



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia del encamisado en columnas de concreto usando cemento IP con superplastificantes y varillas de basalto para incrementar número de pisos en edificaciones Lima-2019

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

AUTOR:

Acuña Olórtegui, Máximo Francisco (ORCID: 0000-0003-3015-9605)

ASESOR:

Dr. Córdova Salcedo, Felimon Domingo (ORCID: 0000-0003-0338-5156)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico estructural

Lima-Perú

2019

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a las personas que más han influenciado en mi vida, dándome los mejores consejos, guiándome y haciéndome una persona de bien.

Agradecimiento

Gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a ustedes, que fueron responsables de realizar un pequeño aporte.

Gracias a mis padres Alafonso Acuña y Rutt Olórtegui, quienes fueron mi principal apoyo durante este proceso desde el inicio de la carrera.

A Sheydith greysi Zavala Muñoz, por su amor, apoyo y comprensión que ayudaron en el logro de esta meta.

A la Universidad Cesar Vallejo, por haber permitido que me formase en ella, en especial a mi tutor Dr. Córdova Salcedo, Felimon Domingo, por su paciencia en el desarrollo de este trabajo de investigación.

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a)

..Añoa Obregón, Máxima Francisca.....

(Apellidos, Nombres)

Cuyo título es:

"...Influencia del encamisado en columnas de concreto usando cemento
 I.P. con superplastificantes y varillas de basalto para incrementar
 número de pisos en edificaciones Lima - 2019
"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el
 estudiante, otorgándole el calificativo de:

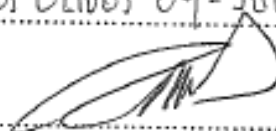
14 (número) CATORCE (letras).

Lugar y fecha Los Olivos 09 - Julio - 2019.



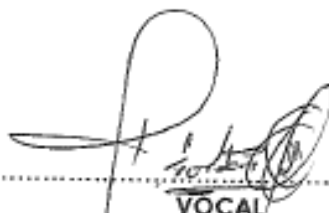
PRESIDENTE

..Raúl Antonio Pinta Barrantes
 (Grado Apellidos, Nombre)



SECRETARIO

..Willegas Martínez Carlos Alberto
 (Grado Apellidos, Nombre)



VOCAL

..Córdova Salcedo Felimon Domingo
 (Grado Apellidos, Nombre)

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Declaración de autenticidad

Yo, Máximo Francisco Acuña Olórtegui, estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, bajo el DNI 71286683, con tesis titulada “Influencia del encamisado en columnas de concreto usando cemento IP con superplastificantes y varillas de basalto para incrementar número de pisos en edificaciones Lima-2019”.

Mediante juramento dicto que:

- 1) Este trabajo de investigación es de mi autoría.
- 2) El mismo, ha respetado los reglamentos internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, no ha sido copiada ni totalidad, ni por partes.
- 3) De igual manera, no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para adquirir algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseadas, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad César Vallejo.

Los olivos, 09 de julio del 2019.



.....
Acuña Olórtegui, Máximo Francisco

DNI 71286683

ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. METODO.....	37
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	38
2.2. Operacionalización de variables	39
2.3. Población, muestra y muestreo	41
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	42
2.5. Procedimiento	43
2.6. Métodos de análisis de datos.....	43
2.7. Aspectos éticos.....	44
III. RESULTADOS	45
IV. DISCUSIONES	1630
V. CONCLUSIONES.....	163
VI. RECOMENDACIONES	168
REFERENCIAS	171
ANEXOS	183

Resumen

En el siguiente trabajo de investigación se describe la rehabilitación los elementos estructurales como una solución a los problemas de vulnerabilidad en las viviendas donde se desea agregar niveles superiores, donde para este caso, se realizar el estudio a una vivienda existente. El objetivo se desarrolla en describir y analizar el comportamiento del concreto usando el cemento IP y aditivos, y a su vez, la implementación de las varillas de basalto, donde se estudia una cantidad de 6 probetas por mezcla, siendo estas variadas en cuanto a la relación agua/cemento y aditivos. De igual forma, se analiza las características de las varillas de basalto, comparando las características conocidas en las varillas de acero. Por lo tanto, la utilización de estos materiales representa el desarrollo de la capacidad de los elementos para el aumento de niveles en la vivienda de estudio, donde los mismos no son capaces de resistir cambios en su distribución de cargas actualmente. De esta forma, siendo una investigación experimental, aplicando las diferentes combinaciones de materiales y componentes a probetas de concreto, se determina bajo los estudios a compresión, flexo-compresión y tracción, que los mismos sirven de respuesta viable para la implementación de reforzamientos en elementos sometidos a cargas no tomadas en cuenta en el diseño inicial.

Palabras claves: cemento IP, basalto, rehabilitación, aditivos, compresión, flexo-compresión.

Abstract

In the following research work we describe the rehabilitation of structural elements as a solution to the problems of vulnerability in the homes where we want to add higher levels, where in this case, to carry out the study on an existing dwelling. The objective is developed in describing and analyzing the behavior of the concrete using IP cement and additives, and in turn, the implementation of basalt rods, where a quantity of 6 test pieces per mixture is studied, being these varied in terms of the ratio water/cement and additives. Similarly, the characteristics of basalt rods are analysed, comparing the known characteristics of steel rods. Therefore, the use of these materials represents the development of the capacity of the elements for the increase of standards in the study housing, where they are not able to resist changes in their current load distribution. In this way, being an experimental investigation, applying the different combinations of materials and components to concrete test pieces, it is determined under the compression, flexo-compression and traction studies, that they serve as a viable response for the implementation of reinforcements on elements subject to loads not taken into account in the initial design.

Keywords: IP cement, basalt, rehabilitation, additives, compression, flexo-compression.

INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática

Para que una estructura sea capaz de resistir sus cargas de servicio y las fuerzas generadas por los sismos, deben tener todos y cada uno de sus elementos diseñado de forma tal que el tiempo de vida útil sea largo. Las columnas, siendo parte de estos elementos, son aquellas que transmiten las cargas de las losas hacia los cimientos, el cual los hace capaces de resistir la compresión y su forma constructiva, al igual que las vigas y las cimentaciones son en concreto armado, donde las varillas de acero permitirán que soporten los esfuerzos flexionantes.

No obstante, través de los años, hemos visto que el diseño de concreto no siempre es el más óptimo, teniendo como consecuencia grietas y daños en las estructuras, disminuyendo así la vida útil de estos.

De esta manera, en Medellín, Colombia, ocurrió el colapso del edificio Space, según el periódico virtual El Tiempo, el cual relata que: “estudios revelaron que el concreto no cumplió los niveles de resistencia requeridos y por tanto el acero no alcanzó su cedencia, provocando así la falla en las columnas y luego el desplome” (El tiempo, 2017, párr. 5).

Por tanto, esta tragedia ocurrió debido a una cantidad de errores, desde el diseño de la edificación hasta el seguimiento de la construcción de la obra, ya que la misma no estaba diseñada cumpliendo con los requerimientos por norma y los constructores por evitar gastos y otros imprevistos seleccionaron un concreto de baja resistencia provocando entonces, las perdidas ya mencionadas.

De igual forma, tenemos la caída total del The Canterbury Televisión (CTV) en Nueva Zelanda, luego de un terremoto de 6.1 en la escala de Richter, el 22 de febrero de 2011, donde murieron 175 personas, debido al concreto pobre, según el artículo en TheTelegraph, el cual describe: “las conclusiones de la comisión realizada en febrero, concluyó que el edificio de CTV fue hecho de columnas y hormigón débil y no encontraron las normas en él cuando fue construido en 1986” (TheTelegraph, 2012, párr. 12).

Además, el primer ministro John Key (2012), dijo que “los fracasos de edificios eran responsables de 175 de las 185 muertes del temblor”, agregando que:

El informe encontró varias deficiencias en el diseño de la ingeniería del edificio CTV y el gobierno municipal nunca debería haber permitido la construcción de este ya que el edificio no cumplió con las normas de diseño en ese entonces. También, notó que el edificio había sido usado como "una etiqueta verde" después de una magnitud 7.0 terremoto en septiembre de 2010,

luego de que las autoridades señalaran que era apto para la gente seguir usándolo. (Key, 2012, párr. 15).

Por lo tanto, es notorio que uno de los principales problemas en las construcciones a nivel internacional ha sido en las edificaciones de más de dos niveles, siendo esto un peligro en la economía y en la calidad de vida de los habitantes. Como se ha observado, la mayoría de los problemas recaen en el uso de concreto débil, pudiendo este ser un factor en la poca adherencia con el acero de refuerzo, lo cual da como resultado un mal comportamiento del elemento y exponiéndolos a las fallas. Así también, una falla puede venir a través de la poca adherencia entre los materiales, generando que el elemento no trabaje óptimamente; según una publicación científica de Computers and Structures, “la corrosión induce el deterioro de las estructuras de concreto reforzado, resultando fallas prematuras de la edificación, donde, en la practica la fractura del concreto grueso es uno de los criterios más importantes para la evaluación de la capacidad de servicio de las estructuras”, (Yang, Li, 2017, párr. 2.).

De igual forma, se ha visto que a pesar que los especialistas saben que hay problemas, dejan de lado el diseño correcto por irse al “camino fácil” o el económico, dejando como resultado muertes y exuberantes gastos.

Sin embargo, a pesar de que cada país cuenta con sus leyes y normas que rigen el diseño, no se ha estado tomando en cuenta en muchos de ellos, una prueba de esto se puede ver en el terremoto sucedido en octubre de 1966, en Lima, Perú; el cual se vio afectada la Universidad Nacional de Ingeniería, específicamente con mayores daños, fue la Facultad de Ingeniería Civil, el cual según los investigadores Espinoza G. y Fukuda Raul (1966), describen que:

[...]la acción del sismo, las columnas restringidas quedaron expuestas a fuerzas cortantes y torsiones elevadas en comparación con el resto. Esto se ve influido en que el factor de seguridad importante y en especial de torsión, era inferior al de flexión lo que trajo por consecuencia las fallas de corte y flexión. (Espinoza G. y Fukuda Raul, 1966, p. 159).

De este modo, uno de los mayores problemas que generó el debilitamiento en la estructura, en este caso, el edificio de la facultad de ingeniería civil, fue la existencia de la falta de continuidad y ortogonalidad en la distribución de columnas, como lo describen los autores, produciendo un efecto torsor entre ellas debido a la alta excentricidad en la planta. Donde, al momento del sismo, estas intentaron desplazarse y girar simétricamente, al no

encontrarse ubicadas todas ortogonalmente, este proceso no pudo ser y cada una se movió a su propio sentido, es decir, la edificación no se comportó como uno solo en respuesta sísmica y generó la caída de tabiquería y debilitamiento de columnas.

