

1 CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problema

1.1.1 Planteamiento

En la actualidad, en la ciudad de Tarija se está experimentando un considerable desarrollo de construcciones civiles, reflejo del crecimiento económico y demográfico que caracteriza a nuestra región y al país en su conjunto. Este crecimiento impulsa la construcción de numerosas viviendas familiares y la mayoría lamentablemente a cargo de maestros albañiles, cuya calidad en la ejecución de las obras resulta incierta debido a su dependencia exclusiva de la experiencia personal en lugar de seguir estándares técnicos establecidos.

Algunos propietarios optan por contratar maestros albañiles para el diseño y la construcción de sus viviendas debido a restricciones presupuestarias que los hacen más asequibles en comparación con contratar a un profesional en el área, como un ingeniero o arquitecto. Sin embargo, esta elección conlleva el riesgo de carecer de garantías en cuanto a la calidad, seguridad y durabilidad de la construcción.

Muchas de estas viviendas sufren impactos en su estructura debido a la mala calidad de la construcción o a la falta de un diseño estructural adecuado y a la supervisión por parte de un profesional en este campo. Estos impactos pueden afectar la funcionalidad, la comodidad, el aspecto y la durabilidad de la estructura, dejándola fuera de servicio. Las estructuras construidas sin un estudio geotécnico adecuado pueden ignorar la capacidad admisible del suelo, lo que resulta en zapatas, vigas y columnas dimensionadas de forma insuficiente, armaduras inadecuadas, recubrimientos mínimos y baja calidad del hormigón. Como resultado, pueden surgir costos económicos aún más altos para la reparación y el mantenimiento con el paso del tiempo.

1.1.2 Formulación

¿La realización de este proyecto traerá algún beneficio a los propietarios y así también a los maestros albañiles?

¿Con esta investigación se logrará la mejoría en la construcción de viviendas familiares por maestros albañiles? ¿Garantizando seguridad durabilidad y calidad?

Como respuesta al problema planteado, como se realizó el seguimiento técnico a una obra construida por un albañil como contratista, de tal manera que se tenga un criterio técnico sobre la experiencia “de los maestros contratistas” y económico de lo gastado por los propietarios relación a lo que podría ser una construcción con el cumplimiento a las normas técnicas pertinentes.

1.1.3 Sistematización

La sistematización de esta investigación se basa en el análisis detallado de una obra realizada por un maestro constructor empírico. Se ha seleccionado específicamente la construcción de una vivienda unifamiliar destinada a la señora Gabriela Castillo, propietaria del terreno, ubicada en el barrio La Catedral. El enfoque principal de esta investigación se centra en el seguimiento de los aspectos estructurales de la edificación, se presta especial atención a elementos fundamentales como las zapatas, columnas, vigas, losas y escaleras, con el objetivo de evaluar su calidad, diseño y ejecución. Este análisis detallado permitirá identificar posibles deficiencias, riesgos estructurales y áreas de mejora en la construcción, así como también evaluar la capacidad del enfoque empleado por el maestro constructor empírico. Además, se considerarán aspectos relacionados con la seguridad, durabilidad y funcionalidad de la vivienda, con el fin de proporcionar recomendaciones y lineamientos para futuras construcciones.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Realizar el seguimiento técnico de los elementos estructurales de una construcción privada, ejecutada por un contratista albañil, sin la participación de un profesional en el área en la ciudad de Tarija, obteniendo todos los datos posibles de la construcción sin intervenir durante su ejecución para un posterior análisis con la norma del hormigón armado y demostrar la calidad de la estructura.

1.2.2 Específicos.

- Realizar un estudio de suelos en el área de la construcción para determinar la capacidad portante del terreno.
- Realizar un seguimiento del proceso constructivo de los elementos estructurales (zapatas columnas, vigas, losa y escalera) ejecutados por el contratista albañil, mediante un chequeo visual y registro fotográfico.
- Elaborar un análisis técnico de los elementos estructurales ejecutados en obra por el maestro albañil en comparación las recomendaciones de normativa.
- Elaborar un análisis técnico comparativo de los elementos estructurales ejecutados en obra por el maestro albañil con los calculados (de diseño estructural de acuerdo a la norma NB 1225001 con apoyo de software de análisis CYPECAD).
- Realizar el control de calidad del hormigón estructural realizado en obra mediante ensayos de probetas y esclerometría.
- Determinar el presupuesto de la obra gruesa sin tomar en cuenta los factores, porcentajes de ley, beneficios sociales e impuestos, para un posterior análisis económicos entre ambas construcciones.
- Generar la documentación técnica (especificaciones técnicas, planos, etc.) para la correcta ejecución de la obra.

1.3 Justificaciones

1.3.1 Académica

El desarrollo de la auditoria a la estructura, colabora y contribuye a profundizar los conocimientos adquiridos en el diseño de estructuras por parte del estudiante durante su formación académica, además lo cual le ayudará a encarar problemas reales en la sociedad, despertando conocimientos destrezas y habilidades en las metodologías de diseño estructural.

1.3.2 Técnica

El presente trabajo de investigación nos brindará, un conocimiento básico sobre la calidad de construcción que realiza un contratista albañil en construcción de obras civiles, para ello se realizar un seguimiento a la obra para determinar las dimensiones estructurales, que utiliza

como diseño (zapatas, columnas, vigas, losas de H°A° y albañilería en general), para la estructura de acuerdo a un plano arquitectónico, además se verá la calidad de los materiales que emplean para la construcción(agregados, cemento, hierro, etc.), así también forma en la que trabajan y se desempeñan los maestros albañiles.

Para tener un buen conocimiento sobre esto se realizará un control normal del proyecto según la norma NB 1225001.

1.3.3 Social

El presente trabajo, al tratarse de una auditoría técnica con resultados tangibles, puede considerarse un aporte inicial para los que deseen profundizar este tipo de investigaciones y hacerlo más estadístico.

Mi propósito como estudiantes de la universidad autónoma Juan Misael Saracho, es realizar esta investigación, para poder demostrarle a mis compañeros de la carrera de Ing. Civil, la calidad estructural de la vivienda que lo construye un maestro albañil a base de su experiencia laboral.

Y así también incentivar a las personas que deseen construir sus viviendas de buena calidad en varios aspectos que requieran los servicios de un Ing. civil.

1.4 Alcance del proyecto

Se mostrará la calidad estructural de la vivienda por medio de un seguimiento técnico del proceso constructivo, de los elementos estructurales (obra gruesa) tales como: zapatas, columnas, vigas, losas y escaleras, que ejecuta el maestro albañil, así también la calidad de los hormigones y materiales empleados, además de los parámetros que nos indica la norma como: disposición y cuantías mínimas del acero, recubrimientos, anclajes empalmes y espaciamientos.

Con los datos obtenidos del seguimiento, se realizará un análisis comparativo de todos los elementos estructurales con los requisitos mínimos que nos indica la norma NB 1225001.

Se demostrará la diferencia de diseños de la construcción mediante un modelado estructural, además de una comparación de cantidades de materiales y comparación de costos, dando a conocer la conveniencia de la construcción por parte de un albañil con relación a la construcción que realizaría un profesional en el área.

Para dicho análisis se restringe lo que es obra fina, las instalaciones hidrosanitarias, instalaciones de gas e instalaciones eléctricas, netamente se avocará al estudio de los elementos de sustentación estructural.

1.5 Resultados a lograr

- El presente trabajo de investigación tiene por finalidad la puesta en práctica de los conocimientos obtenidos durante la formación como estudiante, buscando con el presente proyecto llegar al pleno dominio de la formulación de un proyecto, desde la base de un plano arquitectónico hasta llegar al diseño de los elementos estructurales de dicha vivienda, dando así el gran paso que significa ir de la teoría a la práctica.
- Demostrar que la construcción al margen de lo estructural puede repercutir en lo económico. En conjunto el diseño estructural y la dirección de obra sin el personal competente puede significar un riesgo para la construcción que luego se manifiesta en patologías que obligan a acciones remediabiles y en definitiva la suma de costos de construcción reparaciones, hacen que el propietario erogue más dinero en este camino de obviar la participación de profesionales competentes.

2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Estudio de diseño técnico según la norma NB 1225001

Todo proyecto estructural que se refiera a obras nuevas, de reforma, de refuerzo o reparación, comprenderá, como mínimo, los documentos que a continuación se mencionan, referidos al total de sus posibles etapas; diseño, ejecución y control.

- Estudios preliminares,
- memoria descriptiva,
- modelo digital de la estructura,
- planos y planillas,
- pliego de especificaciones técnicas,
- cómputos métricos y/o mediciones,

En todos los casos, los distintos documentos que en su conjunto constituyen un anteproyecto, estudio o proyecto de cualquier clase, deben estar definidos en forma tal que otro profesional, distinto del Autor, pueda interpretar o dirigir los trabajos correspondientes, sin dificultad.

2.1.1 Estudios preliminares. -

Para todo proyecto estructural se debe presentar la documentación siguiente:

1. Estudio geotécnico
2. Análisis de las construcciones linderas.

2.1.2 Memoria Descriptiva

1. Las cargas adoptadas de acuerdo a los distintos servicios que presten los ambientes, en su ejecución a la norma NB 1225002 y la NB 1225003.
2. coeficientes de seguridad según la norma presente, factores de mayoración de acciones y de reducción de resistencias.
3. hipótesis de cargas y estados de combinación de las mismas, con los factores de seguridad que se tuvieron en cuenta en cada caso.
4. Métodos de cálculo y/o programas de cálculo adoptados.
5. niveles de control previstos y ensayos que deben efectuarse.

6. calidad y propiedades de los materiales a emplear para la ejecución de las estructuras, incluyendo el tipo y/o designación de cada material adoptado.
7. propiedades y características geotécnicas adoptadas.
8. exigencias adicionales a las establecidas en esta Norma cuando se proyecte para una vida útil mayor a 50 años.

2.1.3 Planos y planillas

Estos planos, detalles y especificaciones deben incluir:

1. Resistencia especificada a la compresión del hormigón a las edades o etapas de construcción establecidas, para las cuales se diseñó cada parte de la estructura;
2. Resistencia especificada y tipo de acero de la armadura;
3. Tamaño y localización de todos los elementos estructurales, armadura y anclajes;
4. Precauciones por cambios en las dimensiones producidos por fluencia lenta, retracción y temperatura;
5. Magnitud y localización de las fuerzas de pretensado;
6. Longitud de anclaje de la armadura, localización y longitud de los empalmes por traslapo;
7. Tipo y localización de los empalmes soldados y mecánicos de la armadura;
8. Ubicación y detallado de todas las juntas de contracción o expansión especificadas para hormigón simple, en el Capítulo 14;

2.1.3.1 Planillas de fierros

Deberá constar en la planilla el dibujo de la forma de cada una de las piezas que forman las armaduras, con detalle de cantidades, diámetros (db), longitudes parciales y totales y pesos parciales y totales.

2.2 Responsabilidad técnica de la obra

Establecer responsabilidades de los profesionales a cargo del proceso técnico, en la medida de su intervención y prever, también la extinción de las mismas, en la medida que se produzcan modificaciones durante el transcurso de la obra.

2.2.1 Supervisor de obra

Es el Ingeniero Civil con registro profesional vigente, en la Sociedad de Ingenieros de Bolivia, que asume personalmente, la responsabilidad del control técnico por cuenta del Contratante para asegurarse que la ejecución de una obra civil sea realizada de acuerdo con las condiciones del contrato, las especificaciones técnicas y el diseño estructural original. Es la autoridad máxima de la misma y el responsable de la aplicación de la Norma.

El Supervisor de obra podrá ser el mismo diseñador estructural y asumirá la responsabilidad de los trabajos como una continuidad de la primera fase de trabajo de diseño estructural.

2.2.2 Control del proyecto

El control de calidad en las obras de construcción que llevan a cabo las empresas constructoras y obras particulares que ejecutan contratistas albañiles, se define como la verificación técnica de que la obra cuente con las características específicas para evitar fallas futuras y malos métodos y deficientes prácticas constructivas, además de que cualquier proyecto constructivo cumpla con la documentación gráfica respectiva y las especificaciones técnicas.

En este control se contemplan los siguientes aspectos los cuales se explicará a continuación, para que usted como propietario de futuros inmuebles de proyectos en Bolivia, o ya sea que esté interesado en invertir en una vivienda es importante que conozca el rol esencial del control de calidad dentro de las construcciones y haga parte de proyectos de construcción que cumplan a cabalidad con estos aspectos.

2.2.3 Control de la obra

La supervisión de un proyecto o en una construcción, debería ser una actividad cada vez más demandada, ya que es el método más eficaz para detectar y corregir errores que podrían dar lugar a posteriores reducciones de los niveles de seguridad, a deficiencias relacionadas con la durabilidad o la habitabilidad. Por eso el control de calidad del proyecto debe ser supervisado y fiscalizado por otra institución o persona individual profesional en el área para asegurar la objetividad de dicho proyecto.

2.2.4 Control de calidad de materiales

El control de materiales, es uno de los aspectos más importantes en la construcción de edificios y viviendas nuevas, y fundamental en la de ejecución de un proyecto de renovación urbana. Es importante tener una plena seguridad de que los materiales a emplear cumplen con todas las especificaciones a la cual está sometida la obra. Así mismo, se dispone del personal técnico y del equipamiento necesario para llevar a cabo el control de determinados elementos estructurales, mediante la realización de ensayos y pruebas que permiten garantizar un nivel de confianza respecto a las características físicas y mecánicas de los materiales previstos a usar en la obra.

2.2.5 Control de ejecución

La ejecución de una estructura de hormigón comprende una serie de procesos que deberán realizarse conforme a lo establecido en el proyecto o, en su defecto, en esta instrucción.

En particular, se prestará especial atención a la adecuación de los procedimientos y las secuencias de ejecución y la calidad de los materiales que se pondrá en obra respecto al proceso constructivo que realizará el constructor en dicho proyecto.

Para las empresas constructoras y contratistas privados, siempre es bueno contar con la disponibilidad de un equipo con experiencia en el control y supervisión de los procesos de ejecución en obras, es de vital importancia para conseguir que la obra corresponda con el proceso de ejecución. Este aspecto, se refiere principalmente al control que realiza un ingeniero para velar por todos los componentes de la obra, tanto la calificada como la no calificada para saber que cumple con las especificaciones del proyecto a realizar.

2.3 Elementos de sustentación

2.3.1 Estudio de Suelos

Un estudio de suelo es importante para el diseño estructural, sobre todo para el diseño de la cimentación. Un estudio completo brinda al proyectista la información necesaria sobre las propiedades mecánicas y físicas del material sobre el que se va fundar la estructura. Estas propiedades básicas suelen reflejar los siguientes estudios:

- Análisis granulométrico, consiste en determinar la distribución del tamaño de sus partículas de suelo mediante un tamizado por un conjunto de mallas.
- Límites de Atterberg, consiste en obtener el contenido de humedad del suelo para clasificarlo en cuatro estados básicos denominados sólidos, semisólido, plástico y líquido.
- Ensayo de penetración S.P.T, consiste fundamentalmente en hincar un tubo en el suelo de fundación, por medio de golpes proporcionados por un martillo con el propósito de obtener la resistencia o esfuerzo admisible a la penetración del suelo.
- Clasificación del suelo este se lo realiza con los dos primeros ensayos ya mencionados y con dos sistemas como es el AASHTO y el S.U.C.S.

2.3.2 Parámetros para el diseño de la estructura calculada por el especialista técnico en el área.

Todo en cuanto a los parámetros de diseño, cálculo estructural (pre dimensionamiento, resistencias de diseño, recubrimientos, coeficientes de minoración de resistencias, etc.), serán de acuerdo a la norma boliviana NB 1225001.

Además, se realizará el cálculo estructural con el software CYPECAD v.2018.

2.3.3 Propiedades mecánicas del hormigón en coordinación con las normas

- Resistencia característica del hormigón a compresión ($f'c$), es el valor de resistencia que se adopta en el proyecto para la resistencia a compresión del hormigón a 28 días, es la resistencia que se emplea en las comprobaciones de límite último de agotamiento frente a solicitaciones normales.

2.3.4 Propiedades mecánicas del acero en coordinación con las normas

- Resistencia característica del acero a tracción (f_y), análogamente al caso del hormigón, se define como el límite elástico característico de un acero. En el contexto de la Instrucción Española al igual que la boliviana, este parámetro toma los siguientes valores:

$$f_y = 5000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

2.3.5 Coeficientes de seguridad para la resistencia de cálculo del hormigón y el acero

En el caso de comprobaciones de ELU con combinaciones persistentes o transitoriales, los coeficientes de minoración pueden tomar los valores que nos menciona la Norma NB 1225001 tabla 21.2.1

2.3.6 Acciones o cargas en la estructura

Las acciones o cargas que actúan en la estructura son el conjunto de fuerzas concentradas y repartidas, así como desplazamientos impuestos o restringidos (parcial o totalmente) y que aplicadas a una estructura o elemento estructural son capaces de producir en ella estados tensionales.

2.3.6.1 Cargas de diseño

Para el diseño de los elementos estructurales de esta tesis se consideró tres tipos principales de carga que son mencionadas en la Norma son:

- Carga Muerta (D). - Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la estructura, incluyendo el peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud pequeña en el tiempo.
- Carga Viva (L). - Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación.
- Carga de viento (W). - Las cargas de viento de diseño para edificios y otras estructuras, incluyendo tanto su sistema principal resistente a la fuerza del viento como sus elementos componentes.

2.3.6.1.1 Combinación de cargas

En el cálculo de una estructura se considerarán los casos de cargas combinadas de acuerdo a lo prescrito en las normas de estructuras de hormigón estructural, metálicas, madera, etc.

Tipo de ocupación combinaciones mayoradas.

Estructura vacía: $U = 1,4 (D + F)$.

Estructura con sobrecargas: $U = 1,2 (D + F + T) + 1,6 (L + H) + 0,5 (Lr \text{ ó } S \text{ ó } R)$.

Estructura de cubierta: $U = 1,2 D + 1,6 (Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) + (1,0 L \text{ ó } 0,5 W)$.

donde:

U = Resistencia requerida para resistir las cargas mayoradas.

D = Cargas muertas.

Di = Peso del hielo.

F = Cargas debidas al peso y presión de fluidos con densidades bien definidas y alturas máximas controlables.

Fa = Cargas de inundación.

T = Efectos acumulados de variación de temperatura, fluencia lenta, retracción, asentamiento diferencial, y retracción del hormigón de retracción compensada.

L = Cargas vivas.

Lr = Cargas vivas de cubierta.

H = Cargas debidas al peso y empuje del suelo, del agua en el suelo, u otros materiales.

S = Cargas por nieve.

R = Cargas por lluvia.

W = Carga por viento.

E = Efectos de carga producidos por el sismo

2.3.7 Losas

Las losas de piso son los principales elementos horizontales. Ellas son las que transmiten las cargas vivas en movimiento, así como las cargas muertas estacionarias, a los apoyos verticales de una estructura. Pueden ser losas sobre vigas, losas compuestas sobre viguetas,

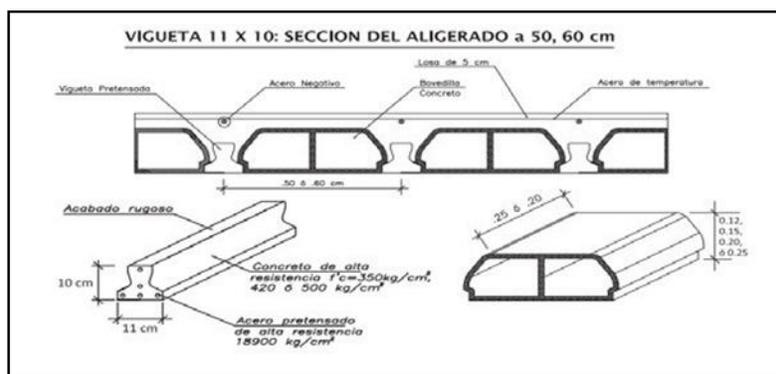
o losas sin vigas apoyadas directamente sobre las columnas. Se pueden dimensionar como actuantes en una dirección o en dos direcciones perpendiculares.

2.3.7.1 Losas aligeradas

La losa aligerada o losa nervada es una combinación monolítica de nervaduras, viguetas, o “costillas” uniformemente separadas, y una losa superior que actúa en una o dos direcciones ortogonales. Los elementos de relleno pueden ser de tipo permanente (como los ladrillos de arcilla o bloques de poliestireno) o removibles entre las nervaduras.

Figura 1.

Detalle de armado losa aligerada con viguetas pretensadas.



Fuente: ficha técnica concretec

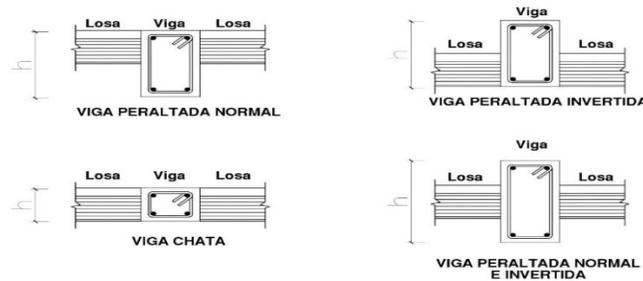
2.3.8 Vigas:

Las vigas tienen la función de transmitir la carga que soporta la losa, hacia las columnas, muros o placas; en conjunto con las columnas forman los pórticos.

Las vigas pueden ser peraltadas o chatas, eso depende de su altura, las vigas peraltadas son aquellas que tienen mayor espesor que la losa, pueden ser invertidas, quiere decir que sobresalen hacia la parte superior de la losa.

Figura 2.

Tipo de vigas



Fuente: Diseño de concreto reforzado Mc Cormac

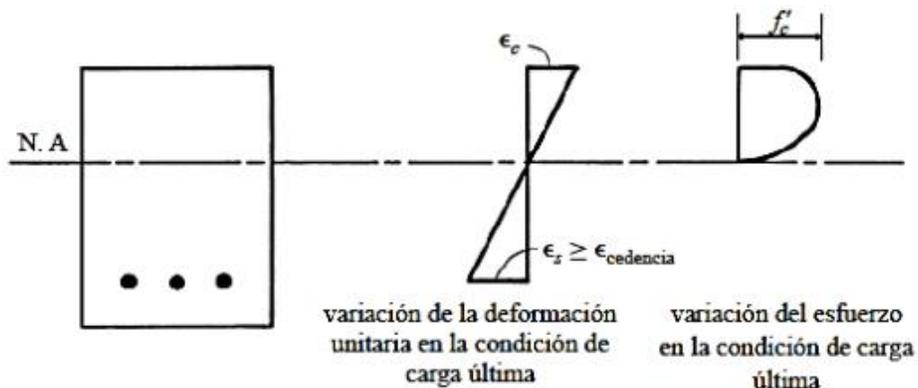
Principios de cálculo

Las pruebas de vigas de concreto reforzado conforman que las deformaciones unitarias varían en proporción a las distancias del eje neutro, aun en los lados de tensión y aun en la cercanía de cargas últimas.

Los esfuerzos de compresión varían aproximadamente en forma lineal hasta que el esfuerzo máximo es igual a aproximadamente $0.50 f'_c$. Sin embargo, éste no es el caso cuando los esfuerzos son mayores. Cuando se alcanza la carga última, las variaciones de las deformaciones unitarias y de los esfuerzos son aproximadamente como se muestra en la figura.

Figura 3.

Flexión en vigas.



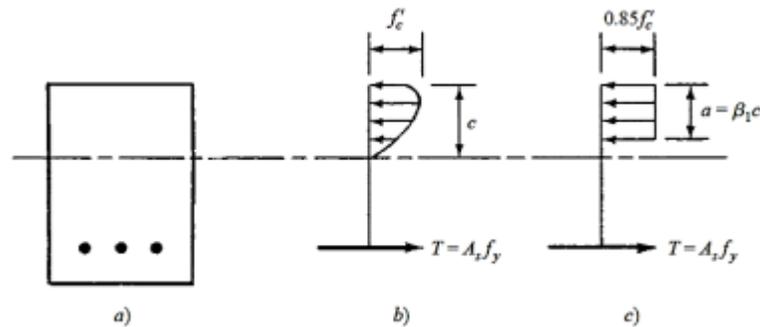
Fuente: Diseño de concreto reforzado Mc Cormac

Los esfuerzos de compresión varían desde cero en el eje neutro hasta un valor máximo en la fibra extrema o cerca de ella. La variación real del esfuerzo y la posición real del eje neutro varían de viga en viga dependiendo de variables tales como la magnitud y el historial de las cargas pasadas, de la contracción y el revenimiento del concreto, del tamaño y la separación de las grietas de tensión, de la rapidez de carga, etcétera. Si la forma del diagrama de esfuerzos fuera la misma para todas las vigas, no sería difícil deducir un solo conjunto de fórmulas para el comportamiento a flexión. Sin embargo, debido a estas variaciones de los esfuerzos, es necesario sustentar el diseño de resistencia en una combinación de teoría y resultados experimentales.

Aunque la distribución real de esfuerzos dada en la figura 2.7.b puede parecer importante, en la práctica cualquier forma supuesta (rectangular, parabólica, trapezoidal, etc.) se puede usar si las ecuaciones resultantes se comparan favorablemente con los resultados experimentales. Los perfiles más comunes 25 propuestos son el rectángulo, la parábola y el trapecio, con el perfil rectangular usado en este texto como se muestra en la figura 2.7.c siendo el más común. Si se supone que el concreto se aplasta bajo una deformación unitaria de aproximadamente 0.003 (valor un tanto conservador para la mayoría de los concretos) y que el acero cede bajo f_y , es posible obtener fórmulas de flexión para vigas, sin conocer la distribución exacta de los esfuerzos. Sin embargo, es necesario conocer el valor de la compresión total y su centroide. Whitney¹ reemplazó el bloque curvo de esfuerzos por un bloque rectangular equivalente de intensidad $0.85 f'_c$ y altura $a = \beta_1 c$, como se muestra en la figura 2.7.c). El área de este bloque rectangular debe ser igual a la del bloque curvo de esfuerzos y los centroides de los dos bloques deben coincidir. Existen suficientes resultados de pruebas en vigas de concreto como para poder obtener la altura del bloque.

Figura 4.

Alguna forma posible de distribución de esfuerzos.



Fuente: Diseño de concreto reforzado Mc Cormac

esfuerzo rectangular equivalente. Por medio de los valores b_1 dados en el código (10.2.7.3) se puede obtener este resultado. Para f'_c entre 18 MPa y 30 MPa, el factor β_1 se debe tomar como 0,85. Para resistencias superiores a 30 MPa, β_1 se debe disminuir en forma lineal a razón de 0,008 por cada MPa de aumento sobre 30MPa, sin embargo, β_1 no debe ser menor de 0,65.

$$\begin{aligned} \text{para } f'_c \leq 30 \text{ MPa:} & \quad \beta_1 = 0,85 \\ \text{para } f'_c > 30 \text{ MPa:} & \quad \left\{ \begin{aligned} \beta_1 &= 0,85 - 0,05 \frac{(f'_c - 30 \text{ MPa})}{7} \\ \beta_1 &\geq 0,65 \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

Con base en estas hipótesis relativas al bloque de esfuerzos, se pueden escribir fácilmente las ecuaciones de estática para la suma de las fuerzas horizontales y para el momento resistente producido por el par interno. De estas ecuaciones pueden despejarse separadamente los valores de a y del momento M_n . Aquí debemos hacer una aclaración referente al término M_n , porque de otra manera puede ser confuso. M_n se define como el momento resistente teórico o nominal de una sección. La resistencia útil de un miembro es igual a su resistencia teórica multiplicada por el factor de reducción de resistencia, o sea, ϕM_n . La resistencia utilizable

por flexión de un miembro, ϕM_n , al menos debe ser igual al momento factorizado calculado, M_u , causado por las cargas factorizadas.

$$M_u \leq \phi M_n$$

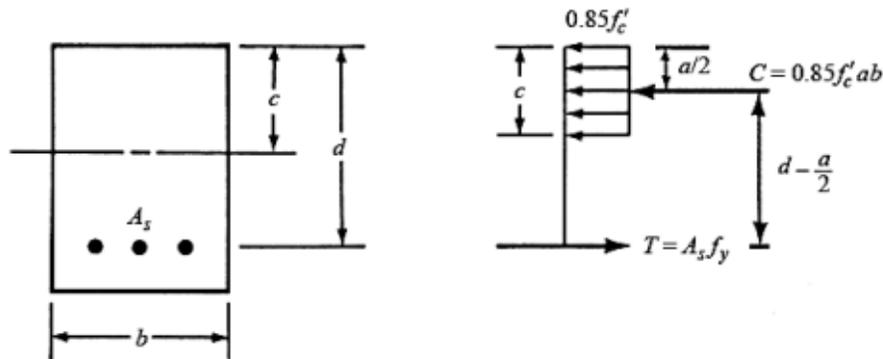
Para la deducción de las expresiones de la viga, véase la figura 2.8. Igualando las fuerzas horizontales C y T y despejando a, se obtiene,

Figura 5.

