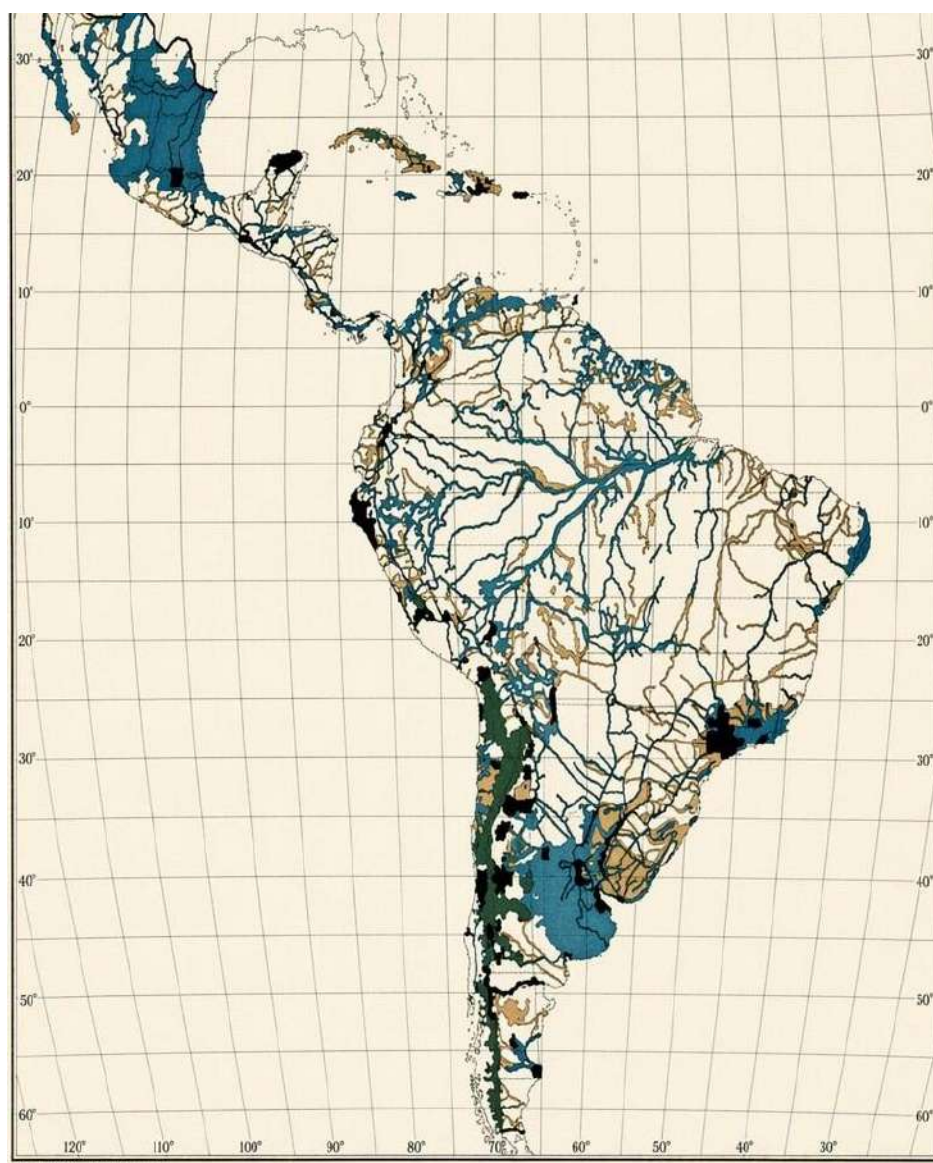


Revista Latinoamericana de Difusión Científica



Volumen 8 - Número 15
Julio – Diciembre 2026
Maracaibo – Venezuela

Diagnóstico patológico y modelamiento computacional para la intervención de estructuras de hormigón armado

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21499007>

Nicanor Polo Cruz*

RESUMEN

El estudio realizado sobre el “Edificio Rosas Paredes”, una estructura de hormigón armado de 7 plantas ubicada en Ciudad de La Paz, Bolivia, tuvo como objetivo central ejecutar un diagnóstico patológico y un modelamiento computacional para evaluar su seguridad y proponer las intervenciones necesarias para su estabilización. La investigación se estructuró en tres fases: trabajos de campo para el levantamiento estructural y mapeo de fisuras y grietas; ensayos de laboratorio que incluyeron esclerometría, escáner de barras, extracción de núcleos de hormigón y pruebas de carbonatación (registrando profundidades de hasta 5.4 cm); y finalmente, un análisis mediante un modelo computacional con el software ETABS. Entre los hallazgos se encuentra la insuficiencia de las fundaciones, donde las zapatas aisladas actuales soportan una tensión mayor, lo cual excede el esfuerzo admisible del suelo. Para mitigar estos riesgos, el estudio propone una intervención integral que consiste en el refuerzo de las fundaciones transformándolas en zapatas corridas, el encamisado (jacketing) de las columnas en los primeros cuatro niveles para aumentar su capacidad portante, y el recrecido de vigas mediante la adición de nuevas armaduras y hormigón.

PALABRAS CLAVE: Diagnostico patológico, Modelamiento computacional, Hormigón armado, Vulnerabilidad estructural, Refuerzo estructural.

*Profesor. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1976-5827>. E-mail: nicanor.polo.1001@gmail.com

Pathological Diagnosis and Computational Modeling for the Intervention of Reinforced Concrete Structures

ABSTRACT

The study conducted on the “Rosas Paredes Building,” a seven-story reinforced concrete structure located in La Paz, Bolivia, aimed to perform a pathological diagnosis and computational modeling to assess its safety and propose the necessary interventions for its stabilization. The research was structured in three phases: fieldwork for structural surveying and mapping of fissures and cracks; laboratory tests including sclerometer testing, bar scanning, concrete core sampling, and carbonation tests (recording depths of up to 5.4 cm); and finally, analysis using a computational model with ETABS software. Among the findings was the inadequacy of the foundations, where the existing isolated footings bear a greater stress than the soil's allowable bearing capacity. To mitigate these risks, the study proposes a comprehensive intervention that consists of reinforcing the foundations by transforming them into continuous footings, jacketing the columns on the first four levels to increase their load-bearing capacity, and raising the beams by adding new reinforcement and concrete.

KEYWORDS: Pathological diagnosis, Computational modeling, Reinforced concrete, Structural vulnerability, Structural reinforcement.

Introducción

El diagnóstico de las patologías de una edificación es la parte de la ingeniería que estudia los síntomas, las causas y los orígenes de los defectos de las obras civiles. Este diagnóstico puede aplicarse a construcciones recientes que no se ejecutaron correctamente; o para el caso de las construcciones tradicionales, en las cuales el envejecimiento de los elementos estructurales o las intervenciones sin criterio profesional han provocado falencias en las mismas. (Cabrera & Plaza, 2014, p.17).

Las características propias de una evaluación o diagnóstico de una estructura exigen que la intervención se realice en fases parecidas a las que se aplican en el tratamiento médico de un paciente:

- Anamnesia, es la reunión de datos, relativos a un paciente, que comprenden antecedentes
- Diagnosis, es el procedimiento por el cual se identifica una enfermedad y sus causas

- Terapia, es el conjunto de medios de cualquier clase cuya finalidad es la curación o el alivio de las enfermedades.
- Control, es el proceso de monitorear al paciente.



Médico-paciente



Ingeniero- Edificio

Figura 1. Similitudes de diagnóstico estructural

Las patologías que aparecen por Defectos, son aquellas relacionadas con las características intrínsecas de la estructura, son los efectos que surgen en la edificación producto de un mal diseño, una errada configuración estructural, una construcción mal elaborada, o un empleo de materiales deficientes o inapropiados para la obra. Para evitar los defectos en las edificaciones, es necesaria la intervención de personal capacitado y honrado durante la elaboración y ejecución del proyecto. Es decir, estas patologías deben ser evitadas, controladas y corregidas por personas expertas. Un defecto en la edificación, puede traducirse en altas vulnerabilidades, dejando la estructura expuesta a sufrir daños y deterioros de magnitudes incalculables. (Astorga & Rivero, 2009)

Las patologías causadas por Daños, son las que se manifiestan durante y/o luego de la incidencia de una fuerza o agente externo a la edificación. Los daños pueden ser producto de la ocurrencia de un evento natural, como un sismo, una inundación, un derrumbe, entre otros. Pero también pueden aparecer daños en las estructuras causados por el uso inadecuado de las mismas, por ejemplo, el caso en el que la edificación es obligada a soportar un peso superior al que fue concebido inicialmente (sobrecarga). Los daños muchas veces son inevitables, pero se pueden disminuir; no podemos impedir que ocurra un evento natural, pero sí podemos hacer que éste no se convierta en un desastre. Se deben concebir estructuras menos vulnerables, evitando los defectos en el diseño, materiales y construcción, seleccionando la ubicación adecuada para la edificación, respetando los

criterios de diseño, y muy especialmente, empleando un poco el sentido común. (Astorga & Rivero, 2009)

Las patologías causadas por Deterioro de la edificación. Las obras generalmente se diseñan para que funcionen durante una vida útil, pero con el transcurrir del tiempo, la estructura va presentando manifestaciones que deben ser atendidas con prontitud. La exposición al medio ambiente, los ciclos continuos de lluvia y sol, el contacto con sustancias químicas presentes en el agua, en el aire, en el entorno; hacen que la estructura se debilite continuamente. Por esta razón es de vital importancia para las edificaciones, un adecuado y permanente mantenimiento, que ayuda a prevenir el deterioro normal e inevitable causado por el tiempo. (Astorga & Rivero, 2009)

El objetivo de realizar una evaluación o diagnóstico de una estructura, es conocer el nivel de vulnerabilidad de la misma, determinar el nivel de daño que puede experimentar, cuanto pueden afectar esos daños a la estabilidad y seguridad de la edificación y en qué medida puede ser peligrosa la estructura para sus ocupantes y para su entorno (vecindario).



Figura 2. Clasificación general de patologías en edificaciones

El objetivo de realizar una evaluación o diagnóstico de una estructura, es conocer el nivel de vulnerabilidad de la misma, determinar el nivel de daño que puede experimentar, cuanto pueden afectar esos daños a la estabilidad y seguridad de la edificación y en qué medida puede ser peligrosa la estructura para sus ocupantes y para su entorno (vecindario).