Así bien, a través de los acontecimientos anteriormente ocurridos en el país, se realizó un estudio por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2008) en Perú, sobre las tipologías de daños en viviendas de albañilería en las zonas identificadas como afectadas en el terremoto del 15 de agosto de 2007, la cual establecieron a través de la investigación en los daños físicos de este y los ocasionados con los terremotos de Lima en 1966 y 1974, en Arequipa en 1979 y 2001 y en Ancash en 1970, logrando así determinar la similitud de daños estructurales entre estos, concluyendo:

La mayoría de las viviendas provenientes de estas zonas tenían los cercos como uno de los elementos con más vulnerabilidad en cuanto a la albañilería, donde la poca atención que los diseñadores o maestros de obra le prestan a este tipo de construcciones. Por lo tanto, establecen que es necesario considerar este factor como riesgo y más si estos colapsan en donde hay rutas de escape. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Perú, 2008, p. 2).

Por tanto, se puede establecer que un problema común en los daños ocurridos en sismos anteriores en el Perú es la albañilería en función de los elementos estructurales, puesto que estos son ubicados de forma tal, que impide el desarrollo de resistencia ante fuerzas en los sistemas de apoyo, el cual no es estructuralmente óptimo, generando así lo que hemos visto en fallas. Esto sucede ya que el elemento, dependiendo de la ubicación en la albañilería puede quedar más rígido, impidiendo su respuesta sísmica o ductilidad.

En referencia a esto, la integridad de las columnas puede verse afectada por diferentes factores, aunque dando como resultado siempre la debilitación de las estructuras. Es notorio que el diseño aplicado en los colegios o recintos educativos trae consigo, en la mayoría de los casos, el efecto columna corta, debido a la distancia entre el alfeizer de la tabiquería y la columna estructural, exponiendo así la rigidez del elemento; por otro lado, tenemos la falla frágil, el cual puede ocurrir cuando la cantidad de acero de refuerzo es tal que el concreto alcanza su resistencia máxima antes que el acero comience a ceder, pudiendo evitarse en la mejora de la distribución, armado y construcción de las mismas a través de la carga al cual será diseñada la edificación. Además, la resistencia del elemento se ve afectada cuando existe corrosión entre el acero y el concreto, disminuyendo la capacidad portante.

Por otro lado, tenemos un estudio realizado recientemente por El Comercio, en el cual describe en un artículo en la sección “Construye bien”, el riesgo que tiene la construcción de las viviendas informales en el Perú (2018). “Construcciones de varios pisos sin planificación multifamiliar, remodelaciones poco funcionales, edificaciones en zonas no habilitadas o sin la participación de profesionales” (El Comercio, 2018, párr. 1).

Felipe García Bedoya, director del Instituto Capeco et al. (2018), afirma que “estudios revelan que aproximadamente el 70% de las viviendas construidas de manera informal son las más propicias a sufrir daños estructurales”.

En consecuencia, se dice que, si ocurre un sismo de gran escala, todas estas viviendas estarían en peligro de desplomarse o verse severamente dañadas si resisten a las sollicitaciones originadas por el movimiento, colocando en la misma situación a la vivienda a estudiar en esta tesis que es de uso común. Donde García establece que:

[...]si se tuviera la presencia de un ingeniero en la ejecución de la obra, se cuestionaría la deficiencia de los materiales, la mala elección en el tamaño de los fierros en la columna, la calidad del cemento y la mezcla, así como la disposición de las columnas y las instalaciones sanitarias y eléctricas (García, El Comercio, 2018, párr. 7).

Igualmente, Miguel Estrada director de Cismid agrega:

El riesgo al que se expone una vivienda informal es cada vez más preocupante, ya que se hace notable en algunos efectos colaterales después de un terremoto en las edificaciones informales: como el colapso de estructuras débiles y no funcionales; cortocircuitos que se convierten en incendios, fuga de agua en las tuberías cuya humedad afecta también a los materiales estructurales (Estrada, El Comercio, 2018, párr. 8).

Sin embargo, en la ciudad de Lima esta problemática estructural sigue afectando a las edificaciones, ya que el método constructivo es el mismo a pesar de las mejoras y cambios que se han ido implementando a través de los años en la norma de concreto RNE-060 en cuanto al diseño de concreto y la RNE-020 para acciones de cargas, debido a que en la actualidad la situación económica y la cantidad de inmigraciones ha ido elevándose tanto, que los ciudadanos propietarios se ven en la necesidad de agrandar sus inmuebles, para así dar valor y hacer producir su vivienda, convirtiendo estos en residencias multifamiliares, aumentando los niveles de los mismos. Este incremento, no solo afecta la altura de la

edificación, sino que también aumenta el trabajo que actúa y recae en los elementos estructurales, el cual alguna vez fueron diseñados bajo una cantidad de carga, dando como resultado problemas al pasar el tiempo en estas, trayendo consigo angustia a sus habitantes y un gasto económico, la cual no estaba estipulada en un inicio. Evidencia de esto lo podemos conseguir en los propietarios cuando tienen que recurrir a un profesional porque existen grietas o caídas de elementos de la edificación. Por lo tanto, este proceso de crecimiento no solo ha sido objeto de aumento económico, sino que además ha sido objeto de debilitaciones y fisuras formadas en muchas viviendas de los ciudadanos de la capital del país, donde cada día se hace más notorio y un problema para los residentes

Trabajos previos

Antecedentes internacionales

Raigosa E. (2010), en su trabajo de investigación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, titulado “Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales”, del Instituto Tecnológico de Costa Rica, tiene como objetivo determinar y describir las técnicas de reforzamiento de estructuras de concreto. Metodología: para este se utilizó un tipo de investigación exploratoria, bajo un nivel explicativo. En este, el investigador dice que para lograr que aplicación de las técnicas sea óptima, deberá establecerse a través de actividades, la recopilación de informaciones en campo, determinando así las cualidades de los componentes, como la adherencia del acero al concreto, así como la resistencia entre ellos. Teniendo como población y muestra para el primer caso, el encamisado de acero usando una columna metálica como complemento, el cual deberá resistir una proporción de la carga axial actuante que depende de la columna de concreto existente. Para el segundo experimento, consistió en el desarrollo de un anillo de concreto colocado perimetralmente en la columna, de forma que soporte un porcentaje de la carga axial, el cual es faltante en columna existente y el acero se diseñara para que soporte el 100% de la carga. El último caso, es el reforzamiento de la columna, aplicando una destrucción controlando la zona, e integrando los aros y acero que faltaban al inicio para luego ejecutar el brote de la columna. Por lo tanto, concluye que cuando la columna fue reforzada y ésta no presenta una buena instalación en los aros, se puede realizar demolición de la misma. Igualmente, si esta presenta deficiencia en el concreto se puede realizar dos métodos de reforzamiento: a) A través del encamisado con un anillo de concreto perimetral, el cual puede soportar la carga que recae

en la misma, aliviando así el trabajo en el elemento. b) Mediante la construcción o implementación de una estructura de carga complementaria como apoyo al trabajo en el elemento.

De esta forma, a través de este investigador se puede ver la factibilidad y la posibilidad de reforzar el elemento, en este caso, la columna, si la misma se ve en problemas, mediante el encamisado perimetral con aros de acero o concreto, reforzando en enchansamiento producto de la deformación casi súbita en los zunchos de la columna, el cual más adelante podría generar una falla tipo frágil, llegando el acero a su deformación última, reduciendo así la posibilidad de inhabilitación total en la edificación.

Blanco A. y Perdomo L. (2014), en su trabajo de investigación para designar el título en Ingeniero Civil, bajo el nombre de “Comparación estructural de columnas de concreto reforzadas con varillas de basalto versus varillas de acero”, de la Universidad Arturo Michelena, el cual tiene como objetivo: establecer un análisis comparativo entre las varillas de basalto y el acero de refuerzo, donde se realizó diferentes estudios de resistencia en la elongación para cada uno de los materiales, pudiendo así determinar, mediante los diferentes estados de desgaste que las varillas de basalto pueden alcanzar un grande alto de cedencia aunque el acero de refuerzo presenta también resistencia a grandes deformaciones. Metodológicamente, se trabajó bajo un tipo de investigación descriptivo, de igual forma, en este estudio, se toman las varillas de acero y las de basalto como muestra, y se compara la corrosión en ambas, a partir de aquí se puede observar cómo pueden afectar la ductilidad de las columnas. Concluyendo: el uso de las varillas de basalto en las columnas de concreto genera un aumento en el pandeo a causa de la resistencia que proporciona.

Valles Paula (2014), en su trabajo de investigación para optar al título de Ingeniero Civil, realizó el siguiente: “Comparación de las barras corrugadas de acero y las varillas de basalto para la aplicación en la edificación”, de la Universidad Politécnica de Valencia, teniendo como objetivo estudiar las características mecánicas que contienen las varillas de basalto como la implementación en las construcciones y determinar un estado comparativo entre las ventajas y desventajas de cada uno. Este estudio se realizará a través de ensayos experimentales a través del análisis de los ensayos correspondientes, proporcionados por empresas y otras investigaciones y tesis. En este caso, el investigador se enfoca en comparar estos diferentes materiales a través de estudios en la resistencia y fluencia del mismo en su

deformación. Para esto, como muestra se realizó ensayos de resistencia a tracción, alargamiento longitudinal de las barras, así como el modulo elástico parra cada una de ellas, describiendo en los análisis de ensayos pull-out, el comportamiento de la adherencia de las varillas de basalto al concreto, determinando que esta aumenta si se incrementa el diámetro, aunque también se eleva el costo. Donde finaliza concluyendo: a) el basalto es un material innovador que tiene las propiedades mecánicas distinguidas y se dice que superiores que el acero, el cual tiene un precio muy accesible; b) Así también, este tipo de barras debido a sus características, soportan temperaturas bastante extremas, lo cual genera una resistencia mayor que el acero en ciertas temperaturas.

Beata Łażniewska-Piekarczyk, Patrycja Miera y JanuszSzwabowski (2017), en su trabajo de investigación, titulado: “Compatibilidad de plastificantes y superplastificantes con el cemento y los aditivos sintéticos y mezclas del aire”, de la Silesian University of Technology, el cual se tuvo como objetivo establecer la tecnología innovadora de la aireación del cemento para el diseño, mezcla y fraguado del hormigón resistente. Donde, la metodología bajo los requerimientos de la investigación experimental, mediante la preparación de distintas mezclas de plasticidad y superplasticidad. De esta forma, los resultados arrojados a los autores mostraron que el uso de la nueva generación de superplastificantes con anterior aireación en la mezcla del concreto causa un problema de mantener el aire apropiado. Conclusión: a) Algunos de los resultados mostraron que la nueva generación de SPS tiene efectos secundarios manifestados por el aumento del contenido de aire en la mezcla, b) El contenido de aire en el hormigón empedernido, que es un efecto secundario de SP, puede ser más alto que el 8 %, c) La solución con el problema presente es la condición de compatibilidad de sistema: El cemento innovador que arrastra aire y superplastificante (SP), debido a la presencia del aire en la mezcla y su consistencia.