Bloque de esfuerzo.

$$0.85f'_c ab = A_s f_y$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85f'_c b} = \frac{\rho f_y d}{0.85f'_c}, \quad \text{donde } \rho = \frac{A_s}{bd} = \text{porcentaje de acero de tensión}$$



Fuente: Diseño de concreto reforzado Mc Cormac

Como el acero de refuerzo está limitado a una cantidad tal que lo haga ceder antes de que el concreto alcance su resistencia última, el valor del momento nominal M_n puede escribirse como:

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

Y la resistencia útil a flexión es:

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

2.3.9 Columnas:

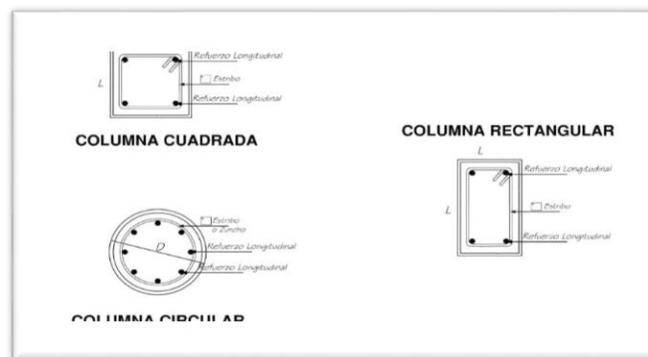
Son elementos verticales, las cuales soportaran las cargas por gravedad de la estructura que reciben a través de las vigas y losas; y las transferirá hacia la cimentación.

Las columnas pueden tener distintas secciones, como circulares, cuadradas y rectangulares; estas son las más usadas en el rubro de la construcción, por ser más sencillo el armado de su encofrado, en comparación a otras secciones.

Para definir y ubicar las columnas, se debe tener en cuenta la arquitectura ya que estas deben ser continuas desde el nivel superior hasta su cimentación, para poder transferir las cargas de manera adecuada.

Figura 6.

Tipos de columnas.



Fuente: Elaboración propia.

Las columnas de concreto pueden clasificarse en las tres siguientes categorías: Pedestales o bloques cortos a compresión. Si la altura de un miembro vertical a compresión es menor que tres veces su dimensión lateral más pequeña, puede considerarse como un pedestal. La norma NB1225001 (2.2 y 10.14) establece que un pedestal puede diseñarse con concreto simple o sin refuerzo, con un esfuerzo máximo de diseño a compresión igual a $0.85f'c$, donde f es 0.65. Si la carga total aplicada al miembro es mayor que $0.85 f'c A_g$ será necesario ya sea incrementar el área de la sección transversal del pedestal o bien diseñarlo como una columna de concreto reforzado. Columnas cortas de concreto reforzado. Si una columna de concreto reforzado, falla debido a la falla inicial del material, se clasifica como columna corta. La

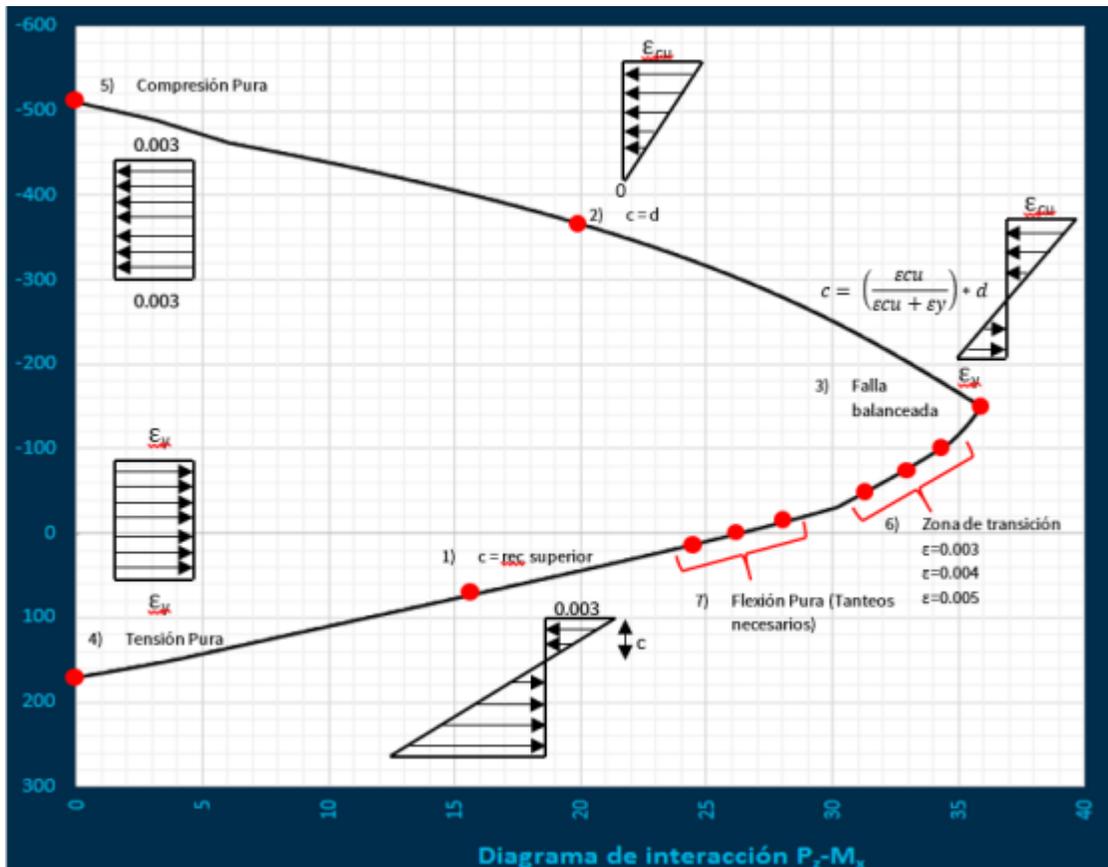
carga que puede soportar está regida por las dimensiones de su sección transversal y por la resistencia de los materiales de que está construida. Consideramos que una columna corta es un miembro más bien robusto con poca flexibilidad. Columnas largas o esbeltas de concreto reforzado. A medida que las columnas se hacen más esbeltas, las deformaciones por flexión también aumentarán, así como los momentos secundarios resultantes. Si estos momentos son de tal magnitud que reducen significativamente la capacidad de carga axial de la columna, ésta se denomina larga o esbelta. En la práctica no existen las columnas cargadas en forma axial perfecta, pero un análisis de tales miembros proporciona un punto de partida excelente para explicar la teoría del diseño de columnas reales con cargas excéntricas. Varias ideas básicas 28 pueden explicarse para las columnas con carga axial pura y las resistencias obtenidas señalan límites teóricos superiores que pueden verificarse claramente con pruebas reales. Por estas razones, sólo consideraremos aquí la resistencia última de las columnas. En la falla, la última resistencia teórica o resistencia nominal de una columna corta cargada axialmente puede determinarse con bastante precisión mediante la expresión siguiente, en la que A_g es el área total del concreto y A_{st} es el área total de la sección transversal del refuerzo longitudinal, incluyendo varillas y perfiles de acero:

$$P_n = 0.85f'_c(A_g - A_{st} + f_y A_{st})$$

El diagrama de interacción se elabora mediante el cálculo de miles de puntos, éstos se obtienen variando el eje neutro en la sección, entre más pequeña la variación se tendrán más puntos por lo cual será un diagrama más preciso. Se tomarán en cuenta las suposiciones de diseños descritas en el ACI-318. Aplicando estas suposiciones se debe de cumplir con la condición de equilibrio en cada uno de los puntos.

Figura 7.

Diagrama e interacción de columnas



Fuente: Elaboración propia

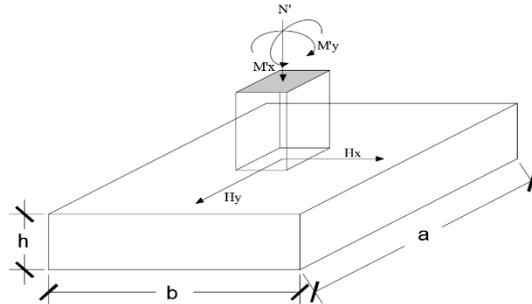
2.3.10 Zapatas aisladas

Se emplean cuando el terreno tiene una resistencia media o alta en relación con las cargas que le transmite la estructura.

En zapatas de espesor constante el canto h no debe ser menor de 30 cm., y en las de espesor variable el canto (h_o) en el borde debe ser $h_o \geq h/3$ y no menor de 25 cm. El ángulo de inclinación suele tomarse $\beta \leq 30^\circ$, que corresponde, aproximadamente, al ángulo de talud natural del hormigón fresco.

Figura 8.

Zapata aislada rectangular.



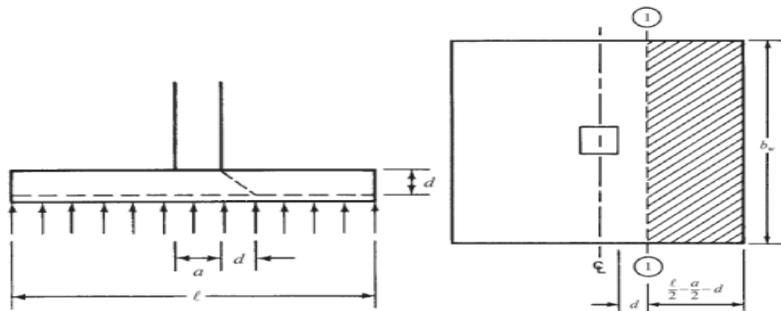
Fuente: Elaboración propia - AutoCAD

Fuerzas cortantes Deben considerarse dos condiciones debidas al esfuerzo cortante en las zapatas para columnas, independientemente de su forma. La primera es debida al cortante en un sentido o cortante de viga, el cual es el mismo que se considera para las zapatas de muros en la sección anterior. En el siguiente análisis, nos referiremos a la zapata de la figura 2.10. La fuerza cortante total (V_{u1}) que se toma a lo largo de la sección 1-1, es igual a la presión neta del suelo que multiplicada por el área sombreada hacia afuera de la misma sección. En la expresión que sigue, b_w es el ancho total de la zapata. El valor máximo de V_{u1} , si no se usan estribos, es igual a ϕV_c , y el espesor máximo requerido es como sigue:

Figura 9.

Cortante en un sentido o cortante de viga.

$$d = \frac{V_{u1}}{\phi 2 \sqrt{f'_c} b_w}$$



Fuente: Diseño de concreto reforzado Mc Cormac

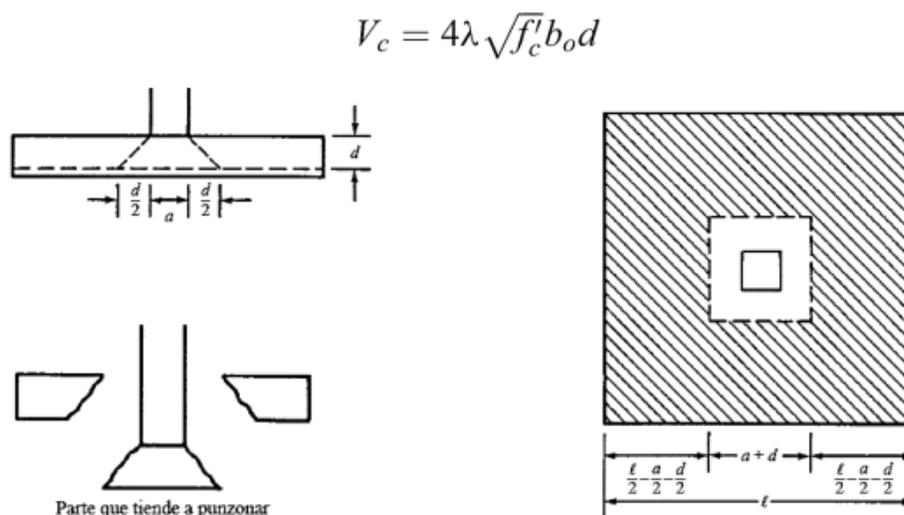
La segunda condición de esfuerzo al corte es la del cortante en dos sentidos o por penetración, véase la figura 2.11. La carga de compresión de la columna tiende a extenderse en la zapata, oponiéndose a la tensión diagonal en esa zona, con el resultado de que una columna cuadrada tiende a perforar una porción de losa, que tiene la forma de una pirámide truncada. La norma NB 1225001 (11.11.1.2) establece que la sección crítica para el cortante en dos sentidos se localiza a una distancia $d/2$ de la cara de la columna.

La fuerza cortante V_u consiste en toda la presión neta hacia arriba que sobre el área sombreada mostrada, es decir, sobre el área fuera de la porción que tiende a ser penetrada. En las expresiones que siguen, b_o es el perímetro alrededor del área penetrada, igual a $4(a + d)$ en la figura 2.11. La resistencia nominal al cortante en dos sentidos V_c del concreto, se especifica como el menor de los valores obtenidos al sustituir en las ecuaciones aplicables que siguen.

La primera expresión es la resistencia al cortante usual por penetración.

Figura 10.

Cortante en dos sentidos.



Fuente: Diseño de concreto reforzado Mc Cormac.

El esfuerzo cortante en una zapata aumenta conforme decrece la proporción b_o/d . Para tomar esto en cuenta la norma desarrolló la ecuación 11-34. La ecuación incluye un término as que

se usa para tomar en cuenta las variaciones en la proporción. Al aplicar la ecuación, as se toma igual a 40 para columnas interiores (donde el perímetro es de cuatro lados), igual a 30 para columnas de borde (donde el perímetro es de tres lados), e igual a 20 para columnas de esquina (donde el perímetro es de dos lados).

$$V_c = \left(\frac{a_s d}{b_o} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'_c b_o d}$$

Presiones Bruta y Neta

La presión bruta (total) del suelo es la presión causada por la carga total aplicada sobre la zapata, incluyendo las cargas muertas (estructura, zapata y sobrecarga) y las cargas vivas.

La presión total sobre el suelo es:

$$q_t = (D - h_c) \gamma_s + h_c \gamma_c + \frac{P}{A}$$

La presión total no debe exceder la capacidad resistente admisible q_{adm} para evitar la falla de la zapata. La presión neta sobre el suelo se toma como la presión que causará fuerzas internas en la zapata

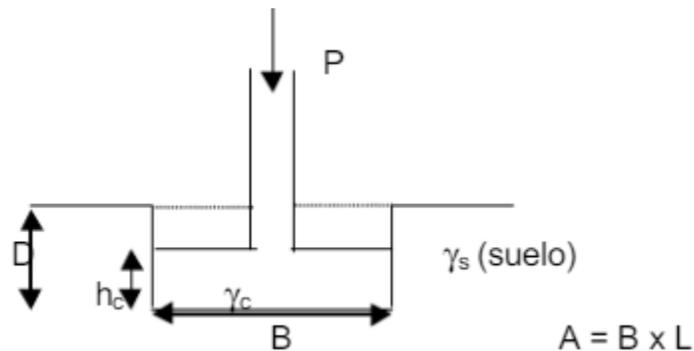
La presión neta es:

$$\sigma_{max} = \frac{P}{B * L} \left(1 + \frac{6 * e}{L} \right)$$

$$\sigma_{min} = \frac{P}{B * L} \left(1 - \frac{6 * e}{L} \right)$$

Figura 11.

Presión total aplicada a una zapata.



Fuente: Elaboración propia- Autocad

2.4 Revisión técnica y/o seguimiento al control de obras durante su ejecución.

La auditoría de una obra de vivienda es un proceso de evaluación y verificación que se realiza para garantizar la calidad, seguridad, cumplimiento normativo y adecuación de una construcción residencial. Este proceso implica la inspección detallada de todos los aspectos relacionados con la obra, desde la planificación inicial hasta la finalización de la construcción.

Durante la auditoría, se examinan minuciosamente elementos como la calidad de los materiales utilizados, la precisión de la mano de obra, la integridad de la estructura, la instalación y funcionamiento de sistemas y servicios, así como también la documentación y permisos asociados al proyecto.

2.4.1 Procedimientos de la auditoria

La aplicación de pruebas y la obtención de evidencia suficiente y competente deben seguir una secuencia lógica, que en términos generales es la siguiente:

- Recopilación y registro de datos.
- Análisis de datos.

2.4.1.1 Recopilación y registro de datos

Para la recopilación de datos, el auditor puede valerse del estudio documental, la observación directa o entrevista, entre otros medios.

Dado el volumen de las operaciones que se llevan a cabo en las obras, el auditor se ve obligado a emplear el muestreo en sus revisiones; para ello, recurre a pruebas selectivas.

Al igual que el muestreo, la prueba selectiva tiene por objeto obtener información acerca del conjunto o universo, mediante el examen de una o varias partes de éste.

Una vez recopilada la información, se debe registrar ésta, para asentar por escrito los hechos en el momento en que se detectan.

En esta etapa, el auditor puede auxiliarse de gráficas, tablas, fotografías, descripciones, organigramas, diagramas y árboles de decisiones, entre otros recursos gráficos. Este registro se efectuará en los papeles de trabajo.

2.4.1.2 Análisis de Datos

Cuando se termina la recopilación y registro de datos, se procede al análisis de éstos.

Para el análisis de datos, es muy eficaz la actividad interrogativa, es decir, la sucesión de preguntas para comprender los hechos, por ejemplo: qué, cómo, cuándo, dónde, por qué, para qué, cuánto.

El análisis debe satisfacer principalmente los siguientes requisitos:

- a.- Conocer el hecho al que se aplica.
- b.- Describir el hecho analizado.
- c- Examinar críticamente su objeto.
- d.- Establecer comparaciones.
- e.- Identificar y explicar las deficiencias, sus causas y sus efectos.

2.4.1.3 Atributos de los hallazgos de auditoría técnica.

- criterio
- condición
- efecto
- recomendación

2.4.1.3.1 Criterio

El criterio es el estándar (o norma) con que el auditor mide o compara las cifras, las actividades o el desempeño del ente auditado. El criterio se puede establecer con base en las leyes y reglamentos. Lo que es (representado por la observación o resultado).

2.4.1.3.2 Condición

La condición es la determinación objetiva de un hallazgo, como consecuencia de la aplicación de procedimientos de auditoría; se identifica en la práctica de la revisión y responde a objetivos específicos de ésta, en sentido positivo o negativo, según los estándares establecidos en el criterio.

2.4.1.3.3 efecto

Una vez identificada la diferencia entre lo que es (condición) y lo que debería ser (criterio), el auditor determinará el impacto que esa discrepancia tiene en el programa o función auditados. En el análisis del efecto, se detallarán los siguientes puntos:

- a) La diferencia significativa, en términos cuantitativos y cualitativos.
- b) El método utilizado para efectuar el cálculo cuantitativo del impacto.
- c) El impacto problemático (administrativo, operativo, económico, etc.) de cualquier situación adversa.

2.4.1.3.4 Recomendación

La recomendación es una declaración que se formula respecto a las actividades indispensables para prevenir y corregir el problema que se haya identificado (deficiencia,

error, inobservancia de normas, etc.) mediante la auditoria (resultado); debe enfocarse a la causa y ser específica, viable y procedente en términos de costo beneficio.

2.4.2 Especificaciones técnicas

Son las especificaciones que definen la calidad de la obra que se desea ejecutar, en términos de calidad y cantidad de los trabajos en general.

En el caso de la realización de estudio o construcción de obras, éstas forman parte integral del proyecto y complementan lo indicado en los planos, ya que sirven para definir la calidad del producto, la cual no se puede apreciar de manera visual en los planos, de modo que, se debe redactar una descripción de lo que se necesita producir y que vaya acompañado con los requerimientos evitando así interpretaciones equivocadas.

Su objetivo radica en que en determinado momento ayuda a aclarar un proceso de diseño y/o constructivo.

2.4.3 Cómputos métricos

Los cómputos métricos son un estudio minucioso de medición de longitudes, áreas y volúmenes de todos los elementos de una obra. Requieren el manejo de fórmulas geométricas para determinar qué cantidad de materiales y qué cantidad de mano de obra son necesarios para realizar la obra.

El cómputo métrico requiere del conocimiento de procedimientos constructivos y de un trabajo ordenado y sistemático.

Actualmente existen softwares como el Revit, el cual tiene una gran capacidad para realizar cómputos métricos con muy buena precisión, los cuales facilitan y optimizan los resultados de los metrados.

En el caso de aplicar el software Revit para los metrados, se debe tener en cuenta que el modelado de la estructura esté representado en su totalidad y así evitar errores en omisiones de elementos y perder la exactitud a la que se puede llegar aplicando este programa.

2.4.4 Precios unitarios

Precio unitario es el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse por unidad de concepto terminado y ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad, la integración de este requiere del conocimiento técnico de la obra y del marco normativo vigente.

Esto ayuda para obtener un soporte práctico y podrá evaluar el rendimiento de la fuerza de trabajo y del equipo que intervienen en cada concepto, así como el costo de los insumos de acuerdo a cada región económica.

El precio unitario se integra con los costos directos correspondientes al concepto de trabajo (mano de obra, materiales, maquinaria o equipo de construcción), los costos indirectos (administración de oficinas centrales y oficinas de campo), el costo por financiamiento, el cargo por la utilidad del contratista y los cargos adicionales (impuestos). La enumeración de los costos y cargos mencionados para el análisis, cálculo e integración de estos, tiene por objeto cubrir en la forma más amplia posible los recursos necesarios para realizar cada concepto de trabajo.

2.4.5 Presupuesto general de la obra

Se basa en la previsión del total de los costos involucrados en la obra de construcción incrementados con el margen de beneficio que se tenga previsto.

Las mediciones y el presupuesto de obra tienen como finalidad dar una idea aproximada y lo más real posible del importe de la ejecución del proyecto.

Esta herramienta indica la organización del proyecto, en la realización de una serie de pasos para la culminación de actividades. Son la base principal de ejecución de una producción organizada. Las mediciones y el presupuesto de obra tienen como finalidad dar una idea aproximada y lo más real posible del importe de la ejecución del proyecto.

3 CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de estudio

Este tipo de estudio es de carácter mixto documental de campo, cuantitativa y descriptiva.

Es estudio de campo, puesto que visualizamos el fenómeno a estudiar en el lugar donde se desarrollan los actos, por tanto, también necesitamos incluir el pensamiento de las personas involucradas en este proyecto durante la toma de decisiones.

El enfoque cuantitativo presenta un conjunto de procesos secuencial, quiere decir que no podemos emitir pasos. Tiene la necesidad de medir y estimar magnitudes representada mediante números.

Es descriptiva documental ya que analiza la problemática en la realización de control en obra analizando, midiendo y describiendo las variables incidentes.

3.2 Caso de estudio

Se tomó como caso de estudio la arquitectura de una vivienda familiar de dos plantas con las siguientes características.

Tabla 1.

Superficies consideradas en el terreno.

Superficie lote	300 m²
Sup. Construida habitable planta baja	92.76 m ²
Sup. Construida no habitable planta baja	1.32 m ²
Sup. Construida habitable planta alta	98.80 m ²
Sup. Construida no habitable planta alta	5.88 m ²
Sup. Construcción total	198.76 m²

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Diseño arquitectónico

Figura 12.

Vista 3D de la fachada.



Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Ubicación y descripción de la zona del proyecto

El siguiente proyecto se encuentra ubicado en el barrio “**La Catedral**”. Calle Rene Sánchez Vacafloor

La edificación se ubica sobre un terreno de forma rectangular de área,300 m². Tiene un frente de 12 m y un fondo de 25 m.

País: Bolivia

Departamento: Tarija

Provincia: Cercado

Municipio: Cercado

Figura 13.

Ubicación de la vivienda unifamiliar.



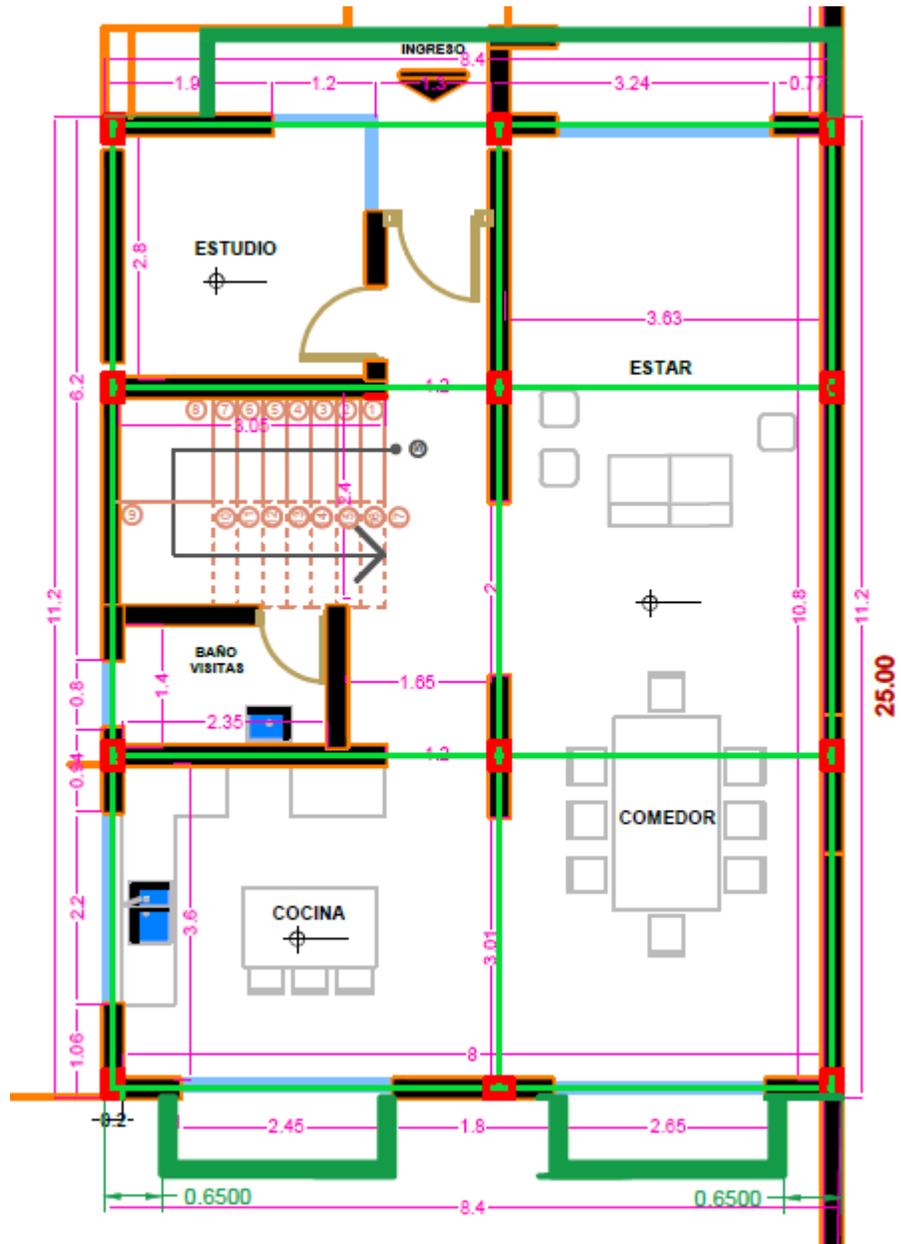
Fuente: Google Earth pro

3.2.3 Descripción del proyecto

El presente proyecto nace a partir de la arquitectura mostrada en las siguientes figuras, el cual será usado como vivienda familiar. La vivienda consta de 2 plantas que a su vez el primer nivel se divide en una cocina, un comedor, un estudio, un estar y un baño. La segunda planta se divide en 3 dormitorios un vestidor y dos baños, esto debido a petición del dueño del terreno donde se construirá dicha edificación.