1. Instrumentos y técnicas de recopilación de información

Los instrumentos y técnicas para la recopilación de información de la estructura, se ha adoptado la siguiente metodología que consiste en tres etapas:

1.1. Trabajos de campo

Levantamiento Estructural: Realizar un levantamiento de información lo más completo posible, para verificar la geometría, forma, medidas, dimensiones y localización de todos los elementos estructurales, losas, columnas, vigas, muros, escaleras, en función de los planos estructurales de la edificación, relevando especialmente aquellos que no coincidan o aquellos que no aparezcan en el plano, con toda esta información se elaborará nuevos planos estructurales de todas las plantas, planos “as-build”.

Levantamiento de grietas: Es fundamental conocer la localización, forma, dimensión, longitud, grosor, profundidad, de todas las grietas de la edificación, ya que ellas indican el tipo de patología estructural que está presente en la edificación. Además, se debe realizar un seguimiento de la evolución de la grieta, se colocará sobre la misma una pequeña marca de yeso (testigo), el cual se va a monitorear cada semana, para ver si esta activa o no, su velocidad de avance y si refleja algún grado de peligrosidad, se podrá además conocer en que direcciones avanza y cómo afecta a elementos estructural y no estructurales (paredes divisorias, acabados de estuco, cerámicas de paredes y de piso, plafones, etc.).

Levantamiento de desplazamientos y deformaciones, asentamientos e inclinaciones: Se realizará la medición de deflexiones en losas y vigas, inclinaciones laterales de columnas y muros, y asentamientos en las bases del edificio. Se deberá verificar la verticalidad de las cuatro fachadas y las cuatro esquinas de la edificación.

Investigación para conocer la localización de barras de acero: Es parte fundamental del diagnostico el verificar si las barras de acero de los elementos de hormigón armado poseen las cantidades y dimensiones indicadas en los planos estructurales, o si no

existen planos estructurales, se debe conocer, aunque sea parcialmente esa distribución, para lo cual se puede utilizar los siguientes métodos o similares:

- “Picados” en varios elementos de hormigón, consiste en quitar el recubrimiento y visualizar la distribución de las barras de acero.
- Uso de sistemas electromagnéticos, mediante un aparato que genera un campo electromagnético y que registra las alteraciones que este sufre en presencia de objetos de acero. Se puede conocer la ubicación y diámetro de las barras de acero.
- Radiografías o similares, permiten visualizar la ubicación y diámetro de las barras de acero, es más complicado y más costosa que la anterior.

1.2. Trabajos de laboratorio

Para conocer las propiedades mecánicas del hormigón, acero y el tipo de suelo, para esto se debe realizar los siguientes trabajos:

Extracción de muestras de hormigón, que consiste en extraer un pequeño pedazo de hormigón para someterlo a pruebas de laboratorio, se puede conocer su resistencia, su módulo de elasticidad y tener idea de la composición granulométrica, su densidad y su nivel de carbonatación.

Ultrasonido, mediante un aparato que registra la velocidad de un pulso ultrasónico a través del hormigón, la cual depende de la densidad del mismo, se puede estimar la resistencia del hormigón, su módulo de elasticidad y su densidad, así como el estado de agrietamiento interno.

Esclerometría, el esclerómetro es un dispositivo que mide el rebote de un sistema masa-resorte contra la superficie de un elemento de hormigón. En base a relaciones empíricas se puede estimar la resistencia del hormigón en función de la lectura del índice de rebote. No es un método preciso, pero da una idea de la resistencia.

Extracción de barras de acero, consiste en extraer pequeñas barras de acero para probarlas en laboratorio, se puede conocer la resistencia, módulo de elasticidad, peso y nivel de corrosión.

Ensayo de carga, El ensayo de carga tiene como objetivo el control de deformaciones por flexión en las vigas y losa, en la aplicación de la carga de servicio para

el cambio de uso, esto para determinar si las vigas serán capaces de resistir en forma eficiente las cargas.

Estudio de suelos: Se debe realizar un estudio de suelos que verifique los parámetros y características del suelo de fundación, para detectar si algunos parámetros han cambiado en los años que tiene la edificación y en qué medida influyen esos cambios, tanto en la cimentación como en el comportamiento estructural.

1.3. Trabajos de gabinete

1. Elaboración de fichas patológicas para la inspección técnica al inmueble, el cual debe contemplar los siguientes puntos:

- Datos generales del inmueble
- Datos estructurales
- Problemas estructurales
- Daños en elementos estructurales
- Daños en elementos no estructurales
- Estimación de la posible causa de los daños

2. Elaboración de planos arquitectónicos, secciones, elevaciones y vistas 3D.

3. Elaboración de planillas, para el seguimiento de fisuras y grietas.

4. Modelación de estabilidad estructural actual, utilizando software especializado como ser: SAP2000, ROBOT, CYPECAD, MIDAS, RAM-ADVANCE y ETABS, con el propósito de verificar el comportamiento de la estructura, como "asentamientos diferenciales", "flechas" (desplazamientos verticales excesivos), desplazamientos horizontales excesivos, "rotaciones angulares" y "deformaciones" en los diferentes elementos estructurales.

5. Recomendaciones de refuerzo con el propósito de mejorar la resistencia de los elementos estructurales o puede también contemplar la inclusión de otros elementos estructurales, es decir puede contemplar incluso la reestructuración de la edificación. Las variables de decisión son principalmente la vulnerabilidad a fenómenos naturales y agentes externos, preservación de la vida, valor económico de la edificación, función, importancia y belleza de la edificación, dificultad técnica del refuerzo y finalmente el costo del refuerzo

En función a estas variables debe decidirse el nivel de refuerzo estructural requerido, posteriormente debe analizarse con que materiales se cuenta: Resinas, Lechadas y

morteros, Hormigón simple, Hormigón armado, Hormigón lanzado, Perfiles metálicos, Platinas metálicas, Platinas Sika Carbodur y Soldadura y anclajes

Los materiales más utilizados son el hormigón armado, los perfiles metálicos, las platinas metálicas y las platinas de fibras de carbono (Sika Carbodur). Cada material tiene sus ventajas y desventajas, por lo que debe analizarse cuidadosamente cual material se va a utilizar para realizar los refuerzos. Con esos materiales se puede definir los siguientes elementos de refuerzo, como ser Columnas, Vigas, Encamisados de vigas y columnas, Encamisados de fundaciones, Cerchas y Contraventeos, Pórticos, Muros de rigidez y de cortante, Contrafuertes y Muros de mampostería.

2. Sintomatología

En el presente estudio se analizarán defectos estructurales detectados en la infraestructura de estudio, tales defectos describen un conjunto de síntomas las cuales posteriormente darán el diagnóstico del estado actual de la edificación.

Las lesiones son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir que si una patología es una enfermedad en las lesiones son los síntomas finales del proceso patológico.

Es primordial conocer la tipología de las afectaciones o lesiones, porque es el punto de partida de todo estudio patológico, y de su correcta identificación depende la elección adecuada del tratamiento que se va a dar a la lesión y estos se dividen en dos grupos según sus causas

Directas: Cuando son el origen inmediato del proceso patológico, como los esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc.

Indirectas: Cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución. Son las que primero se deben tener en cuenta a la hora de prevenir.

Para el presente estudio se clasifican las causas en 3 grupos: Causas físicas, Causas químicas y Causas mecánicas.

Causas físicas: Se refieren esencialmente a los cambios volumétricos que experimenta el hormigón, como consecuencia de cambios de humedad (agua líquida, vapor de agua, escarcha, hielo), y/o de temperatura (frio, calor, fuego). Pero también, las acciones físicas hacen referencia a las variaciones en su masa (cambios de peso unitario, porosidad, y permeabilidad). (Sanchez de Guzman, 2011).



Figura 3. Desplazamiento y desprendimiento del hormigón



Figura 4. Asentamiento diferencial por exceso de carga

Causas Químicas: Dentro de los factores de deterioro imputables a las acciones químicas están, el ataque de ácidos, la lixiviación por aguas blandas, la carbonatación, la formación de sales expansivas o ataque de sulfatos, eflorescencias y la expansión destructiva de las reacciones álcali – agregado. También se puede mencionar la corrosión de los metales, este se puede definir como un proceso de reacción entre el metal y alguna sustancia del medio ambiente que lo rodea y el resultado es una oxidación destructiva del material en cuestión. (Sanchez de Guzman, 2011).



Figura 5. Aparición de eflorescencias superficial en elementos estructurales

Acciones Mecánicas: Las acciones mecánicas del hormigón es la capacidad que tiene este para reaccionar ante una fuerza externa que coloca a este en un complejo estado ya sea tensional o en un estado de compresión dependiendo cual sea las condiciones en las que se encuentre sometida una estructura de concreto. La aplicación de una carga directa sobre un elemento constructivo implica una deformación. Si la carga provoca un esfuerzo mecánico demasiado intenso, la deformación tendrá como consecuencia la aparición de fisuras y grieta de hecho, este tipo de fenómeno es el que origina la mayor parte de estas lesiones en los elementos estructurales y en los materiales adheridos a ellos. (Sanchez de Guzman, 2011).



Figura 6. Aparición de fisuras en vigas y desprendimiento del hormigón



Figura 7. Separación vertical entre tabiquería y columna (volados)

Las causas mecánicas, se presentan como, Fisura, Fisuras inevitables, Fisuras admisibles, Fisuras patológicas, Deformaciones (Flechas, pandeos, alabeos y desplomes), desprendimientos y erosión mecánica.

3. Edificio Rosas Paredes

Inmueble estudio, denominado “Edificio Rosas Paredes” ubicado en la Calle 29 de enero de La zona Mariscal santa Cruz del departamento de La Paz.



Figura 8. Ubicación y mapa de riesgos



Figura 9. Vistas del inmueble en estudio

La investigación está enfocada al Diagnóstico Patológico y Modelamiento computacional para la intervención estructural, de las fundaciones, columnas y vigas, del Edificio Rosas Paredes, para lo cual se aplicará una metodología secuencial de intervención, que representa el proceso de investigación, controlar los resultados y de representar las soluciones de un problema que conlleva a la toma de decisiones.



Figura 10. Modelo secuencial de los procesos que sigue la patología

El Edificio Rosas Paredes, tiene una antigüedad de 10-11 años, cuenta con 7 plantas, arquitectónicamente está distribuido de la siguiente manera: En planta 1, se tiene un espacio de garaje y áreas de servicio, en la planta 1, se tiene 2 departamentos con todas sus dependencias y áreas de servicio, en la planta 2, 3, 4 y 5 de la misma forma cuenta con 2 departamentos de dos dormitorios y sus dependencias, planta 6 y 7, se tiene 1 departamento de 4 dormitorios y otro departamento de 1 dormitorio y sus dependencias.