En el anterior trabajo de investigación, los mismos determinaron que se produce una incompatibilidad entre los aditivos y el cemento, pudiendo esto afectar en las construcciones ya que se generan diferentes comportamientos a lo esperado normalmente. Por tanto, es interesante la opinión de estos investigadores para así comprobar que entre el cemento Portland y el superplastificante como aditivo, existe una mezcla de manera correcta pudiendo así desarrollar su resistencia sin complicaciones debido a la aireación del mismo.

Lapenaa H., Marinuccia G. Carvalho O. (2014), en el siguiente trabajo de investigación titulado: “Características mecánicas de la composición unidireccional de las fibras de Basalto y el epoxy como compuesto”, de Brazilian Navy Technological Center, del Departamento de Materiales y Tecnologías, en el cual tuvo como objetivo la revisión de las tensiones en los elementos. Este se basó bajo la metodología experimental; teniendo como población y muestra las propiedades de las fibras de basalto, como material de refuerzo superficial en el concreto. Concluyendo: Las propiedades respectivas en las direcciones longitudinal y transversal, con las curvas de estos test. En concordancia con la ASTM 3039, se define el modo de posición de la falla de los elementos. a) En primer lugar, representando que las fallas fueran ubicadas a lo largo y que esta ocurriera en la longitud medida del elemento, en el medio de su posición; b) Comparando el promedio de valores de la tabla con la presentación, se considera que el basalto y el compuesto de epoxy señalan un aumento en el esfuerzo en 15% mayor que la fibra de vidrio a lo largo en la dirección 0° y lo mismo para el módulo de elasticidad. En el sentido transversal, el esfuerzo de las fibras de basalto con el compuesto epóxico es de 22% mayor e igual para su módulo de elasticidad, un 23% mayor que la fibra de vidrio; c) En varias formas de presentación, como se tuercen o no se tuercen filamentos, hilos, telas o estera, las fibras de basalto representan una alternativa prometedora como un elemento de refuerzo por materiales compuestos, d) Además, esto ha sido una solución para algunos problemas específicos, por ejemplo, para compuestos de la fabricación en los cuales el diseño requiere cargas diferentes y deformaciones en muchas direcciones; en aquel caso, produciendo un compuesto híbrido con fibras de vidrio (la alta resistencia) y fibras de carbón (la alta fuerza y el alto módulo), que puede encontrar todas las exigencias necesarias.

Como se describe, en esta investigación se tomó el estudio entre las fibras de carbono, vidrio y basalto, haciendo de esto una comparación en el aumento en la resistencia y su capacidad de disipar energía, siendo este un factor importante de la ductilidad y la capacidad que tendrá el de resistir junto con el concreto en el elemento estructural, las fuerzas generadas por un movimiento telúrico como lo es el sismo. Dando, así como resultado, el aumento de la capacidad en disipar energía

Por otro lado, varios artículos de investigaciones y publicaciones realizadas a nivel profesional y de reconocimiento internacional se enfocan en las características anteriores mencionadas. En primer lugar, se tiene artículo dedicado al refuerzo de columnas; si bien en

este se dirige a aquellos métodos de reforzamiento que puedan rehabilitar edificaciones, donde en este explican:

Una columna ha de ser reforzada cuando existe una baja resistencia del concreto o un aumento de las cargas debido a un cambio de uso. El reforzamiento estructural de un elemento supone un incremento de su capacidad estructural, y no es lo mismo que una reparación. (Gupta y Dhiman, 2015, párr. 10).

Así bien, resalta que los cambios destinados a una edificación pueden ser uno de los factores, como se ha mencionado, en el debilitamiento de los elementos. Para ello, este señala que una de las técnicas más utilizadas es el adosamiento de perfiles angulares metálicos en las esquinas de las columnas, ya que son rápidos de ejecución y relativamente baratos en relación con el encamisado de concreto. No obstante, señala que las columnas de concreto, se pueden optimizar con el procedimiento tradicional, el concreto, pudiendo esta técnica la afección a la estructura existente usando detalles constructivos sencillos.

Para finalizar, concluye diciendo que, en líneas generales, deberá calcularse el refuerzo para que sea capaz de resistir por sí solo los esfuerzos, sin tomar en cuenta la columna rehabilitada.

Si bien se sabe que una estructura bien sea vivienda, comercio u otro, la cual haya cambiado su uso de forma que los elementos se vean sobrecargados, pudiendo implicar una vulnerabilidad, deberá realizarse el análisis a aquellos donde los esfuerzos sean más propensos a un estado límite, para luego proceder a una “rehabilitación” de la edificación.

Para el detallado y diseño del encamisado de concreto en columnas, un artículo publicado en el periódico IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, escrito por Nikita Gupta, Poonam Dhiman, y Anil Dhiman (2015); explican como a través de la consideración de los terremotos ha formado la necesidad de la reestructuración de edificios existentes. Para ello, describen que un equipamiento de estos puede ser global o local; el global trabaja usando métodos antisísmicos en la edificación, esto incluye el agregado por muro cortante, lo cual se puede introducir en la estructura a través losas planas y ser producido por una adecuada fundación en la misma, mientras que el reforzamiento local trabaja con la resistencia sísmica de los miembros. El refuerzo local incluye el concreto, el acero y la fibra con polímeros por encamisado en el miembro estructural como columnas, vigas, junta de columnas y fundaciones. El encamisado de concreto envuelve agregando una nueva capa de concreto con el refuerzo longitudinal y estrechamente atado. Este encamisado

incrementa ambos esfuerzos de flexo compresión y por corte de la viga o columna. Así también, incrementa la resistencia sísmica de la edificación sin ninguna demolición, incrementando el comportamiento dúctil, la capacidad de carga de esfuerzos laterales y la rigidez por la cual fue construida es también mejorada.

En esta publicación, el encamisado de columnas es puesto en consideración bajo las recomendaciones del Indian Standard Code IS 15988 (2013): Seismic Evaluation and Strengthening of Existing Reinforced Concrete Buildings, como código sísmico del país, especificando como mínimo el encamisado con concreto en columnas deberá:

- a) La resistencia del nuevo material debe ser igual o mayor que el usado en la columna existente.
- b) Para las columnas donde hay refuerzo longitudinal extra no es requerido el mínimo número de barras en las cuatro esquinas y deberá ser puesta con 135° en sus longitudes de pierna, como se muestra en la figura 2.
- c) El mínimo espesor del encamisado deberá ser de 100mm.
- d) El diámetro mínimo de separación debe ser de 8mm y no menos que $1/3$ del diámetro de la barra longitudinal.
- e) Es espaciado vertical no debe exceder 200mm, mientras que el espaciado cerca de la junta dentro de la longitud de $1/4$ de la altura libre no debe exceder de 100mm, preferiblemente el espaciado no debe exceder el espesor del encamisado o 200mm, como se muestra en la figura 1. (Indian Standard Code IS 15988, 2013, p. 156)

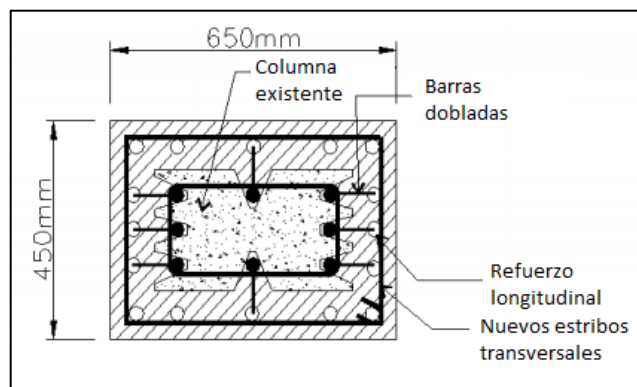


Figura 1: Típica sección de columna mostrando el encamisado.
Fuente: Nikita Gupta, PoonamDhiman, Anil Dhiman.

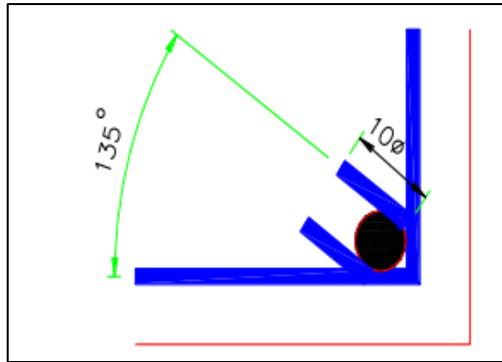


Figura 2: Detalle del reforzamiento del encamisado para el doblado de barras.

Fuente: Nikita Gupta, PoonamDhiman, Anil Dhiman.

Es importante tomar en cuenta todos y cada uno de los requerimientos de diseño y detallado para que el reforzamiento aplicado cumpla con las funciones asignadas y puedan desarrollarse de manera óptima, como lo expresan en la anterior publicación de Ingenieros Civiles y Mecánicos de la India.

Así mismo, la revista ACI Structural Journal publica en un artículo: El Reforzamiento de concreto a través de encamisado y la influencia de cargas con respuestas cíclicas por Eduardo N. y Fernando Branco (2008); si bien se sabe que la ACI se especializa a nivel mundial, en proporcionar datos e innovaciones estructurales, desde softwares hasta investigaciones realizadas por especialistas. Para este caso, el siguiente se enfoca en cómo este tipo de reforzamientos interfiere en la respuesta de la edificación hacia las cargas cíclicas. Para empezar la investigación experimental se realizó tomando 7 columnas modelos, construidas usando concreto aproximadamente de 35MPa (5076 psi) de resistencia a compresión nominal, como se muestra en la siguiente tabla, medidos en cilindros en 28 días y con 520MPa de esfuerzo por deformación, según la tabla 1.

Tabla 1: Descripción de los modelos y su resistencia a compresión

Modelos	Descripción	Esfuerzo a compresión del concreto MPa (psi)	
		Columna original	Encamisada
M1	Columna sin esfuerzo	34.89 (5060)	—
M2	Columna sin adherencia de encamisado	35.51 (5150)	83.71 (12,141)
M3	Encamisado con encamisado monolítico	35.02 (5079)	35.02 (5079)
M4	Columna encamisada sin superficie de preparación	34.95 (5069)	78.25 (11,349)
M5	Columna encamisada después de la superficie preparada con sandblasting	35.06 (5085)	76.01 (11,024)
M6	Columna encamisada después de la superficie preparada con sandblasting y la aplicación de conectores de acero	35.17 (5101)	79.96 (11,597)
M7	Columna encamisada después de la superficie preparada con sandblasting y cargas axiales	35.40 (5134)	80.87 (11,729)

Fuente: Eduardo N. Júlio y Fernando A. Branco.