Figura 14.

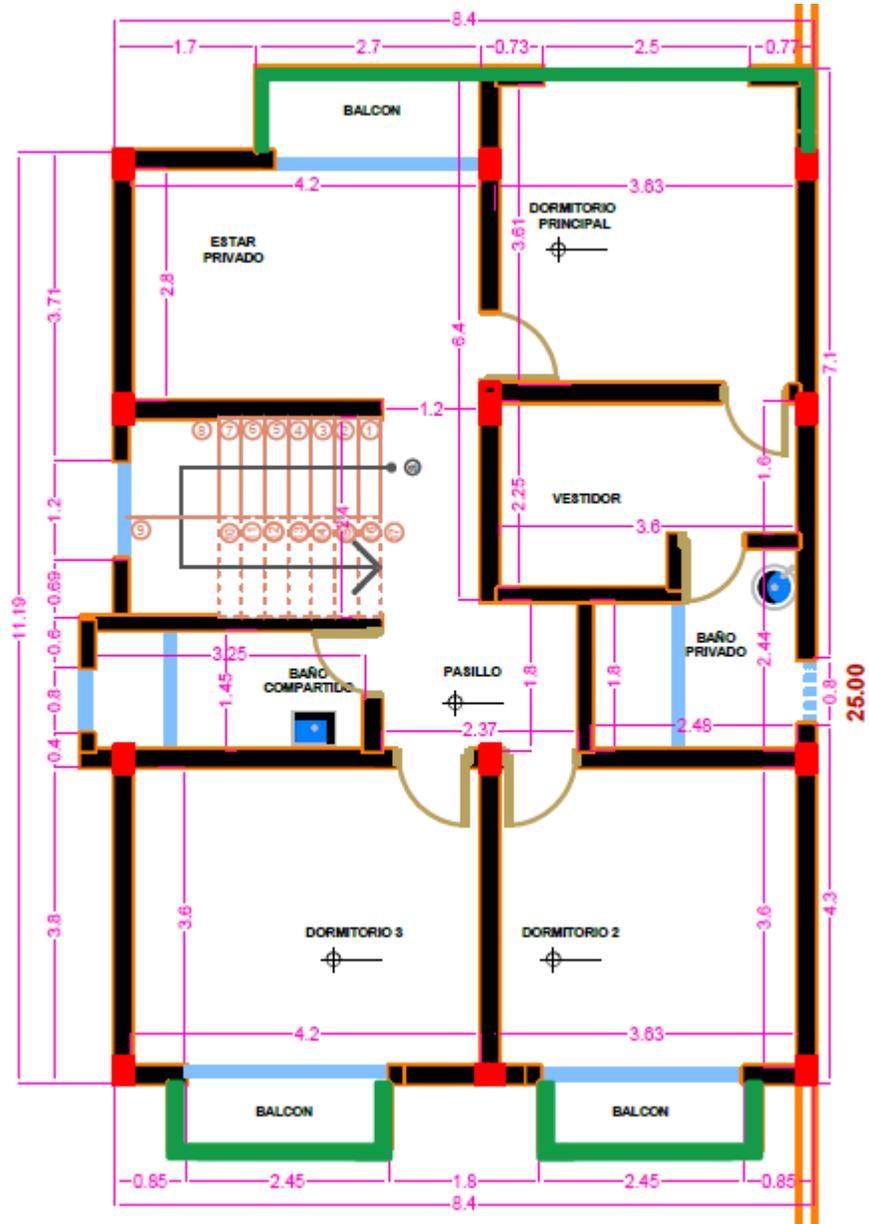
Vista en planta del primer nivel de la vivienda.



Fuente: Elaboración propia-AutoCAD.

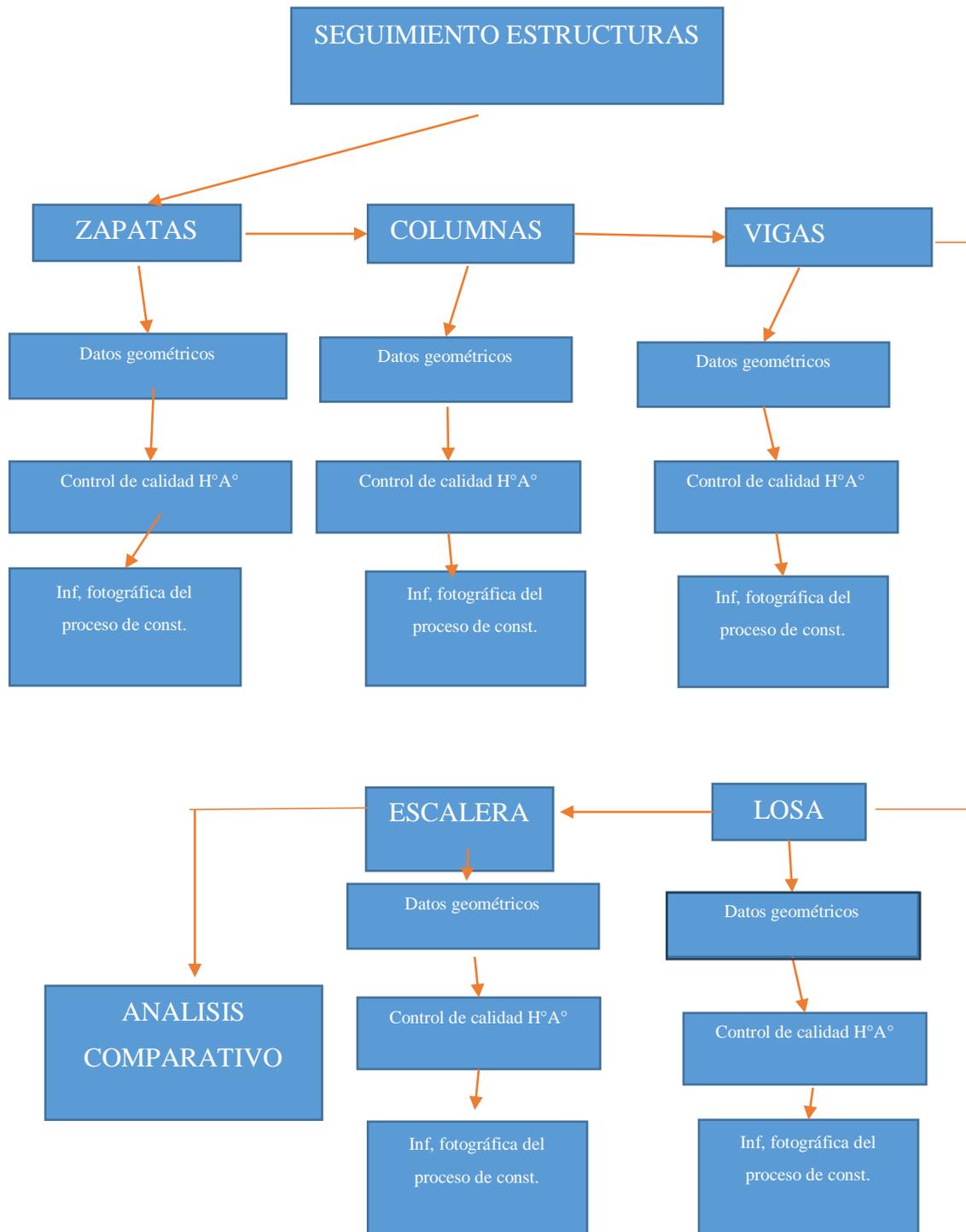
Figura 15.

Vista en planta del segundo nivel de la vivienda.



Fuente: elaboración propia- AutoCAD.

3.3 Diagrama de flujo de las etapas del seguimiento a la construcción



4 CAPITULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Seguimiento técnico del proceso constructivo por el maestro.

El proceso que siguió el maestro albañil, consistió en dar una dimensión empírica a los distintos elementos estructurales. Dichas dimensiones, son asumidas según su experiencia laboral o alguna comparación por semejanza con otra estructura, según área de construcción, diseño arquitectónico y estructural, adecuada para cada uno de los elementos estructurales de esta vivienda familiar.

Para ello empezaremos a ver el proceso de construcción y dimensionamiento de dicha obra, y la calidad de los materiales utilizados, que se prevé para que la estructura sea capaz de soportar todas las solicitaciones, a las que sea sujeta en su vida útil y a la vez sea también funcional y económica, ya que de esta depende el adecuado comportamiento de la estructura.

Figura 16.

Vivienda familiar construida por el contratista.



Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Datos Geométricos de los entrepisos

Los entrepisos tienen las siguientes elevaciones:

Tabla 2.

Datos de planta.

Nombre	Altura (m)	Cota
Planta Alta	3,15	+9,05
Planta Baja	3,20	+5,90
Sobrecimiento	0,3	+0,30
Cimentación profundidad variable	H1= -1,4 H2= -1,8 H3= -2,24 H4=-2,4	-2,40

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.2 Losa aligerada

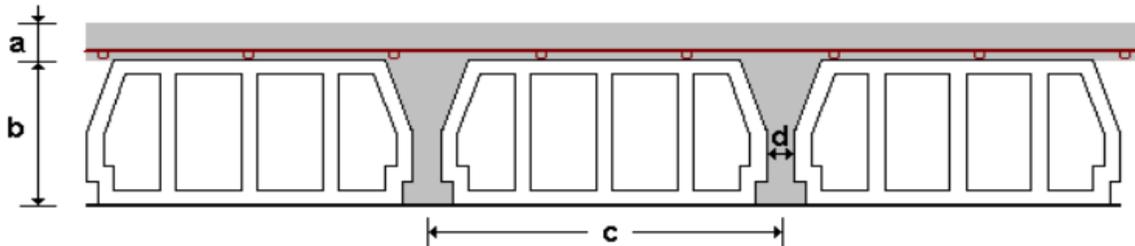
Después de haber completado el trabajo en las vigas, se procede con una inspección minuciosa durante la fase de losa. Esta etapa incluye la revisión desde el montaje de las viguetas prefabricadas, recopilando información sobre su origen y la integración del plastoformo. Se verifica cuidadosamente el armado de cada paño de losa para asegurar la continuidad entre las viguetas, la distribución adecuada de la armadura de retracción térmica, la altura correcta de la capa de compresión, así como el adecuado apuntalado y encofrado de la losa. Este proceso de control se lleva a cabo durante un período de dos semanas, con inspecciones programadas tres días a la semana, culminando en la jornada de hormigonado de la losa.

Durante el proceso de hormigonado, se llevó a cabo un control de calidad del hormigón, que incluyó la obtención de probetas para su posterior análisis, así como la verificación de la procedencia de los áridos. Se controló minuciosamente la dosificación de la mezcla, el transporte y el vertido del hormigón, asegurando un adecuado vibrado para una compactación uniforme. Finalmente, se procedió con el proceso de curado y desencofrado de los laterales

de la losa, garantizando así la integridad y durabilidad de la estructura. Este seguimiento se replicó de manera consistente en los dos niveles de entrepisos.

Figura 17.

Corte de una losa alivianada con viguetas pretensadas.



Fuente: Ficha técnica Concretec.

El peralte de la losa es de $H=20$ cm

Este tipo de losas se construyó en la planta de entrepiso y cubierta.

- Material aligerante: Poliestireno
- Canto de bovedilla: 15 cm
- Espesor capa de compresión: 5 cm
- Inter eje: 50 cm
- Volumen de hormigón: $0.086 \text{ m}^3/\text{m}^2$

Tipo de viguetas.

Tabla 3.

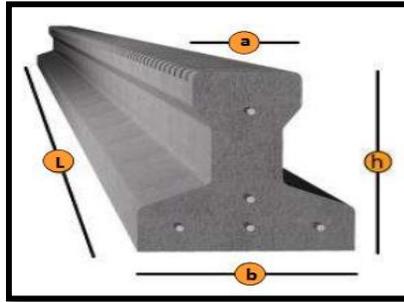
Especificaciones técnicas de las viguetas pretensadas.

Producto	Dimensiones (mm)				Peso Promedio (Kg)	Resistencia del Acero ($f_yk=Kg/cm^2$)	Tipo de Hormigón
	a	B	h	l			
Vigueta Pretensada	56	110	114,4	Variable (hasta 9,00 m.)	17.2	18.000	350 Kg/cm^2
Vigueta Pretensada	60	121	112	Variable (hasta 9,00 m.)	19	18.000	350 Kg/cm^2

Fuente: Ficha Técnica Viguetas Pretensadas CONCRETEC

Figura 18.

Vigueta Pretensada CONCRETEC.



Fuente: Ficha Técnica CONCRETEC

Los plastoformas con una dimensión de:

Largo =100cm

Ancho=42cm

Alto 15cm

Figura 19.

Dimensiones de plastoformo.

COMPLEMENTO PLASTOFORM

DIMENSIONES (cm.)					TIPO DE BLOQUE	PESO (k/Unidad)
A	B	b1	C	c1		
43	39	2	37	3	10x43x100	0.44
50	46	2	44	3	10x50x100	0.51
43	39	2	37	3	12x43x100	0.46
50	46	2	44	3	12x50x100	0.56
52	48	2	45	3.5	12x52x100	0.61
43	39	2	31	6	16x43x100	0.64
50	46	2	38	6	16x50x100	0.76
43	39	2	29	7	20x43x100	0.90
50	46	2	36	7	20x50x100	1.05

Fuente: Ficha Técnica CONCRETEC

Figura 20.

Vista de losa alivianada armada.



Fuente: Elaboración propia

En la figura se puede visualizar el armado de la losa, continuidad entre viguetas, acero de retracción térmica, encofrado e entubado para cableado eléctrico.

4.1.3 Vigas estructurales y viga porta muro

Una vez finalizada la actividad de tabiquería, se procedió a realizar una inspección técnica detallada del armado de las vigas. Durante esta fase, se recopiló información crucial sobre los diámetros utilizados en las barras de armadura de montaje, armadura de corte y de refuerzo, así como sobre las longitudes de anclaje, el recubrimiento del hormigón y los procesos de encofrado y apuntalamiento, además, se verificó la correcta disposición de las armaduras, asegurando que cumplieran con las especificaciones de diseño y las normativas de construcción vigentes. Se prestó especial atención a la integridad estructural de las vigas, evaluando su capacidad de soporte y resistencia frente a las cargas previstas.

Además, se llevó a cabo el control de calidad del hormigón utilizado en esta etapa, mediante la elaboración de probetas y esclerometría para análisis posterior. Se verificó la dosificación adecuada de los materiales constituyentes del hormigón, incluyendo cemento, agregados y

aditivos, garantizando así la resistencia y durabilidad del material. Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión en las probetas elaboradas, siguiendo procedimientos estandarizados para asegurar resultados confiables. Asimismo, se supervisó la procedencia de los áridos, asegurando su calidad y cumplimiento con los estándares requeridos para su uso en la construcción. Se verificó también el correcto transporte y colocado del hormigón en las vigas, asegurando una distribución uniforme y libre de segregación.

Posteriormente, se monitoreó el proceso de desencofrado y curado de las piezas de hormigón, asegurando un fraguado adecuado y la obtención de la resistencia deseada en las vigas.

Debido a la falta de madera de encofrado, las vigas se hormigonaron en dos tramos separados. Este proceso implicó que el hormigonado de la viga no se realizara en toda su extensión simultáneamente con la losa. En su lugar, se hormigonaba la viga hasta cierto nivel, permitiendo que las viguetas se apoyaran y entraran hasta la mitad de la viga. Luego, se procedía a hormigonar conjuntamente con la losa, un procedimiento empleado a lo largo de la experiencia laboral del equipo constructor.

Para asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad, se realizó un seguimiento continuo del procedimiento constructivo durante un período de 10 días, con inspecciones programadas cuatro veces a la semana. Este seguimiento se extendió hasta el hormigonado, desencofrado de los laterales de las vigas y culminó con el proceso de curado. Durante este período, se evaluó la evolución de la resistencia y durabilidad del hormigón, así como la adecuada adhesión entre las armaduras y el hormigón, asegurando la integridad estructural de las vigas. Se realizaron pruebas no destructivas, como la medición de la resistencia a la compresión y el ultrasonido, para evaluar la calidad del hormigón y detectar posibles defectos o discontinuidades en las vigas.

Se documentaron detalladamente todas las observaciones y resultados obtenidos durante el proceso de seguimiento, proporcionando un registro completo de la evolución de la obra. Este enfoque sistemático y metódico permitió identificar y abordar de manera oportuna cualquier desviación o problema en la ejecución del proyecto, garantizando la conformidad con los requisitos de diseño y las normativas de construcción aplicables.

El maestro albañil lo vio conveniente construir las vigas de la estructura con los siguientes datos presentados en la siguiente tabla.

Tabla 4.

Dimensiones de las secciones de las vigas.

Descripción	Peralte (H) cm	Base (B) cm
Vigas sobrecimiento	30	18
Vigas planta baja	50	20
Vigas planta alta	48	18

Fuente: Elaboración Propia

El recubrimiento previsto en obra fue de 2 cm en todas las secciones de la viga.

Figura 21.

Armado y disposición de acero en la viga.

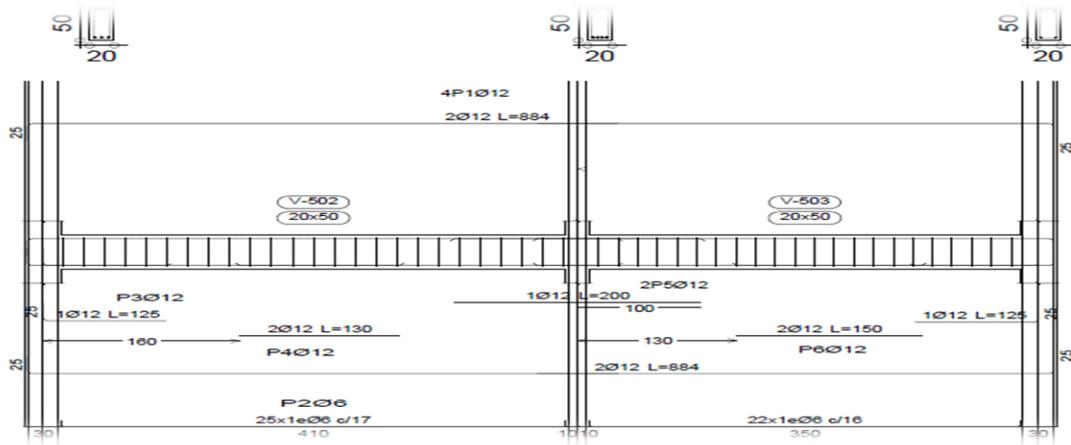


Fuente: Elaboración propia

En la figura se puede ver la disposición del armado de la viga así también como otros detalles de recubrimientos y armaduras de refuerzo.

Figura 22.

Armado y disposición de armadura en viga por el maestro albañil.



Fuente: Elaboración propia-Cypecad

Este esquema de armado es la representación gráfica de la figura 4.4 donde podemos apreciar el peralte y la base de una viga de la planta baja como también otros detalles de las armaduras.

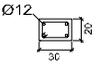
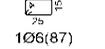
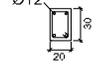
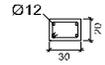
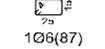
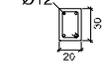
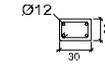
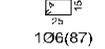
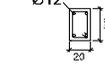
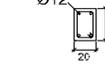
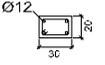
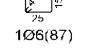
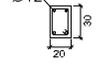
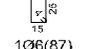
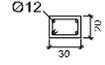
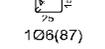
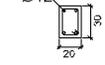
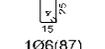
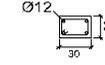
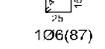
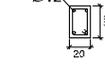
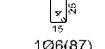
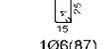
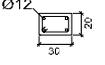
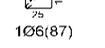
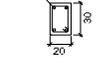
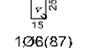
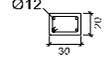
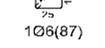
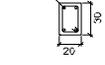
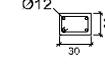
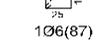
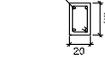
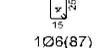
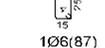
4.1.4 Columnas

El seguimiento técnico de las columnas se inicia simultáneamente con el hormigonado de las zapatas, ya que estas constituyen el punto de partida de la estructura. Una vez verificado el posicionamiento y alineamiento de las columnas ancladas a la estructura de la zapata, se procedió a una inspección detallada de cada columna. Durante esta fase, se observó cuidadosamente la sección transversal de cada columna, verificando la cuantía y los diámetros de las barras de refuerzo utilizadas en su armado. Además, se verificaron las longitudes de anclaje en el arranque de las columnas, garantizando una adecuada conexión entre la columna y la zapata para asegurar la estabilidad estructural. Se prestó especial atención a la separación de estribos, asegurando que cumplieran con las especificaciones de diseño y las normativas de construcción vigentes, también se supervisó el recubrimiento del hormigón alrededor de las armaduras, así como los procesos de encofrado y apuntalamiento, para asegurar una ejecución precisa y segura.

Como primera parte se hormigonaron los arranques de las columnas hasta el nivel del contrapiso, posteriormente se hormigonaron con los muros de ladrillo, hasta el nivel la base de las vigas de planta alta.

Figura 23.

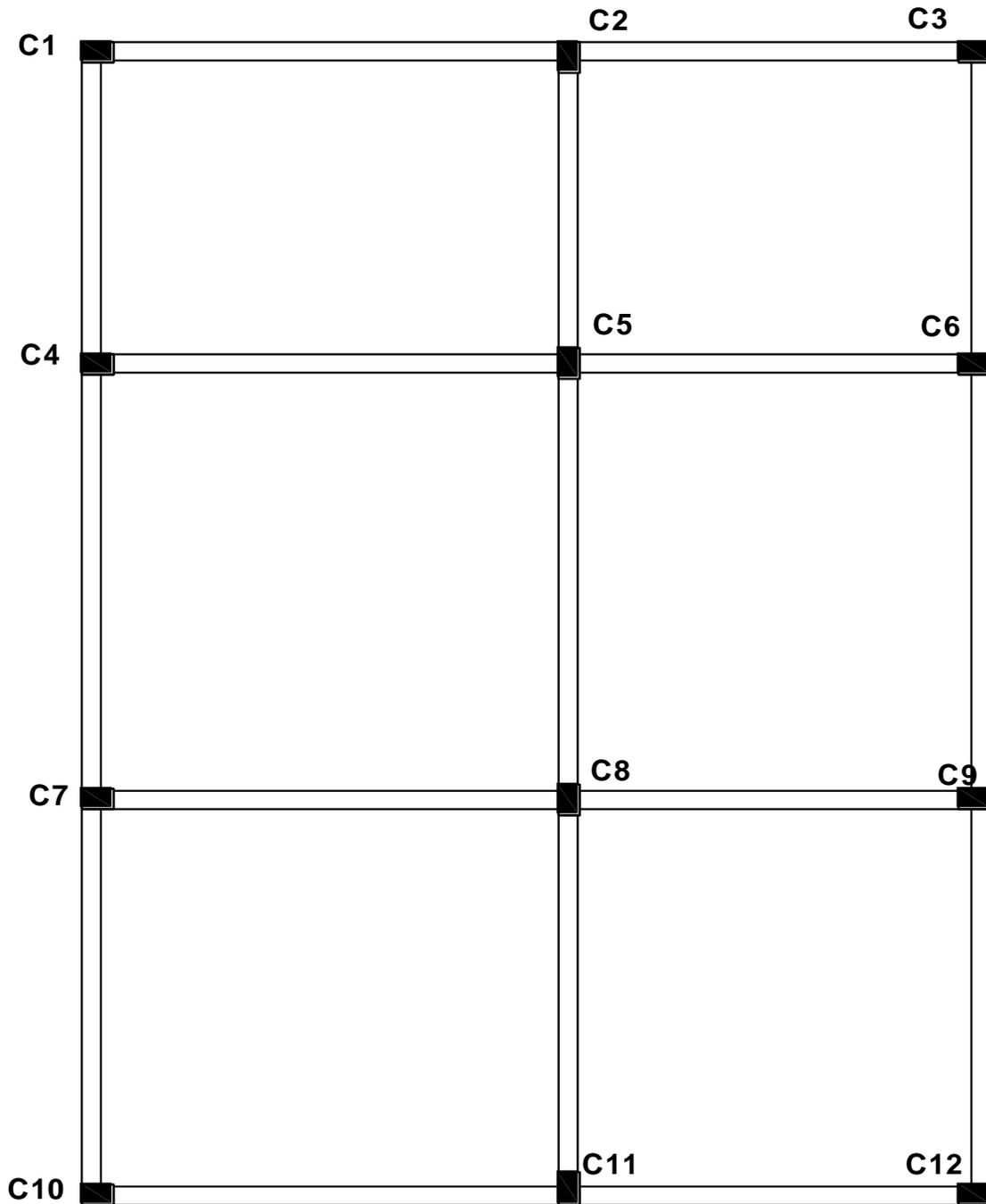
Cuadro de las secciones de las columnas ejecutadas por el albañil.

C1=C4=C7=C10			C2			C3			C5			C6=C9=C12			C8			C11																																																																					
  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 299</td><td>17</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 299	17	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 315</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 315	18	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 315</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 315	18	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 315</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 315	18	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 315</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 315	18	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 315</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 315	18	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 315</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 315	18	18				TERRAZA																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 299	17	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 315	18	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 315	18	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 315	18	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 315	18	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 315	18	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 315	18	18																																																																																					
  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 304</td><td>17</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 304	17	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 320</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 320	18	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 320</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 320	18	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 320</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 320	18	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 320</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 320	18	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 320</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 320	18	18	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 320</td><td>18</td><td>18</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 320	18	18				PLANTA BAJ.																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 304	17	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 320	18	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 320	18	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 320	18	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 320	18	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 320	18	18																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 320	18	18																																																																																					
  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Arranque: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 254</td><td>14</td><td>18</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 254	14	18	Arranque	3	-	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Arranque: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 210</td><td>12</td><td>18</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 210	12	18	Arranque	3	-	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Arranque: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 210</td><td>12</td><td>18</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 210	12	18	Arranque	3	-	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Arranque: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 170</td><td>10</td><td>18</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 170	10	18	Arranque	3	-	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Arranque: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 170</td><td>10</td><td>18</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 170	10	18	Arranque	3	-	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Arranque: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 170</td><td>10</td><td>18</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 170	10	18	Arranque	3	-	  1Ø6(87) Arm. Long.: 4Ø12 Arranque: 4Ø12 Estribos: Ø6 <table border="1"> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>Nº</th><th>Separación (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 170</td><td>10</td><td>18</td></tr> <tr><td>Arranque</td><td>3</td><td>-</td></tr> </table>			Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)	0 a 170	10	18	Arranque	3	-				CIEMENTOS
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 254	14	18																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 210	12	18																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 210	12	18																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 170	10	18																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 170	10	18																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 170	10	18																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)																																																																																					
0 a 170	10	18																																																																																					
Arranque	3	-																																																																																					
																					Climentación																																																																		

Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

Figura 24.