Estructuralmente, para iniciar los trabajos del diagnóstico patológico se realizaron inspecciones visuales, identificando ambientes interiores, fachada exterior, verificando los deterioros en la tabiquería, pintura, fachada flotante y cubierta. Internamente se verifico todos los elementos estructurales de fundaciones, vigas de arriostre, columnas, vigas, losas, escaleras de acceso y principalmente se observó el nivel de deterioro que presenta el inmueble en estudio, todo el trabajo se realizó mediante un reporte fotográfico.

4. Trabajos de campo

Para obtener la geometría de los elementos estructurales se procedió a realizar las mediciones por cada planta y se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 1. Tabla de geometría de columnas

Elemento	Planta De	Planta A	Altura de piso (m)	Base (cm)	Altura (cm)
Columna	Planta 6	Planta 7	2.70	20	30
Columna	Planta 5	Planta 6	2.70	20	30
Columna	Planta 4	Planta 5	2.90	20	30
Columna	Planta 3	Planta 4	2.90	20	30
Columna	Planta 2	Planta 3	2.90	20	30
Columna	Planta 1	Planta 2	2.90	20	30
Columna	Planta Baja	Planta 1	3,20	20	30

Tabla 2. Tabla de geometría de vigas

Elemento	Planta	Base (mm)	Altura (mm)
Viga	Planta 7	20	40
Viga	Planta 6	20	40
Viga	Planta 5	20	40
Viga	Planta 4	20	40
Viga	Planta 3	20	40
Viga	Planta 2	20	40
Viga	Planta 1	20	40
Viga	Planta Baja	20	40

Tabla 3. Tabla de geometría de losas unidireccionales

Descripción	Valor	Unidad
Altura de bovedilla:	15,00	cm
Espesor capa compresión:	5,00	cm
Intereje:	50,00	cm
Ancho del nervio:	10,00	cm
Bovedilla:	Poliestireno	
Volumen de hormigón:	0,09	m ³ /m ²
Peso propio:	0,23	t/m ²
Incremento del ancho del nervio:	0,00	cm
Comprobación de flecha:	Como vigueta pretensada	
Rigidez fisurada:	0,50	Rigidez Bruta

Al ser una edificación construida con elementos estructurales de sección constante en columnas de 20x30 cm, vigas de 20x40cm y losas apoyadas en sola dirección. Los principales problemas patológicos que afectan a este tipo de estructuras son los ocasionados por las acciones ambientales y los defectos constructivos durante su ejecución. Las acciones ambientales sobre las estructuras de hormigón están básicamente relacionadas con el entorno donde se encuentra implantada la construcción y de su interacción con el medio circundante; estas acciones pueden ser, por ejemplo: variaciones de temperatura, variaciones de humedad, ciclos de congelamiento y deshielo, carbonatación, lluvia acida, ciclos de humedecimiento y secado, corrosión, ataque de ácidos, aguas blandas, residuos, microorganismos, algas, suelos y/o aguas contaminadas.

El proyecto no cuenta con un diseño estructural, no existió una supervisión de obra durante su ejecución, producto de ello; se observa una construcción improvisada, defectos en el sistema estructural, sin ningún criterio técnico, defectos en la geometría de los elementos estructurales, mala calidad en la elaboración del hormigón y su puesta en obra y otros apreciables a simple inspección visual.



Figura 11. Proceso constructivo de columnas, vigas y losas

5. Trabajos de laboratorio

Características del suelo: De acuerdo a los datos del estudio del suelo y dimensiones del elemento estructural zapatas aisladas, se realizará la verificación considerando la deformabilidad del suelo, para ello se calculará el K_{60} tomando en cuenta los siguientes datos:

Tabla 4. Tabla de datos del estudio de suelos

Detalle	Valor	Observaciones
B	1.4	Base (m)
H	1.4	Ancho (m)
D	0.35	Peralte (m)
K_{60}	0.74	Coeficiente de balasto (kgf/cm^3)
Q_{adm}	0.75	Esfuerzo admisible (kgf/cm^2)

Ensayos de Esclerometria: El método es considerado como un método preliminar para tener una idea de la calidad y uniformidad del hormigón. Para realizar el ensayo, el esclerómetro debe ser calibrado antes de su utilización o cada 300 impactos realizados en una misma inspección, siguiendo las instrucciones del fabricante del equipo para la utilización del Yunque de Ensayo. Las superficies del hormigón deben estar secas, limpias y perfectamente planas, evitándose superficies húmedas y carbonatadas. Estos ensayos se han realizado en los puntos indicados en la tabla 5.

Tabla 5. Tabla de resultados del ensayo en vigas

Elemento	Resistencia	Inicio	Fin	Resistencia (kgf/cm ²)	Base (mm)	Altura (mm)
B3-B4	Viga	Cuarto Piso	Cuarto Piso	260,4	200	400
C3-C4	Viga	Cuarto Piso	Cuarto Piso	399,1	200	400
B2-B3	Viga	Planta Baja	Planta Baja	399,1	200	400
C2-C3	Viga	Planta Baja	Planta Baja	333,9	200	400
C3-C4	Viga	Planta Baja	Planta Baja	311,5	200	400

Tabla 6. Tabla de resultados del ensayo en columnas

Eje	Elemento	Planta De	Planta A	Longitud (m)	Resistencia (kgf/cm ²)	Base (mm)	Altura (mm)
C3	Columna	Quinto piso	Sexto Piso	2,53	136	200	300
C4	Columna	Quinto piso	Sexto Piso	2,53	200,1	200	300
B2	Columna	Quinto piso	Sexto Piso	2,53	72,7	200	300
B3	Columna	Planta Baja	Primer Piso	3,1	196,2	200	300
B4	Columna	Planta Baja	Primer Piso	3,1	194	200	300
C2	Columna	Planta Baja	Primer Piso	3,1	163,8	200	300
A5	Columna	Planta Baja	Primer Piso	3,1	134,4	200	300
B2	Columna	Planta Baja	Primer Piso	3,1	142,3	200	300
B3	Columna	Planta Baja	Primer Piso	3,1	149,5	200	300

En base a estos elementos de vigas y columnas, se promedian los valores obtenidos y se obtiene una desviación estándar para obtener la resistencia de los elementos.

Tabla 7. Tabla de resistencias adoptadas

Elementos	Ubicación	Resistencia Promedio (kgf/cm ²)	Desviación estándar (kgf/cm ²)	Fc (kgf/cm ²)	Fc (MPa)	E NBDS2023
Columnas	Planta Baja	156,65	26,43	130,22	12,775	13689,20177
Columnas	Quinto piso	136	63,70	72,30	7,093	10200,02342
Vigas		333,90	59,51	274,39	26,917	19870,72112

Ensayos de Escáner de barras: El procedimiento para realizar el ensayo de escáner de barras en elementos de hormigón armado, es un ensayo no destructivo que permite detectar y mapear la ubicación, cantidad, separación, diámetro y recubrimiento de las varillas de acero (refuerzo) dentro del concreto sin dañarlo. Se emplean equipos especializados como escáneres de barras.

Este método es ampliamente usado para inspección de estructuras existentes sin alterar la integridad del concreto, útil en puentes, edificios, losas, túneles, y demás elementos de hormigón armado.

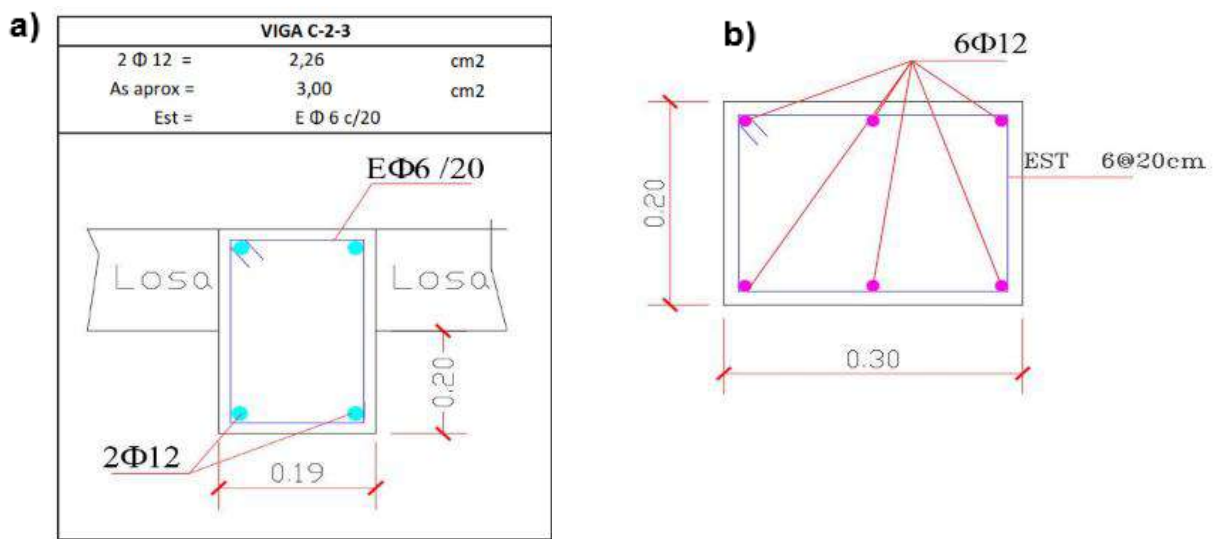


Figura 12. Esquema de armado de a) vigas y b) columnas

Extracción de núcleos: Las extracciones de núcleos de hormigón se realizaron según la norma ASTM C42, extrayéndose un total de tres probetas en diferentes elementos estructurales, definiéndose estos puntos en elementos donde no comprometan la seguridad

estructural de la edificación y a su vez la disposición de las armaduras de refuerzo lo permita. Estas probetas extraídas han sido ensayadas para obtener la resistencia real del hormigón.

Tabla 8. Resultados de la resistencia a compresión del hormigón obtenidos mediante extracción de núcleos.