Conforme a esto, tres modelos fueron considerados para servir como referencia: el primer modelo (M1) fue dejado sin refuerzo; el segundo modelo (M2) fue reforzado sin adherencia en el encamisado, materializado con una delgada, fuerte y gruesa capa en la superficie, con el fin de alcanzar el bajo límite del comportamiento estructural de la composición del modelo; y el tercer modelo (M3) fue producido monolíticamente con el propósito de llegar a sobrepasar el límite de ese comportamiento para que el despegue del encamisado fuera el esperado que pasara en los siguientes modelos.

Los resultados analizados fueron por patrones de fractura y otros con parámetros obtenidos, directamente o indirectamente desde el diagrama de histéresis: máxima carga, capacidad de disipar la energía y nivel de daño. En análisis de los parámetros considerados de todos los modelos comportados monolíticamente independiente de la interface adoptada por métodos, a excepción del modelo 2, que no tuvo adherencia en el encamisado intencionalmente. Sin embargo, hasta este modelo presentó un comportamiento estructural y teóricamente, este modelo sin fricción y el de adherencia, ambos cercanos al principio. Estas conclusiones están de acuerdo con estas curvas en el estudio conducido por los autores, donde se ven idénticos luego de haber sido cargados monolíticamente.

Basándose en el programa experimental, se puede decir que el estado de la columna por deformación entre el momento y el cortante de 1m o mayor al de carga cíclica, presenta un comportamiento monolítico y puede obtenerse sin incrementar la aspereza de la superficie o usando recubrimiento y también aplicando conectores después del fortalecimiento del mismo con el encamisado de refuerzo con espesor menos que un 17.5% que el ancho de la columna original, de acuerdo a las conclusiones de las curvas vistas en las pruebas monolíticas. Del estudio numérico, puede concluirse que, por el despegue momento –

cortante menor a 1m, deformando el encamisado, podría ocurrir sin el tratado de la cara de la superficie.

El reforzamiento por encamisado puede aplicarse de diferentes formas en el elemento y cada una de ellas podrá desarrollar un comportamiento distinto. De igual forma, normas según país, describen el tipo de detalle y diseño para el reforzamiento del elemento, lo cual, como se describió en las publicaciones anteriores, generará que el miembro pueda aumentar de forma apreciable su capacidad portante.

Por otro lado, si bien el método de refuerzo de elementos a través del encamisado de concreto ha sido una de las soluciones viables, se tiene el refuerzo constituido por varillas de basalto, siendo éste un material aún nuevo en la industria de la construcción, ha demostrado en varios aspectos tener un comportamiento mejor al del refuerzo de acero. Además, por seguir siendo de poco conocimiento, no se ha sabido aprovechar los beneficios del mismo, más, sin embargo, algunas publicaciones hacen un espacio para dar a conocer todas las diferentes maneras que se han ido desarrollando en la construcción para así ir renovando y mejorando las estructuras. En referencia a esto, existe un artículo que lleva por título: “El ahorro y la seguridad pueden ir juntos: debido a la varilla de refuerzo agregado para estructuras de concreto hidráulico”, donde explica como las varillas de refuerzo de acero galvanizado o con recubrimiento de epóxico han sido decepcionantes en cuanto a soluciones estructurales, generando costos elevados y resultados poco eficaces. Agregando:

Las varillas de refuerzo fabricadas con polímeros reforzados con fibra de vidrio (FRP) han demostrado ser la solución: ligeras, resistentes a la corrosión y que ofrecen una excelente resistencia a la tracción y elevado desempeño mecánico. Las varillas de refuerzo V•ROD o basalto se instalan al igual que las varillas de acero, pero con menos problemas en su manejo y almacenamiento. (Quiminet. 2013, párr. 2)

De esta manera, describe como las varillas de acero se oxidan con el tiempo, a excepción de las de basalto, estas se mantienen intactas rodeadas el concreto saludable, lo cual los ingenieros actualmente han estandarizado el producto y sus aplicaciones, lo que permite la validación de su calidad. No obstante, es importante saber cuál es la conducta de este material puesto en práctica en los elementos estructurales, por eso en la revista de investigaciones Science Direct publica un artículo donde Xiaochun Fan y Mingzhong Zhang, describen como el polímero inorgánico de concreto en columnas reforzadas con varillas de basalto se comporta base cargas de compresión en un estudio experimental. Para ello,

explican el uso del concreto de polímeros inorgánicos (IPC) fue por su bajo costo y por la gran disponibilidad de este material. El IPC ha sido considerado por tener muchas propiedades atractivas en comparación con el concreto portland ordinario, algunos por su pequeña capacidad de secado por contracción, baja fluencia y el poder ayudar a reducir la energía incorporada y la huella de carbón producida, (lo cual contribuye en la emisión de dióxido de carbono), a un 80%. De igual forma, la incorporación de las varillas de basalto para evitar el óxido que se genera en el refuerzo de acero, siendo este uno de los problemas durante años, y así reducir la fractura por la pérdida de sección y servicio del mismo. Por tanto, como solución a los problemas de corrosión, ha sido incluido este tipo de barras como alternativa al acero de refuerzo para estructuras de concreto.

En este sentido, un total de 8 columnas cortas, fueron diseñadas y probadas: 4 de estos con polímero inorgánico de concreto reforzadas con varillas de basalto y 4 con concreto ordinario y refuerzo común, ambas con el refuerzo distribuido simétricamente en su longitud, así como las distancias de los zunchos y el recubrimiento. Por lo tanto, según la figura 3.

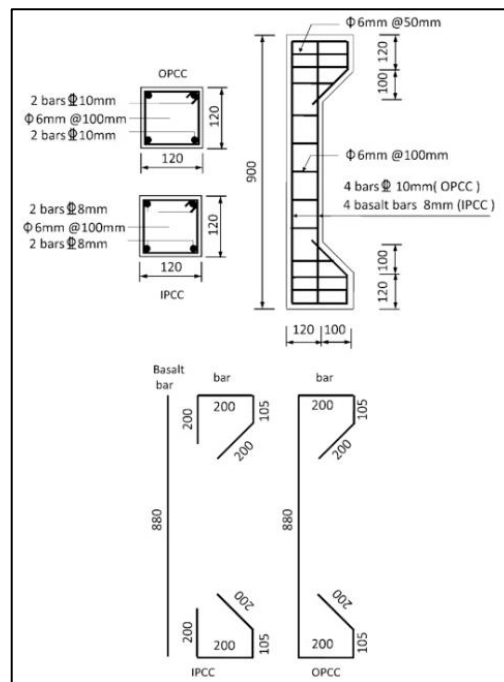


Figura 3: Tipos de refuerzos y detalles por columna.

Fuente: Xiaochun Fan y Mingzhong Zhang.

Así bien, los tipos de fallas resultantes fueron gran excentricidad en ambas columnas, además todas fallaron debido a la tensión deformada en la longitud del refuerzo. El desenvolvimiento de las fracturas fueron medidas para todas las columnas manteniendo

cargas, en este orden el diagrama demuestra que el patrón de fracturas de los tipos de columnas correspondientes a cargas que crecen. Para la columna de concreto y refuerzo común, su comportamiento fue el esperado, trabajando juntos bajo cargas, donde su fractura última fue a los 130kN. De igual forma, la columna con concreto de polímeros inorgánicos y varillas de basalto, pero al ir incrementando la carga, las fracturas fueron menores, lo cual indica la redistribución de los esfuerzos junto con el concreto y el refuerzo, aunque su carga última fue a los 90kN, un 70% a la carga con la columna de concreto común. Eso indica que las columnas con concreto de polímeros inorgánicos tienen mejor deformación que el de concreto portland, lo cual reforzados con basalto obtiene nuevas ventajas para el entendimiento mecánico del comportamiento del sistema bajo diferentes cargas, dando tema para futuras investigaciones.

A través de esto es posible agregar un estudio aplicado a las máximas cargas axiales las cuales son capaces de resistir una columna de concreto usando polímeros de refuerzo con fibra de basalto o carbón, en esta publicación descrita por Hayder Alaa Hasan, M. NeazSheikh, Muhammad N.S. Hadi (2018), así como la anterior fue realizado el estudio bajo cargas axiales, sin embargo, a diferencia de la anterior publicación, éste se centra en observar la capacidad máxima que puede desarrollar el elemento bajo su estado máximo. La cual propone una nueva ecuación para calcular esta capacidad en columnas de hormigón usando las varillas de basalto. En general, se encontró que el cálculo de la contribución de las barras longitudinales FRP en columnas de hormigón basado en el módulo de elasticidad (rigidez) de las barras FRP proporciona predicciones más racionales que el cálculo de la contribución de las barras longitudinales FRP basado en la máxima resistencia a la tracción de las barras FRP. La ecuación propuesta fue validada usando un gran conjunto de datos experimentales disponibles en la literatura. La ecuación propuesta en este estudio proporcionó predicciones más precisas y seguras de las columnas reforzadas de barras FRP probadas experimentalmente. La ecuación teórica propuesta en este estudio se puede aplicar fácilmente para predecir la capacidad de carga axial de resistencia normal y columnas de hormigón de alta resistencia reforzadas con diferentes tipos de barras FRP.

Mientras tanto, un análisis experimental comparativo sobre el comportamiento de compresión de columnas de mampostería reforzadas por varillas de FRP, Fibra basáltica Reforzada cementitious Matrix (BFRCM) o con varillas de acero, es realizado por los autores, Marinella Fossetti, Giovanni Minafò (2016), donde explican que: “se realizaron ensayos de compresión uniaxial en doce columnas reequipadas y cuatro especímenes de

control hasta el fallo. Se consideró que dos grados de mampostería variaban la mezcla utilizada para el mortero. Los valores obtenidos se muestran y discuten en métodos de curvas de esfuerzo-tensión axial, modos de fracaso y patrones de grietas de especímenes probados. Las comparaciones con columnas no reforzadas muestran la capacidad de estas técnicas para aumentar la eficiencia estructural con un impacto estético reducido” (Fossetti, Minafo, ,2016, párr. 5).

De esta forma, es posible afirmar que este tipo de material se puede considerar como parte del diseño de nuevas edificaciones, resultando factible a la hora de calcular también el refuerzo de alguna estructura a rehabilitar.

Antecedentes nacionales

Yucra H. y James J. (2018), en su trabajo de investigación para optar a la Maestría en Ingeniería Civil, titulado “Evaluación del comportamiento estructural en vigas de concreto reforzadas con varillas de basalto”, de la Pontificia Universidad Católica del Perú, el cual tiene como objetivo: Estudiar mediante el cortante y la flexión en estos elementos reforzados con barras de basalto, y las propiedades de resistencia en las fuerzas de tracción que tienen las barras de basalto, el cual son mayores que las del acero. Teniendo como metodología la investigación explicativa, ya que a través de la recopilación de información se hace una comparación, para sí generar conclusiones. En esta investigación, se toman las varillas de basalto como refuerzo sustituyente así el acero, ya que la corrosión de ellas con el concreto es un problema que afecta muchas veces en la ductilidad y resistencias de los elementos. Conclusión: Para este caso, los investigadores tomaron el estudio en las vigas, pudiendo determinar que el uso de ellas genera un aumento en las deflexiones a causa de la resistencia que proporciona. Sin embargo, el estudio de la ductilidad no se ha podido determinar especialmente para las varillas de basalto, ya que es un método aún poco usado y no se cuenta con el diagrama de fluencia como con el acero.