Replanteo de columnas.



Fuente: Elaboración propia- AutoCAD

El maestro albañil decidió emplear columnas de sección transversal de 20x30 cm en ambos niveles, comenzando desde la cimentación. Estas columnas fueron montadas desde el nivel de la fundación hasta el nivel de la losa de la planta alta, utilizando una armadura principal compuesta por cuatro barras de refuerzo de 12 mm de diámetro. Además, se colocaron estribos de 6 mm de diámetro en el cuello de la columna, a una distancia de 15 cm entre cada uno en la planta baja y a una distancia de 18 cm en el resto de la altura del elemento. En la planta alta, la distancia entre los estribos fue de 20 cm. Asimismo, se aplicó un recubrimiento de hormigón a la armadura, con un espesor de 2.5 cm.

Figura 25.

Armado y disposición de las armaduras en las columnas.

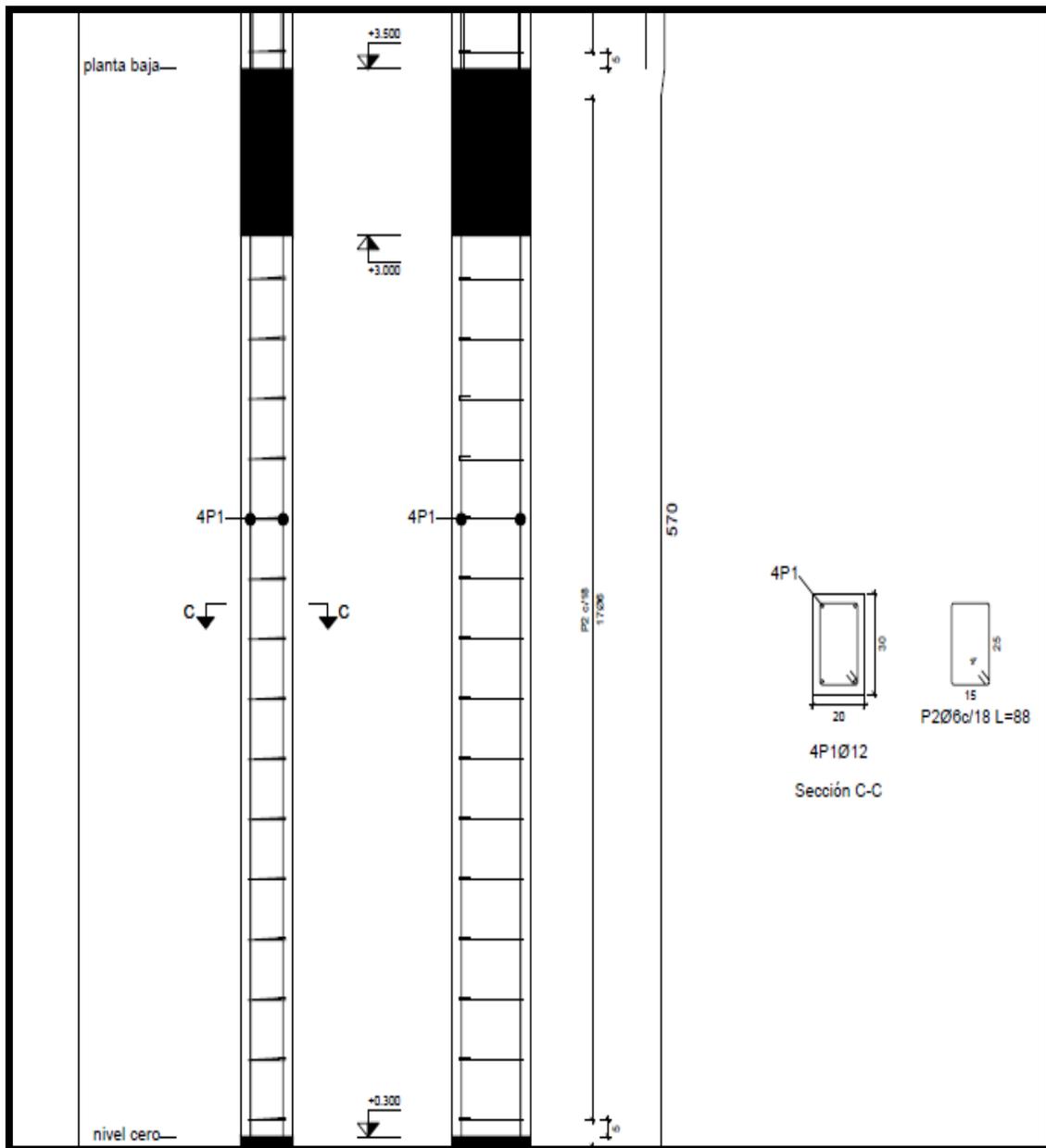


Fuente: Elaboración propia

En la figura 26 se puede verificar la cuantía y disposición de las armaduras de las columnas

Figura 26.

Armado y disposición de armaduras en la columna.



Fuente: Elaboración propia - Cypecad

La figura 27 es la representación gráfica de la figura 4.6, mostrando la sección de las columnas, de la cuantía y disposición de las armaduras.

4.1.5 Cimentaciones

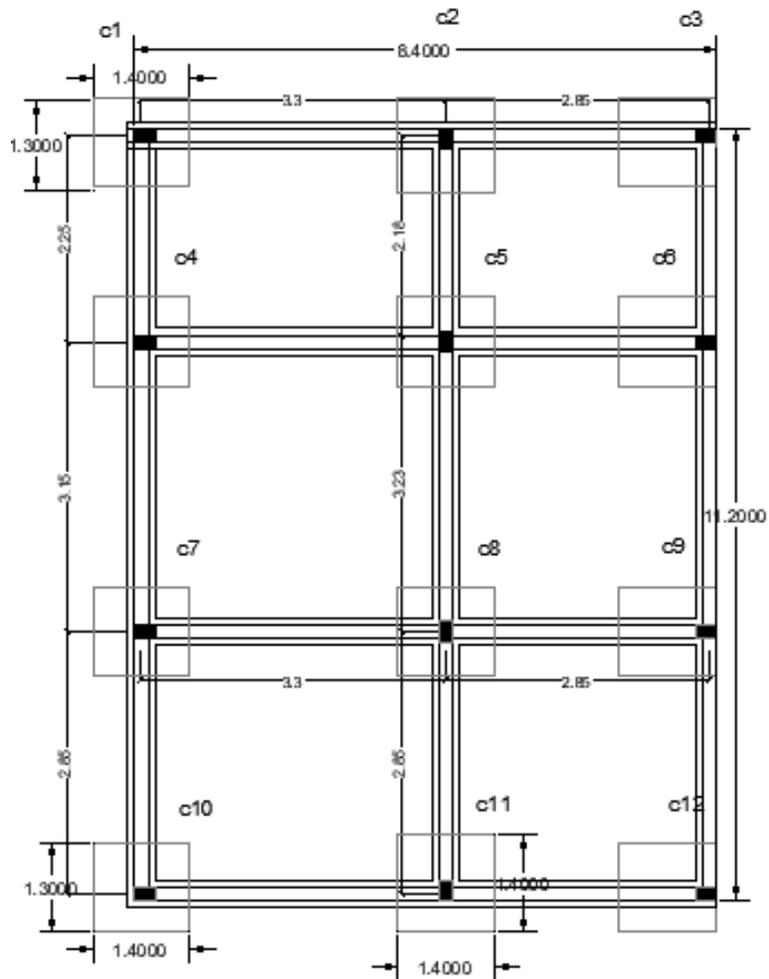
El proceso de control de esta actividad abarca desde el inicio del replanteo y la excavación hasta la finalización de la construcción. Comienza con una observación detallada del tipo de suelo sobre el cual se va a cimentar, así como la verificación meticulosa de la profundidad de excavación en los desniveles del terreno. Durante esta fase inicial, se registra y documenta cuidadosamente las secciones de todas las zapatas, incluyendo la cuantía y diámetros de las barras empleadas, así como la longitud de anclaje, la separación entre ellas y los recubrimientos necesarios para garantizar la integridad estructural.

Asimismo, se lleva un control riguroso del hormigón utilizado, supervisando su dosificación precisa y asegurando un proceso adecuado de curado para las piezas de hormigón.

Se elaboran probetas con el fin de medir la resistencia a la compresión del hormigón, lo que permite evaluar su calidad y durabilidad. Este seguimiento continuo y detallado asegura que cada etapa de la construcción se lleve a cabo con los más altos estándares de calidad y seguridad, proporcionando una base sólida y confiable para el resto de la obra.

Figura 27.

Replanteo de zapatas.



Fuente: Elaboración propia- AutoCAD

Para dicha vivienda el maestro construyo la cimentación con zapatas centrales y medianeras aisladas tipo piramidal de dimensiones variables, la que más uniformizo es de 1.30x1.40 m y 1.40x1.40m y de profundidades distintas por la topografía del terreno.

El armado de las parrillas consta de barras de acero de 12 mm de diámetro y una separación de 12cm con patillas de 12cm.

El canto de las zapatas tiene un hormigonado de 35 cm.

Figura 28.

Zapata medianera con su respectivo armado.

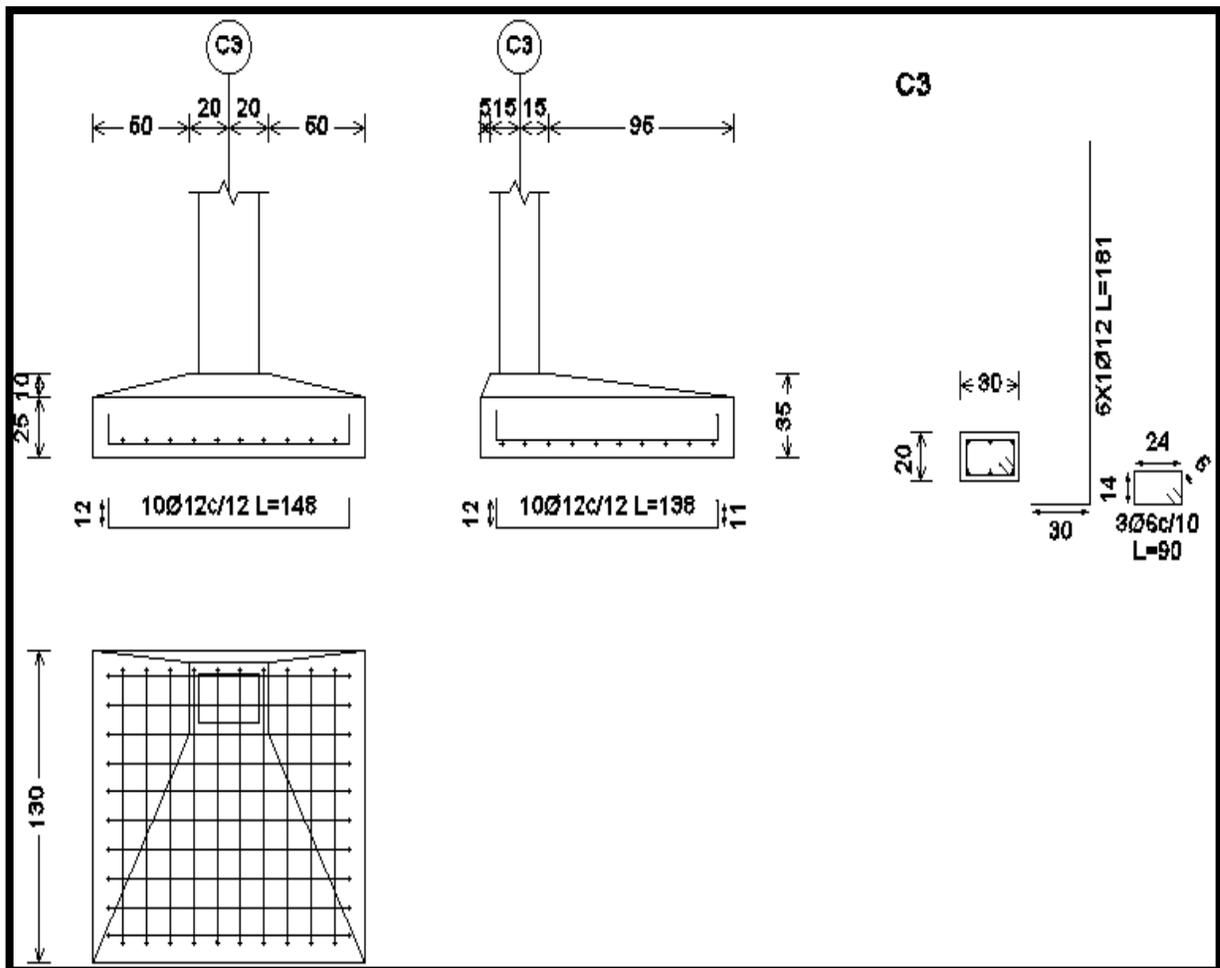


Fuente: Elaboración propia

La figura 29 muestra el detalle y armado de una zapata medianera antes de su hormigonado.

Figura 29.

Armado y disposición de armadura en una zapata medianera.



Fuente: Elaboración propia-Cypecad

La figura 30 es la representación gráfica de la figura 29 demostrando el canto de la zapata más el detallado de la armadura.

4.1.6 Escaleras

Después de terminar la actividad de losa alivianada de la planta baja, se realizó la inspección técnica de la ejecución de la escalera, documentando el tipo de escalera, ancho de sección, altura de huella y contra huella, cuantía del acero, diámetros de las barras, recubrimientos, y la calidad del hormigón.

Para el caso de la vivienda el maestro opto por una escalera tipo U con dos tramos, de 18 escalones, apoyada en la viga. Estos tramos fueron armados solamente con una sola parrilla con acero de 12mm, como nos muestra la figura.

Tenemos las siguientes características de la escalera:

- Paso (P) = 28 cm
- Contrapaso (CP)= 18 cm
- Peralte losa = 18 cm
- Ancho =120cm

Figura 30.

Armado y disposición de armadura en una zapata medianera.



Fuente: Elaboración propia-Cypecad

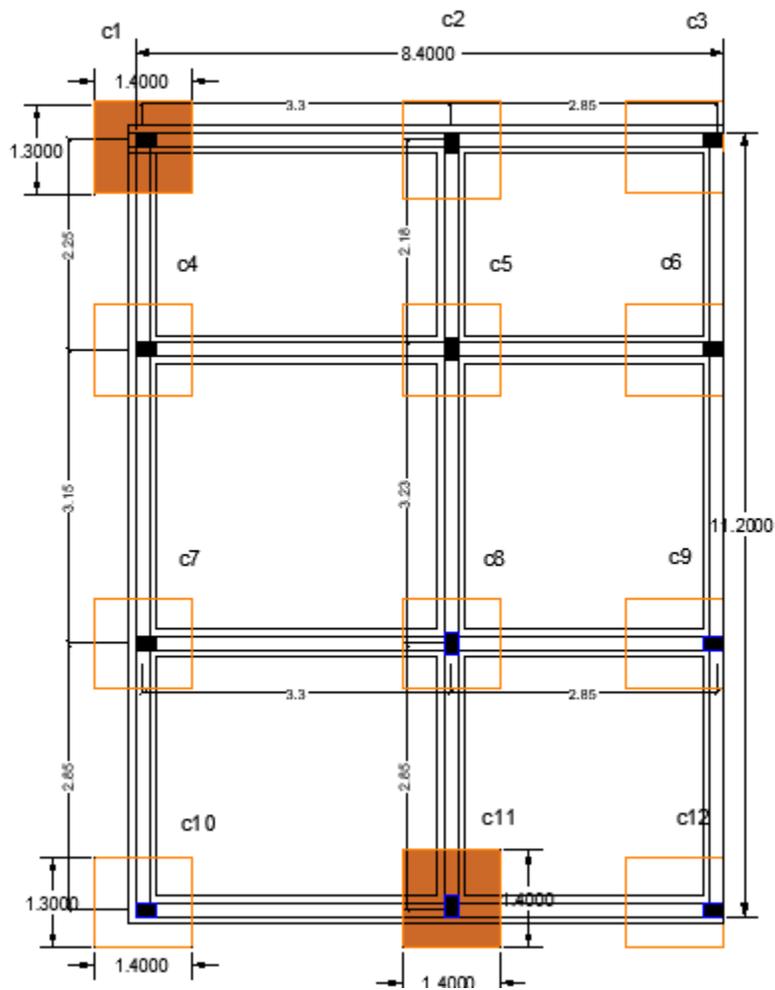
4.2 Ingeniería del proyecto para comparación

4.2.1 Estudio de suelos

La determinación de la capacidad portante del suelo, se determinó mediante el ensayo de SPT en 2 pozos a diferentes profundidades, ubicados dentro del área donde se emplazará la vivienda familiar específicamente los pozos se hicieron donde se fundarán las zapatas, de acuerdo a como se muestra en la siguiente figura:

Figura 31.

Ubicación de pozos para el respectivo estudio.



Fuente: Elaboración propia- AutoCAD

Tabla 5.

Resistencia admisible del terreno donde fundara la estructura.

POZO N°	PROFUNDIDAD (m)	N° GOLPES	RESIST.ADM NAT. Kg/cm²	CLASIFICACION DEL SUELO
S-01	1,7	14	1.30	CL
				A-6(7)
S-02	2,7	16	1.50	CL
				A-6(7)

Fuente: Elaboración propia

Con estos datos obtenidos del estudio de suelos, se realizará la modelación de la estructura (Anexo 2).

4.2.2 Análisis y diseño estructural comparativo

Una vez obtenido el estudio de suelo y el diseño arquitectónico ya mencionado, se procederá a realizar el modelo estructural de la edificación, cuyo calculo se lo realizo con ayuda del programa CYPECAD, el cual es una herramienta de mayor demanda en nuestra región.

4.2.2.1 Estructura de la edificación

La estructura de sustentación de la edificación está constituida por varios pórticos; los cuales están compuestos por:

- **Columnas:** Compuestas por secciones cuadradas y rectangulares.
- **Vigas:** Compuestas de secciones rectangulares.
- **Entrepisos y cubierta:** Constituidos por losas alivianadas con viguetas pretensadas.

Los pórticos están vinculados a las zapatas superficiales aisladas.

Las fundaciones estarán compuestas de zapatas aisladas entre ellas medianeras que están conectadas con vigas de equilibrio con las zapatas centrales. Las cargas provenientes de la estructura son moderadas debido a la magnitud de la obra, como así también del tipo de suelo de fundación.

- **Obras Complementarias:** Como obra complementaria se tendrá la escalera de hormigón armado.

4.2.3 Normas Consideradas

Para el diseño de los elementos estructurales se empleó el método de los estados límites últimos, y la NORMA BOLIVIANA NB1225001, por tanto, además de los materiales utilizados, se deben definir los coeficientes de minoración de resistencias y de mayoración de cargas, ya especificados en la propuesta de proyecto de ingeniería civil.

Análisis, Cálculo y Diseño estructural (Análisis de carga).

4.2.4 Análisis de modelo estructural

Se ha realizado la estructuración de tal manera de buscar lograr una disposición apropiada de los distintos elementos resistentes, en este caso los elementos resistentes más importantes son; las vigas, columnas, losas, y zapatas, se hace de esta forma de tal manera que la estructura sea capaz de soportar todas las solicitaciones, a las que sea sujeta en su vida útil y a la vez sea también económica, ya que de esta depende el adecuado comportamiento de la estructura.

4.2.4.1 Datos Geométricos de los entrepisos.

Los entrepisos tienen las siguientes elevaciones:

Tabla 6.

Datos de las plantas.

Nombre	Altura (m)	Cota
Planta Alta	3,06	+9,12
Planta Baja	3,06	+6,06
Sobrecimiento	0,30	+3,00
Cimentación profundidad variable	H1= -1,7 H2= -2,7	-2,70

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Materiales

Los materiales usados en el diseño de los diferentes elementos estructurales, corresponden a materiales comercializados actualmente en nuestro medio, y que se enmarcan dentro de las especificaciones y limitaciones de las normativas ya mencionadas.

4.2.5.1 Hormigón

Para los elementos de hormigón armado se usará hormigón con la resistencia característica a compresión a los 28 días de $f_{ck} = 210 \text{ kg/cm}^2$, Control Normal.

Además, presentará las siguientes características:

$$E = 3830 * \sqrt{f_c} [MPa]$$

- Módulo de elasticidad longitudinal $E = 178973.094 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson 0,2

4.2.5.2 Acero de Refuerzo

Para los refuerzos longitudinales y transversales de los elementos de hormigón se usará acero A-500 S con las siguientes características:

Además, presentará las siguientes características:

- Módulo de elasticidad longitudinal $E = 200\text{GPa} = 20394324.26 \text{ Kg/cm}^2$
- Resistencia de fluencia del acero $F_y = 500 \text{ MPa} = 5098.581 \text{ Kg/cm}^2$

4.2.6 Pre dimensionamiento de los elementos estructurales

4.2.6.1 Pre dimensionamiento de Columnas

Las dimensiones de las columnas inicialmente de asumirán 20 x 30 cm; de acuerdo a las sollicitaciones se analizará la sección más conveniente de la columna para evitar cuantías de acero elevadas.

$$A_{central} = \frac{N_k}{0.45 * f'_c}$$

$$A_{medianera} = \frac{N_k}{0.35 * f'_c}$$

$$A_{esquinera} = \frac{N_k}{0.30 * f'_c}$$

4.2.6.2 Pre dimensionamiento de Vigas

Se recomienda utilizar:

$$h = \frac{L}{12} - \frac{L}{10}$$

Se tiene luces de longitud tanto en las direcciones “x” y “y”: $l = 4,20$ m

Para una luz de 4,20 m

$$h = \frac{420}{12}$$

$$h = 35\text{cm}$$

El canto de la viga por seguridad y constructivamente se asumirá:

$$h = 40 \text{ cm}$$

Para la base de la viga se puede considerar $b = h/2$

$$h = 20 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el pre dimensionamiento de las vigas queda de la siguiente manera:

b = 20 cm.

h = 40 cm.

4.2.7 Cargas consideradas en el diseño

Las cargas consideradas en el diseño de la estructura, tanto permanentes como sobrecargas de uso, se desarrollan en el ANEXO 3. A continuación se presenta una tabla resumen de las cargas consideradas en el diseño.

Peso propio del H° = 2.500 kg/m³.

Tabla 7.

Cargas consideradas en la estructura de hormigón armado.

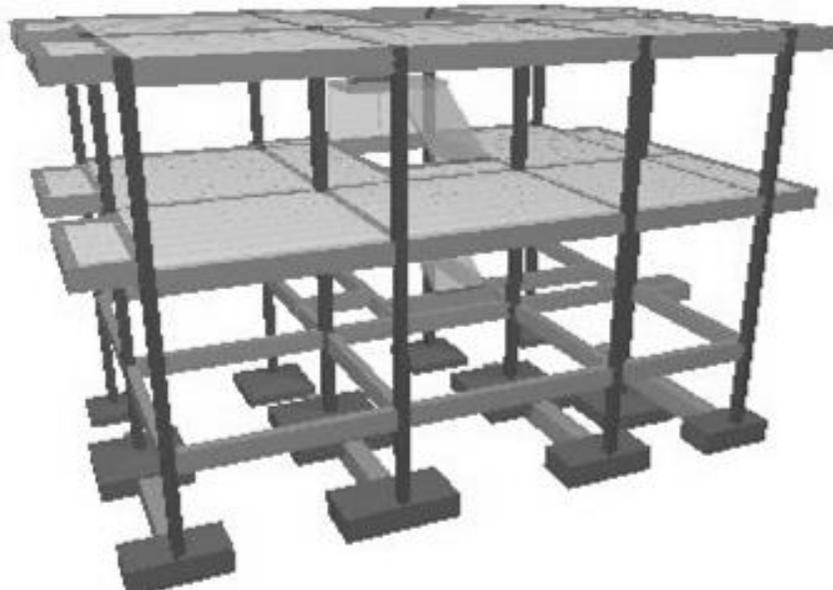
Cargas Consideradas		Kg/m²
Cargas Permanentes	Sobrepiso y Acabados	136
	Muro de Ladrillo Exterior (e=18 cm)	270
	Muro de Ladrillo Exterior (e=12 cm)	204
	Vidrio	23.4
Sobre carga de uso	Escaleras y accesos	200
	Habitaciones de viviendas económicas	200
	Accesible solo para conservación (azoteas)	100
	Carga de Granizo	34

Fuente: Elaboración propia.

4.2.8 Estructura de Sustentación de la Edificación

Figura 32.

Vista 3D de la estructura.

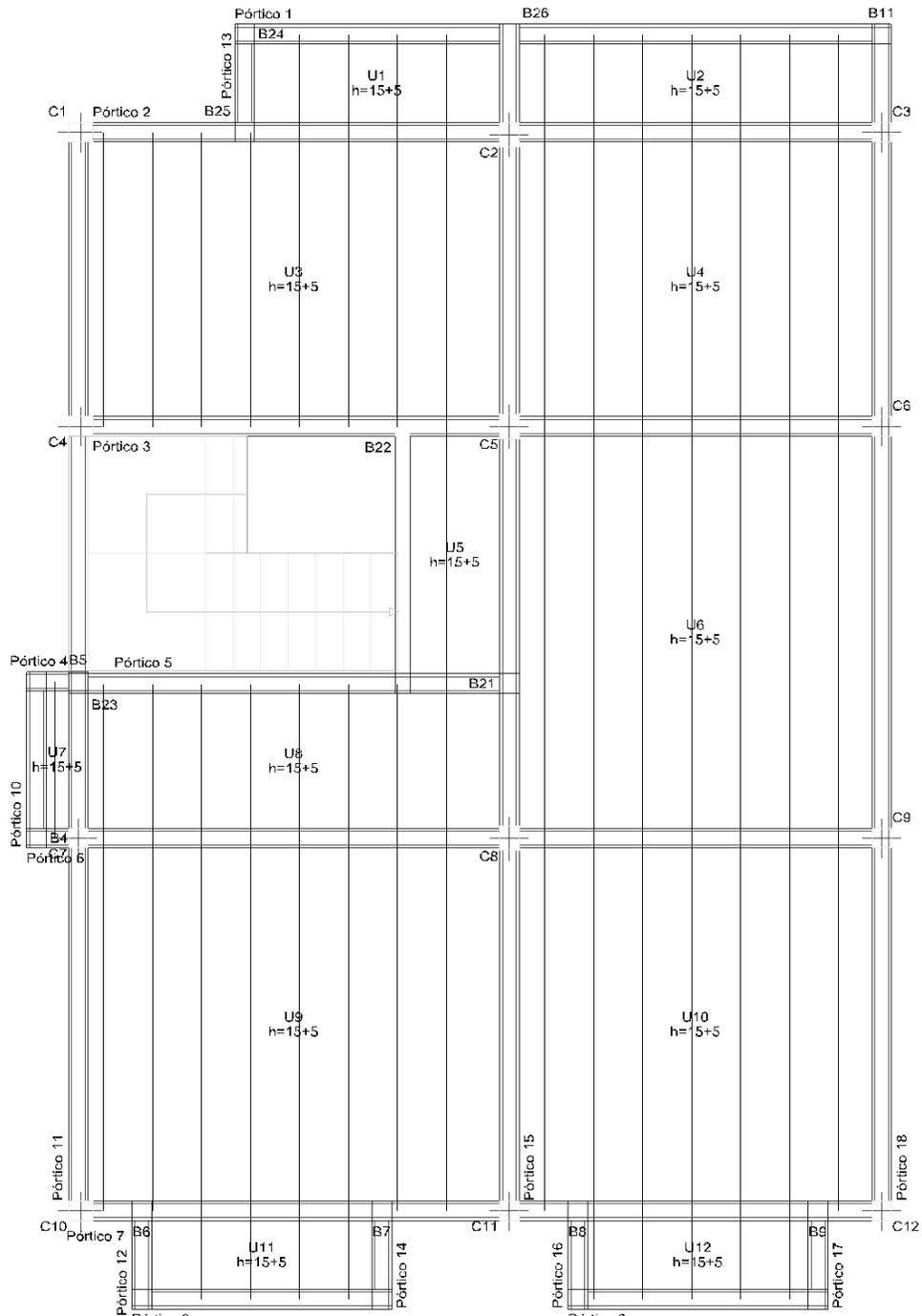


Fuente: Elaboración propia- Cypecad

4.2.8.1 Diseño Estructural de losas

Figura 33.

