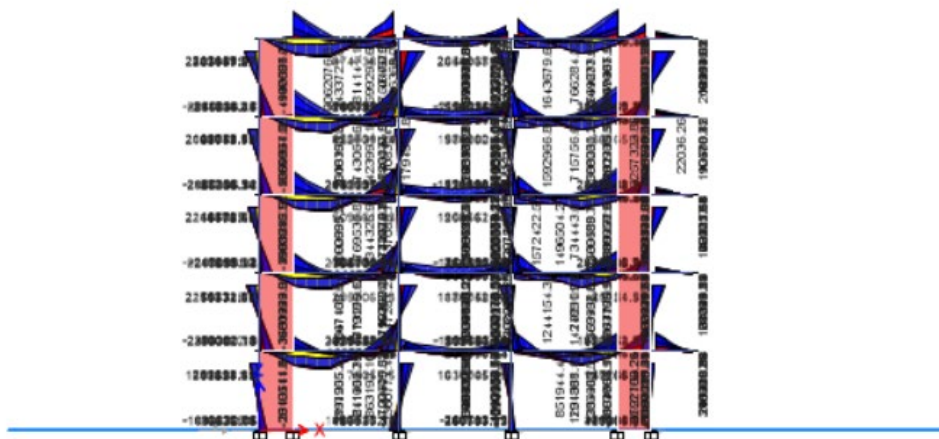


imagen 34 Diagrama de momentos

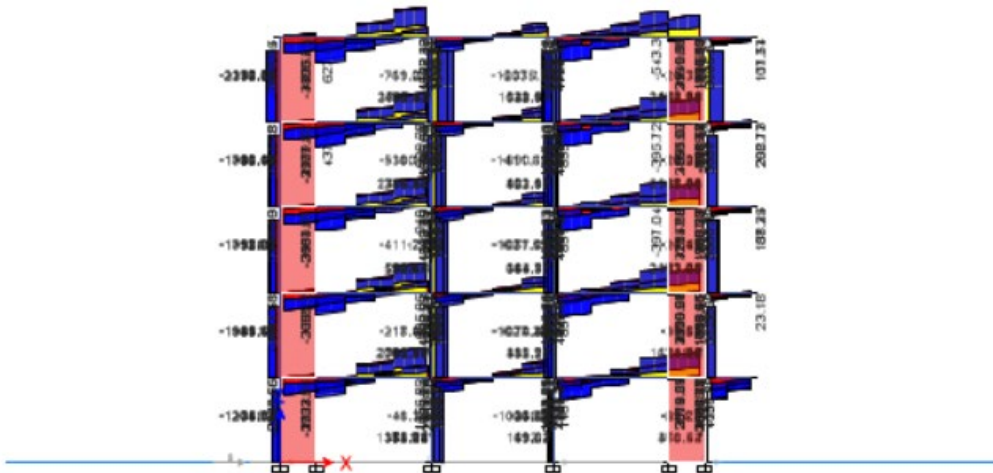


Imagen 35 Diagrama de fuerzas cortantes de la losa aligerada tradicionalmente

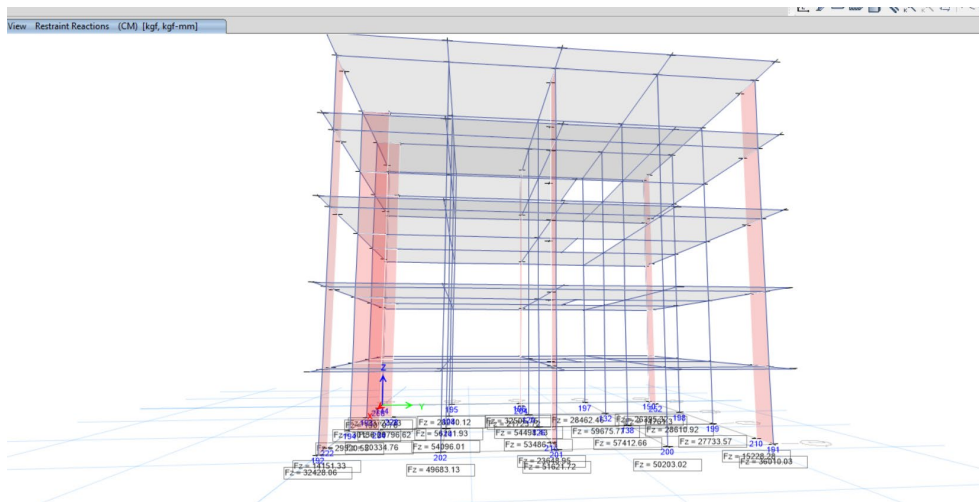


Imagen 36 Cargas vivas y muertas transmitidas a las zapatas

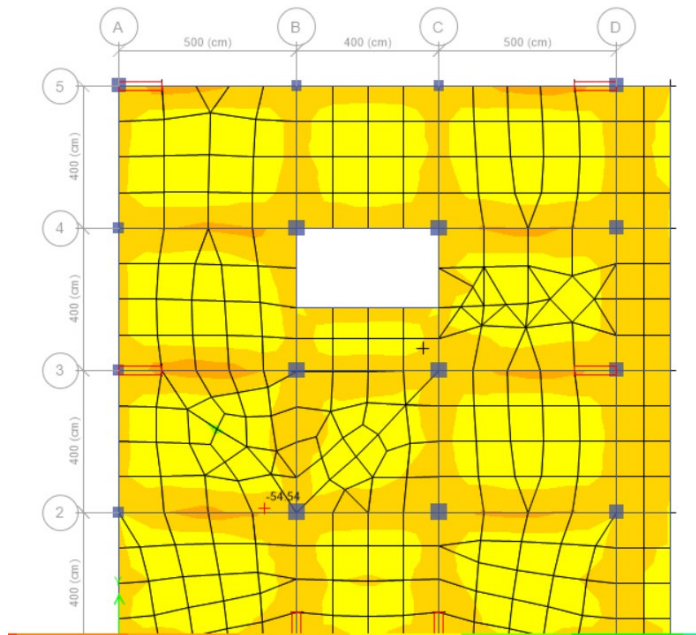


Imagen 37 momentos en la losa aligerada tradicionalmente salió 54.54 kgf-cm/cm

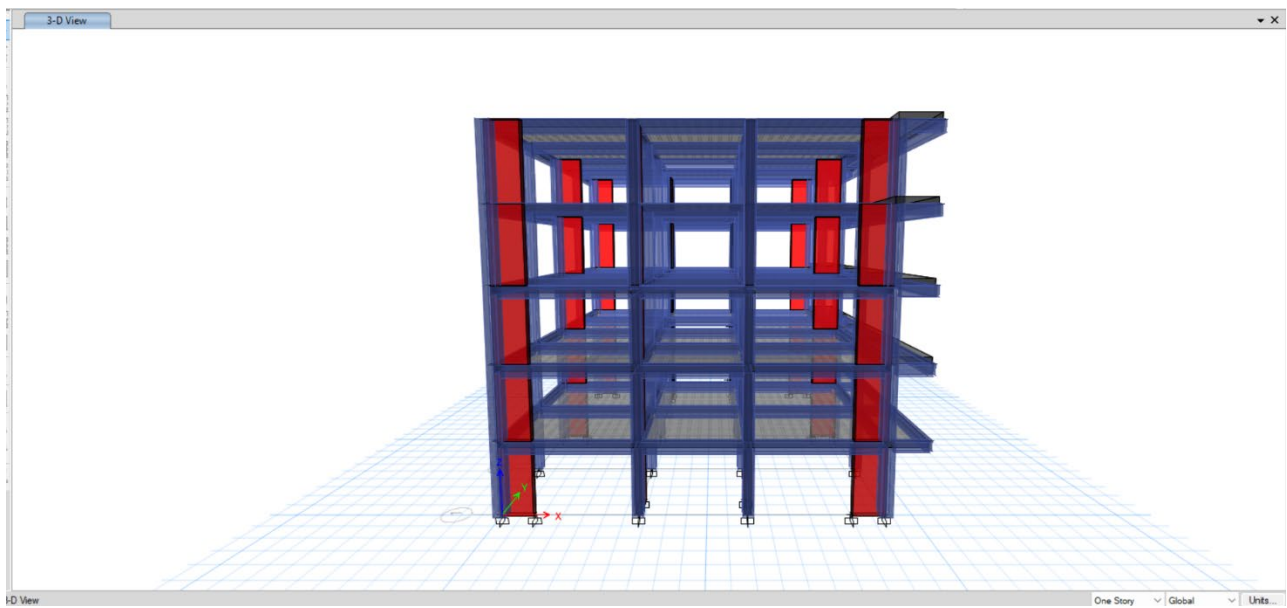


imagen 38: Plano en 3d de la edificación

PANEL FOTOGRÁFICO



imagen 39: muestras de suelo en el terreno

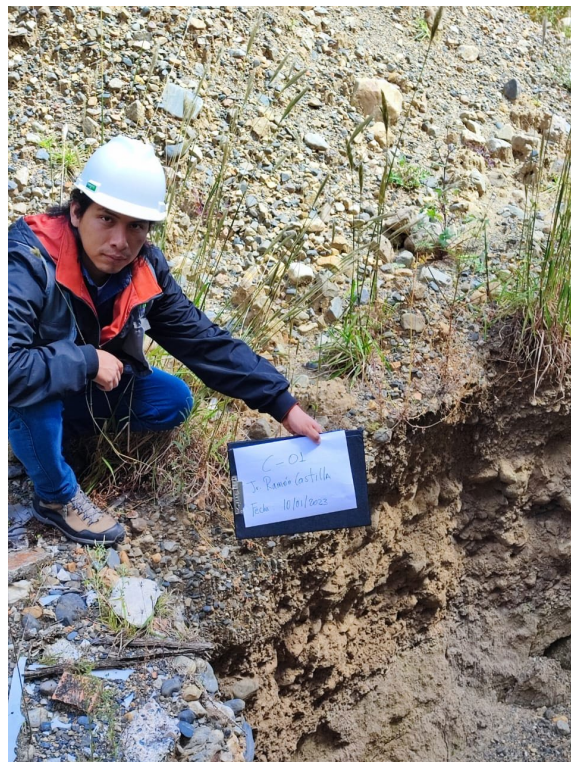


imagen 40: muestras de suelo en el terreno



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARIN CUBAS PERCY LETHELIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "PROPUESTA DE DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS EN EDIFICACIONES CON ESFERAS DE PRENOVA EN LA CIUDAD DE HUARAZ, PERU 2023", cuyos autores son LUNA MUÑOZ CHAYANNY DAMIAN, BLAS CADILLO BENJAMIN NAYRE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

HUARAZ, 14 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARIN CUBAS PERCY LETHELIER DNI: 26692689 ORCID: 0000-0001-5232-2499	Firmado electrónicamente por: PLMARINC el 16-07- 2023 18:18:31

Código documento Trilce: TRI - 0591798