Núcleo Nº	Resistencia por Compresión [MPa]	Observaciones
N-1	9,7	Viga primer entrepiso
N-2	11,8	Columna primer piso
N-3	5,9	Columna segundo piso



Figura 12. Fotografías del ensayo de extracción de núcleos

Ensayo de carbonatación: Uno de los factores cruciales en el proceso de carbonatación es el contenido parcial de humedad del hormigón, debido a que, si los poros están completamente secos, el CO_2 no podría reaccionar con los componentes alcalinos del hormigón por falta de un medio acuoso, mientras que, si los poros se encuentran totalmente

saturados, su penetración sería sumamente lenta, debido a la baja solubilidad del CO₂ en el agua. Por tanto, sólo cuando los poros están parcialmente húmedos (entre 55 y 75 % de humedad) es cuando se dan las condiciones óptimas para la carbonatación.

La evaluación de la carbonatación consiste en medir la profundidad a la que ha penetrado la carbonatación desde la superficie del hormigón, para ello se utiliza una solución indicadora (Fenolftaleína, alcohol y agua), que se esparce sobre un corte o perforación en el hormigón hasta que el indicador colorea un color magenta, una vez coloreado el indicador la medición de la profundidad de carbonatación es directa.

Tabla 8. Resultado de los ensayos de carbonatación

Punto N°	Profundidad de carbonatación [cm]	Observaciones
P-1	5,4	Columna planta baja
P-2	4,2	Columna primer piso
P-3	3,6	Columna primer piso

6. Trabajos de gabinete

Diagnostico mediante modelo estructural: El modelado de la estructura se realizó con el apoyo del programa ETABS, de acuerdo a la geometría, secciones de los elementos estructurales y el análisis de las cargas actuantes y sus respectivas combinaciones para los diferentes estados límites requeridos en la verificación y diseño.

Materiales:

Hormigón: Control Normal Según NB 1225001, para Vigas, columnas, Losas, escaleras y muros.

Tabla 9. Tabla de resistencias adoptados

Elementos	Ubicación	Resistencia Promedio (kgf/cm ²)	Desviación estándar (kgf/cm ²)	Fc (kgf/cm ²)	Fc (MPa)	E NBDS2023
Columnas	Planta Baja	156,65	26,43	130,22	12,775	13689,20177
Columnas	Quinto piso	136	63,70	72,30	7,093	10200,02342
Vigas		333,90	59,51	274,39	26,917	19870,72112

Acero: Según NB 1225001, para el caso del acero se adopta un $F_y=420$ [MPa].

Los recubrimientos para el acero de refuerzo en el hormigón se consideran de la siguiente manera: Columnas, Vigas y Muros: 25 [mm]

Densidades: Se calcula las densidades considerando las resistencias promedio obtenidas en el ensayo de esclerometría.

Tabla 10. Tabla de Densidades de hormigón adoptadas

Elemento	Ubicación	Fc'	γ Hormigón	γ Acero	Densidad [KN/m ³]
Columnas	Planta Baja	12,775	22,23	1,03659	23,26
Columnas	Quinto piso	7,093	22,22	1,03659	23,25
Vigas		26,917	22,26	1,33	23,59

Cargas:

Peso propio: Las cargas por peso propio del elemento serán calculadas automáticamente por el programa

Cargas Muertas: Las cargas muertas comprenden las cargas superficiales no estructurales adicionales al peso de la estructura se calculan de acuerdo con el siguiente detalle.

Tabla 11. Tabla de cargas muertas

Descripción	Carga (kN/m ²)	Observaciones
Revoque de estuco	0.313	2.5 cm de revoque Y=12.5(kN/m ³)
Contrapiso	1.140	5 cm de contrapiso Y=22.8(kN/m ³)
Cerámica	0.275	Se considera una cerámica instalada (porcelanato y cemento cola con un peso de 28 (kg/m ²))
Total	1.727	

Sobre carga de uso: Se considera una sobrecarga de **1.92 kN/m²** (195.78 kgf/cm²) por cada piso de la vivienda actual.

Cargas de granizo y nieve: La carga de nieve es la fuerza vertical por unidad de área que ejerce la nieve acumulada sobre una estructura. A diferencia de las cargas vivas comunes, la nieve y granizo tiene un comportamiento dinámico y cambiante en el tiempo.

Tabla 12. Coeficientes Para Carga de Granizo

Coeficientes	Valor	Observaciones
C_e	1	Coefficiente de exposición Parcialmente expuesto
C_t	1.2	Coefficiente térmico no atemperado
I	1	Importancia Normal

$$q_s = 0.7 * 1 * 1.2 * 1 * 1.079 = 0.85 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

Puesto que las pendientes del techo son menores a 10 grados, no se requiere corregir con el factor de pendiente la carga de nieve.

De asume como carga de nieve y granizo:

$$q_s = 0.85 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

Cargas de viento: Para las cargas de viento se usa el método de la ASCE/SEI 7-16, para esto se consideran los siguientes datos:

Tabla 13. Coeficientes Para Cargas de viento

Detalle	Valor	Observaciones
	B	Rugosidad del terreno
I	1	Importancia
K_d	0.85	Coefficiente de dirección
K_{zt}	1	Coefficiente Topográfico
V	29.5	Velocidad del viento m/s

Con esta información se consideran presión del viento:

$$q_h = 0.6136 * K_d * K_{zt} * I * V^2 * K_z$$

$$q_h = 0.6136 * 0.85 * 1 * 1 * 29.5^2 * K_z = 15.3806 [Pa] * K_z$$

Para la Pared A barlovento

$$p = 0.402 * 0.85 * 0.8 - 0.402 * 0.18 = 0.201[KPa] < 0.48[kPa]$$

Para la Pared A Sotavento

$$p = 0.402 * 0.85 * 0.5 + 0.402 * 0.18 = 0.24[KPa] < 0.48[kPa]$$

Dado que los valores C_p para cubierta son menores, se adopta también para ellas la carga mínima de $0.48[kN/m]$

$$W = 0.48 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

Combinaciones de carga: Se definieron los siguientes estados de carga:

D= Peso propio de los elementos estructurales.

SD= Cargas muertas Superimpuestas.

L= Carga Viva.

La resistencia de la estructura se verifica en condiciones de servicio para esto, las combinaciones utilizadas de acuerdo con el ASCE/SEI 7. Las combinaciones 3, no aplican por ser para cubiertas; las 5 y 7 no aplican por no estar considerando carga sísmica.

COMB 1: $1.4 * D$

COMB 2: $1.2 * D + 1.6 * L + -0.5 S$

COMB 4: $1.2 * D + 1.6W + L + 0.6S$

COMB 6: $0.9D + 1.6W$

Modelo estructural: Se genera un modelo de elementos finitos en tres dimensiones en el software Etabs, de la estructura actual del edificio para evaluar la estructura.

Para poder hacer la verificación estructural se consideran los siguientes casos críticos

- Verificación de Capacidad Portante de la columna
- Resistencia a la flexión.
- Fundaciones

Resistencia a corte de vigas. La verificación de resistencia a corte se da de acuerdo con el siguiente flujograma.