Vista en planta losa terraza.



Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

4.2.8.2 Diseño Estructural de Vigas

Tabla 8.

Resistencia vigas terraza.

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NB 1225001)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _x	T _y	T _z	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xs}	TV _{ys}	T.Disp.at	T.Disp.at	T.Arm.at	
V-301: B24 - B26	Cumple	0.363 m' □ = 31.0	2.137 m' □ = 31.0	2.137 m' □ = 75.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 75.7
V-302: B26 - B11	Cumple	0.000 m' □ = 31.1	0.000 m' □ = 31.1	0.000 m' □ = 71.1	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 71.1
V-303: C1 - C2	Cumple	0.000 m' □ = 59.5	3.787 m' □ = 59.5	1.330 m' □ = 77.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 77.9
V-304: C2 - C3	Cumple	0.000 m' □ = 48.7	0.000 m' □ = 48.7	0.000 m' □ = 53.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 53.0
V-305: C4 - B22	Cumple	0.000 m' □ = 30.5	0.000 m' □ = 30.5	1.360 m' □ = 46.7	2.610 m' □ = 19.9	2.610 m' □ = 35.2	2.110 m' □ = 38.7	2.110 m' □ = 70.5	N.P. ⁽¹⁾	3.088 m' □ = 23.3	N.P. ⁽¹⁾	2.610 m' □ = 23.3	2.110 m' □ = 23.3	2.110 m' □ = 23.3	2.110 m' □ = 23.3	CUMPLE
V-306: B22 - C5	Cumple	Cumple	0.549 m' □ = 69.5	0.549 m' □ = 78.8	0.372 m' □ = 31.7	0.000 m' □ = 57.1	0.148 m' □ = 34.8	0.549 m' □ = 96.4	N.P. ⁽¹⁾	0.372 m' □ = 39.3	N.P. ⁽²⁾	0.912 m' □ = 39.3	Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE
V-307: C5 - C6	Cumple	0.000 m' □ = 73.5	0.000 m' □ = 73.5	2.010 m' □ = 80.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 80.9
V-308: Pórtico 10 - B5	Cumple	0.205 m' □ = 12.6	0.225 m' □ = 12.6	0.000 m' □ = 14.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 14.9
V-309: B23 - B21	Cumple	0.030 m' □ = 51.0	4.200 m' □ = 51.0	4.200 m' □ = 92.2	3.160 m' □ = 60.6	3.160 m' □ = 81.9	4.200 m' □ = 63.9	4.200 m' □ = 100.0	N.P. ⁽¹⁾	3.213 m' □ = 60.8	N.P. ⁽¹⁾	3.160 m' □ = 60.8	2.160 m' □ = 60.8	2.160 m' □ = 60.8	2.160 m' □ = 60.8	CUMPLE □ = 100.0
V-310: B4 - C7	Cumple	0.155 m' □ = 12.6	0.225 m' □ = 12.6	0.000 m' □ = 12.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 12.8
V-311: C7 - C8	Cumple	Cumple	3.837 m' □ = 77.9	3.837 m' □ = 86.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 86.4
V-312: C8 - C9	Cumple	0.000 m' □ = 68.0	0.000 m' □ = 68.0	2.010 m' □ = 84.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 84.8
V-313: C10 - C11	Cumple	0.000 m' □ = 61.3	3.787 m' □ = 61.3	1.360 m' □ = 76.1	0.500 m' □ = 76.4	0.110 m' □ = 78.9	0.000 m' □ = 42.1	3.787 m' □ = 87.5	N.P. ⁽¹⁾	0.500 m' □ = 81.0	N.P. ⁽²⁾	0.055 m' □ = 81.0	0.000 m' □ = 81.0	0.000 m' □ = 81.0	0.000 m' □ = 81.0	CUMPLE
V-314: C11 - C12	Cumple	0.000 m' □ = 55.8	0.000 m' □ = 55.8	0.000 m' □ = 72.4	3.050 m' □ = 81.1	3.050 m' □ = 83.0	3.600 m' □ = 52.0	0.000 m' □ = 85.6	N.P. ⁽¹⁾	0.260 m' □ = 84.0	N.P. ⁽¹⁾	0.000 m' □ = 84.0	CUMPLE			
V-315: Pórtico 12 - Pórtico 14	Cumple	0.205 m' □ = 7.7	0.000 m' □ = 7.7	1.010 m' □ = 23.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 23.5
V-316: Pórtico 16 - Pórtico 17	Cumple	0.060 m' □ = 6.9	0.000 m' □ = 6.9	0.810 m' □ = 23.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 23.9
V-317: B4 - Pórtico 4	Cumple	0.167 m' □ = 2.7	0.000 m' □ = 2.7	1.400 m' □ = 10.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 10.2
V-318: C10 - C7	Cumple	Cumple	3.237 m' □ = 15.9	3.237 m' □ = 36.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 36.0
V-319: C7 - C4	Cumple	0.000 m' □ = 43.0	0.738 m' □ = 43.0	1.229 m' □ = 59.7	1.475 m' □ = 29.9	1.475 m' □ = 40.3	1.475 m' □ = 34.8	1.475 m' □ = 78.6	N.P. ⁽¹⁾	1.500 m' □ = 29.9	N.P. ⁽¹⁾	1.475 m' □ = 29.9	CUMPLE □ = 78.6			
V-321: Pórtico 8 - B6	Cumple	Cumple	0.700 m' □ = 18.2	0.700 m' □ = 62.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 62.2
V-323: Pórtico 8 - B7	Cumple	0.125 m' □ = 16.8	0.700 m' □ = 16.8	0.700 m' □ = 51.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 51.5
V-324: C11 - C8	Cumple	Cumple	3.212 m' □ = 17.2	0.000 m' □ = 48.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 48.5
V-325: C8 - C5	Cumple	0.000 m' □ = 49.3	0.967 m' □ = 49.3	1.208 m' □ = 76.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 76.6
V-326: C5 - C2	Cumple	Cumple	2.362 m' □ = 27.7	2.362 m' □ = 82.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 82.4
V-327: C2 -	Cumple	0.000 m' □ = 74.2	0.000 m' □ = 74.2	0.000 m' □ = 84.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 84.9
V-328: Pórtico 9 - B8	Cumple	0.125 m' □ = 18.1	0.700 m' □ = 18.1	0.700 m' □ = 60.3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 60.3
V-329: Pórtico 9 - B9	Cumple	Cumple	0.700 m' □ = 17.9	0.700 m' □ = 60.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 60.4
V-330: C12 - C9	Cumple	0.000 m' □ = 12.9	3.237 m' □ = 12.9	0.000 m' □ = 35.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 35.9
V-331: C9 - C6	Cumple	0.000 m' □ = 14.3	0.363 m' □ = 14.3	1.667 m' □ = 32.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 32.7
V-332: C6 - C3	Cumple	Cumple	2.437 m' □ = 11.6	2.437 m' □ = 49.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 49.9
V-333: C3 - B11	Cumple	0.000 m' □ = 16.1	0.000 m' □ = 16.1	0.000 m' □ = 47.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE □ = 47.9

Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

Tabla 9.*Comprobación por figuración.*

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NB 1225001)				Estado
	SC.sup.	SC,Lat.Der.	SC.inf.	SC,Lat.Izq.	
V-301: B24 - B26	x: 2.5 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE
V-302: B26 - B11	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 2.76 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-303: C1 - C2	x: 4.15 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 1.55 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-304: C2 - C3	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 2.26 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-305: C4 - B22	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 1.61 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-306: B22 - C5	x: 0.912 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-307: C5 - C6	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 2.26 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-308: Pórtico 10 - B5	x: 0.225 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-309: B23 - B21	x: 0 m Cumple	x: 3.16 m Cumple	x: 3.16 m Cumple	x: 3.16 m Cumple	CUMPLE
V-310: B4 - C7	x: 0.225 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-311: C7 - C8	x: 4.2 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 1.66 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-312: C8 - C9	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 2.26 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-313: C10 - C11	x: 4.15 m Cumple	x: 1.61 m Cumple	x: 1.61 m Cumple	x: 1.61 m Cumple	CUMPLE
V-314: C11 - C12	x: 0 m Cumple	x: 2.26 m Cumple	x: 2.26 m Cumple	x: 2.26 m Cumple	CUMPLE
V-315: Pórtico 12 - Pórtico 14	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	x: 1.26 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-316: Pórtico 16 - Pórtico 17	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	x: 1.06 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-317: B4 - Pórtico 4	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	x: 0.7 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-318: C10 - C7	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-319: C7 - C4	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 1.5 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-321: Pórtico 8 - B6	x: 0.7 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-323: Pórtico 8 - B7	x: 0.7 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-324: C11 - C8	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-325: C8 - C5	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 1.45 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-326: C5 - C2	x: 2.725 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NB 1225001)				Estado
	SC,sup.	SC,Lat.Der.	SC,inf.	SC,Lat.Izq.	
V-327: C2 -	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-328: Pórtico 9 - B8	x: 0.7 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-329: Pórtico 9 - B9	x: 0.7 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-330: C12 - C9	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 1.8 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-331: C9 - C6	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 2 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-332: C6 - C3	x: 2.8 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
V-333: C3 - B11	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

Tabla 10.

Comprobación de flecha.

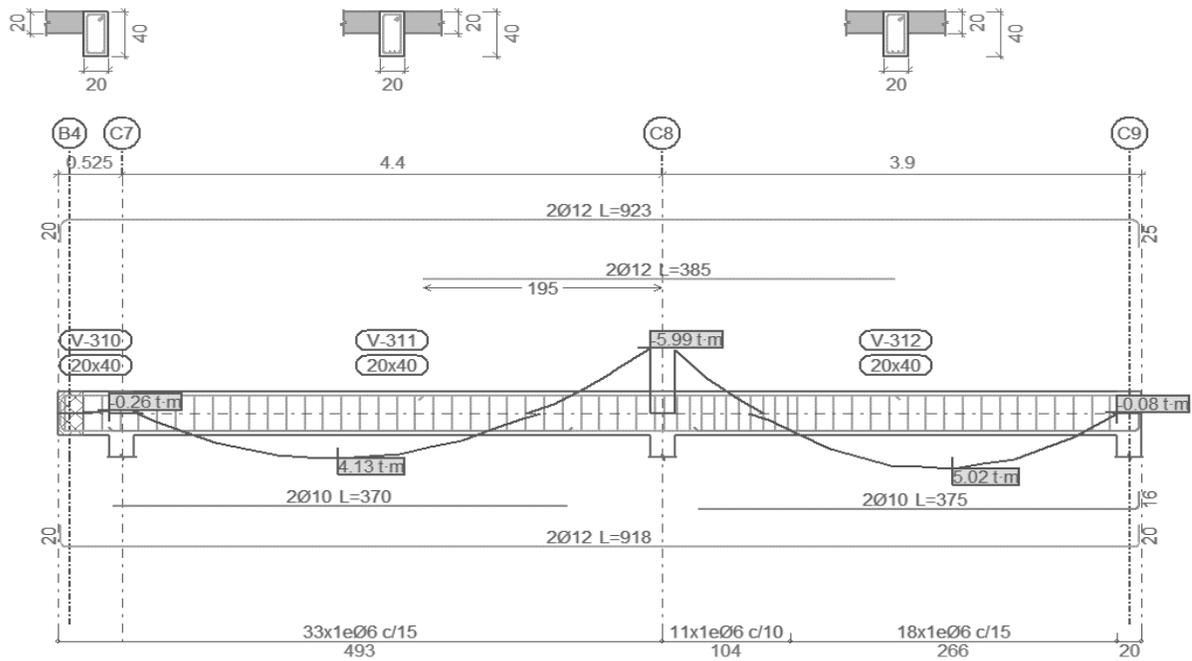
Comprobaciones de flecha		
Vigas	Activa (Característica) $f_{A,max} \square f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/480$	Estado
V-301: B24 - B26	$f_{A,max}$: 3.68 mm $f_{A,lim}$: 13.13 mm	CUMPLE
V-302: B26 - B11	$f_{A,max}$: 3.73 mm $f_{A,lim}$: 13.13 mm	CUMPLE
V-303: C1 - C2	$f_{A,max}$: 2.65 mm $f_{A,lim}$: 8.65 mm	CUMPLE
V-304: C2 - C3	$f_{A,max}$: 0.85 mm $f_{A,lim}$: 7.50 mm	CUMPLE
V-305: C4 - B22	$f_{A,max}$: 1.20 mm $f_{A,lim}$: 8.65 mm	CUMPLE
V-306: B22 - C5	$f_{A,max}$: 0.41 mm $f_{A,lim}$: 8.65 mm	CUMPLE
V-307: C5 - C6	$f_{A,max}$: 3.29 mm $f_{A,lim}$: 7.50 mm	CUMPLE
V-308: Pórtico 10 - B5	$f_{A,max}$: 0.56 mm $f_{A,lim}$: 0.94 mm	CUMPLE
V-309: B23 - B21	$f_{A,max}$: 8.70 mm $f_{A,lim}$: 8.75 mm	CUMPLE
V-310: B4 - C7	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 0.47 mm	CUMPLE
V-311: C7 - C8	$f_{A,max}$: 1.85 mm $f_{A,lim}$: 8.75 mm	CUMPLE

Comprobaciones de flecha		
Vigas	Activa (Característica) $f_{A,max} \square f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/480$	Estado
V-312: C8 - C9	$f_{A,max}$: 3.63 mm $f_{A,lim}$: 7.50 mm	CUMPLE
V-313: C10 - C11	$f_{A,max}$: 5.71 mm $f_{A,lim}$: 8.65 mm	CUMPLE
V-314: C11 - C12	$f_{A,max}$: 1.40 mm $f_{A,lim}$: 7.50 mm	CUMPLE
V-315: Pórtico 12 - Pórtico 14	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 4.69 mm	CUMPLE
V-316: Pórtico 16 - Pórtico 17	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 4.69 mm	CUMPLE
V-317: B4 - Pórtico 4	$f_{A,max}$: 0.02 mm $f_{A,lim}$: 2.92 mm	CUMPLE
V-318: C10 - C7	$f_{A,max}$: 0.34 mm $f_{A,lim}$: 7.50 mm	CUMPLE
V-319: C7 - C4	$f_{A,max}$: 1.62 mm $f_{A,lim}$: 8.33 mm	CUMPLE
V-320: C4 - C1	$f_{A,max}$: 0.17 mm $f_{A,lim}$: 5.83 mm	CUMPLE
V-321: Pórtico 8 - B6	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 2.92 mm	CUMPLE
V-322: B25 - B24	$f_{A,max}$: 0.00 mm $f_{A,lim}$: 1.67 mm	CUMPLE
V-323: Pórtico 8 - B7	$f_{A,max}$: 0.07 mm $f_{A,lim}$: 2.92 mm	CUMPLE
V-324: C11 - C8	$f_{A,max}$: 0.75 mm $f_{A,lim}$: 7.45 mm	CUMPLE
V-325: C8 - C5	$f_{A,max}$: 2.76 mm $f_{A,lim}$: 8.23 mm	CUMPLE
V-326: C5 - C2	$f_{A,max}$: 10.40 mm $f_{A,lim}$: 11.35 mm	CUMPLE
V-327: C2 -	$f_{A,max}$: 2.61 mm $f_{A,lim}$: 4.19 mm	CUMPLE
V-328: Pórtico 9 - B8	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 2.92 mm	CUMPLE
V-329: Pórtico 9 - B9	$f_{A,max}$: 0.09 mm $f_{A,lim}$: 2.92 mm	CUMPLE
V-330: C12 - C9	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 7.50 mm	CUMPLE
V-331: C9 - C6	$f_{A,max}$: 0.42 mm $f_{A,lim}$: 8.33 mm	CUMPLE
V-332: C6 - C3	$f_{A,max}$: 0.12 mm $f_{A,lim}$: 5.83 mm	CUMPLE
V-333: C3 - B11	$f_{A,max}$: 0.12 mm $f_{A,lim}$: 3.33 mm	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

Figura 34.

Pórtico 6 viga terraza.



Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

En la figura podemos ver los momentos más solicitados que se presentan en el pórtico N° 6 de la terraza, además de la disposición de las armaduras de montaje, de refuerzo y de corte.

4.2.8.3 Diseño Estructural de Columnas

Comprobación de la columna 8 para estados límites últimos.

Tabla 11.

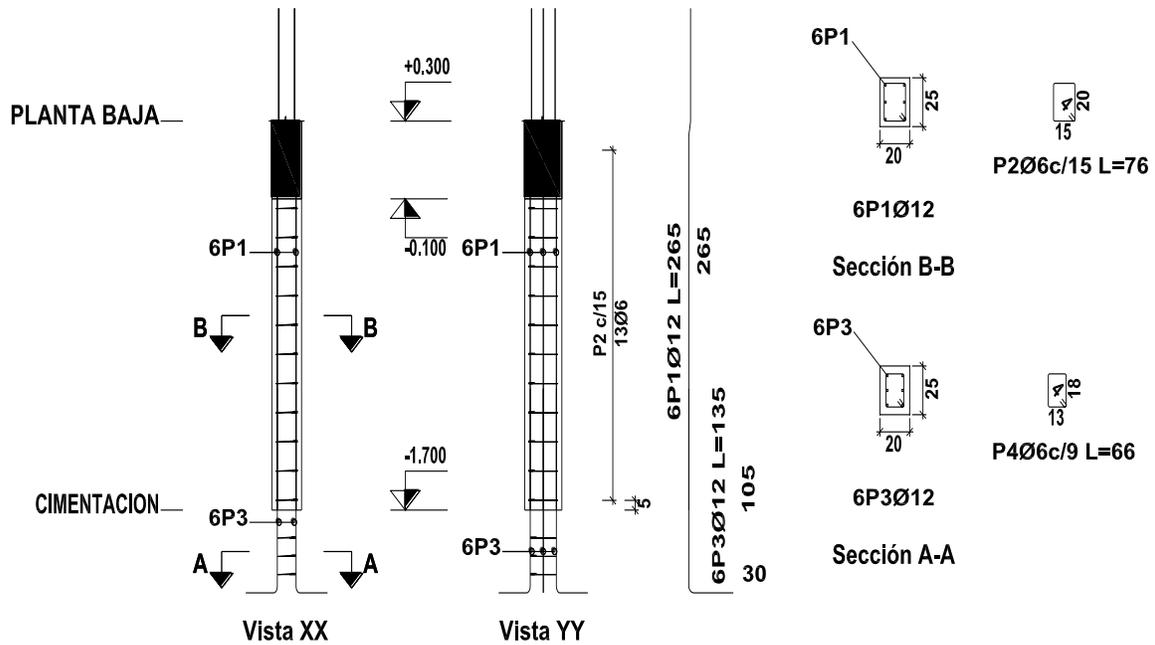
Comprobaciones Pilar C8.

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (t)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)	Qx (t)		Qy (t)
TERRAZA (3.36 - 6.42 m)	20x25	Cabeza	Cumple	Cumple	5.5	49.4	49.4	G, Q ⁽³⁾	Q	20.30	0.32	-0.01	0.01	0.28	Cumple
								G, Q, N ⁽⁴⁾	N,M	24.19	0.31	0.00	0.01	0.25	
		Pie	Cumple	Cumple	5.5	50.2	50.2	G, Q ⁽³⁾	Q	20.70	-0.42	0.03	0.01	0.28	Cumple
								G, Q, N ⁽⁴⁾	N,M	24.59	-0.35	0.03	0.01	0.25	
PLANTA ALTA (0.3 - 3.36 m)	20x25	Cabeza	Cumple	Cumple	5.7	86.3	86.3	G ⁽⁵⁾	Q	34.88	0.40	-0.10	0.13	0.32	Cumple
								G, Q, N ⁽⁶⁾	N,M	48.15	0.45	-0.10	0.13	0.34	
		Pie	Cumple	Cumple	5.7	86.6	86.6	G ⁽⁵⁾	Q	35.33	-0.42	0.25	0.13	0.32	Cumple
								G, Q, N ⁽⁶⁾	N,M	48.53	-0.42	0.24	0.13	0.34	
PLANTA BAJA (-1.7 - 0.3 m)	20x25	0.3 m	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	86.6	86.6	G, Q, N ⁽⁶⁾	N,M	48.53	-0.42	0.24	0.13	0.34	Cumple
		Cabeza	Cumple	Cumple	10.1	86.1	86.1	G ⁽⁵⁾	Q	43.59	0.58	-0.38	0.38	0.57	Cumple
								G, Q, N ⁽⁶⁾	N, M	55.64	0.51	-0.33	0.32	0.49	
		Pie	Cumple	Cumple	10.1	86.4	86.4	G ⁽⁵⁾	Q	43.87	-0.32	0.23	0.38	0.57	Cumple
G, Q, N ⁽⁶⁾	N,M							55.88	-0.28	0.19	0.32	0.49			
Cimentación	20x25	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	86.4	86.4	G, Q, N ⁽⁶⁾	N, M	55.88	-0.28	0.19	0.32	0.49	Cumple

Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

Figura 35.

Disposición y armado de columna C8.



Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

4.2.8.4 Diseño Estructural de Fundaciones

Tabla 12.

Comprobación en zapatas.

Referencia: C8		
Dimensiones: 205 x 205 x 50 / 40		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Ángulo máximo talud: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 grados Calculado: 6.70984 grados	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 1.229 kp/cm ²	
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 1.3 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 1.625 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 11608.3 %	Cumple

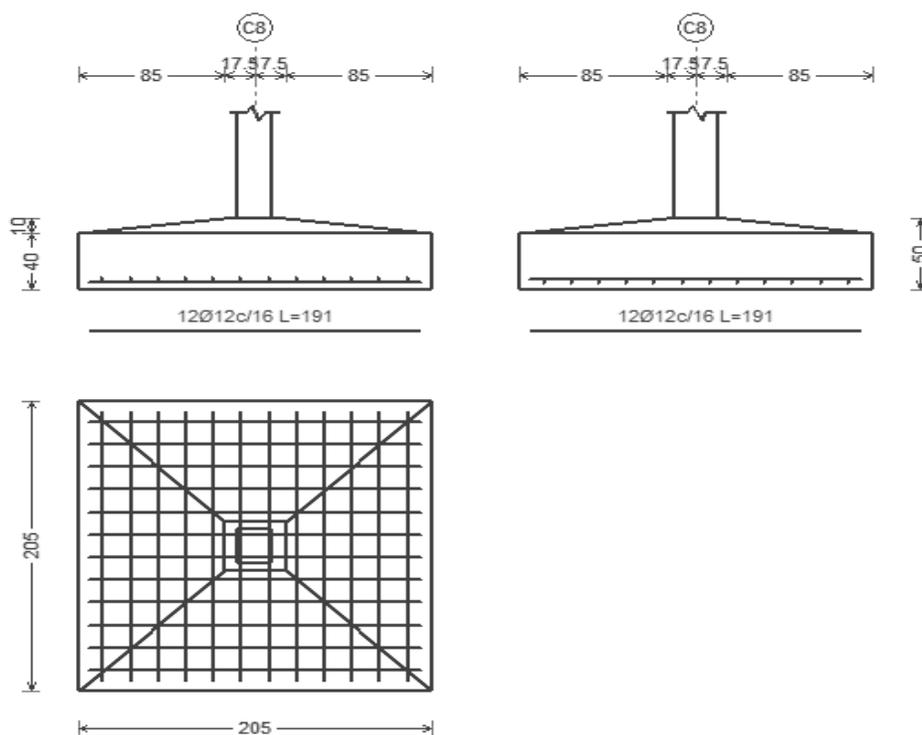
Referencia: C8		
Dimensiones: 205 x 205 x 50 / 40		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 7919.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 10.82 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 10.60 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 16.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 12.12 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 642.2 t/m ²	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 163.03 t/m ²	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 21 cm	
<i>Capítulo 15.7 (norma NB 1225001)</i>	Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- C8:	Mínimo: 20 cm	
	Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Capítulo 7.12.2.1 (norma NB 1225001)</i>	Mínimo: 0.0015	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 10 mm	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 30 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 45 cm	Cumple

Referencia: C8		
Dimensiones: 205 x 205 x 50 / 40		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 45 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

Figura 36.

Dimensión y armado de zapata C8.

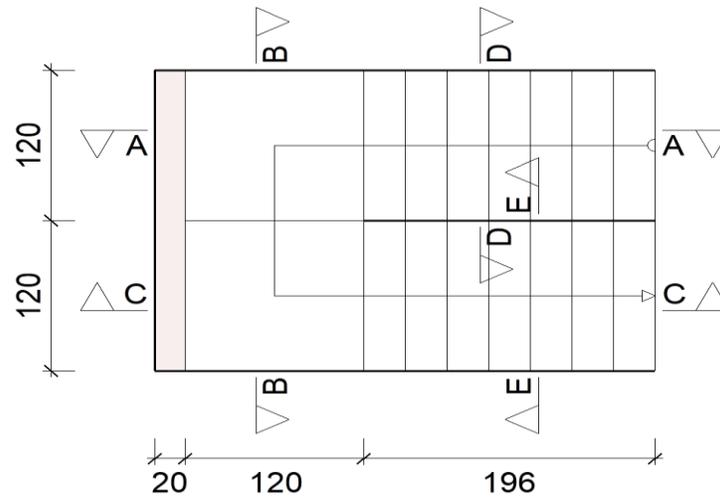


Fuente: Elaboración propia- Cypecad

4.2.8.5 Diseño Estructural de Escaleras

Figura 37.

Vista en planta escalera H°A°.



Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

Tabla 13.

Disposición de aceros en escalera.

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
B-B	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
C-C	Longitudinal	Ø8c/20	Ø10c/10
D-D	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20
E-E	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20

Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

Tabla 14.*Longitudes y diámetros de barras.*

Medición						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Superior	Ø8	7	4.64	32.48	12.8
A-A	Inferior	Ø10	13	3.49	45.37	28.0
A-A	Inferior	Ø10	13	1.84	23.92	14.7
B-B	Superior	Ø8	8	2.49	19.92	7.9
B-B	Inferior	Ø10	15	2.49	37.35	23.0
C-C	Superior	Ø8	7	2.21	15.47	6.1
C-C	Superior	Ø8	7	3.58	25.06	9.9
C-C	Inferior	Ø10	13	2.49	32.37	20.0
C-C	Inferior	Ø10	13	3.43	44.59	27.5
D-D	Superior	Ø8	13	1.30	16.90	6.7
D-D	Inferior	Ø8	14	1.30	18.20	7.2
E-E	Superior	Ø8	15	1.30	19.50	7.7
E-E	Inferior	Ø8	13	1.30	16.90	6.7
					Total + 10 %	195.9

Fuente: Elaboración propia- Cypecad.

4.3 Análisis de comparación técnica estructural

4.3.1 Análisis técnico comparativo de los elementos estructurales ejecutados en obra por el maestro albañil con las recomendaciones de normativa.

A continuación, se analizará los diferentes hallazgos en cada uno de los elementos estructurales, por separado para la respectiva comparación.

Análisis comparativo de los elementos estructurales ejecutados por el albañil Vs las recomendaciones de la norma.