Palomino Badillo y Miguel Armando (2017), en su trabajo de investigación para optar por el título de Ingeniero Civil, titulado “Estudio del concreto con cemento portland tipo IP y aditivo superplastificante”, de la Universidad Nacional de Ingeniería, con el fin de: evaluar el comportamiento del concreto mediante la aplicación de un agregado superplastificante y cemento portland tipo IP, a través de la influencia del curado en el cambio de longitud del concreto matriz y un concreto con aditivo y la realización

cuantificada de fisuras entre ellos. De esta forma, la metodología utilizada fue la de la investigación experimental, con diferentes ensayos en el laboratorio, con el fin de obtener resultados, el cual permitieron las conclusiones pertinentes. Así bien, la anterior investigación trabajo con las muestras de diferentes cilindros de concreto, mediante los agregados finos y gruesos donde la dosis del aditivo plastificante sería el factor determinante en las verificaciones de contracción. Obteniendo así una variación en los asentamientos, exudación, tiempo de fraguado con relación a los de un cilindro de concreto normal sin aditivos. Concluyendo que la variación en la longitud, en la compresión del elemento, determina que la resistencia que recibieron los cilindros de estudio fue mayor cuando existía aditivo en la mezcla, provocando una mejoraría en el comportamiento y reduciendo posibles fisuras en los elementos.

TacusiHuancachoque, Miliciano (2016), en su trabajo de investigación, el cual tuvo por nombre: “Estudio del concreto con aditivo impermeabilizante y cemento Portland tipo I”, donde se tuvo como objetivo: el análisis a través del uso del cristal admix como aditivo para la reducción del agua en el concreto fraguado. Teniendo como metodología: investigación experimental, la cual es realizada con un enfoque científico. En referencia a esto, mediante ensayos se determinó y concluyó: a) según las normas NTP y/o ASTM para los estados fresco y endurecido, los resultados a los estudios realizados arrojaron una reducción de absorción de agua en el concreto de relación a/c de 0.45 y para el concreto de relación a/c de 0.50; b) también se evidenció un incremento en la resistencia a la compresión axial para concreto de relación a/c igual a 0.45 y para concreto de relación a/c igual a 0.50. c) Por lo tanto, el aditivo impermeabilizante "cristal admix" mejora la resistencia a la compresión axial y reduce la absorción de agua del concreto; d) De esta forma, el uso de aditivos impermeabilizantes también afecta al concreto de forma satisfactoria, dando mayor resistencia a la compresión axial, así como la reducción de absorción de agua, pudiendo este desarrollar un aumento resistencia a mayores cargas en el tiempo, lo cual aumentara la vida útil del elemento estructural.

Asimismo, se puede decir que el estudio de los diferentes métodos de reforzamiento para los elementos estructurales, a través de una variedad de técnicas constructivas o aplicativas luego de ser levantada sirve para mejorar su comportamiento. Específicamente, sabiendo que las columnas son unos de los elementos más determinantes en la estabilidad de una edificación o inmueble, presentan refuerzos el cual la capacidad resistente de ella

aumenta de forma considerada. Estos estudios determinaron que, si la columna se muestra con problemas en la resistencia, se podrá reforzar usando un anillo perimetral de concreto bien sea, en la zona afectada o cubriéndola por completo, así la capacidad de carga y flexión será tal que el acero y el concreto podrán desarrollar un comportamiento dúctil ante las sollicitaciones.

No obstante, este método se trata de un reforzamiento post a la fractura, si la hay o simplemente como medida de precaución si se quiere modificar la edificación de alguna forma. Por otro lado, se tiene el refuerzo antes de ser construido, este lo podemos aplicar a la mezcla de concreto como método de mejoramiento de este. Como ya se nombró anteriormente, se trata de unos aditivos el cual varían los componentes del cemento, haciendo que este incremente su resistencia de forma gradual o instantemente según sea deseado por el constructor y las características de la zona.

En referencia a todo lo visto anteriormente, es claro que se han realizado una gran cantidad de estudios relacionados en lo que respecta el mejoramiento del concreto, así como al refuerzo del mismo. Es notorio que en efecto se puede optimizar su composición a través de los métodos antes mencionados, así como también, muchos otros que no se resaltan en esta investigación. Sin embargo, no todo es dado por los componentes, para ello como bien se describió necesitan del estudio de la misma forma como se estudia una mezcla de concreto normalmente, mas no este un impedimento. Cada uno de los diferentes métodos de refuerzo trae consigo una nueva ventaja, al cual es necesaria según el tipo de construcción, edificación, así como también las características que el medio ambiente amerita. De igual forma, el refuerzo y el aumento en la resistencia es el factor clave en estas investigaciones, el cual nos da una idea un poco más clara de los resultados que se podrán llegar al concluir esta investigación. Además, de ser un sustento a todas las hipótesis formadas en el transcurso del mismo.

Teorías relacionadas al tema

Cemento IP

El cemento, es uno de los compuestos más antiguos aún usados, se dice que los romanos y los egipcios, sabían de su existencia o al menos hacían uso de alguno de los componentes de este.

Tacilla Elmer, Araujo Fredy y Cardozo Víctor (2004), describen que “la palabra *cemento*, deriva del término *Opus Caementitium*, el cual manejaron los romanos para

identificar una mezcla designada como *Concreto Romano*, donde usaban los agregados gruesos, como la cal, polvo de arcilla y puzolana, la cual se endurecía, aunque estuviera bajo el agua, según la figura 4” (Tacilla, Araujo y Cardozo, 2004, párr. 1).



Figura 4. Elementos del cemento
Fuente: Luis Riquelme.

De igual forma, David Apaza (2012), define el cemento como: “un conglomerante que nace de la mezcla de arcillas alcinadas y calizas donde son molidas, el cual contienen la propiedad de endurecer al entrar en contacto con el agua”.

En referencia a esto, Alexander Mendez (2012), clasifica el cemento según la tabla 2:

Tabla 2: Tipos de cementos

TIPO	NIVEL	USO
Tipo I	Normal	Es aquel cemento de uso general, donde no se requiere de otros tipos de cemento.
Tipo IA	Normal	Igualmente, de uso general, aunque con inductor de aire.
Tipo II	Moderado	De uso típico, también se usa en construcciones donde se requiera de un moderado calor de hidratación y donde existe un pequeño ataque de sulfatos.
Tipo IIA	Moderado	Igual que el tipo II, pero este viene con inductor de aire.
Tipo III	Altas resistencias	Aquel donde es necesario de altas resistencias desde el inicio.

Tipo IIIA	Altas resistencias	Al igual que el tipo III, pero con aire incluido.
Tipo IV	Bajo calor de hidratación.	De uso donde es necesario de un bajo calor de hidratación.
Tipo V	Resistente a la acción de los sulfatos.	Este es aquel donde se puede usar cuando existe un alto ataque de sulfatos.

Fuente: Mendez (2012).

También se tienen los cementos hidráulicos mezclados, el cual son aquellos que han sido desarrollados por el de la industria en la conservación de la energía y la economía en su producción.

De igual forma, la norma ASTM C 595 reconoce la existencia de cinco tipos de cementos mezclados:

- Cemento Pórtland de escoria de alto horno, conocido como Tipo IS.
- Cemento Pórtland puzolana, llamados también Tipo IP y Tipo P.
- Cemento de escoria o Tipo S.
- Cemento Pórtland modificado con puzolana, Tipo I (PM).
- Cemento Pórtland modificado con escoria, de nombre Tipo I (SM)(Mendez, 2012, párr. 6)

Así bien, Apaza dicta que:

“El cemento IP o Portland Puzolánicos IP, es aquel en el que su nivel molienda conjunta de clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico, es mayor que el cemento portland tipo I normalmente usado, su cantidad varía de 15% a 40% en puzolana, pudiendo desarrollar con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento, además de su característica de durabilidad con el tiempo” (Apaza, 2012, párr. 1).

De esta manera, el cemento puzolánico da resistencia a los agentes químicos, caracterizándose por desarrollar menos calor al fraguar, es decir, tarda más en secar, pero tiene menor dilatación y es más impermeable que el cemento Pórtland; disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace menos permeable y protege a las estructuras metálicas de la corrosión, haciéndolo más resistente.

Resistencia del concreto

Carlos A. Barzola G. (2011), define este material como: “una mistura de agua, arena, piedras y cemento, el cual al solidificarse compone uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes”. (Barzola, 2011, párr. 2).

Teniendo que el concreto, dependiendo de la cantidad de agregados y la relación agua cemento, la resistencia de este va aumentar o disminuir en el tiempo. La forma de medir esta resistencia viene dada a través del estudio a compresión, el cual consiste en aplicar una fuerza constante a una probeta o cilindro de concreto, mediante el cual se ira comprimiendo el elemento y hasta que este falle. De este modo, relacionando la fuerza de fractura, se obtiene el esfuerzo requerido, por lo tanto, será la máxima carga resistente para esa mezcla de concreto. Sin embargo, el concreto actúa bien a compresión mas no a tracción, por lo tanto, a la hora de construir es necesario de otro material para así complementar el trabajo requerido a tracción, según la imagen 5 y 6.

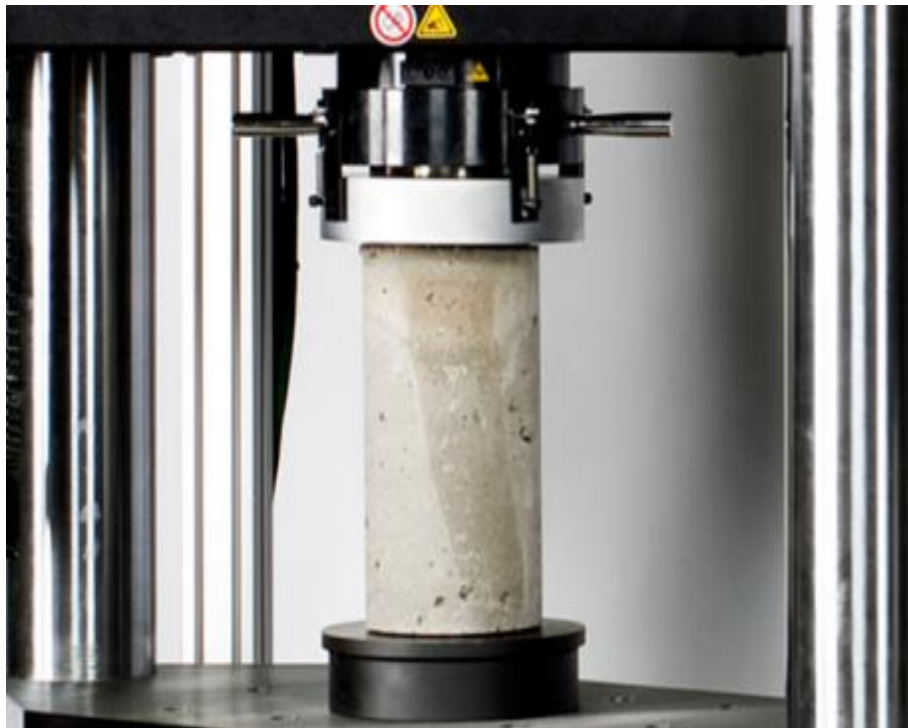


Figura 5. Ensayo a compresión del concreto
Fuente: Construcción y Tecnología en concreto (2013)



Figura 6. Ensayo a compresión del concreto en su estado límite

Fuente: William Escobar, Juan Duque, David Jaramillo, Mateo Garces (2013).