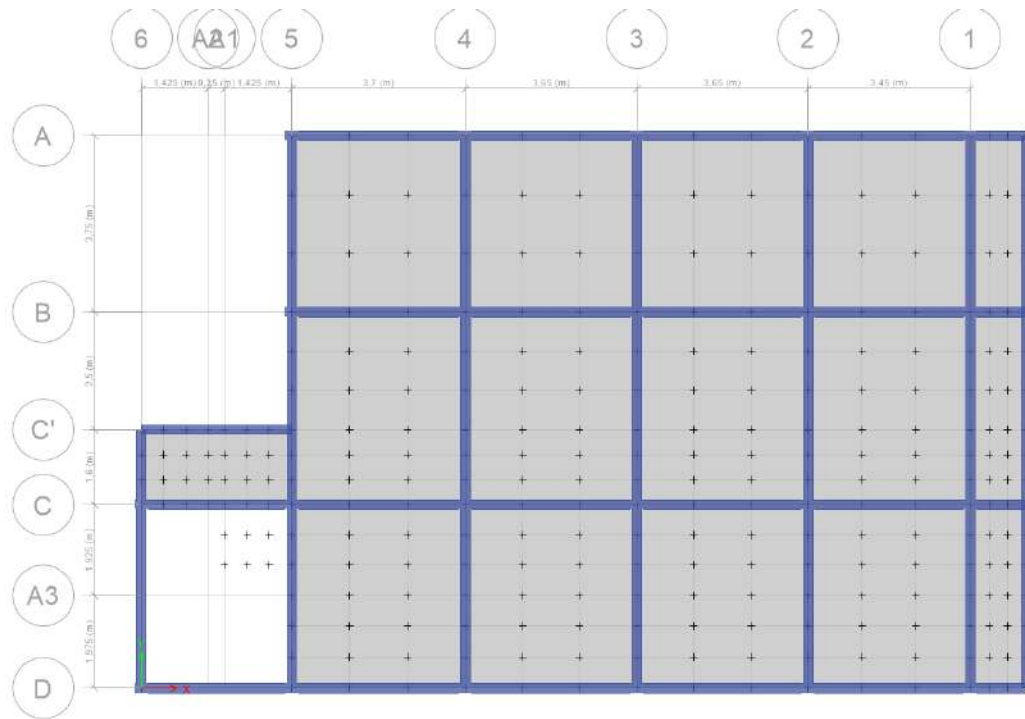


Figura 13. Vista de planta

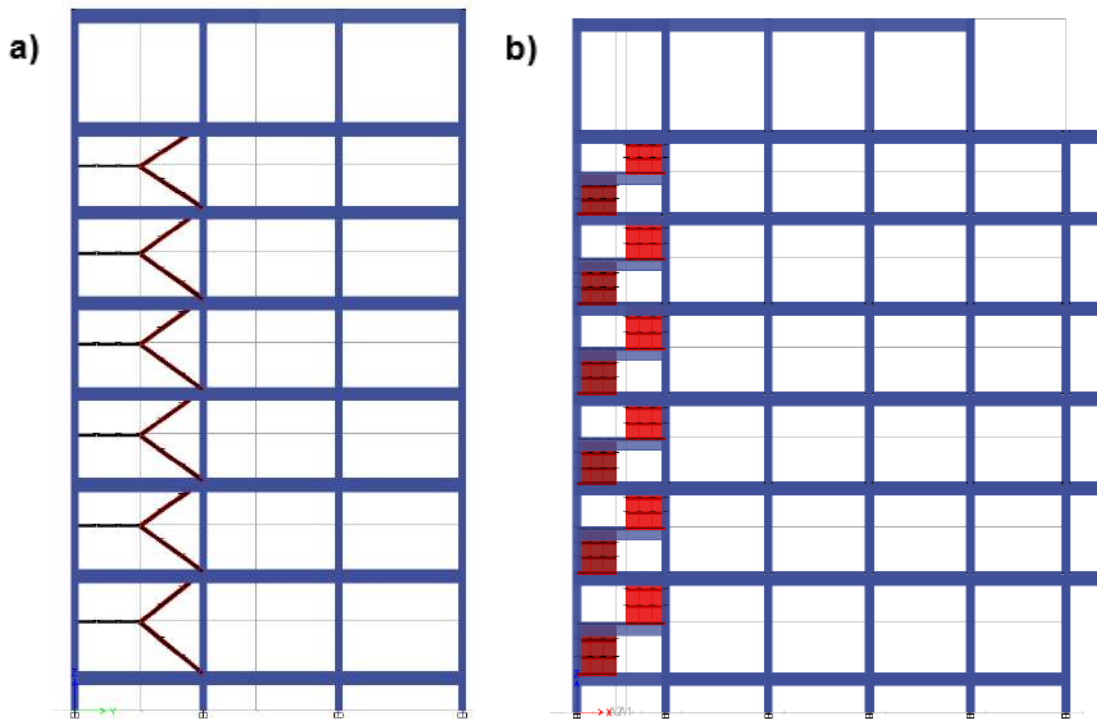


Figura 14. Modelo Estructural a) Vista Frontal b) Vista Lateral

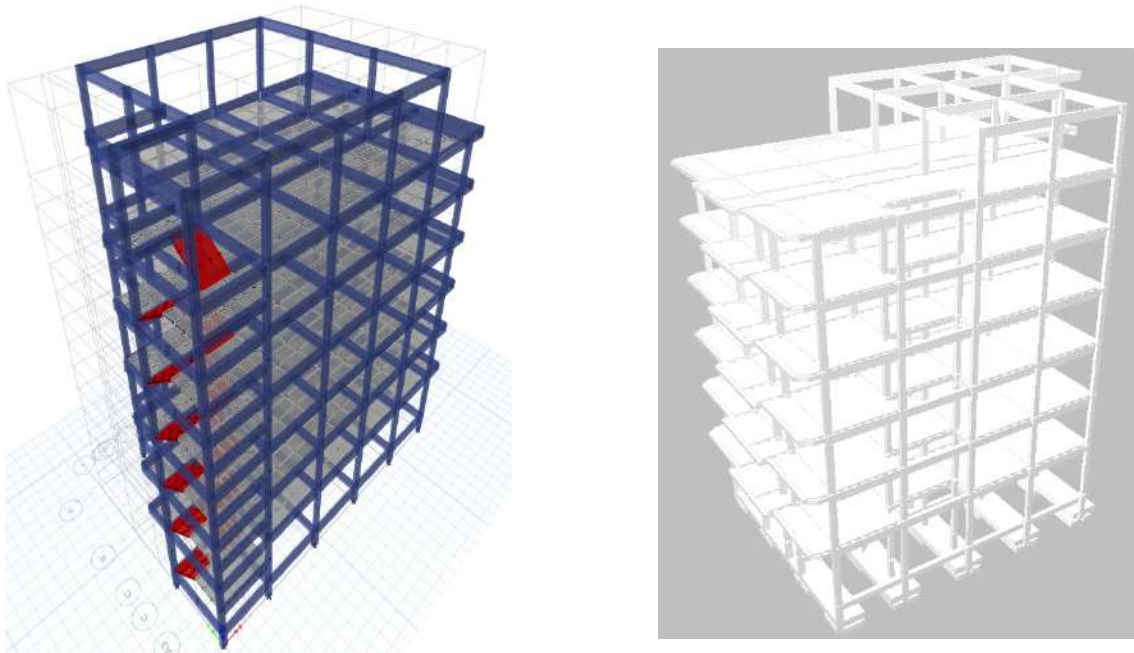


Figura 15. Modelo Estructural 3D

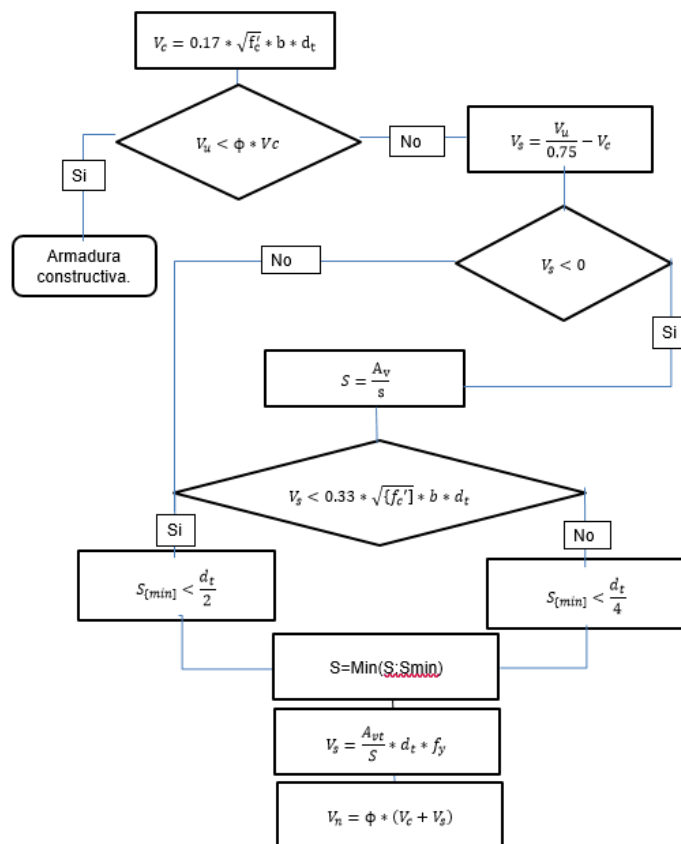


Figura 16. Flujograma para verificación de resistencia a corte

Para una Viga $h = 400[mm]$; $b = 200[mm]$

$$V_c = 0.17 * \sqrt{26.91} * 0.2 * 0.363 * 1000 = 64.024[kN]$$

$$\phi * V_c > 0.75 * 64.024 = 48.018[kN]$$

$$0.5 * \phi * V_c > 0.5 * 0.75 * 48.018[kN] = 24.009[kN]$$

$$V_s = \frac{A_{vt}}{S} * d_t * f_y = \frac{2 * 0.28[cm^2]}{10000[cm^2/m] * 0.20[m]} * 0.363[m] * 420[MPa] * 1000$$

$$V_s = 42,68[kN]$$

$$V_n = \phi * (V_c + V_s) = 0,75 * (48.018[kN] + 42,68[kN]) = 68,03[kN]$$

Pero debe notarse que no cumple la armadura mínima $dt/2$ (0,181) el código, con esta configuración la separación se excede por 2 centímetros, al ser absorbidos los esfuerzos en su mayoría por el hormigón incluyendo. Se considera que no cumple la norma, pero está dentro de unos límites que no son críticos.

Para una Viga $h = 250[mm]$; $b = 150[mm]$

$$V_c = 0.17 * \sqrt{26.91} * 0.15 * 0.213 * 1000 = 37,57[kN]$$

$$\phi * V_c > 0.75 * 37,57 = 28.18[kN]$$

$$0.5 * \phi * V_c > 0.5 * 0.75 * 28.18[kN] = 14.09[kN]$$

$$V_s = \frac{A_{vt}}{S} * d_t * f_y = \frac{2 * 0.28[cm^2]}{10000[cm^2/m] * 0.20[m]} * 0.213[m] * 420[MPa] * 1000$$

$$V_s = 25,05[kN]$$

$$V_n = \phi * (V_c + V_s) = 0,75 * (37,57[kN] + 25,05[kN]) = 46,96[kN]$$

Debe notarse que no cumple la armadura mínima $dt/2$ (0,121) con esta configuración la separación se excede por 8 centímetros, al ser absorbidos los esfuerzos. Si bien la resistencia teórica de la sección soporta los esfuerzos a los que se va a ver solicitada, la viga no contara con suficiente ductilidad para cualquier carga accidental, más aún si sus dimensiones mínimas son menores a lo mínimo exigido por la norma.

-Resistencia a la flexión:

Debido al poco refuerzo reportado, Para verificar la estabilidad de vigas, se debe revisar que las mismas cumplan con la cuantía mínima.

$$A_{smin1} = \frac{1.4 * d_t * b}{f_y} = \frac{1.4 * 0.363[m] * 0.2[m]}{420[Mpa]} * 10000 \left[\frac{cm^2}{m^2} \right] = 2.42[cm^2]$$

$$A_{smin2} = \frac{\sqrt{f'_c} * d_t * b}{4 * f_y} = \frac{\sqrt{26.91} * 0.363[m] * 0.2[m]}{4 * 420[Mpa]} * 10000 = 2.2417[cm^2]$$

De acuerdo a los ensayos de pacometria la armadura a tracción otorgada es de $2.26[cm^2]$ menor a lo exigido para la plastificación de la viga; lo que implica que existe un riesgo de falla frágil en las vigas motivo por el cual las acciones a flexión deberían de ser incrementadas en un 33% para cumplir con lo requerido por la norma.

-Cálculo de capacidad nominal:

$$a = \frac{A_s * f_y * b * d_t}{f_y} = \frac{2.26/10000 * 0.2 * 0.363}{420} = 0.0257$$

$$M_n = \phi * A_s * f_y * \left(d_t - \frac{a}{2} \right) = 0.9 * 2.26/10000 * 420 * \left(d_t - \frac{0.0257}{2} \right) * 1000$$

$$M_n = 30.149[kN - m]$$

Puesto que no cuenta con armadura mínima se considera que la sección debe ser 1/3 mayor por lo que:

$$M_n = \frac{30.149[kN - m]}{1.333} = 22,612[kN]$$

Debido a esto se nota que las secciones en la cara inferior se encuentran al límite, pero la cara superior en el sector de los suples (cercanos al apoyo) no cuentan con suficiente refuerzo. Esto implica que es posible que se presenten daños en las caras superiores por agrietamiento si bien esto no es lo óptimo, generalmente la cara inferior tiene suficiente capacidad para plastificar la sección.