HALLAZGO N° 1.- La vivienda se construyó sin cumplir la documentación necesaria.				
ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el numeral 1,6,1 pág. 29. "Todo proyecto estructural que se refiera a obras nuevas, de reforma, de refuerzo o reparación, comprenderá, como mínimo, los documentos que a continuación se mencionan, referidos al total de sus posibles etapas; diseño, ejecución y control:</p> <p>Estudios PRELIMINARES,</p> <ul style="list-style-type: none"> • memoria descriptiva, • modelo digital de la estructura, • planos y planillas, • pliego de especificaciones técnicas, • cómputos métricos y/o mediciones 	<p>La obra ejecutada por el contratista solo conto con un plano arquitectónico, además quedando el como único responsable de la construcción.</p>	<p>Este tipo de construcciones suele vincularse a niveles socioeconómicos específicos, donde el proceso constructivo, en muchos casos, carece de la debida calificación, incumpliendo las normativas establecidas. Estas edificaciones suelen adolecer de criterios arquitectónicos, estructurales, constructivos o funcionales, ya que se llevan a cabo sin la supervisión de profesionales competentes. Este escenario plantea riesgos significativos, no solo en términos de seguridad estructural, sino también en la calidad y funcionalidad a largo plazo de dichas construcciones.</p>	<p>Es fundamental seguir siempre el enfoque de emplear mano de obra altamente capacitada y contar con una supervisión especializada al llevar a cabo proyectos de construcción. Cumplir rigurosamente con las normativas establecidas es esencial, evitando la toma de decisiones precipitadas. En este contexto, resulta imperativo reconocer que las inversiones en construcción son a corto plazo, y la tentación de reducir costos puede traducirse en comprometer la integridad de la vivienda, aumentando significativamente los gastos de reparación a largo plazo.</p>

HALLAZGO N° 2.-. Para el respectivo emplazamiento de la obra no se realizó un estudio de suelos.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el numeral 13,2,6, pago 249. "La capacidad admisible del suelo deben determinarse mediante los principios de mecánica de suelos y de acuerdo con la Norma general de construcción. El tamaño del área de la base de una zapata sobre el suelo, generalmente se establece con base en estos valores admisibles para cargas no mayoradas (de servicio) tales como D, L, W y E, en cualquier combinación que controle el diseño".</p>	<p>La construcción de la vivienda a cargo del maestro albañil se llevó a cabo sin realizar previamente un estudio de suelos, el cual tiene como objetivo fundamental determinar la naturaleza y propiedades del terreno. Este análisis resulta crucial para definir de manera precisa el tipo y las condiciones óptimas de cimentación que se requieren. La omisión de este paso esencial puede dar lugar a desafíos significativos en la estabilidad y durabilidad de la estructura, subrayando la importancia de incorporar evaluaciones adecuadas del suelo en cada fase del proceso constructivo.</p>	<p>La ausencia de un estudio de suelos antes de la construcción conlleva riesgos significativos para la estructura, exponiéndola a diversas amenazas, entre las cuales se incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asentamientos del terreno. • Expansión del terreno. • Agrietamientos en el terreno y las estructuras. • Deslizamientos. • Erosión del terreno. <p>Estos posibles escenarios resaltan la importancia crítica de llevar a cabo evaluaciones exhaustivas del suelo, ya que contribuyen a mitigar los riesgos asociados y garantizan una base sólida y segura para la construcción.</p>	<p>Definitivamente, lo óptimo para asegurar una construcción de calidad es altamente recomendable realizar un estudio de suelos. Este paso es fundamental para brindar una mayor estabilidad estructural, garantizar la seguridad integral de la edificación y, en última instancia, proporcionar satisfacción al usuario.</p> <p>Un análisis exhaustivo del suelo sienta las bases para decisiones informadas en cuanto a diseño y cimentación, contribuyendo así a la durabilidad y rendimiento óptimo del proyecto construido. En resumen, invertir en un estudio de suelos es una medida preventiva crucial que repercute positivamente en la integridad y el éxito a largo plazo de cualquier construcción.</p>

HALLAZGO N°3.- . Fundación de zapatas aisladas en un suelo con resistencia admisible del terreno muy baja.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>Según la norma NB 1225001 en el numeral 13,2,6,1. pag.250."Para definir por resistencia las dimensiones de una zapata, debe determinarse la presión de contacto con el suelo. Estos valores calculados para presiones de contacto con el suelo se usan para determinar la resistencia de la fundación requerida para flexión, cortante y anclaje de la armadura, como en cualquier otro elemento de la estructura".</p>	<p>La elección del contratista de utilizar zapatas medianeras con una sección geométrica rectangular tipo piramidal, basándose en la evolución del tipo de suelo, la configuración específica de la vivienda y la comparación con otras estructuras previas, plantea algunas consideraciones.</p> <p>Aunque demuestra una adaptación a las condiciones del suelo, esta metodología carece del respaldo de un estudio de suelos formal, lo cual podría comprometer la precisión y seguridad de las decisiones de diseño.</p>	<p>La ausencia de un estudio de suelos antes de la construcción conlleva riesgos significativos para la estructura, exponiéndola a diversas amenazas, entre las cuales se incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asentamientos del terreno. • Expansión del terreno. • Agrietamientos en el terreno y las estructuras. • Deslizamientos. • Erosión del terreno. <p>Estos posibles escenarios resaltan la importancia crítica de llevar a cabo evaluaciones exhaustivas del suelo, ya que contribuyen a mitigar los riesgos asociados y garantizan una base sólida y segura para la construcción.</p>	<p>Como mencioné anteriormente, realizar un estudio de suelos proporciona certeza invaluable sobre las fundaciones y cimientos más adecuados para tu proyecto. Este enfoque evita sobredimensionamientos, optimiza costos y brinda tranquilidad al garantizar una construcción segura y estructuralmente bien calculada. La información detallada del estudio permite decisiones fundamentadas, adaptando la construcción a las características del suelo y asegurando eficiencia y durabilidad.</p> <p>En resumen, invertir en un estudio de suelos se traduce en una construcción precisa, segura y económicamente eficiente.</p>

HALLAZGO N°4.-. Fundación de zapatas medianeras.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma ACI 318-05 en el numeral 15.2 pago 257. "Cuando haya necesidad de tener en cuenta cargas excéntricas o momentos, la presión extrema del suelo o la reacción obtenida en la zapata deben estar dentro de valores admisibles. De modo similar, las reacciones resultantes debidas a la combinación de cargas de servicio con los momentos y/o cortantes causados por las cargas de viento o sismo no deben exceder los valores incrementados que permita el reglamento de construcción general".</p>	<p>Las zapatas medianeras fundadas por el contratista tienen una sección geométrica rectangular tipo piramidal con secciones que adopto de acuerdo a la evolución del tipo de suelo que pudo apreciar, además de la embargadora de la vivienda y de comparación por semejanza con otras viviendas ya realizadas.</p>	<p>Las zapatas medianeras se emplean para evitar la carga excéntrica sobre la última zapata o cuando 2 pilares están muy próximos entre sí, Al no conectar las zapatas medianeras con una viga centradora, estas aumentaran de tamaño, además la estructura presentara un mayor índice de asentamiento y momentos de vuelco, causando inestabilidad a la vivienda.</p>	<p>En el ámbito de las zapatas, se aconseja encarecidamente considerar la conexión con vigas centradoras. Este enfoque tiene beneficios significativos, ya que estas vigas contribuyen a la disminución de esfuerzos, lo que permite una reducción en el consumo de acero. De igual manera, esta interconexión posibilita la opción de utilizar una zapata de dimensiones más reducidas, manteniendo al mismo tiempo los niveles de esfuerzo, lo que resulta en una disminución del consumo de hormigón. Este aspecto, a su vez, implica una menor necesidad de excavación y una superficie de encofrado más reducida. En resumen, la implementación de conexiones entre zapatas y vigas centradoras no solo optimiza el rendimiento estructural, sino que también se traduce en eficiencia en el uso de materiales y recursos durante el proceso constructivo.</p>

HALLAZGO N° 5.-. Longitud de anclaje insuficiente en la armadura de las zapatas.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>Según la norma NB 1225001 en el numeral 25.4.3. pág. 520."La longitud de anclaje, led, para barras corrugadas en tracción que terminen en un gancho estándar debe ser la mayor de:</p> <p>a) 8 db b) 150 mm.</p>	<p>Lamentablemente, el contratista está incurriendo en una práctica incorrecta al utilizar una longitud de anclaje en las armaduras de la zapata que no cumple con los requisitos mínimos establecidos por la normativa. En la figura, se observan ganchos de 90° en ambas direcciones del armado. Esta omisión compromete la integridad estructural y la seguridad de la zapata, subyando la importancia de seguir rigurosamente las pautas establecidas para garantizar un rendimiento estructural óptimo y la conformidad con los estándares de construcción.</p>	<p>La utilización de ganchos puede no ser esencial en muchos cálculos estructurales, pero en el caso específico de zapatas piramidales, su incorporación es crucial. Estas zapatas operan bajo el principio de biela-tirante y, por lo tanto, los ganchos desempeñan un papel fundamental al enfrentar los esfuerzos generados en la estructura. Aunque en algunos casos puedan parecer dispensables, en este contexto particular son necesarios para asegurar el comportamiento adecuado de la zapata frente a las cargas y garantizar la integridad y estabilidad de la estructura en su conjunto.</p>	<p>En términos generales, es altamente aconsejable incorporar ganchos en los extremos del elemento, asegurándose de que cumplan con las longitudes mínimas especificadas por las normativas. Esta práctica se vuelve esencial ante cualquier eventualidad o circunstancia que pueda surgir en la pieza. La inclusión de ganchos adecuados no solo garantiza la conformidad con los estándares normativos, sino que también fortalece la resistencia y la capacidad de respuesta del elemento ante condiciones inesperadas, contribuyendo así a la integridad y seguridad global de la estructura.</p>

HALLAZGO N° 6.-. Recubrimientos para la armadura.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el apartado 20.6.1.3.2. "Los elementos de hormigón no pretensados construidos en sitio deben tener un recubrimiento de hormigón especificado para la armadura igual al menos al dado en la Tabla 20.6.1.3.1".</p>	<p>En la construcción a cargo del maestro albañil, se ha identificado un problema con los recubrimientos de las zapatas, especialmente en los bordes. Las barras chocan con el encofrado, resultando en un recubrimiento notablemente escaso en comparación con la base de la pieza.</p>	<p>Estos elementos expuestos al suelo requieren un recubrimiento adecuado en todas sus caras para garantizar su durabilidad. La escasez de recubrimiento puede comprometer la vida útil de la pieza, aumentando el riesgo de corrosión y degradación significativa de la armadura.</p>	<p>Es aconsejable llevar a cabo la construcción con un recubrimiento adecuado para prevenir estos problemas, evitando así costosas reparaciones y garantizando el mantenimiento óptimo de estos elementos a lo largo del tiempo.</p>

HALLAZGO N° 7.-. Separación de estribos en columnas.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la NB 1225001 en el numeral 25.7.2.1, pág. 546, "Los estribos de columnas en barras corrugadas cerradas con un espaciamiento que cumplan con:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Espaciamiento libre de al menos (43)daga b) El espaciamiento centro a centro no debe exceder el menor de 12 db de la barra longitudinal, 36 db de barra de estribo y la menor dimensión del elemento.18,7,5,1. 	<p>En las columnas construidas por el maestro albañil, la armadura transversal muestra una distribución uniforme a lo largo del elemento, pero los espaciamientos no cumplen con los límites establecidos por la normativa, siendo inadecuados.</p>	<p>En muchas edificaciones, el diseño del refuerzo transversal en las columnas es deficiente, la distribución es escasa e inadecuada, con espaciamientos demasiado grandes, lo que puede resultar en la falta de confinamiento necesario entre el concreto y la armadura. Esto podría provocar el desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del concreto, pandeo de las barras longitudinales y la aparición de grietas verticales en el hormigón.</p>	<p>En el armado de las columnas, es crucial aplicar estribos para un confinamiento adecuado, especialmente en las partes inferior y superior del pilar. En el centro, se deben seguir las separaciones mínimas recomendadas por la normativa para garantizar la integridad estructural.</p>

HALLAZGO N° 8.-. Escasa longitud de empalme de las barras longitudinales de las columnas.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el numeral 25.5.1, pág. 533, "Las longitudes de empalme por traslape de la armadura longitudinal en columnas se deben calcular de acuerdo con 10.7.5, 18.7.4.3 y con este artículo".</p>	<p>En el segundo nivel de la vivienda, se identifica un problema en el traslape de una columna, donde los empalmes y estribos están detallados de manera incorrecta. La longitud de empalme es insuficiente, incumpliendo con la normativa que establece un mínimo de 300 mm para dicha longitud. Es esencial corregir esta discrepancia para asegurar la integridad estructural.</p>	<p>Los empalmes por traslape deficientes pueden desencadenar fallas significativas en los elementos en los que se ubican. En las barras sujetas a compresión, la función principal es transferir los esfuerzos de una barra a otra mediante la adherencia, cuando se trata de barras sometidas a compresión, parte de estos esfuerzos se transfieren a través del efecto punta, que implica el apoyo directo de la barra sobre el concreto. Es fundamental abordar adecuadamente los empalmes para garantizar la efectividad de esta transferencia de carga.</p>	<p>Es crucial destacar que la longitud, forma y ubicación de los traslapes deben seguir las especificaciones detalladas en los códigos actuales. Esto garantiza la integridad de los elementos y ayuda a prevenir posibles daños. Seguir las normativas adecuadas es fundamental para asegurar la seguridad y la durabilidad de la estructura.</p>

HALLAZGO N° 9.-. Escasa longitud de empalme de las barras longitudinales de las columnas.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el numeral 10.7.4, pág. 187, "La pendiente de la parte inclinada de una barra longitudinal doblada por cambio de sección no debe exceder 1 en 6 con respecto al eje de la columna. Las partes de la barra que estén arriba y debajo de la zona de doblado deben ser paralelas al eje longitudinal de la columna.</p>	<p>El doble realizado para reducir la sección de la columna se llevó a cabo en la parte superior de la losa, en lugar de hacerlo en el interior, como es la práctica común. Este método inusual puede tener implicaciones en la integridad estructural y debe ser revisado para garantizar la adecuada capacidad de carga y resistencia de la columna.</p>	<p>La decisión de realizar el doblado para reducir la sección de la columna en la parte superior de la losa, en lugar de seguir la práctica común de hacerlo en su interior, puede tener consecuencias significativas en la integridad estructural. Este enfoque inusual podría comprometer la capacidad de carga de la columna, debilitar su resistencia y afectar la transferencia eficiente de cargas. Además, podría generar vulnerabilidades a esfuerzos no deseados y estar en violación de normativas de construcción.</p>	<p>Se recomienda explorar la posibilidad de reposicionar el doblado en el interior de la columna, siguiendo las prácticas estándar. Esta medida busca optimizar la distribución de cargas y reforzar la integridad estructural, asegurando así un diseño más alineado con las normativas y estándares de construcción.</p>

HALLAZGO N° 10.- Incumplimiento de la cuantía mínima de armadura en las columnas.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el numeral 10.6.1.1, pag.185. "La cuantía mínima requiere que se demuestre que la fluencia lenta y retracción del hormigón no producen tensiones excesivas en las armaduras. Caso contrario, el límite mínimo será de 0,01 Ag".</p>	<p>En la disposición de la armadura longitudinal en la sección transversal de las columnas, se observa una cuantía de hierro mínima significativamente baja.</p>	<p>En el diseño de estructuras de hormigón armado, se establecen relaciones cruciales entre la cantidad de acero y la cantidad de hormigón empleado. La ausencia de la debida cantidad de armadura puede provocar deformaciones en la pieza, manifestándose a través de fisuras, y la falta de acero adecuado podría incluso desencadenar un colapso estructural. Es fundamental garantizar un equilibrio óptimo entre el acero y el hormigón para prevenir deformaciones no deseadas y asegurar la resistencia integral de la estructura.</p>	<p>Es altamente recomendable buscar siempre una cuantía balanceada, o al menos la cuantía mínima, al diseñar elementos estructurales, esto garantiza que la pieza adquiera características de ductilidad, permitiendo así resistir de manera efectiva los esfuerzos solicitados. Al lograr un equilibrio adecuado entre la cantidad de acero y hormigón, se fortalece la capacidad de la estructura para absorber deformaciones sin perder su integridad, contribuyendo a su seguridad y rendimiento óptimo.</p>

HALLAZGO N° 11.- Armado de vigas menor a la mínima armadura de refuerzo a la flexión.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la NB 1225001 en el numeral 9.7.3.8.1, pag.170"Por lo menos 1/3 del refuerzo para momento positivo en elementos simplemente apoyados y 1/4 del refuerzo para momento positivo en elementos continuos, se debe prolongar a lo largo de la misma cara del elemento hasta el apoyo. En las vigas, dicho refuerzo se debe prolongar, por lo menos 150 mm dentro del apoyo.</p>	<p>Durante las inspecciones en la obra, se observó que las vigas armadas por el maestro albañil presentan armadura de refuerzo a tracción para esfuerzos positivos. Sin embargo, se notó una longitud mínima de esta armadura en el centro del vano de la viga. Esta deficiencia podría comprometer la capacidad de la viga para resistir eficientemente los esfuerzos positivos, lo que subraya la importancia de ajustar y mejorar la disposición de la armadura para asegurar la integridad estructural adecuada.</p>	<p>Cuando las cargas de servicio generan tensiones elevadas en la armadura, es probable que aparezcan fisuras visibles, por lo que es crucial tomar precauciones al detallar la armadura para controlar la fisuración. Con el objetivo de garantizar durabilidad y aspecto estético, resulta preferible tener muchas fisuras muy finas en lugar de unas pocas fisuras más anchas. Este enfoque no solo contribuye a la estabilidad estructural, sino que también mejora la apariencia y la resistencia a largo plazo de la construcción.</p>	<p>Este hallazgo resalta la importancia crucial de contar con la experiencia de un profesional competente en el armado de refuerzos en las vigas. Dada la necesidad de un detallado preciso de las armaduras en este elemento estructural, la experiencia de un experto se vuelve esencial para garantizar la integridad y la resistencia adecuadas de las vigas. Un enfoque profesional en el diseño y ejecución de las armaduras no solo asegura la seguridad estructural, sino que también contribuye a la eficiencia y longevidad de la construcción.</p>

HALLAZGO N° 12.-. Falta de armadura de refuerzo para tracción en las fibras superiores de la viga.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la NB 1225001 en el numeral 9.7.3.8.4, pag.172, "Por lo menos 1/3 del refuerzo total por tracción en el apoyo proporcionado para resistir momento negativo debe tener una longitud embebida más allá del punto de inflexión, no menor que d , $12d$ o $l_a/16$, la que sea mayor.</p>	<p>Durante las visitas técnicas a la obra, se identificó que las vigas carecían de armadura de refuerzo para tracción en las fibras superiores. Se observó una disposición de armadura, pero lamentablemente estaba colocada de manera incorrecta, indicando una falta de comprensión por parte del constructor acerca de dónde y por qué reforzar la viga. Esta situación subraya la importancia de contar con profesionales capacitados en la planificación y ejecución del refuerzo estructural para garantizar la seguridad y eficacia del proyecto.</p>	<p>La falta de conocimiento en la correcta disposición del hierro al armar elementos estructurales puede conllevar riesgos significativos, comprometiendo la integridad de la estructura. Por otro lado, también existe la posibilidad de un sobredimensionamiento innecesario, lo que resultaría en costos más elevados de construcción. Es fundamental contar con profesionales expertos en el diseño y armado de elementos estructurales para garantizar una ejecución eficiente, segura y económicamente viable del proyecto.</p>	<p>Este hallazgo destaca la importancia crucial de contar con la experiencia de un profesional competente para el armado de refuerzos en las vigas, ya que es un componente estructural que demanda un detallado preciso de las armaduras. La necesidad de una disposición adecuada de las armaduras subraya la complejidad y la importancia de este proceso en la construcción. La participación de un profesional calificado no solo asegura la seguridad y la integridad estructural, sino que también optimiza el rendimiento y la eficiencia del proyecto.</p>

HALLAZGO N°13.- Separación de estribos en las vigas.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el numeral 9.7.6.4.3, pag.175, "El espaciamiento de la armadura transversal no debe exceder al menor de:</p> <p>a) 12 db b) 36 debe La menor dimensión de la viga".</p>	<p>El maestro albañil ha empleado estribos de 6mm en las vigas, distribuidos uniformemente a lo largo de la viga con una separación inadecuada. Esta práctica refleja la falta de reconocimiento sobre el hecho de que los extremos de la viga son áreas críticas donde se genera la mayor fuerza de corte. En estos puntos, se requiere una menor distancia de separación de estribos o, alternativamente, el uso de un diámetro mayor a 6mm para garantizar una resistencia estructural adecuada.</p> <p>Corregir esta disposición de estribos es esencial para optimizar la capacidad de carga y la seguridad estructural de las vigas.</p>	<p>En ciertos tramos a lo largo de la viga, especialmente en la zona central donde el hormigón posee capacidad autónoma para resistir fuerzas de corte, la uniformización de estribos a una distancia mayor a la recomendada por la normativa puede comprometer la integridad estructural. Esta práctica podría eventualmente dar lugar a la aparición de fisuras por corte con el tiempo. Es crucial ajustar la disposición de estribos, considerando las características específicas de carga en diferentes secciones de la viga, para garantizar una distribución efectiva de las fuerzas y prevenir posibles fallos estructurales.</p>	<p>Se sugiere ubicar los estribos en los extremos de la viga a separaciones más estrechas, especialmente dado que es en estas áreas donde se generan los mayores esfuerzos de corte. Por otro lado, en el tramo central se recomienda seguir la separación mínima indicada por la normativa.</p> <p>Esta estrategia permite adaptar la disposición de los estribos a las distintas demandas de carga en diferentes secciones de la viga, mejorando así la resistencia estructural y reduciendo el riesgo de fisuras por corte.</p>

HALLAZGO N°14.- Anclaje de las armaduras de montaje.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el numeral 25.4.3.1, pag.520, "La longitud de anclaje, para barras corrugadas en tracción que terminen en un gancho estándar debe ser la mayor de:</p> <p>a) 8 db b) 150 mm.</p>	<p>La longitud de anclaje de las barras longitudinales que finalizan en un apoyo discontinuo ha sido doblada a 90°, pero la patilla resultante es insuficiente. Esta práctica podría comprometer la capacidad de anclaje de las barras en el punto de apoyo, lo que subraya la importancia de corregir esta deficiencia para garantizar la resistencia estructural adecuada en dichas áreas.</p>	<p>El análisis de fallas en barras con gancho revela que la separación del recubrimiento de concreto en el plano del gancho constituye la causa principal de la falla. Se observa que el agrietamiento se origina en la parte interior del gancho, donde se generan concentraciones locales de esfuerzo notablemente elevadas. Estos hallazgos enfatizan la importancia crítica de asegurar un recubrimiento adecuado y una configuración precisa de los ganchos para prevenir fallas prematuras y garantizar la resistencia estructural óptima.</p>	<p>Se aconseja seguir las patillas mínimas especificadas por la normativa al realizar ganchos en barras, ya que esto garantiza un anclaje adecuado al hormigón. Al cumplir con estas medidas mínimas, se mejora la trabajabilidad de las barras y se fortalece su capacidad para resistir eficazmente los esfuerzos solicitados. Este enfoque no solo asegura la conformidad en construcción, sino que también contribuye a la durabilidad.</p>

HALLAZGO N° 15.-. Recubrimiento escaso en la cara inferior de la viga.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el apartado 20.6.1.3.2. "Los elementos de hormigón no pretensados construidos en sitio deben tener un recubrimiento de hormigón especificado para la armadura igual al menos al dado en la Tabla 20.6.1.3.1".</p>	<p>La viga presenta un recubrimiento insuficiente en la base, ya que se utiliza un trozo de ladrillo como galleta o separador. Esta práctica compromete la protección del refuerzo estructural contra factores ambientales y puede aumentar la vulnerabilidad de la columna a la corrosión y otros daños. Se recomienda emplear materiales adecuados como separadores para garantizar un recubrimiento apropiado y, por ende, la durabilidad y resistencia adecuadas de la columna.</p>	<p>En ciertos tramos a lo largo de la viga, especialmente en la zona central donde el hormigón posee capacidad autónoma para resistir fuerzas de corte, la uniformización de estribos a una distancia mayor a la recomendada por la normativa puede comprometer la integridad estructural. Esta práctica podría eventualmente dar lugar a la aparición de fisuras por corte con el tiempo. Es crucial ajustar la disposición de estribos, considerando las características específicas de carga en diferentes secciones de la viga, para garantizar una distribución efectiva de las fuerzas y prevenir posibles fallos estructurales. La falta de recubrimiento adecuado en el refuerzo estructural es un problema frecuente en las edificaciones, comprometiendo la resistencia y la sección de los elementos estructurales. Este déficit expone el acero a condiciones climáticas adversas, especialmente la corrosión al interactuar con agentes externos como el agua.</p>	<p>Es crucial asegurar un confinamiento efectivo del acero de refuerzo mediante el concreto circundante, manteniendo un recubrimiento adecuado, en línea con lo estipulado por las normativas. Este enfoque no solo garantiza la resistencia y estabilidad de los elementos estructurales, sino que también protege al acero contra agentes externos, como la corrosión. Cumplir con los estándares normativos en cuanto al recubrimiento contribuye significativamente a la durabilidad y el desempeño a largo plazo de la construcción.</p>

HALLAZGO N° 16.- falta de armadura para flexión en momentos negativos.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el apartado 7.7.3.4, pág. 102 "La armadura a tracción por flexión que continúa debe tener una longitud embebida no me no que le más allá del punto en donde la armadura que se termina o se dobla ya no se requiere para resistir flexión".</p>	<p>Se ha identificado la ausencia de acero de refuerzo negativo en las viguetas durante el armado de las losas, lo cual es esencial para absorber los momentos negativos en los puntos de apoyo de la vigueta. Esta carencia puede comprometer la capacidad de la estructura para resistir adecuadamente las cargas y generar tensiones no deseadas en los puntos de apoyo. Se recomienda corregir esta omisión mediante la implementación de refuerzos adecuados para garantizar la estabilidad y resistencia integral de las losas.</p>	<p>La deficiencia o ausencia de este tipo de refuerzos puede dejar a la estructura en situaciones desfavorables, comprometiendo su capacidad para funcionar eficientemente ante los esfuerzos a los que está sometida. La incorporación adecuada de refuerzos negativos es esencial para garantizar la estabilidad y resistencia necesarias en los puntos de apoyo, evitando tensiones excesivas y asegurando un desempeño estructural óptimo.</p>	<p>Es recomendable instalar la armadura necesaria para contrarrestar la tracción superior generada por los momentos negativos en las viguetas. Este enfoque garantiza una distribución equitativa de las cargas y refuerza la capacidad de las viguetas para resistir tensiones negativas en los puntos de apoyo. La implementación de refuerzos adecuados contribuye significativamente a la estabilidad estructural y asegura un comportamiento eficiente frente a las solicitaciones de la carga, fortaleciendo así la integridad de la construcción.</p>

HALLAZGO N° 17.- Armadura para retracción térmica.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el apartado 7.7.6.2, pág. 105 "El espaciamiento de la armadura corrugada de retracción y temperatura no debe exceder el menor de: 3h y 300mm".</p>	<p>El armado de la parrilla o acero de refuerzo para contrarrestar la retracción térmica presenta deficiencias, ya que se encuentra dispuesto en dos direcciones con separaciones exageradas y sin mantener una distribución uniforme. Esta práctica puede comprometer la efectividad del refuerzo al enfrentar la retracción térmica, lo que podría resultar en deformaciones no deseadas en la estructura.</p>	<p>La falta de eficacia o las prácticas deficientes en el armado de este acero de refuerzo pueden dar lugar a la aparición de fisuras en los paneles de la losa. Como consecuencia, podría ser necesario recurrir a otros materiales de impermeabilización para prevenir la filtración de agua, lo que resultaría en un aumento significativo en los costos de construcción. Es esencial abordar adecuadamente el armado de la armadura de refuerzo para evitar complicaciones futuras y garantizar la integridad estructural de la losa.</p>	<p>Es aconsejable configurar la parrilla de refuerzo para contrarrestar la retracción térmica con un espaciamiento más amplio, asegurando al mismo tiempo una distribución uniforme en la pieza. Este enfoque permite un control más efectivo de la fisuración al enfrentar la retracción térmica. Al optimizar la disposición de la armadura, se mejora la capacidad de la estructura para resistir deformaciones y se reduce el riesgo de fisuras no deseadas, contribuyendo así a la integridad y durabilidad de la construcción.</p>

HALLAZGO N°18.-Resistencia de la vigueta sobrepasada por carga que genera el muro sobre la losa.