Por otro lado, se ha encontrado que la resistencia del concreto con agregado reciclado, es “levemente más baja que la del concreto convencional y disminuye con el aumento del nivel de reemplazo de agregado grueso reciclado. Sin embargo, la resistencia del concreto agregado reciclado es ligeramente más alta que la del concreto convencional cuando la relación de reemplazo de agregado grueso reciclado es menor al 70%. A medida que aumenta la proporción de reemplazo de agregados gruesos reciclados, la tensión máxima de cizallamiento de concreto de agregados reciclados disminuye gradualmente” (Liu, Feng y Deng, 2019, párr. 1)

Varillas de basalto

Jesús Poveda Bernal, define el basalto como: “una roca ígnea volcánica máfica y extrusiva, donde el elemento que más prevalece es la sílice, aunque también contiene un alto grado de magnesio y hierro, como se muestra en la imagen 7” (Poveda J. 2015, párr. 2).



*Figura 7. Roca ígnea volcánica de basalto.
Fuente: Castillo, Carla (2016).*

Por otro lado, Manuel D'alessandro (2017), describe el basalto como: “Una de las rocas más extensas de la corteza terrestre, roca ígnea volcánica. Su presencia es más abundante en el fondo de los océanos. Su formación es producto del rápido enfriamiento del magma que expulsan los volcanes”.

El basalto, es un material proveniente de rocas ígneas volcánicas al igual que la puzolana. Se caracteriza por su propiedad impermeable, el cual le garantiza el uso en obras hidráulicas por su capacidad de fracturarse. Por lo general, se consigue en forma de vidrio, de ahí el origen de las varillas con fibras de vidrio, estas se aplican de la misma forma que las varillas de acero, el cual por su propiedad impermeable actúan ante la corrosión evitando la oxidación con el concreto a diferencia del acero de refuerzo.

Muchos autores establecen diferentes datos para el análisis de este material, no obstante, en la investigación anteriormente mencionada (Valle, 2014) entre la comparación del acero y las varillas de basalto, es referenciado por la empresa Alibaba, el cual vende y distribuye este material, las caracterizas de las fibras de basalto, las cuales dicta:

El peso específico de la varilla de basalto es alrededor de la cuarta parte de la varilla de acero (7.85 kg/dm³), en función del porcentaje de carga y de fibra que tengaeste, variando entre el 2.7 y 3.00 kg/dm³ y facilitando así su transporte y puesta en obra (Valle, 2014, p. 26)

Donde el coeficiente de expansión térmica, para determinar su capacidad elástica, la resistencia a tracción y la deformación unitaria de las varillas será según la tabla 3:

Tabla 3: Propiedades y características mecánicas de la fibra de basalto.

Tipo de fibra	Peso específico	Resistencia tracción (MPa)	Modulo elasticidad	Deformación unitaria (mm/mm)
Basalto	2,7	400-695 (2800-4800)	12,5-13 (86-90)	0,0315

Fuente: Paula Valles, 2014.

Igualmente, se puede observar que el módulo de elasticidad, el cual es aquel que le permite un comportamiento linealmente elástico, es menor al del acero, siendo el del acero en 200.000 N/mm² y el del basalto entre 12500 y 13000 N/mm².

De igual forma, un ensayo aplicado a las varillas de basalto de diámetro 15mm, el cual, describe que:“presentó un comportamiento estabilizado con la deformación del concreto, donde transfirió y compartió el esfuerzo de tensión y consecuentemente, la tensión a tracción y la capacidad de resistencia a fractura del cemento” (Zheng, Zhang, Cai, Jin, Moshtagh, 2018, párr. 3)

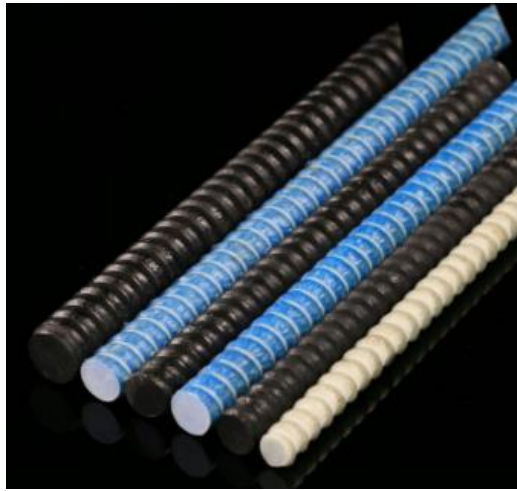
Seguidamente, se obtienen las propiedades químicas y físicas para los diferentes, según la tabla 4:

Tabla 4: Propiedades de las fibras de refuerzo

Tipo de Fibra	Densidad (Kg./m ³)	Resistencia a Tracción (MPa)	Módulo de Young (GPa)	Alargamiento de rotura (%)	C.T.E (10 ⁻⁶ /°C)	Coefficiente de Poisson's
E-Glass	2.500	3.450	72,4	2,4	5	0,22
S-Glass	2.500	4.580	85,5	3,3	2,9	0,22
Vidrio resistente a los álcalis	2.270	1.800-3.500	70-76	2,0-3,0	-	-
ECR	2.620	3.500	80,5	4,6	6	0,22
Carbono (Módulo alto)	1.950	2.500-4.000	350-650	0,5	-1,2...-0,1	0,20
Carbono (Alta resistencia)	1.750	3.500	240	1,1	-0,6...-0,2	0,20
Aramida (Kevlar 29)	1.440	2.760	62	4,4	-2,0 Longitudinal 59 Radial	0,35
Aramida (Kevlar 49)	1.440	3.620	124	2,2	-2,0 Longitudinal 59 Radial	0,35
Aramida (Kevlar 149)	1.440	3.450	175	1,4	-2,0 Longitudinal 59 Radial	0,35
Aramida (Technora H)	1.390	3.000	70	4,4	-6,0 Longitudinal 59 Radial	0,35
Aramida (SVM)	1.430	3.800-4.200	130	3,5	-	-
Basalto	2.800	4.840	89	3,1	8	-

Fuente: FIB TaskGroup

Además, las varillas de basalto desarrollan mayor resistencia de elongación pudiendo así aumentar la capacidad de deformación en los elementos estructurales, como se aprecia en la imagen 8.



*Figura 8. Varillas de basalto.
Fuente: China ManufacturersIndex.*

Según, ElisabettaMonaldo, Francesca Nerillia y Giuseppe Vairob (2019):

[...]dependiendo del tratamiento y el arreglo de la fibra, tanto como en el tipo de matriz (polímero o cementoso) de diferentes materiales que hayan sido concebidos. Por tanto, el fortalecimiento y reforzamiento de estructuras existentes (ambos de concreto) pueden desarrollar a través de la base de fibras de polímeros de basalto y matrices cementosas, mientras el concepto de diseño pueda explotar por referencia de la varilla de basalto y fibras reforzadas del concreto. De hecho, las barras de refuerzo de basalto presentan una resistencia apreciable en ambientes agresivos, una densidad en el orden de aproximadamente un tercio de la del acero, una resistencia a la tracción de dos a tres veces mayor que la del acero y un coeficiente de expansión térmica muy alto cerca de la del concreto. Con el fin de proporcionar un esquema cuantitativo del rendimiento mecánico de las barras de BFRP, y en referencia a esto, resume las medidas experimentales promedio obtenidas de las pruebas de tracción en comparación con las experimentadas en acero y otras barras de FRP. (Monaldo, Nerillia y Vairob, 2019, p. 33).

Además, estudios han demostrado que las varillas de basalto tienen gran impacto en los elementos debido a su resistencia en altas temperaturas, se dice que: “la influencia del tratamiento de baja frecuencia vibratoria en la cristalización de fibras de basalto, no tiene cambios en cuanto a la mecánica de la estructura del vidrio, pero comienza ligeramente con baja temperatura, esto se debe a una adición de poca energía vibratoria. El tratamiento el

tratamiento por vibración intensifica el proceso de cristalización en la fibra de basalto y disminuye el servicio de la temperatura del material unos 40-50°C, al mismo tiempo, la cristalización mecánica no cambia fundamentalmente” (Gutnikov, Pavlov, Zhukovskaya, 2016 ,p. 6).

Aditivos en el concreto

Como se dijo anteriormente, la resistencia que se le atribuye al concreto está íntimamente relación y cantidad de aguas y/o agregados que en él se mezclen. Así también, para desarrollar altas resistencias se ha ido implementando unas nuevas metodologías antes o después del mezclado, el cual son un tipo de agregados químicos o minerales que afectan la composición del concreto, pudiendo hacer aumentar el tiempo de fraguado y comportamiento. Estos pueden ser: superfluidificantes y retardantes; y, de los aditivos minerales, ceniza volante, microsíllica (silica fume) o escoria de alto horno. Estos pueden ser según Gerardo Rivera (2000):

- “Aditivos acelerantes: Son aquellas sustancias que reducen la duración normal de endurecimiento de la mezcla de cemento y lo aceleran a un tiempo normal de desarrollo de la resistencia.
- Aditivos reductores de agua y plastificantes: Son aquellos compuestos orgánicos e inorgánicos que admiten utilizar menos agua de la que se usaría en una mezcla en condiciones normales en el concreto, produciendo mejores características de trabajabilidad y también de resistencia.
- Aditivos Retardadores: incrementan el tiempo de endurecimiento normal del concreto, con objetivo a disponer del período de plasticidad mayor que facilite el proceso constructivo.
- Aditivos Superplastificantes: Son reductores de agua-plastificantes especiales en que el efecto aniónico se ha multiplicado notablemente” (Gerardo Rivera, 2000, párr. 9)

De esta forma, Gerardo Rivera (2000) describe que:

El uso de los aditivos superplastificantes en la elaboración de concretos con alta resistencia, a través de un porcentaje balanceado de cemento sin producir dificultades de contracción y de fisuras en las mezclas que tienen cemento en abundancia, lo cual genera un aumento de resistencia cuando estos son aplicados gracias a la notable reducción de la porosidad en la mezcla de concreto (Rivera, 2000, párr. 11).