Con estos datos nos es posible verificar la situación de las vigas, a continuación, se presenta un detalle de los pórticos de las vigas:

Tabla 14. Verificación de vigas

Pórtico	Planta	Nudo	Tramo	Qu	Mu	Tipo de viga	Resistencia nominal a corte	Resistencia nominal a momento	% Solicitación A corte	Cumple Corte	% Solicitación A corte2	Cumple A momento
A	Tercer Piso	2	A2-A1	20,59	10,02	200x400	68,03	22,612	0,303	Cumple	0,443052	Cumple
A	Tercer Piso	1	A1-A2	22,34	17,52	200x400	68,03	22,612	0,328	Cumple	0,774929	Cumple
A	Tercer Piso	1	A1-A1'	10,47	15,93	200x400	68,03	22,612	0,154	Cumple	0,704361	Cumple
B	Primer Piso	5	B5-B4	46,73	19,67	200x400	68,03	22,612	0,687	Cumple	0,869945	Cumple
B	Primer Piso	4	B4-B5	54,18	32,28	200x400	68,03	22,612	0,796	Cumple	1,427578	No Cumple
B	Primer Piso	4	B4-B3	49,10	31,12	200x400	68,03	22,612	0,722	Cumple	1,376216	No Cumple
B	Primer Piso	3	B3-B4	50,57	33,59	200x400	68,03	22,612	0,743	Cumple	1,485428	No Cumple
B	Primer Piso	3	B3-B2	49,50	30,82	200x400	68,03	22,612	0,728	Cumple	1,363152	No Cumple
B	Primer Piso	2	B2-B3	50,09	31,82	200x400	68,03	22,612	0,736	Cumple	1,407324	No Cumple
B	Primer Piso	2	B2-B1	44,32	26,01	200x400	68,03	22,612	0,651	Cumple	1,150243	No Cumple
B	Tercer Piso	2	B2-B3	50,80	33,40	200x400	68,03	22,612	0,747	Cumple	1,477048	No Cumple
C	Planta Baja	2	C2-C1	2,84	-0,38	200x400	68,03	22,612	0,042	Cumple	0,016805	Cumple
C	Planta Baja	1	C1-C2	4,25	2,48	200x400	68,03	22,612	0,062	Cumple	0,109667	Cumple
C	Planta Baja	6	C6-C5	35,12	7,04	200x400	68,03	22,612	0,516	Cumple	0,311405	Cumple
C	Primer Piso	5	C6-C5	42,88	20,81	200x400	68,03	22,612	0,630	Cumple	0,920361	Cumple
C	Primer Piso	5	C5-C6	49,50	28,79	200x400	68,03	22,612	0,728	Cumple	1,273218	No Cumple
C	Primer Piso	4	C5-C4	53,80	35,58	200x400	68,03	22,612	0,791	Cumple	1,57328	No Cumple
C	Primer Piso	4	C4-C5	49,60	30,68	200x400	68,03	22,612	0,729	Cumple	1,356802	No Cumple

Verificación de columnas: De acuerdo con lo descrito anteriormente las columnas centrales están fallando por aplastamiento y las perimetrales por flexo compresión, hay que

considerar que las columnas de planta baja hasta el segundo piso exceden cargas críticas y corren el riesgo de pandearse situación que puede observarse por la mayoración de momentos existente en las mismas. Esta situación es crítica y puede conllevar al colapso total de la estructura, puesto que las columnas y vigas circundantes se encuentran por debajo de lo solicitado por la normativa, por lo que cuentan con muy poca capacidad disponible para absorber en caso de falla de alguna se requiere el encamisado de 4 Niveles de columnas.

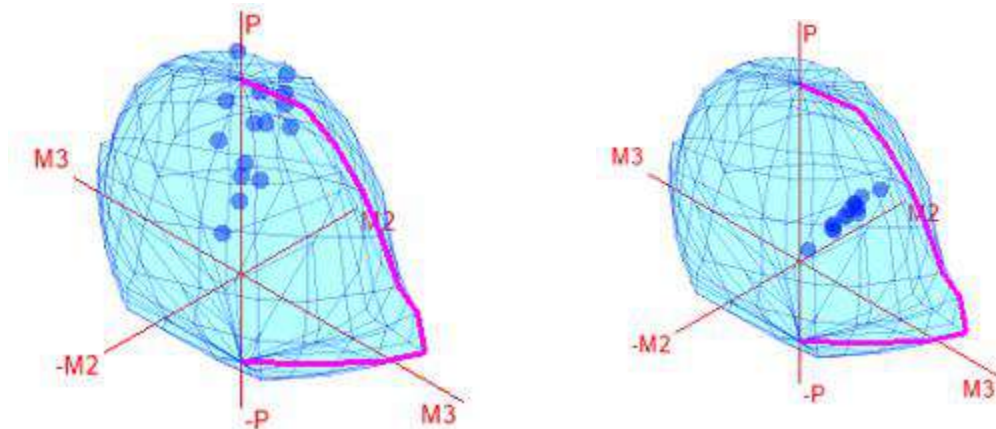


Figura 17. Diagrama de interacción de columnas

Verificación de zapatas: En el caso de Zapatas considerándolas flexibles o rígidas es evidente que están excediendo por mucho su resistencia admisible y es muy posible que fallen y/o generen asentamientos considerables cuando la estructura esté en funcionamiento, se recomienda ampliar la zapata para evitar problemas de asentamientos a futuro.

La tensión máxima que se produce según el número de pisos que actualmente está construido el edificio Rosas Paredes, dichas zapatas aisladas son insuficientes, obteniendo una tensión máxima de 1.99 kgf/cm^2 , según el estudio de suelos se tiene una tensión máxima de $0.75 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$, por lo tanto, no cumple con la especificación. En este sentido se procedió a realizar el refuerzo con zapata corrida en el sentido transversal.

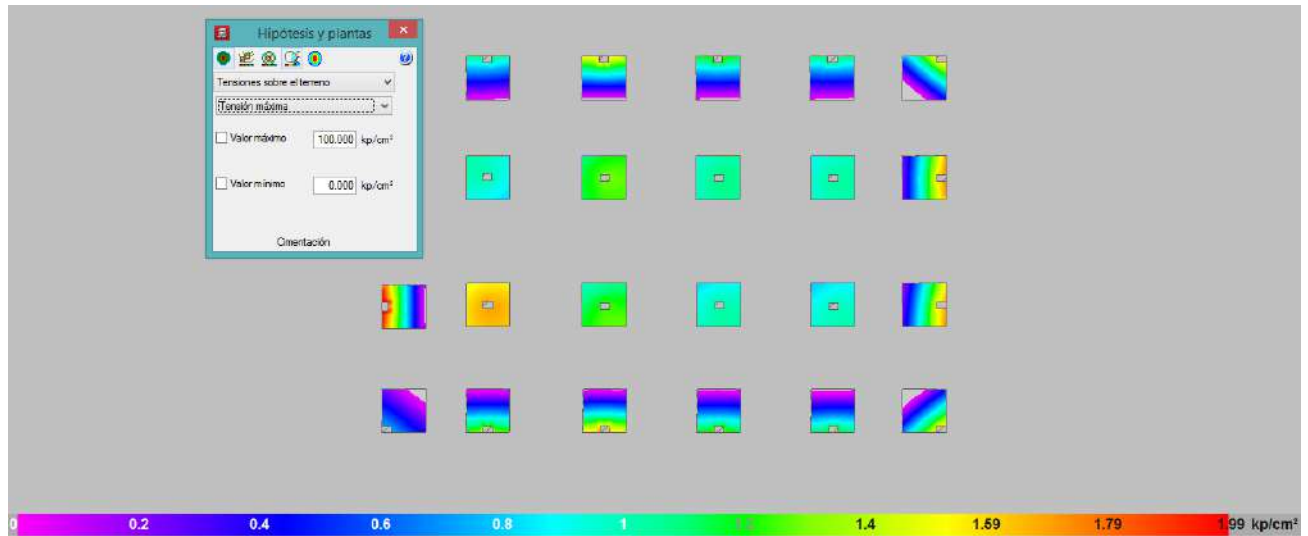


Figura 18. Tensiones máximas en fundaciones original del Edificio.

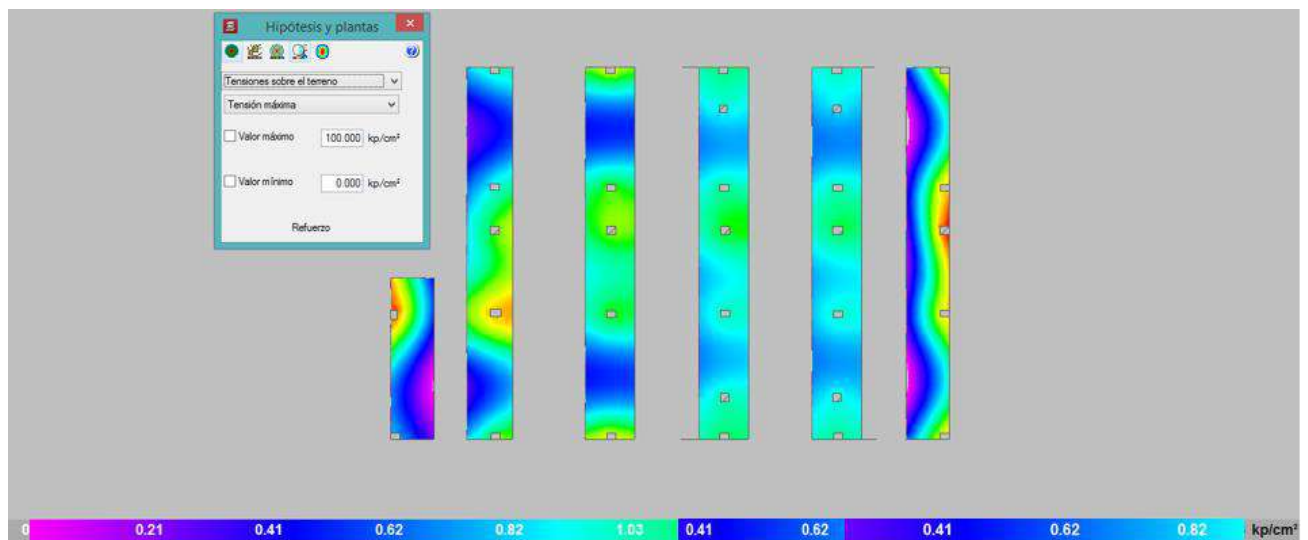


Figura 19. Refuerzo con zapatas corridas en sentido transversal

7. Refuerzo estructural

-Refuerzo estructural de fundaciones: Las zapatas aisladas son insuficientes, obteniendo una tensión máxima de 1.99 kgf/cm^2 , según el estudio de suelos se tiene una tensión máxima de $0.75 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$, por lo tanto, no cumple con la especificación. En este sentido se procedió a realizar el refuerzo con zapata corrida en el sentido transversal.