ELEMENTO	CRITERIO	CONDICIÓN	EFECTOS	RECOMENDACIONES
	<p>De acuerdo a la norma NB 1225001 en el apartado 22.2 pág. 434 "Deben satisfacerse dos condiciones fundamentales cuando se calcula la resistencia a flexión y fuerza axial por medio del método de diseño por resistencia del Norma: 1) equilibrio y 2) compatibilidad de las deformaciones".</p>	<p>En el área de la losa, se han ubicado dos muros cuyo peso incide directamente sobre una vigueta.</p>	<p>Estos muros tienen el potencial de exceder la resistencia para la cual la vigueta fue diseñada, especialmente considerando posibles sobrecargas, cambios de uso o mal uso a lo largo del tiempo. La deflexión excesiva de la vigueta puede dar lugar a la aparición de fisuras en los paneles de la losa, comprometiendo la integridad estructural de la construcción. Es imperativo evaluar cuidadosamente la capacidad de carga de la vigueta y considerar medidas preventivas para evitar futuros problemas y garantizar la seguridad y estabilidad a largo plazo de la estructura.</p>	<p>En situaciones donde muros se ubican en medio del paño de la losa, se recomienda considerar el uso de viguetas dobles para reforzar la capacidad de carga y resistir el peso adicional generado por estos elementos. Esta estrategia proporciona una solución efectiva para distribuir y soportar las cargas de manera más equitativa, reduciendo así el riesgo de deflexiones excesivas y la formación de fisuras en la losa. La implementación de viguetas dobles puede mejorar significativamente la estabilidad estructural y mitigar los posibles efectos negativos asociados con la presencia de muros en puntos críticos.</p>

Criterio Análisis técnico comparativo de los elementos estructurales ejecutados en obra por el maestro albañil Vs los calculados aplicando la ingeniería civil apoyado en una herramienta de cálculo.

Tabla 15.

Comparación en las cimentaciones.

CIMENTACIONES			OBRA CALCULADA POR EL MAESTRO ALBAÑIL		CALCULO ESTRUCTURAL	
N	Norma boliviana NB 1225001	CONDICION	DATOS	¿CUMPLE?	DATOS	¿CUMPLE ?
1	13.2.6. (pág. 226)	"La capacidad admisible del suelo deben determinarse mediante los principios de mecánica de suelos y de acuerdo con la Norma general de construcción. El tamaño del área de la base de una zapata sobre el suelo, generalmente se establece con base en estos valores admisibles para cargas no mayoradas (de servicio) tales como D, L, W y E, en cualquier combinación que controle el diseño".	X	NO	POZO1 $\sigma_{Adm}=1,5k$ g/cm2 POZO2 $\sigma_{Adm}=1,3K$ g/cm2	SI
2	13.2.6.1. (pago 226)	"Para definir por resistencia las dimensiones de una zapata, debe determinarse la presión de contacto con el suelo. Estos valores calculados para presiones de contacto con el suelo se usan para determinar la resistencia de la fundación requerida para flexión, cortante y anclaje de la armadura, como en cualquier otro elemento de la estructura".	Zapata C8 sección 1,4m x 1,4 m	NO	Zapata C8 sección 2,05 m x 2,05 m	SI
3	25.4.3. (pago 520)	"La longitud de anclaje, l_{dh} , para barras corrugadas en tracción que terminen en un gancho estándar debe ser la mayor de: a) 8 db b) 150 mm	Zapata C8 L anclaje $l_{dhmin}=12$ cm	NO	Zapata C8 L anclaje $l_{dhmin}=15$ cm	SI
4	20.6.1.3.2.(pago)	"Los elementos de hormigón no pretensados construidos en sitio deben tener un recubrimiento de hormigón especificado para la armadura igual al menos al dado en la Tabla 20.6.1.3.1".	Zapata C8 Recubrimient o Rec= < 7cm	NO	Zapata C8 Recubrimie nto Rec= 7cm	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16.

Análisis comparativo en columnas.

COLUMNAS			OBRA CALCULADA POR EL MAESTRO ALBAÑIL		CALCULO ESTRUCTURAL	
N	Norma boliviana NB 1225001	CONDICION	DATOS	¿CUMPLE?	DATOS	¿CUMPLE?
5	25.7.2.1, pág. 546.	Los estribos de columnas deben tener una separación de estribo a estribo, en barras corrugadas cerradas un espaciamiento que cumplan con: a) Espaciamiento libre de al menos (4/3). b) El espaciamiento centro a centro no debe exceder el menor de 12 db de la barra longitudinal, 36 db de barra de estribo y la menor dimensión del elemento.18,7,5,1	Columna C8 Espaciamiento de estribo a estribo S= 18cm	NO	Columna C8 Espaciamiento de estribo a estribo S= 15cm	SI
6	25.5.1, pág. 533	"Las longitudes de empalme por traslape de la armadura longitudinal en columnas se deben calcular de acuerdo con 10.7.5, 18.7.4.3 y con este artículo".	Columna C8 L empalme lb= 20cm	NO	lb min= 30cm	SI
7	10.6.1.1, pag.185.	"La longitud de anclaje, ldh, para barras corrugadas en tracción que terminen en un gancho estándar debe ser la mayor de: a) 8 db b) 150 mm	Columna C8 sección=20x30 Asmi=6cm ²	NO	Columna C8 sección=20x25 Asmi=5cm ²	SI

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17.

Análisis comparativo en vigas.

VIGAS			OBRA CALCULADA POR EL MAESTRO ALBAÑIL		CALCULO ESTRUCTURAL	
N	Norma boliviana NB 1225001	CONDICION	DATOS	¿CUMPLE?	DATOS	¿CUMPLE?
8	9.7.3.8.1. pág. 170	"Por lo menos 1/3 del refuerzo para momento positivo en elementos simplemente apoyados y 1/4 del refuerzo para momento positivo en elementos continuos, se debe prolongar a lo largo de la misma cara del elemento hasta el apoyo. En las vigas, dicho refuerzo se debe prolongar, por lo menos 150 mm dentro del apoyo.	Pórtico 6 terraza X	NO	Pórtico 6 terraza Arm. de refuerzo 2Φ10mm, L= 3,70m	SI
9	9.7.3.8.4. pág. 172	"Por lo menos 1/3 del refuerzo total por tracción en el apoyo proporcionado para resistir momento negativo debe tener una longitud embebida más allá del punto de inflexión, no menor que d, 12db o la/ 16, la que sea mayor.	Pórtico 6 terraza X	NO	Pórtico 6 terraza Arm de refuerzo 2Φ12mm, L= 3,85m	SI
10	9.7.6.4.3, pag.175	" El espaciamiento de la armadura transversal no debe exceder al menor de: a) 12 db b) 36 db de La menor dimensión de la viga"	Pórtico 6 Espaciamiento de estribo a estribo S= 18cm	NO	Pórtico 6 Espaciamiento de estribo a estribo S= 15cm	SI
11	25.4.3.1, pag.520,	La longitud de anclaje, para barras corrugadas en tracción que terminen en un gancho estándar debe ser la mayor de: a) 8 db., b) 150 mm	Pórtico 6 Longitud de anclaje Ldh= 10cm	NO	Pórtico 6 Longitud de anclaje Ldh= 20cm	SI
12	20.6.1.3.2. pag.418	"Los elementos de hormigón no pretensados construidos en sitio deben tener un recubrimiento de hormigón especificado para la armadura igual al menos al dado en la Tabla 20.6.1.3.1".	Pórtico 6 Recubrimiento Rec=1-2cm	NO	Pórtico 6 Recubrimiento Rec=2,5 cm	SI

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18.

Análisis comparativo en losas.

LOSAS			OBRA CALCULADA POR EL MAESTRO ALBAÑIL		CALCULO ESTRUCTURAL	
N	Norma boliviana NB 1225001	CONDICION	DATOS	¿CUMPLE?	DATOS	¿CUMPLE?
13	7.7.3.4, 102 pág.	"La armadura a tracción por flexión que continúa debe tener una longitud embebida no menor l_d más allá del punto en donde la armadura que se termina o se dobla ya no se requiere para resistir flexión".	Armadura flexión en viguetas X	NO	Viguetas que apoyan en pórtico 6 Arm de refuerzo $\Phi 8\text{mm}$, $L= 2,4\text{m}$	SI
14	7.7.6.2, 105 pág.	"El espaciamiento de la armadura corrugada de retracción y temperatura no debe exceder el menor de: $3h$ y 300mm ".	Separación armadura retracción $S=45$	NO	Separación armadura retracción $S=25$	SI

Fuente: Elaboración propia

Figura 38.

Análisis comparativo en escalera.

ESCALERA			OBRA CALCULADA POR EL MAESTRO ALBAÑIL		CALCULO ESTRUCTURAL	
N	Norma boliviana NB 1225001	CONDICION	DATOS	¿CUMPLE?	DATOS	¿CUMPLE?
15	24.2.1, pág. 496	"Los elementos de hormigón armado sometidos a flexión deben diseñarse para que tengan una rigidez adecuada con el fin de limitar cualquier deflexión o deformación que pudiese afectar adversamente la resistencia o el funcionamiento de la estructura".	Armadura flexión requerida arm. Tracción: Φ12 c/ 20 longitudinal Φ12 c/ 20 transversal Arm. Compresión X	NO	Longit. Superior: Φ8 c/ 20. Longit. Infe: Φ10 c/ 10 Transv. Superior: Φ8 c/ 20. Transv. Infe: Φ8 c/ 20	SI

Fuente: Elaboración propia

4.4 Análisis de comparación económica

En el análisis económico de la estructura, se consideraron únicamente los elementos estructurales esenciales y otros ítems necesarios para la construcción, evitando omitir gastos cruciales para la secuencia y estabilidad del proyecto. Esto abarca materiales, mano de obra, diseño estructural y supervisión, permitiendo evaluar con precisión los costos relacionados con la solidez y durabilidad de la edificación.

4.4.1 Planilla de cómputos métricos

La siguiente tabla refleja los diferentes ítems con su respectivo computo, ejecutados en obra por el maestro albañil.

Tabla 19.

Planilla de resumen cómputos métricos realizados de la obra ejecutada por el maestro albañil.

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	REPLANTEO Y TRAZADO	m ²	188,8
2	EXCAVACION (TERRENO DURO) DE 0.2-2m	m ³	160,79
3	ZAPATAS DE H°A° (1.4*1.30)	m ³	6,42
4	CIMIENTOS DE H°C° (0.4*0.3)	m ³	7,39
5	COLUMNA DE H°A° (0.30*0.20)	m ³	5,88
6	SOBRECIMIENTO DE H°A° (30*18)	m ³	3,33
7	IMPERMEABILIZACION DE VIGA SOBRECIMIENTO	m ²	11,09
8	VIGA ENCADENADO DE H°A°	m ³	11,85
9	LOSA DE H°A° CON VIGUETAS PRETENSADAS Y COMPLEMENTO DE PLASTAFORMO H=20	m ²	170,3
10	ESCALERA DE H°A°	m ³	3,6

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Presupuesto general de la obra construida por el contratista albañil.

En la tabla presentada se reflejará el presupuesto total, obtenido mediante la suma de los costos de materiales, mano de obra y herramientas y equipos, basados en los precios unitarios establecidos por el albañil.

Tabla 20.

Presupuesto general.

PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA REALIZADO POR EL MAESTRO ALBAÑIL (VIVIENDA FAMILIAR) BARRIO CATEDRAL							
Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO MATERIAL (Bs)	PRECIO MANO DE OBRA	PRECIO HERRA. Y EQUIPO	TOTAL, Bs
1	REPLANTEO Y TRAZADO	m2	188,8	0	3	2	944,00
2	EXCAVACION (TERRENO DURO) DE 0.2-2m	m3	160,79	0	3	30	5.306,07
3	ZAPATAS DE H°A° (1.4*1.30)	m3	6,42	1095	825	81,5	12.849,63
4	CIMIENTOS DE H°C° (0.4*0.3)	m3	7,39	300	250	8,16	4.124,80
5	COLUMNA DE H°A° (0.30*0.20)	m3	5,88	2100	800	80,5	17.525,34
6	SOBRECIMIENTO DE H°A° (30*18)	m3	3,33	1426	790	68,5	7.607,39
7	IMPERMEABILIZACION DE VIGA SOBRECIMIENTO	m2	11,09	13,3	0,8	0,6	163,02
8	VIGA DE H°A° DE ENCADENADO (0.5*0.20) Y (0.48*0.18)	m3	11,85	1751	800	84,88	31.235,18
9	LOSA DE H°A° CON VIGUETAS PRETENSADAS Y COMPLEMENTO DE PLASTAFORMO H=20	m2	170,3	160	87	5,13	42.937,74
10	ESCALERA DE H°A°	m3	3,6	2135	800	83	10.864,80
	COSTO TOTAL (Bs)						133.557,97
	COSTO TOTAL \$						19.189,36

Fuente: Elaboración propia- Albañil

4.4.3 Planilla de cómputos por el profesional en el área.

En la siguiente tabla se presenta los diferentes ítems y cómputos métricos, según calculo estructural y diseño arquitectónico.

Tabla 21.

Cómputos realizados por el profesional en el área.

PLANILLA DE COMPUTOS METRICOS OBRA CALCULADA POR EL PROFESIONAL EN EL AREA			
N° ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	REPLANTEO Y TRAZADO	m2	188,80
2	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m3	166,31
3	EXCAVACION MANUAL DE CIMENTOS	m3	4,32
4	CARPETA DE HORMIGON POBRE	m3	1,67
5	ZAPATAS DE H°A°	m3	14,55
6	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL	m3	35,14
7	CIMENTOS DE H°C° (0,4*0,3)	m3	4,32
8	COLUMNA DE H°A°	m3	3,98
9	VIGA PORTA MURO DE H°A°	m3	6,36
10	IMPERMEABILIZACION DE VIGA PORTA MURO	m2	14,89
11	VIGA DE H°A°	m3	15,17
12	LOSA DE H°A° CON VIGUETAS PRETENSADAS Y COMPLEMENTO DE PLASTAFORMO H=20	m2	162,11
13	ESCALERA DE H°A°	m3	3,60

Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Presupuesto general por el profesional en el área.

Para establecer el presupuesto, se llevó a cabo un proceso de evaluación minucioso que implicó la comparación de las cotizaciones de mano de obra proporcionadas por tres contratistas diferentes. En lugar de optar por el precio más bajo, que podría implicar compromisos en calidad o experiencia, o el precio más alto, que podría resultar en un gasto innecesario, se tomó en consideración el costo promedio ofrecido por los tres contratistas.

Se debe tener en cuenta que en la evaluación del presupuesto no se consideraron aspectos como incidencias sociales, utilidades, gastos generales ni herramientas menores. Estos elementos no forman parte debido a que el presupuesto es para una obra privada y que el profesional no procederá a la construcción de manera privada, por lo que se centró específicamente en los aspectos directamente relacionados con la mano de obra.

Tabla 22.

Presupuesto general.

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Parcial (Bs)
1	REPLANTEO Y TRAZADO	m ²	188,80	3,02	570,18
2	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m ³	166,31	28,40	4.723,20
3	EXCAVACION MANUAL	m ³	4,32	45,00	194,40
4	HORMIGON SIMPLE DE NIVELACION	m ³	1,67	859,25	1.434,95
5	ZAPATAS DE H°A°	m ³	14,55	1.888,47	27.477,24
6	RELLENO Y COMPACTADO C/MANUAL	m ³	35,14	30,00	1.054,20
7	CIMIENOS DE H°C° (1:2:4) 60% PD	m ³	4,32	455,50	1.967,76
8	COLUMNAS DE H°A°	m ³	3,98	2.753,69	10.959,69
9	VIGA PORTA MURO DE H°A°	m ³	6,36	2.158,96	13.730,99
10	IMPERMEABILIZACION DE SOBRECIMENTOS	m ²	14,89	42,38	631,04
11	VIGA DE H°A°	m ³	15,17	2.487,75	37.739,17
12	LOSA ALIVIANDA CON VIGUETAS H=20 CM	m ²	162,11	229,95	37.277,19
13	ESCALERA DE H°A°	m ³	3,60	2.564,74	9.233,06
	COSTO TOTAL (Bs)				146.993,07
	COSTO TOTAL (\$)				21.119,69

Fuente: Elaboración propia- Prescom.

4.4.5 Costos por contratación de un profesional.

Consideraciones. –

Para la elaboración de un estudio a diseño final que permita tener los instrumentos técnicos necesarios para pasar a la etapa de construcción se deben realizar los siguientes estudios:

- Estudio de suelos
- Diseño arquitectónico.
- Diseño estructural.
- Diseño eléctrico.
- Diseño hidrosanitario (pluvial, sanitario e instalación de agua potable)
- Diseño de gas.
- Cómputos métricos
- Presupuesto general.
- Especificaciones técnicas.

A continuación, se presenta una tabla con los costos de diseño, para poder encarar un proyecto en etapa de construcción y mediante estos estudios se pueda garantizar la vida útil de la infraestructura.

Tabla 23.*Costos de estudio.*

N° ITEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO PARCIAL (DOLARES)
01	Estudio de suelos	pto	2	100	200
02	Diseño arquitectónico final	m ²	199	4	796
03	Diseño estructural	m ²	199	1	199
04	Diseño eléctrico	m ²	199	0.5	99.5
05	Diseño hidrosanitario (pluvial, sanitario, agua potable)	m ²	199	0.5	99.5
06	Diseño de gas	m ²	199	0.5	99.5
07	Cómputos métricos	m ²	199	0.2	39.8
08	Presupuesto general	m ²	199	0.2	39.8
09	Especificaciones técnicas	m ²	199	0.2	39.8
NOTA. - la cotización incluye los honorarios por los estudios realizados, no incluye costos de visados.		TOTAL (\$)			1.612,9
		TOTAL (Bs)			11.225,78

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6 Consto mensual del profesional por supervisión de obra.

El pago indirecto al trabajo de un profesional en el área, se realizará netamente para la construcción de los elementos estructurales considerados para la comparación.

Tabla 24.*Costos por servicio de un profesional.*

N° ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P.U.	CANTIDAD	PRECIO (BS)
1	Pago de supervisión de obra mes 1	Glb	3500	1	3500
2	Pago de supervisión de obra mes 2	Glb	3500	1	3500
3	Pago de supervisión de obra mes 3	Glb	3500	1	3500
4	Pago de supervisión de obra mes 4	Glb	3500	1	3500
nota: el servicio se cotiza tomando en cuenta costo directo del servicio mas no costo por impuestos y otros.		Total			14000

Fuente: Elaboración propia.

4.4.7 Costo general del proyecto

Para determinar el costo total del proyecto se consideró los costos directos, tanto como los costos indirectos.

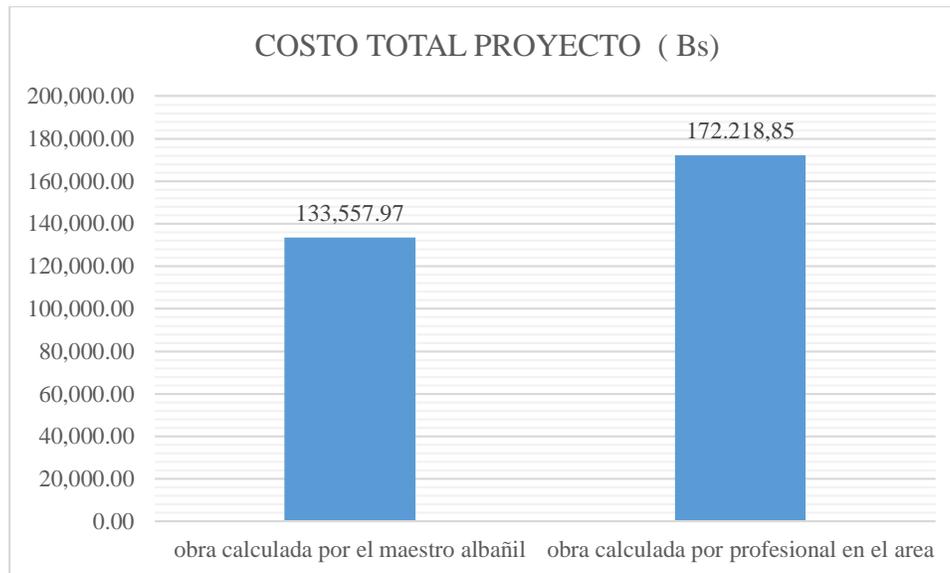
Tabla 25. Costo general del proyecto

Costo general del proyecto			
Obra construida por el maestro contratista	Costo Bs	Obra calculada por el profesional en el área	Costos Bs
Costos directos	133.557,97	Costos directos	146.993,07
		Costos por diseño	11.225,78
		Costos servicio profesional	14.000,00
Total	133.557,97	Total	172.218,85

Fuente: Elaboración propia.

Figura 39.

Costo total del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al gráfico podemos distinguir la diferencia económica de un monto significativo, que aparentemente nos hace creer que es muy costoso utilizando la alternativa del profesional para encarar el proyecto, pero se podría decir que el monto que eleva al costo total, es el monto que no garantizara la vida útil de la estructura y ellos son el costo de diseño, y costo por supervisión.

La diferencia económica es de un 22.45% es decir Bs 38.660,88.

4.4.8 Análisis comparativo del impacto económico

En estos ítems compararemos las partidas más representativas en cada uno de las configuraciones estructurales, como son las de hormigón armado vigas, columnas, zapatas y losas.

Tabla 26.

Comparación económica de elementos estructurales.

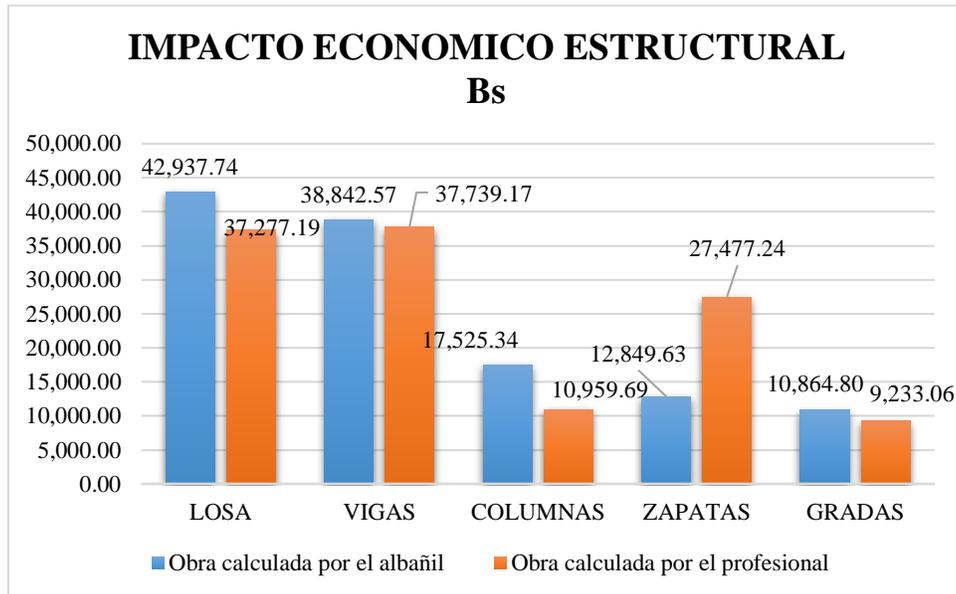
ESTRUCTURAS				
Obra construida por el maestro contratista	Costo Bs	Obra calculada por el profesional en el área	Costos Bs	Diferencia económica por ítem (Bs)
LOSAS	42.937,74	LOSAS	37.277,19	5.660,55
VIGAS	38.842,57	VIGAS	37.739,17	1.103,40
COLUMNAS	17.525,34	COLUMNAS	10.959,69	6.565,65
ZAPATAS	12.849,63	ZAPATAS	27.477,24	14.627,61
GRADAS	10.864,80	GRADAS	9.233,06	1.631,74

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra gráficamente el análisis comparativo de costos por cada elemento estructural.

Figura 40.

Comparación económica de los elementos estructurales de ambas partes.



Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en el cuadro anterior, los costos en obra calculada por el profesional en el área son menores que los costos de la obra ejecutada por albañil, debido a los precios unitarios del albañil que es mucho más caro, a excepción de las zapatas que, a consecuencia de la capacidad admisible del terreno, el cálculo nos arrojó secciones más grandes lo cual elevó el monto del ítem.

4.4.9 Comparación de costos directos en acero y hormigón.

Por otro lado, hay la duda de que la cantidad de hierro y la del hormigón que se usa en la estructura sería lo que aumenta el costo, dicha duda será comparada a continuación:

4.4.9.1 Comparación de hierro y hormigón

Tabla 27.

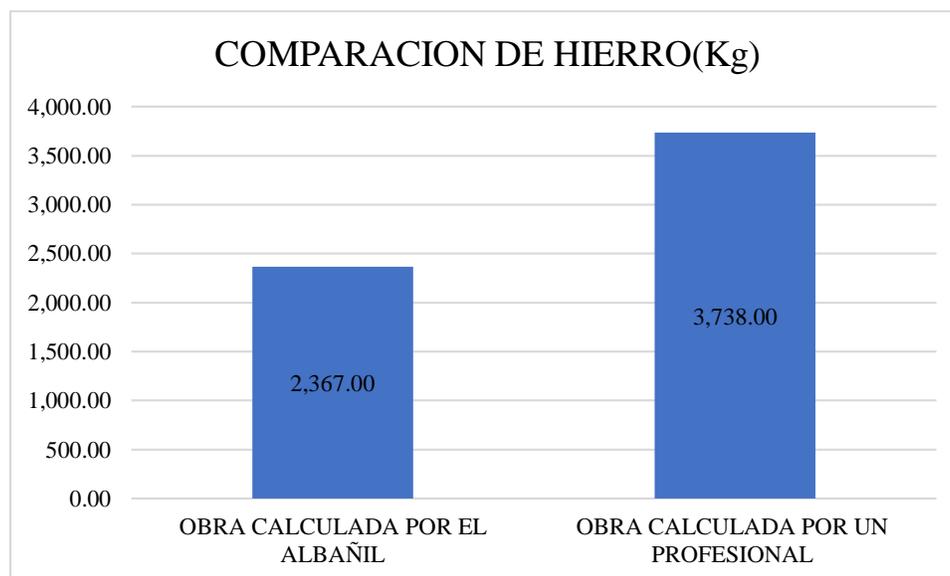
Comparación por peso del hierro.

ESTRUCTURAS			
Obra construida por el maestro albañil	Cantidad	Obra calculada por el profesional en el área	Cantidad
HIERRO (Kg)	2.367	HIERRO (Kg)	3.738
HORMIGON ARMADO(m ³)	49.53	HORMIGON (m ³)	56.76

Fuente: Elaboracion propia

Figura 41.

Comparación de hierro necesario para las estructuras.