Por otro lado, se tiene la posibilidad de realzar algunas propiedades de la auto compactación del concreto usando aditivos de residuos de fibras plásticas resultantes de

botellas de bebidas recortadas, “resultando un efecto adverso sobre las propiedades frescas del concreto auto-compactante y la mejora de las propiedades endurecidas” (Al-Hadithi y Hilal, 2015, p.2).

En este sentido, es claro que el uso de aditivo ha evidenciado una mejoría en la resistencia del concreto, como lo es en este caso los superplastificantes, el cual generan una alta resistencia debido a la velocidad de secado o fraguado, volviéndolo casi impermeable y más duradero.

Tipos de falla en columnas

Para la identificación de la solución a emplear en los daños estructurales, es necesario el conocimiento de los modos de falla, por lo tanto, según el artículo publicado por Arkiplus, describe que estos pueden presentarse de la siguiente manera:

- “Falla a compresión: Esta es una de las fallas más comunes en columnas de concreto armado, donde se presenta cuando tienen una carga axial y el acero de refuerzo y el concreto experimentan tensión.
- Efecto columna corta: Estas se dan cuando son sometidas a cargas axiales y cargas laterales. Las columnas cortas bajo la acción de cargas laterales en momentos se someten a la desviación lateral y a la flexión. Estas se someten a la desviación lateral y a la flexión incluso cuando sólo se cargan axialmente. Este tipo de fallas en columnas de concreto armado se denomina compresión combinado y fracaso de flexión.
- Falla debido a la inestabilidad elástica: Estas ocurren cuando en columnas largas muy delgadas, es decir, su longitud efectiva a la dimensión lateral menor es más de 12. En este caso, la capacidad de carga disminuye ampliamente el área de sección transversal y el porcentaje de acero de refuerzo. Generalmente este tipo de falla generan que las columnas se vuelvan inestables. Por lo tanto, el acero de refuerzo y el concreto, alcanzan su límite de elasticidad hasta con cargas pequeñas y fallan debido a su elástico lateral, según la imagen 9, 10 y 11.” (Arkiplus, 2018, párr. 4).

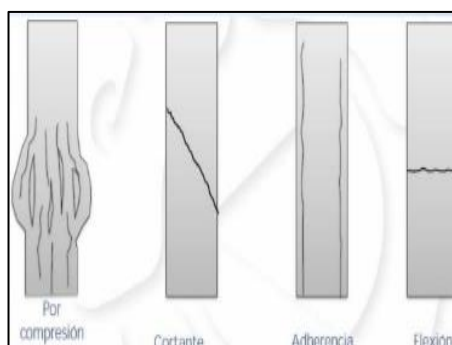


Figura 9. Tipos de fallas en columnas de concreto armado.

Fuente: Marlen M. Gálvez.

Donde, se tiene:

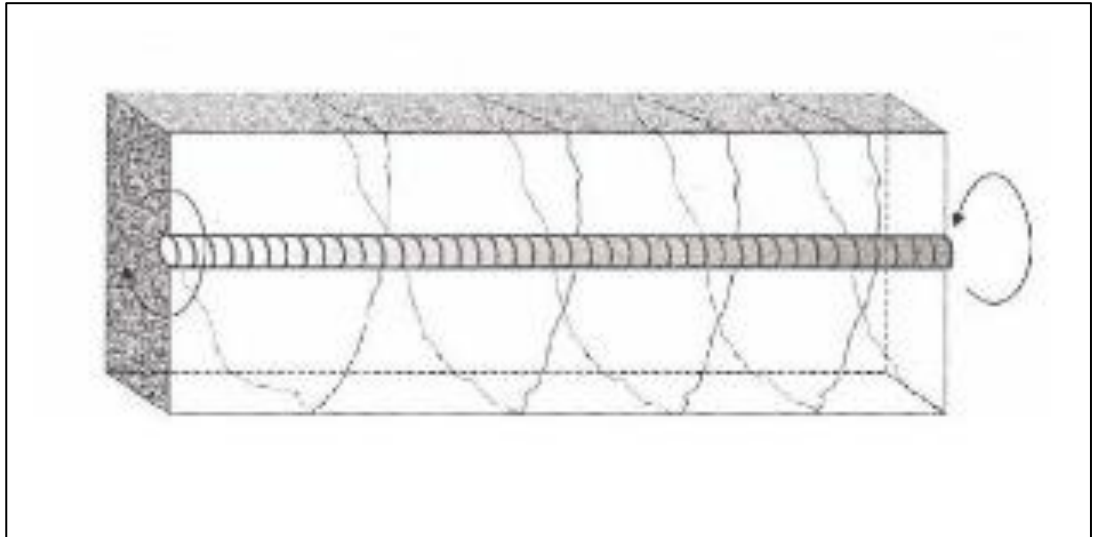


Figura 10. Falla por torsión.
Fuente: Fernando San Martín Suárez.

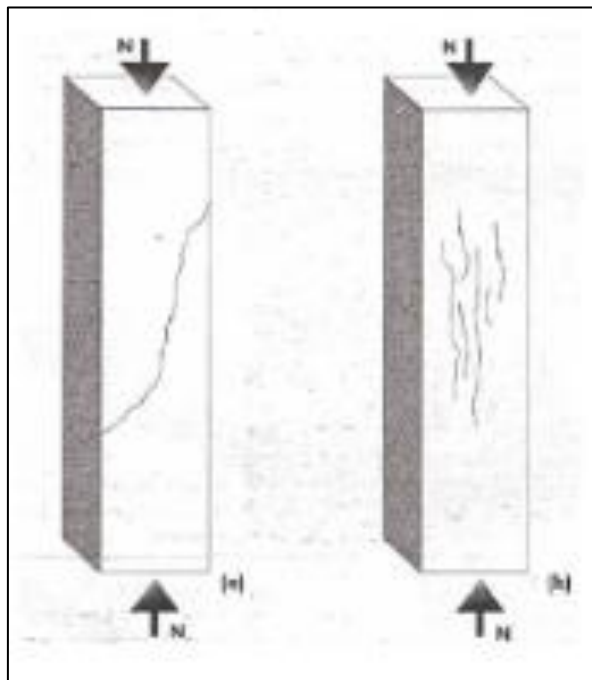


Figura 11. Falla por torsión.
Fuente: Fernando San Martín Suárez.

Otro tipo de falla puede verse con la combinación de las anteriores mencionadas, como la imagen 12, 13 y 14.

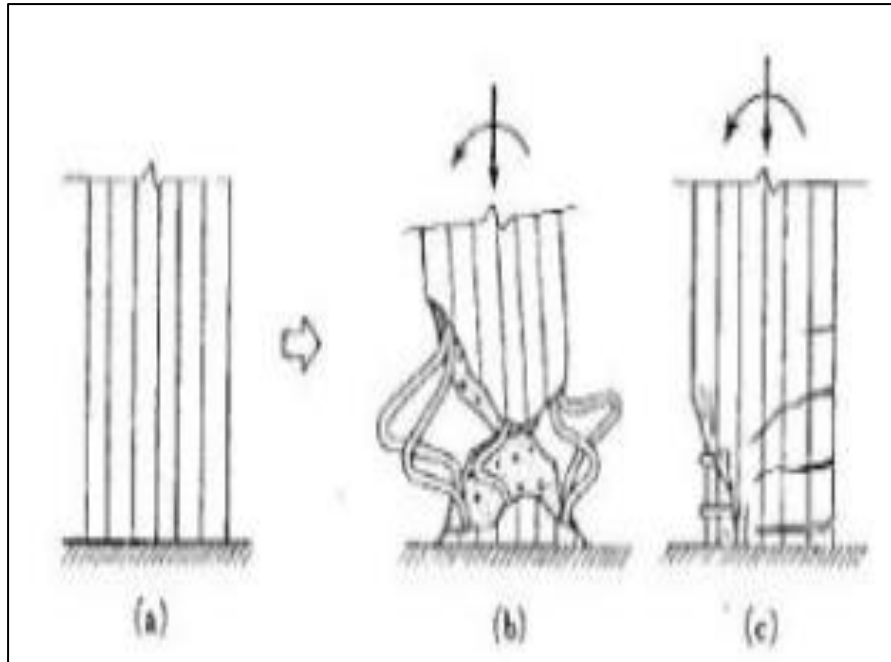


Figura 12. Efecto combinado de carga axial y momento flexionante sobre columna sin y con refuerzo transversal.

Fuente: Fernando San Martín Suárez.



Figura 13. Terremoto de 1971 en San Fernando, California. Estas columnas soportaban un puente, el daño que se presentó se debió a torsión.

Fuente: National Information Service for Earthquake Engineering.



Figura 14. Falla de cortante por tensión diagonal.
Fuente: Fernando San Martín Suárez.

Además, se dice que una columna deberá fallar de forma tal que su comportamiento sea estable, como lo es trabajando de manera dúctil, es decir, disipando las fuerzas que en ella atraviesan. En este sentido, la ductilidad provendrá de la alta resistencia de una columna de concreto, donde basándose en la investigación experimental de 48 columnas de concreto reforzado que usan concreto de alta resistencia y resistencia normal bajo cargas monótonas y cíclicas, se analizan los factores que afectan la ductilidad, como la resistencia del concreto, la relación de carga axial, la relación de volumen del estribo, etc. De esta forma, según Qingxiang Wang, Guofan Zhao, Liyan Lin (1995), pudieron concluir que: “la relación de carga axial es el factor más importante que afecta la ductilidad. Los límites de relación de carga axial y los límites de relación de volumen de estribo relativo se propusieron bajo la condición de ductilidad limitada, siendo esta decidida por su patrón de daño” (p.7).

Teniendo esto, es posible la determinación de los parámetros de fracturas y predicción de la falla estructural usando varios tipos de espécimen de concreto, para ello “se cuantifica el mínimo teórico del cemento que cumpla con la mecánica lineal de fractura elástica y se predicen las cargas máximas de las muestras de concreto utilizando varias longitudes de crecimiento de grieta ficticias promedio” (Junfeng, Changming, Wang, Qing, Song, Liu, 2019, párr. 1)

En este sentido, se realizaron estudios numéricos para investigar el comportamiento de flexión de las columnas con tubos de acero rellenos de concreto bajo cargas tanto estáticas como dinámicas; donde:

“[...]resultados indicaron que las columnas mostraron buena resistencia contra cargas de flexión bajo condiciones de carga tanto estáticas como dinámicas y, por lo tanto, tiene el potencial de ser ampliamente utilizado en estas áreas donde se producen posibles ataques de explosión o terremotos frecuentes esperados. Para un miembro de columna con tubos de acero rellenos de concreto bajo carga de explosión, la mayor parte de la energía es absorbida por la deformación global debido al hecho de que la deformación local del acero puede prevenirse de manera efectiva por el concreto inflado” (Zhang, Wu, Wang y Zhou, 2015, párr. 3)

Por tanto, una columna puede fallar de distintas formas, más, sin embargo, cada una se originará dependiendo del problema actuante en la edificación y, por lo tanto, en dicho elemento. Estas fallas pueden ser perjudiciales para la determinación de uso habitable o no en la estructura, el cual, a través de estos tipos, también es posible la formulación de estrategias de reforzamiento a emplear, evitando de este modo el desalojo de la edificación y así aumentando su vida útil.