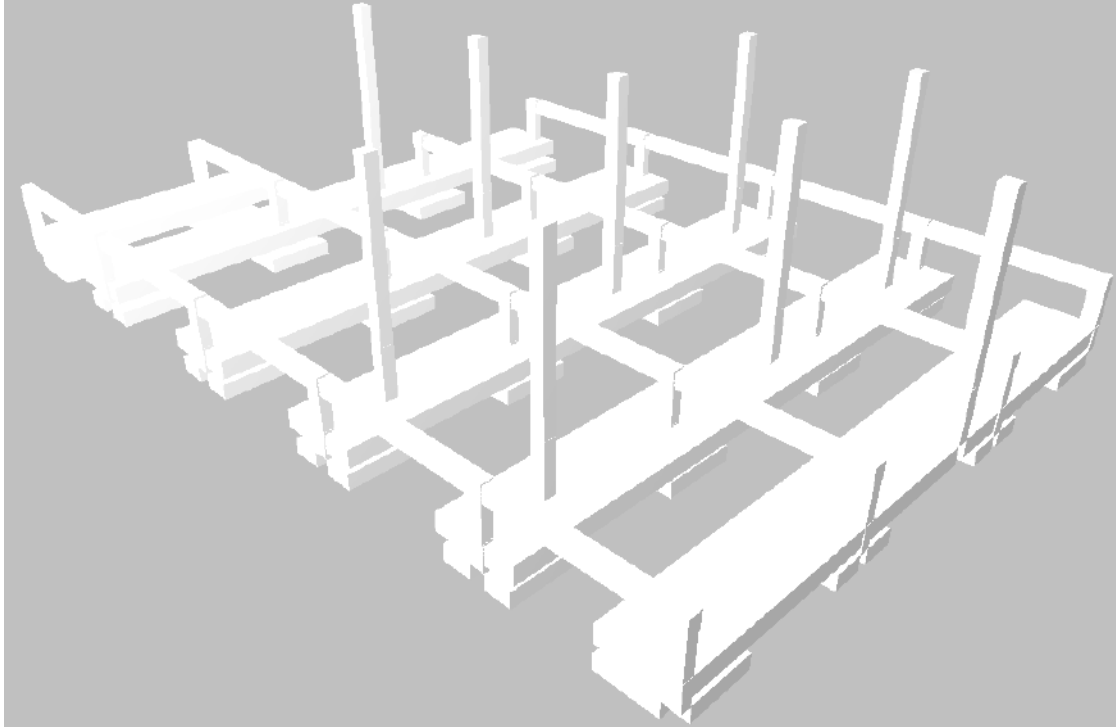


Figura 20. Vista 3D de Refuerzo con zapatas corrida

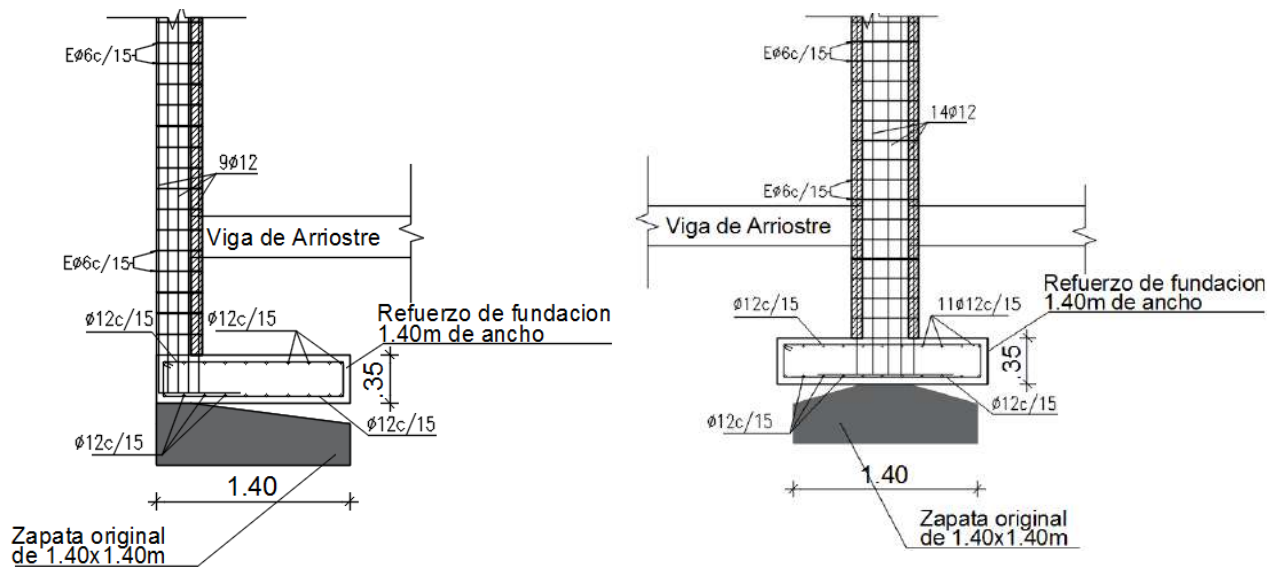


Figura 21. Refuerzo con zapatas corridas

-Refuerzo de columna: El tratamiento de este refuerzo consiste en armado alrededor de la columna de falla, una vez modelada con maceta se tiene que diseñar para resistir y soportar cargas externas que puedan actuar.

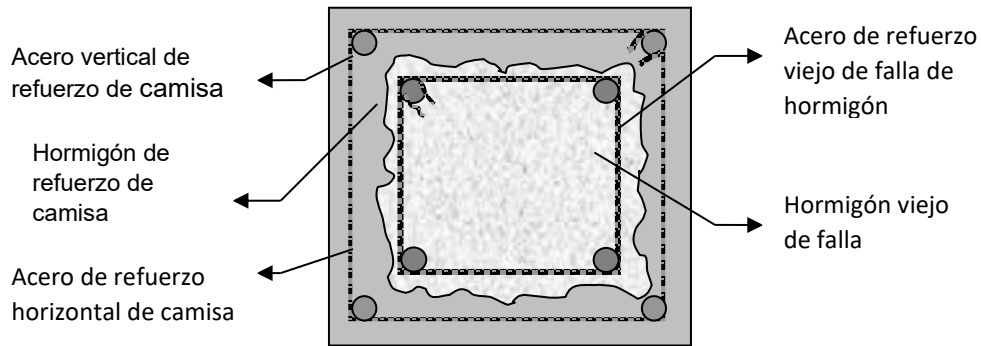


Figura 22. Encamisado de columnas

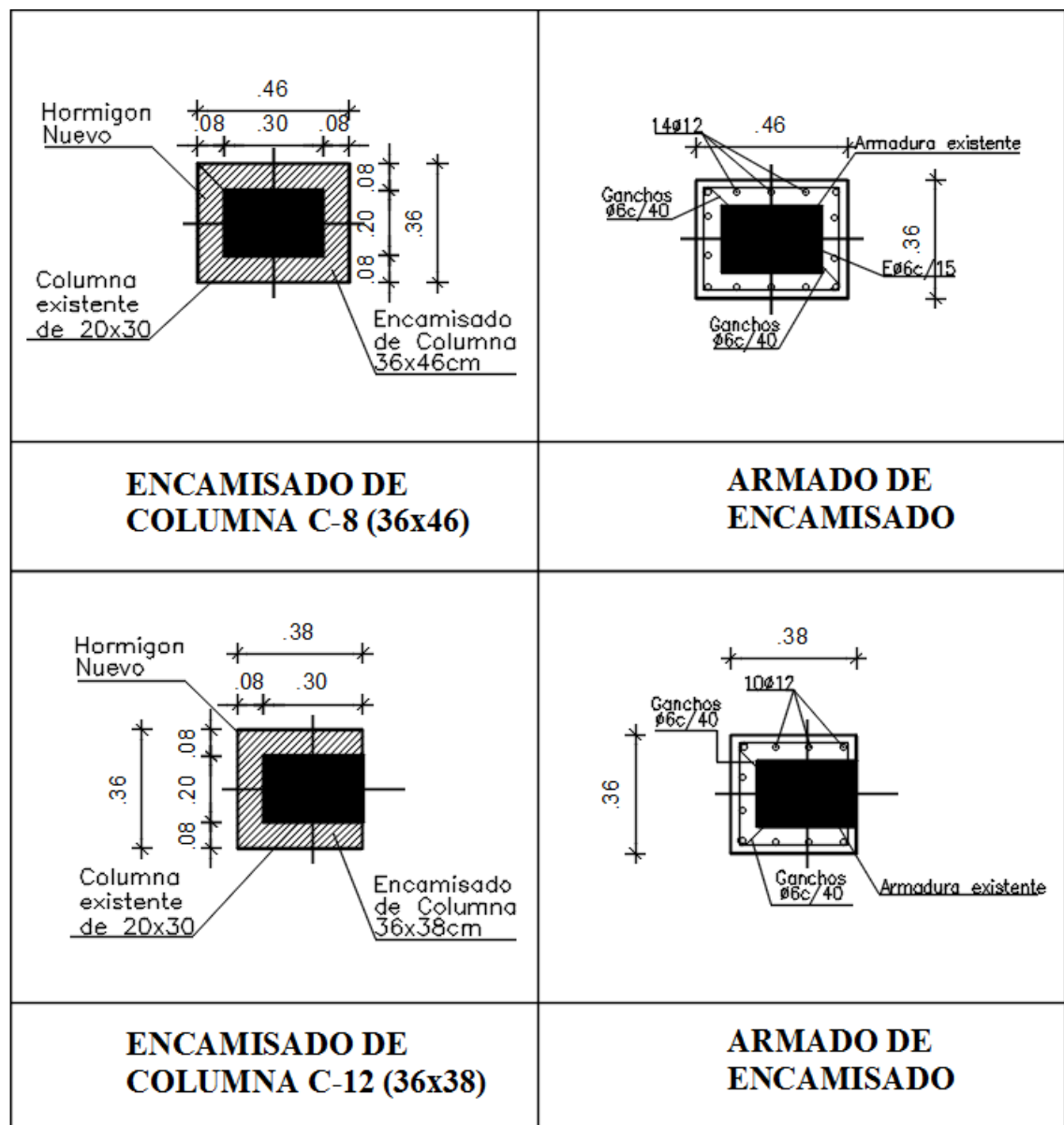


Figura 23. Encamisado de columnas

-Preparación de la superficie: Se procederá a desbastar la superficie de hormigón del pilar por medios mecánicos (bujarda eléctrica) con la finalidad de dejar un soporte rugoso. Se ejecutan franjas c/ 0,50 m, a modo de rozas de 10 cm de ancho por 1,5 cm de profundidad, para facilitar la adherencia y la traba del Grout.