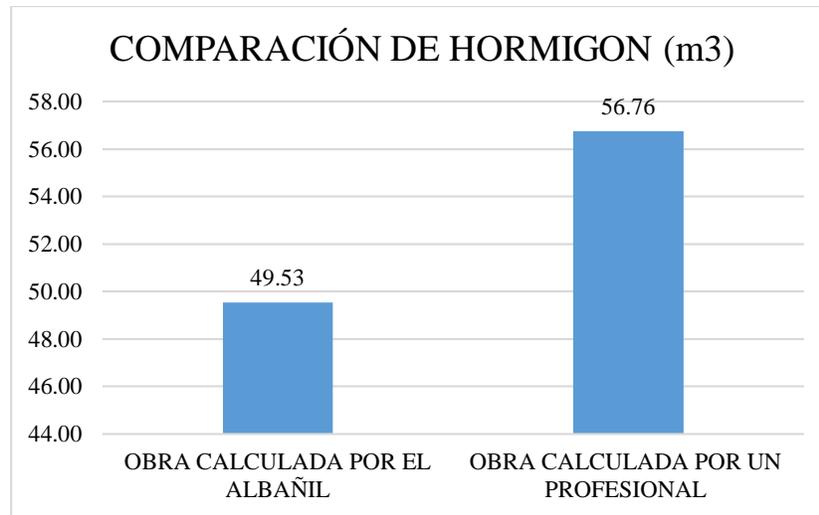
Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver, la cantidad de hierro en la obra calculada por el profesional en el área es mucho mayor que la del contratista, es por eso que el costo se eleva en la construcción, por tal razón que los diferentes elementos estructurales cumplen con las cuantías y refuerzos para la cual la estructura esta solicitada.

Por otro lado, se comparó la cantidad de hormigón que se usara en ambos sistemas constructivos, no hay una diferencia muy significativa ya que mediante el cálculo se pudo optimizar las secciones en vigas y columnas.

Figura 42.

Comparación de hormigón necesario para la estructura.



Fuente: Elaboración propia

4.5 Análisis del control de calidad del hormigón

Se adoptará una metodología de la comparación por ser práctica y demostrativa, para así lograr un mejor entendimiento de cómo se comporta el hormigón ante el esfuerzo de compresión.

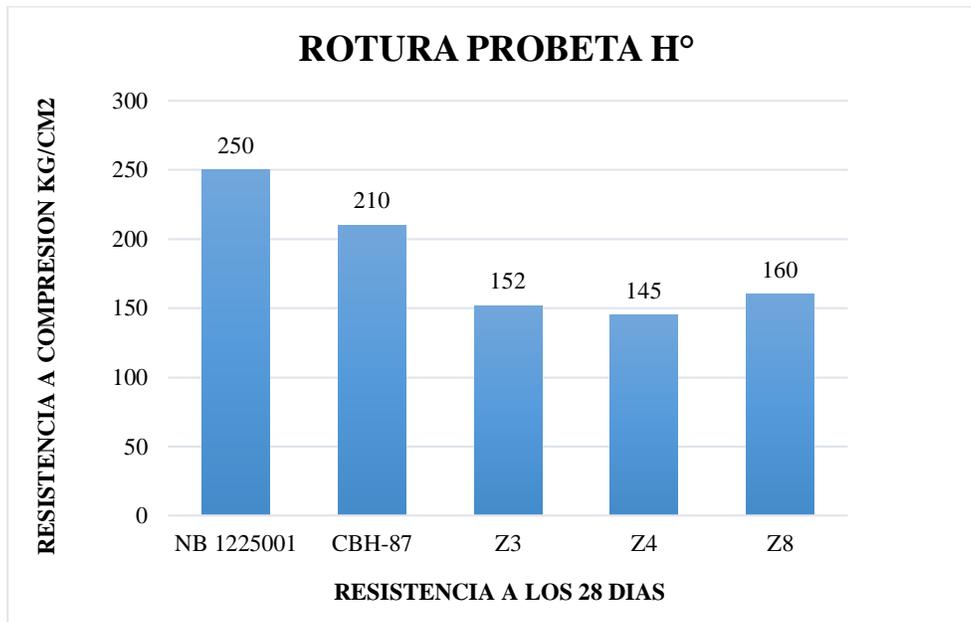
Se partirá de dos ensayos realizados en la obra construida por el contratista que son:

- Resistencia a compresión del hormigón en 28 días mediante probetas cilíndricas.
- Resistencia mediante el esclerómetro.

4.5.1 Comparación de resistencia a compresión del hormigón de las zapatas Vs la resistencia patrón que nos cita la norma NB 1225001 y la CBH-87.

Figura 43.

Comparación de resistencia a compresión de probetas.



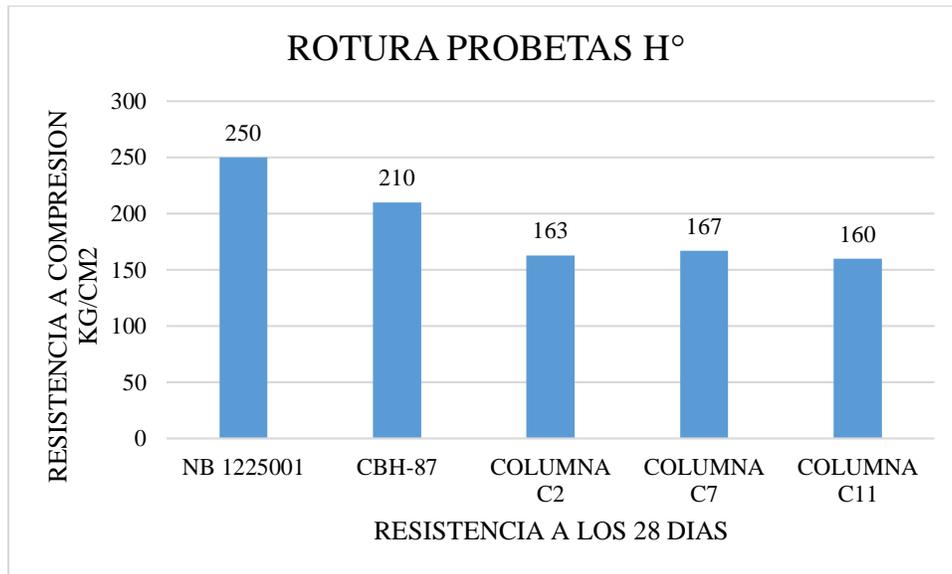
Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se ven en el gráfico están muy por debajo de las resistencias que nos indican ambas normas, tampoco cumplen con la resistencia mínima que nos indica la ACI-318 de un valor de 17.5 MPa y 12.5 MPa la CBH-87

4.5.2 Comparación de resistencia a compresión del hormigón de las columnas Vs la resistencia patrón que nos cita la norma NB1225001 y la CBH-87

Figura 44.

Comparación de resistencia a compresión de probetas

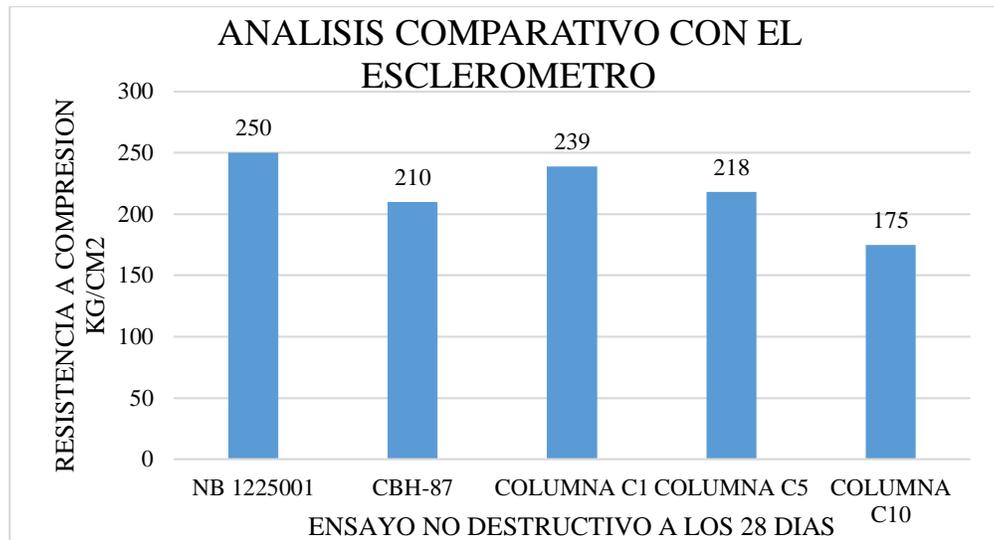


Fuente: Elaboración Propia

Viendo los gráficos cabe mencionar que los valores de resistencia a compresión de las probetas no alcanzan con resistencia patrón requerida, pero si existe una aproximación en los valores del esclerómetro.

Figura 45.

Comparación de resistencia con esclerometría

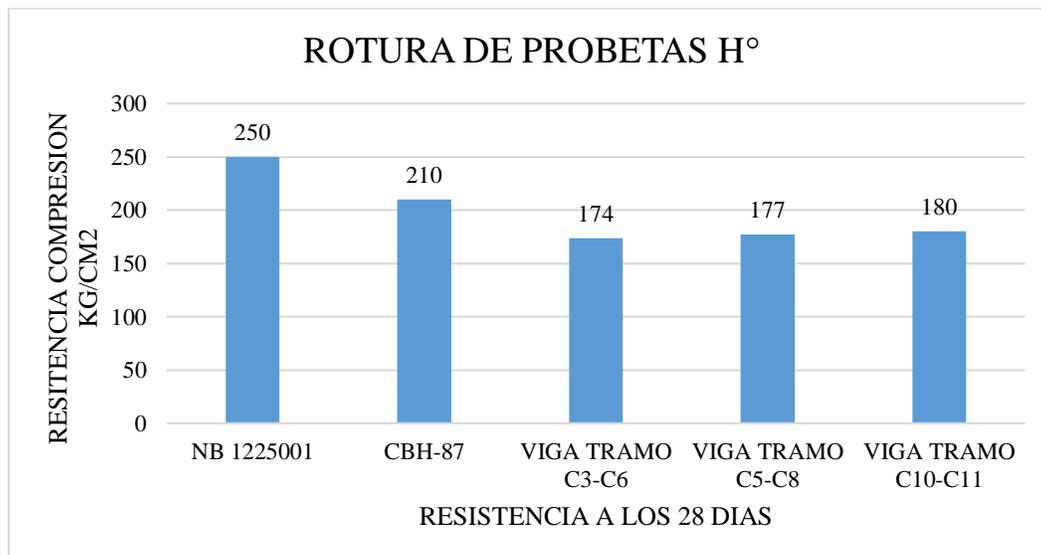


Fuente: elaboración propia

4.5.3 Comparación de resistencia a compresión del hormigón de las vigas Vs la resistencia patrón que nos cita la norma NB 1225001 y la CBH-87

Figura 46.

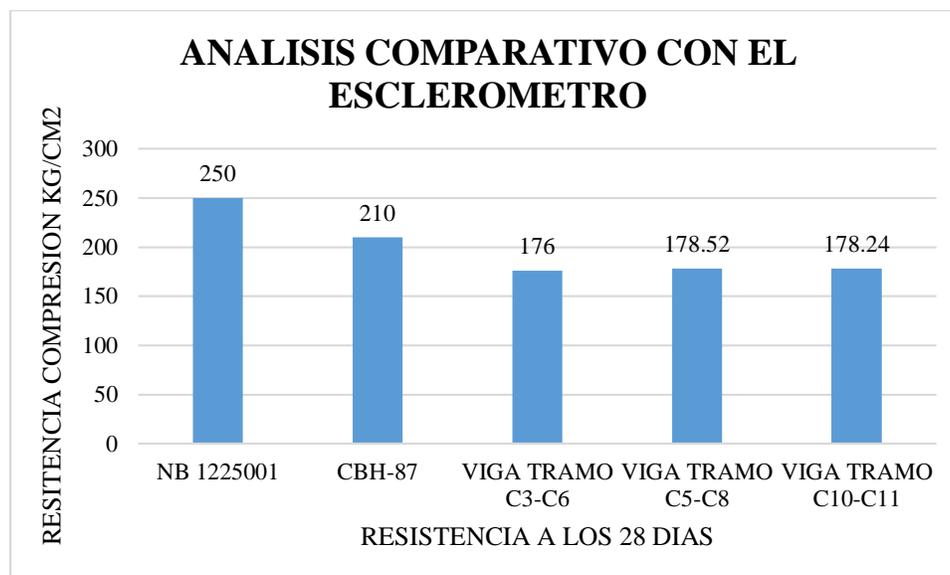
Comparación de resistencia a compresión de probetas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 47.

Comparación de resistencia a compresión mediante esclerómetro.



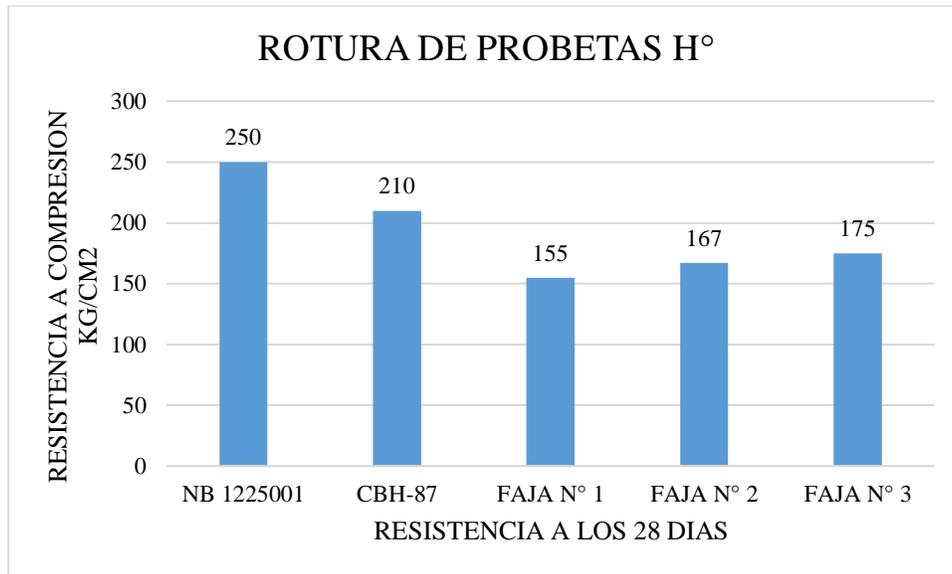
Fuente: Elaboración propia

Viendo los gráficos cabe mencionar que los valores de resistencia a compresión de las probetas no alcanzan con resistencia patrón requerida, de igual manera no existe una aproximación en los valores del esclerómetro.

4.5.4 Comparación de resistencia a compresión del hormigón de la losa Vs la resistencia patrón que nos cita la norma NB 1225001 y la CBH-87

Figura 48.

Comparación de resistencia a compresión mediante probetas.



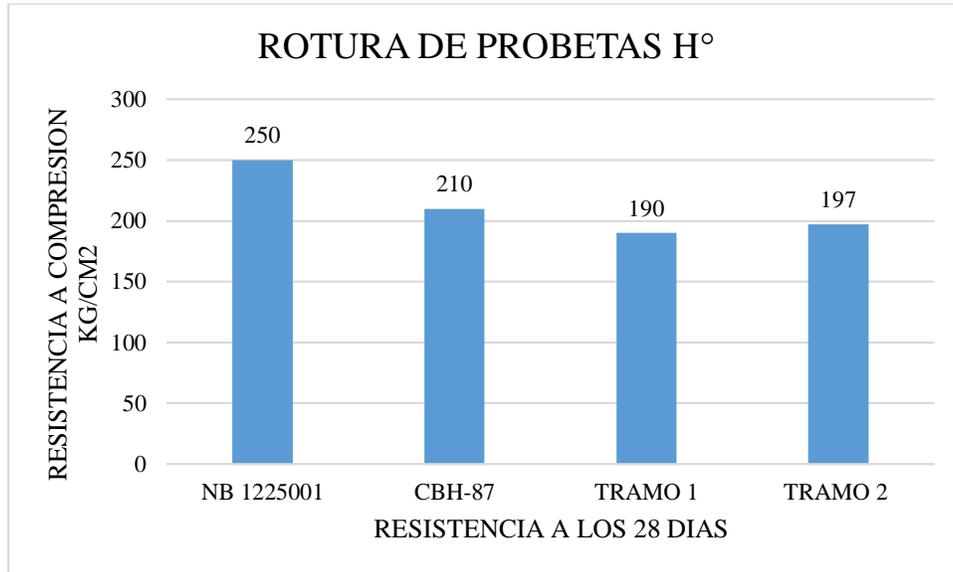
Fuente: Elaboración propia

De tal manera se puede evidenciar que estos valores de la resistencia del hormigón en las losas están muy por debajo de la resistencia patrón que indican las normas, de igual manera no cumplen ni con las resistencias mínimas mencionadas anteriormente.

4.5.5 Comparación de resistencia a compresión del hormigón de la escalera Vs la resistencia patrón que nos cita la norma NB 1225001 y la CBH-87.

Figura 49.

comparación de resistencia mediante probetas.



Fuente: Elaboración propia

Viendo los gráficos cabe mencionar que los valores de resistencia a compresión de las probetas no alcanzan con resistencia patrón requerida, pero si hay una cierta aproximación con una de las normas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizado el seguimiento y la auditoría técnica de una vivienda familiar, construida por un contratista albañil en la ciudad de Tarija se generan las siguientes conclusiones:

Conclusiones

- De acuerdo a la propuesta de los objetivos generales y específicos, se llegó a cumplir con la seguimiento técnico a una vivienda unifamiliar construida sin la supervisión por parte de un técnico en el área, dicha vivienda se construyó en su totalidad por un contratista albañil y se tomó como objeto de estudio para este proyecto, cabe mencionar que al realizar el presente proyecto se comprendió lo complejo que puede llegar a ser la toma de decisiones, ya que se debe basar en lo económico y la eficiencia; para lo cual se debe analizar y optimizar la estructura de la mejor forma posible dentro del campo de la ingeniería.
- El estudio del suelo realizado para este proyecto mediante ensayos SPT ha proporcionado información invaluable sobre las condiciones del terreno en las áreas donde se asentaron las zapatas. La identificación de dos puntos críticos, uno a 2.7m y el otro a 1.7m, los cuales resaltan la importancia de comprender la naturaleza del suelo en la planificación y ejecución de proyectos de construcción. Estos hallazgos ofrecen una base sólida para evaluar las posibles variaciones estructurales de la vivienda en comparación con la construcción realizada por el contratista, que no llevó a cabo un estudio similar.
- Se realizó el seguimiento y control a nivel normal de los diferentes elementos estructurales durante su etapa de ejecución de cada uno de los mismos, recopilando la información fotográfica y detallada durante su construcción como ser: en su armado, encofrado, hormigonado, curado y desmoldado, para previo análisis de la estructura.
- La vivienda sujeta al estudio presenta un porcentaje considerable de incumplimiento a la norma boliviana NB 1225001, en los diferentes elementos estructurales, lo cual nos permite concluir que la estructura está sujeta a problemas de reparaciones a pasar del tiempo.
- Partiendo con las cimentaciones que fueron emplazadas sin un estudio de suelos, además que las dimensiones de las zapatas son adoptadas a experiencia del constructor, estas no

cumplen especialmente en el detallado de las armaduras, el gancho del acero de las zapatas es pequeños en comparación de la norma, uno de los problemas más importantes es el recubrimiento en toda la pieza, no respeta según lo indicado en la norma.

- En las columnas de la misma manera las faltas más comunes son: la separación de las armaduras transversales, no cumple con la armadura mínima longitudinal según la sección de la pieza, escasa longitud de empalme entre columnas de diferentes niveles.
- En las vigas los problemas con mayores casos de incumplimientos son: falta de armadura de refuerzo a flexión, mal colocado de la armadura de refuerzo por falta de conocimiento, separación de estribo, ganchos de anclaje, recubrimiento escaso en la base de la pieza.
- Los problemas más comunes en la losa que incumple la norma son: falta de armadura de refuerzo para momentos negativos de las viguetas, separación exagerada de armadura para retracción térmica, recubrimiento de la armadura de retracción escasa, falta de viguetas dobles en paños donde llevan cargas puntuales elevadas.
- de la escalera por parte del contratista no cumple con los estándares de la normativa vigente, ya que no se ha alcanzado la cuantía mínima de acero requerida ni se ha dispuesto adecuadamente la armadura para resistir las fuerzas de flexión. Estas deficiencias plantean preocupaciones sobre la seguridad estructural y la capacidad de la escalera para soportar cargas.
- El diseño estructural con el programa CYPECAD 2018 proporciono secciones geométricas muy diferentes en todos los elementos estructurales, así como en su armadura, en la fundación de zapatas en comparación con la obra que construyo el contratista albañil, esta diferencia se da debido a que el contratista albañil no realizo un estudio de suelos para emplazar dicha obra.
- En las cimentaciones las secciones de las zapatas calculadas por el programa y de acuerdo a la resistencia del suelo, son mucho más grandes en comparación a las que ejecuto el albañil, también se cuenta con vigas centradoras para estabilizar las zapatas medianeras, además están cumpliendo todos los parámetros de la norma.
- Analizando las columnas se cuenta con diferencias en la geometría y armadura de las piezas, en este caso el albañil construyo con una sección de 20x30 cm utilizando acero para el elemento, de 4 barras de 12 mm y estribos separados a 18cm, incumpliendo con la cuantía mínima, según la sección adoptada, mientras tanto el diseño por CYPECAD

toma como cuantía mínima de acuerdo a la sección de la pieza, cumpliendo todos los parámetros de la norma.

- En las vigas el programa calculo con secciones menores debido a que las luces de las vigas no son muy grandes dando como resultado una variación muy grande en comparación de las secciones que ejecuto el contratista albañil, también se pudo ver que al momento del armado de las vigas el contratista albañil utilizo, armadura de refuerzo para momento positivo y armadura para momentos negativos pero mal ubicadas por falta de conocimientos, dando esta un mal funcionamiento a la estructura, cuyo resultado no cumple con los parámetros de E.L.U. que nos indica la norma.
- En las losas ambos diseños se realizaron con un sistema de losas alivianadas con viguetas pretensadas y bovedilla de poliestireno, aquí lo que se pudo apreciar es que el contratista no considera viguetas dobles para soportar la carga de algunos muros que están fuera de las vigas principales mostrados en el diseño arquitectónico, ni suples de hierro para reforzar las viguetas que dan continuidad al siguiente paño, pero si colocan una parrilla cuya función es para la retracción del hormigón y ellos la confunden como una armadura de refuerzo, en el cálculo se opta por viguetas dobles para eliminar las cargas puntuales elevadas y armadura para momento negativo de las viguetas.
- Queda claro que hay diferencias muy considerables en el cálculo estructural por parte de ambos ejecutores del proyecto, mencionando al maestro contratista que, si le falta conocimiento, en la ejecución de estructuras especialmente en el tema de las armaduras y en la calidad del hormigón, apartando lo que es un estudio geotécnico y un cálculo estructural que tampoco lo toman en cuenta, dando lugar a estructuras no muy seguras estructuralmente.
- Se analizaron los elementos estructurales del proyecto, los cuales son zapatas y columnas, vigas y losa, se analizó la calidad de cada elemento estructural y la calidad del hormigón de todo el frente de trabajo mediante ensayos de ruptura de probetas a 28 días y esclerometría.
- La calidad del hormigón de acuerdo a los ensayos que se realizó en los diferentes elementos estructurales se pudo demostrar que la resistencia del hormigón a compresión a 28 días es muy baja esto es debido a que los albañiles trabajan con mezclas de relación a/c muy elevadas es decir hormigones muy fluidos debido a su fácil manipuleo y puesta

en obra, por lo tanto, las resistencias no cumplen con las resistencias patrón que nos señalan las normas mencionadas.

- La baja resistencia también depende de otros factores como peones principiantes que trabajan en dicha obra, por falta de enseñanza de los maestros albañiles, por apresurarse demasiado en los hormigonados de los elementos, por bajas cantidades de cemento o excesiva cantidad de áridos al momento de preparar la mezcla y por falta de un mezclado homogéneo en las hormigoneras, también puede deberse a condiciones climáticas, a un curado descuidado y un manipuleo sin precaución de las probetas.
- De acuerdo a un análisis de la resistencia de las probetas hay una variación entre el ensayo de ruptura de probetas con relación al método indirecto de esclerómetro, cuyas resistencias son más elevadas a la de las probetas, pero ambas están por debajo de la resistencia de las normas.
- Analizando la comparación económica se pudo demostrar que la construcción ejecutada por un profesional en el área, con diseño estructural y geotécnico, y gasto por supervisión por un profesional competente, tiene un costo más elevado de construcción en comparación al costo directo del albañil, debido a los volúmenes de hormigón, cuantía de hierro y a otros ítems que el contratista no consideraba dentro de su presupuesto, dicho precio tiene una diferencia de porcentaje con relación al monto del costo total de la obra ejecutada por el contratista de un 22.45% que es igual a 38.660,88Bs.
- Como conclusión final queda bien mencionar que la actividad de supervisión de una obra es de vital importancia para un buen desarrollo de la obra, por parte de un profesional en el área, se establecieron las razones para las cuales se deben contratar los servicios de supervisión para garantizar la estructura y los recursos invertidos.

Recomendaciones

- Dice un dicho por ahí “yo construyo según mi experiencia y hasta el momento ninguna obra se ha caído”.
- Una de las recomendaciones más importantes sería para los contratistas albañiles, que en cada obra que construyan exijan al propietario un diseño estructural y geotécnico, de además supervisión por parte de un técnico conocedor en el área, así de esta manera se podrá generar trabajo en ambos y calidad de las obras, dejando conforme al propietario.
- Dice otro dicho por ahí “sale más barato un contratista albañil que un ingeniero y te hace lo mismo, y la plata que le tendría que pagar al profesional en el área lo gasto en otras cosas”.
- También recomendar a cualquier persona que tienen como sueño construir su vivienda que cuente con gente profesional en el área para un cálculo estructural, así este profesional dará seguridad a la estructura, no es necesario dar la obra a una empresa constructora sabiendo que si saldrá más cara la construcción pero si es muy importante por lo menos que se pague a algún profesional ya sea ingeniero o arquitecto para la supervisión de la obra, de esta manera también habrá garantías para la seguridad de la vivienda. Y no así buscar algún técnico para dar la solución cuando la obra construida ya presenté fallas estructurales, ahí si sale más caro.
- Algo muy importante a futuro sería crear un instituto de capacitación para maestros albañiles tocando temas de calidad del hormigón y ejecución de estructuras, o sino crear un guía de construcción para obras particulares que cumpla ciertos requisitos antes, durante y después de la construcción y que este abalado por las máximas autoridades de nuestra ciudad y del colegio de ingenieros y arquitectos, para subir el nivel de calidad en el sistema de la construcción de obras en nuestra región.
- El colegio de ingenieros podría lanzar cursos de capacitación para todos los albañiles que deseen superarse en el ámbito de construcción.

BIBLIOGRAFÍA

Normas

Normativa Boliviana NB1225001

Normativa Española EHE-.08

Norma CBH-87

NORMA ACI-318S-14

Libros

Braja, M. (2001). Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Editorial International Thomson Editores. México

Calavera, J. (2000). Cálculo de Estructuras de Cimentación (4° Edición). Madrid: INTEMAC.

Calavera Ruiz, J. (1999). Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón - Tomos I y II. Editorial Infoprint. España.

Diseño de Concreto Reforzado Jack C. McCormac 10ma Edición

Terzaghi, K.y Peck, R. (1978). Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica. Editorial El Ateneo. España.

Revistas

Concretec (2015). Ficha técnica - Viguetas Pretensadas.

Guía de productos y servicios (2019), Revista Presupuesto y Construc