Bajo las aristas de las vigas de cuelgue, para lograr que el hormigón re-calce la sección, se acostumbre a ejecutar una “cuña de contacto” con mortero de reparación.

-Armado: Se dispone una armadura de montaje con fines constructivos (no considerada en el cálculo). La armadura estará constituida por barras de $\varnothing 12$ mm ($\varnothing 12$ en las esquinas) y un estribado con cercos de $\varnothing 6$ mm c/ 15 cm. En base y cabeza del pilar ($L=60$ cm) se dispone c/ 7cm. Se emplean separadores de barras tipo ruleta de PVC de $\varnothing 20$ mm.

La armadura de esquinas (4 $\varnothing 12$) se anclará 15 cm en el forjado (base y cabeza) en taladros rellenos con resina de poliéster.

-Encofrado: Encofrado de pilares con moldes de tipo fenólico y rematado en su altura (collarín) con tablero. Sellado de junta con collarín con espuma de poliuretano. El encofrado debe de ir suficientemente rigidizado para contrarrestar el empuje del mortero grout.

En las caras del encofrado se ejecutan perforaciones, realizando la primera a 1,00 m de altura y a cada metro hasta llegar a la cota superior, con el fin de tener en todo momento un punto de inyección y varios puntos de purga y/o control de la misma.

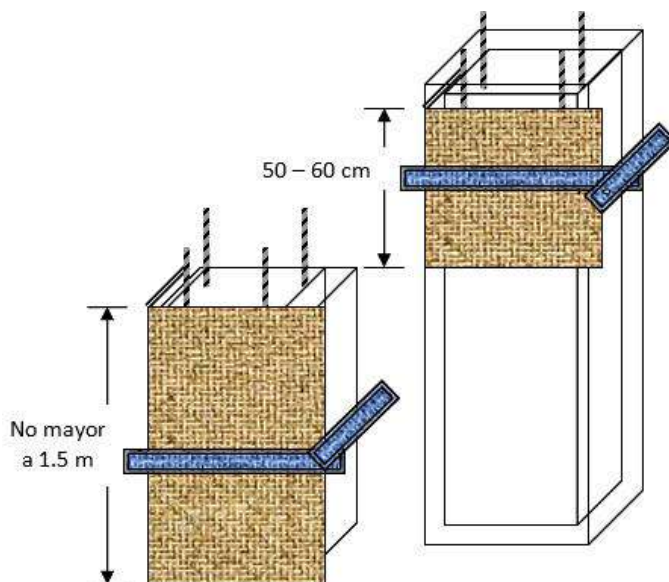


Figura 24. Detalles de encofrado para el refuerzo de columna

-Refuerzo de viga: Normalmente no sea posible descargar totalmente la viga, con lo que la armadura existente estará sometido a tensión. Cuando se construye el refuerzo de la nueva armadura esta descargada, por lo que al entrar en carga la antigua armadura tendrá que soportar las tensiones anteriores más los que se producen del nuevo estado de equilibrio.

-Caso N°1: Recrecido del canto de la viga

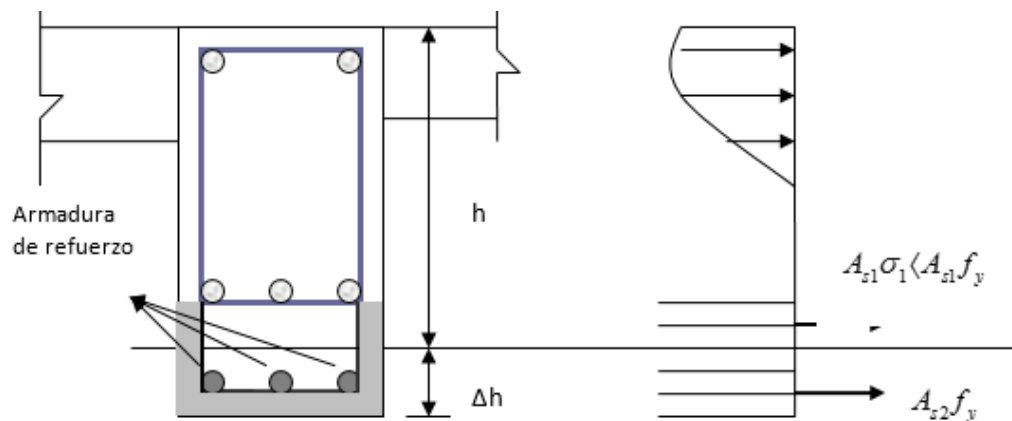


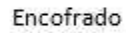
Figura 25. Recrecido del canto de la viga por flexión

Procedimiento de ejecución:

- Descargar la capa inferior de la viga de hormigón
- Colocar unos nuevos estribos que sean capaces de absorber los esfuerzos de desgarramiento entre el hormigón antiguo y el hormigón nuevo.
- Hacer una buena unión entre hormigones, con un epoxi
- Colocar las armaduras longitudinales y hormigonar
- En general la armadura antigua no puede alcanzar su límite, la armadura nueva se calcula para el momento total.

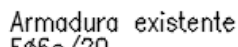
Caso N°2: Colocación de nueva armadura sin recrecido del canto de la viga

- La armadura antigua puede trabajar hasta su límite elástico
- Comprobación muy detallada de sus tensiones

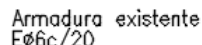


Ø20mm

Hormigón



Encofrado



Perforar con un taladro $D=20\text{cm}$
Profundidad $L=20\text{cm}$
Colocar resina epoxica expansivo

Conclusiones

Las conclusiones finales del estudio técnico realizado sobre el Edificio Rosas Paredes se fundamentan en el diagnóstico de vulnerabilidad extrema y la necesidad imperativa de una intervención estructural. A continuación, se detallan los puntos concluyentes más relevantes:

Estado de Vulnerabilidad Crítica: Se concluye que la edificación se encuentra en un estado de vulnerabilidad extrema y riesgo inminente de colapso. Esto es consecuencia directa de la ausencia de un diseño estructural y la falta de supervisión técnica durante su fase constructiva, lo que resultó en una estructura improvisada y sin criterios técnicos normativos.

Insuficiencia en las Fundaciones: El análisis determinó que las zapatas aisladas originales son totalmente insuficientes para las cargas actuales. Estas transmiten una tensión de 1.99 kgf/cm^2 , lo cual excede drásticamente el esfuerzo admisible del suelo de 0.75 kgf/cm^2 .

Falla Crítica en Columnas: Las columnas de la planta baja hasta el segundo piso presentan un riesgo crítico de pandeo y aplastamiento. Debido a que las secciones actuales ($20 \times 30 \text{ cm}$) y su refuerzo están por debajo de lo solicitado por la normativa, no tienen capacidad para absorber esfuerzos adicionales, lo que podría derivar en un colapso total de la estructura.

Deficiencia y Fragilidad en Vigas: La mayoría de las vigas no cumplen con la cuantía mínima de acero de refuerzo exigida por la norma para garantizar la ductilidad. Esto implica un alto riesgo de falla frágil ante cargas accidentales, requiriendo un incremento de su capacidad resistente en al menos un 33% para cumplir con los estándares de seguridad.

Deterioro por Factores Ambientales: Se confirmó la presencia de patologías químicas severas, destacando profundidades de carbonatación de hasta 5.4 cm. Este fenómeno compromete la durabilidad del inmueble al eliminar la protección alcalina del hormigón sobre el acero de refuerzo.

Necesidad de Intervención (Terapia): Para restituir la seguridad del edificio y preservar la vida de los ocupantes, es obligatoria una reestructuración integral. Las soluciones técnicas definitivas incluyen:

- La transformación de la cimentación a zapatas corridas en sentido transversal

- El encamisado (jacketing) de columnas en los primeros cuatro niveles para aumentar su sección y capacidad de carga
- El recrecido de vigas mediante la adición de nuevas armaduras y secciones de hormigón para asegurar la estabilidad ante flexión y corte

Referencias

American Society of Civil Engineers ASCE Versión 7, (2010), Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, Published by American Society of Civil Engineers, Manufactured in the United States of América.

Astorga, A. & Rivero, P. (2009). Patología en las edificaciones Modulo III, Sección IV, Publicado por CIGIR, (Centro de investigación en gestión integral de riesgo).

Cabrera, R. & Plaza, C. (2014). "Propuesta de rehabilitación estructural constructiva para la vivienda de la familia plaza aveldaño". (Monografía previa a la obtención del título en ingeniería civil), Universidad de Cuenca, Escuela de ingeniería Civil, Cuenca, Ecuador.

Comisión Permanente del Hormigón Armado, (1987). "Norma Boliviana del Hormigón Armado CBH-87", Ministerio de Urbanismo y Vivienda, Bolivia.

Helene, P. Pereira, F.; Manual de Rehabilitación de Estructuras de hormigón. Reparación, Refuerzo y Protección; CYTED; 2003.

Johnson, S. Deterioro, Conservación y Reparación de Estructuras. Editorial Blume, Madrid. Editorial Labor, s.a., Barcelona. 1973

Laboratorio de Materiales-LABOMAT, (2025), Servicios Complementarios a la Ingeniería, Sucursal La Paz.

Parra B., & Vásquez P., (2014). Patología, diagnóstico y propuestas de rehabilitación de la vivienda de la familia Bermeo Alarcón (Tesis de pregrado), Universidad de Cuenca Fundada en 1867, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Ecuador.

Sánchez de Guzman, D. (2011). Durabilidad y Patología del Concreto (Vol. 2). Bogotá, Colombia: ASOCRETO.

Conflicto de interés

El autor de este manuscrito declara no tener ningún conflicto de interés.

Declaración ética

El autor declara que el proceso de investigación que dio lugar al presente manuscrito se desarrolló siguiendo criterios éticos, por lo que fueron empleadas en forma racional y profesional las herramientas tecnológicas asociadas a la generación del conocimiento.

Copyright

La **Revista Latinoamericana de Difusión Científica** declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista.

Licencia CreativeCommons

Esta obra está bajo una Licencia CreativeCommons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