Formulación del problema.

Debido a la necesidad de ampliar las edificaciones, las estructuras se ven comprometidas ya que en el diseño inicial los elementos fueron proyectados bajo ciertos criterios, el cual incluían las cargas de servicio. Si estas cargas son sobrepasadas, las propiedades de estos pueden verse afectadas provocando fallas no deseadas, desde fisuras hasta debilitamiento en la edificación en general. Con respecto a esto, el debilitamiento de los elementos no determina la inhabilitación de la edificación, pero si genera un estudio del comportamiento estructural, específicamente de las columnas, el cual se hacen más complejos y requieren nuevas pruebas a escala reducida para determinar las fallas de esta.

Según Jessica Sánchez, “Un modelo estructural es una representación física de una estructura o miembro de una estructura, a escala reducida, la cual se desea ensayar para comprender su análisis, diseño, deformación, esfuerzos y modo de falla, que sirve como complemento a la mecánica e ingeniería estructural, y para el diseño de estructuras” (Sánchez J., 2011, p. 16).

Para poder entender el comportamiento de los elementos de una estructura es necesario usar modelos físicos, donde a través de este, matemáticamente poder representar y determinar la deformación, capacidad resistente y la fluencia que alcanza cuando este llega a su ruptura, es decir, su límite.

Problema General

¿Influirá el encamisado en columnas de concreto usando cemento IP con superplastificantes y varillas de basalto para incrementar el número de pisos en edificaciones, Lima-2019?

Problema Específico

- ¿De qué manera el cemento IP mejora las propiedades del concreto en las columnas de las edificaciones?
- ¿De qué manera el efecto a flexocompresión en las columnas mejora usando las varillas de basalto?
- ¿Podrá la resistencia desarrollada por los aditivos superplastificantes mejorar la calidad del concreto y así la vida útil de la edificación?

Justificación del estudio

Jesús Ferrer (2010), señala: “la investigación debe efectuarse con un propósito específico. Debe explicar porque es útil la investigación y qué o cuáles son los beneficios que se esperan con el conocimiento obtenido” (Ferrer, 2010) párr. 9).

Justificación Social

El ingeniero Carlos Casabonne (2016), describe:

[...]El *cambio de uso* está ocurriendo en muchos edificios del Centro de Lima, por lo general es para usos de menor carga, de oficinas a viviendas, pero si fuese el caso de cargas mayores, los profesionales deberán tener en cuenta la necesidad de refuerzo de la estructura. (Casabonne, 2016, p. 1).

Este tipo de refuerzos podrá lograr que las edificaciones desarrollen un aumento en su capacidad resistente, el cual permitirá usando cemento IP para el concreto, con superplastificantes como aditivo y varillas de basalto como refuerzo, que los elementos, en este caso, las columnas puedan alcanzar su esfuerzo ultimo a mayores cargas, generando la

posibilidad de agregar niveles en las edificaciones y mejorando su comportamiento, el cual representa seguridad a los ocupantes, siendo también una solución económicamente constructiva.

Justificación Teórica:

Igualmente, Casabonne agrega:

[...]Una reparación puede tener diversas causas, por lo que es importante conocer cuál es la causa responsable de la patología y para ello se requiere conocer las características del medio donde está la edificación, su uso, características de sus materiales y otros factores. Así como un levantamiento estructural y estudio de del proyecto puede determinar el tipo de refuerzo a aplicarse. Un buen diagnóstico nos lleva a una buena metodología de reparación o de refuerzo. (Casabonne, 2016, p. 2).

Por lo tanto, éste representa un aporte en el cálculo estructural ya que el uso de este tipo de refuerzos, como lo son las varillas de basalto, son muy poco usados, y, por lo tanto, no se tiene un estudio de los estados de fluencia como el del acero, el cual es necesario para determinar la ductilidad. La implementación de esto, irá abriendo campo a investigadores capaces de evaluar y promover más datos para la construcción de esta gráfica. De igual manera, con el uso de los aditivos, podrá completarse un estudio a los estados que alcanza el concreto con la combinación de estos elementos y abrir camino a los avances que permitirán un comportamiento cada vez más óptimo con la llegada de un sismo y a su vez disminuir las tragedias que durante años han afectado al hombre.

Justificación Práctica:

El ingeniero Manuel Freyre, gerente general de VSL Perú (2016), explica: “Es el ingeniero calculista quien realiza el levantamiento estructural y advierte las deficiencias o deformaciones, y propone una solución eficiente y efectiva a la estructura, que puede comprender múltiples soluciones según sea el caso” (Freyre, 2016, párr. 7).

Contribuye una solución práctica ya que la aplicación no requiere mano de obra especializada, además de ser económicamente accesible y como ya se ha mencionado, los beneficios son significativos.

Limitación

Para el desarrollo óptimo y conclusión de este trabajo de investigación nos encontramos con una limitante, el cual serán la obtención de las propiedades mecánicas y características físicas de las barras de basalto, por falta de proveedores o agente de venta del mismo, el cual, a través de los estudios pertinentes, sería posible hallar. No obstante, como se describe anteriormente, se tienen un estudio realizado el cual tomo como referencia las características de un proveedor. Por lo tanto, para concluir utilizaremos la misma referencia descrita.

Hipótesis

Jorge L. Castillo T. (2011), señala:

Una hipótesis puede estar basada simplemente en una sospecha, en los resultados de otros estudios y la esperanza de que una relación entre una o más variables se den en el estudio en cuestión. O pueden estar basadas en un cuerpo de teorías que, por un proceso de deducción lógica, lleva a la predicción de que, si están presentes ciertas condiciones, se darán determinados resultados (Castillo, 2011, p. 11).

De esta forma, se plantearán las siguientes hipótesis en referencia a la problemática anteriormente explicada.

Hipótesis general

- Ha: El encamisado influencia en las columnas de concreto usando cemento IP con superplastificantes y varillas de basalto para incrementar el número de pisos en edificaciones, Lima-2019.

Hipótesis específicas

- He1: El cemento IP mejora las propiedades del concreto en las columnas de las edificaciones.
- He2: El efecto a flexocompresión en las columnas mejora usando las varillas de basalto.
- He3: La resistencia desarrollada por los aditivos superplastificantes mejora la calidad del concreto y así la vida útil de la edificación.

Objetivos

Martyn Shuttleworth (2018), describe: “Consisten en generar datos medibles y comprobables, haciendo un aporte gradual a la acumulación del conocimiento humano” (Shuttleworth, 2018, párr. 1).

Para esta investigación, los objetivos se definirán de la siguiente forma:

Objetivo general.

Evaluar la influencia del encamisado en columnas de concreto usando cemento IP con superplastificantes y varillas de basalto para incrementar el número de pisos en edificaciones, Lima-2019.

Objetivos específicos.

- Determinar la mejora del cemento IP y propiedades del concreto en las columnas de las edificaciones.
- Evaluar el efecto a flexocompresión en las columnas usando las varillas de basalto.
- Evaluar la resistencia desarrollada por los aditivos superplastificantes mejorar la calidad del concreto y así la vida útil de la edificación.

II. MÉTODO

MARCO METODOLÓGICO

2.1 Tipo y diseño, de investigación

El marco metodológico es aquel que se encarga de revisar los procesos y pasos a ejecutar para la investigación, además no sólo analiza los pasos a seguir para la óptima resolución del problema, sino que también determina las herramientas de estudio que se van a utilizar. De esta manera, ayuda de manera factible a solucionar el problema. Por lo tanto, se refiere a una serie de pasos o métodos que se deben plantear, para saber cómo se continuará en la investigación. (Joseph, 2018, párr. 4).

Dentro del marco metodológico definiremos los procesos a realizar en una investigación, así como la magnitud y calidad de la misma señalaremos puntos como el tipo, nivel y diseño de investigación.

Tipo de investigación

Mediante la realización de ensayos en las diferentes probetas con la cantidad asignada por el fabricante en el aditivo a usar, y la incorporación de basalto a la columna, se puede decir que la investigación será de forma aplicada, ya que busca que estos resultados sean utilizados en un futuro para mejoras y reforzamientos en las edificaciones. Donde se puede definir éste tipo como:

Es aquel que se centra en la resolución de problemas en un contexto determinado, es decir, busca la aplicación de conocimientos, desde una o varias áreas especializadas, con el propósito de implementarlos de forma práctica para satisfacer necesidades concretas, proporcionando una solución a problemas del sector social o productivo. (Bibliotecas Duoc, 2018, párr. 1)

Diseño de investigación

Para esta investigación se diseñará mediante el Experimental verdadero o puro, ya que basaremos sobre hechos reales, lo cual será imperativo realizar una estrategia, lo cual admita examinar el entorno directamente donde acontece el problema, cuyo objetivo es implementar en las edificaciones.

“La investigación experimental verdadero consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular” (Debold, Dalen y Meyer, 2006, párr. 5).

De esta forma, permitiendo evaluar los efectos de las variables independientes conjuntamente para así observar los efectos producidos en las variables dependientes.

Nivel de investigación

Marisol Hernández (2012), define que la investigación explicativa “es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo” (Hernández, 2012, párr. 10).

Así también, la investigación explicativa “registra los datos, analiza, interpreta e identifica las causas. Esa práctica busca ampliar generalizaciones, definir leyes más amplias, estructurar y definir modelos teóricos, relacionar hipótesis en una visión más unitaria del universo en el ámbito productivo en general y generar hipótesis o ideas por fuerza de una deducción lógica”. (Lakatos y Marconi, 2011).

De esta forma, se establece que el nivel de la presente investigación será explicativo, ya que se busca explicar las causas del fenómeno, en este caso, las fallas, estableciendo conclusiones y explicaciones a través de teorías.

Enfoque de investigación

La metodología cuantitativa usualmente parte de cuerpos teóricos aceptados por la comunidad científica con base en los cuales formula hipótesis sobre relaciones esperadas entre las variables que hacen parte del problema que se estudia. Su constatación se realiza mediante la recolección de información cuantitativa orientada por conceptos empíricos medibles, derivados de los conceptos teóricos con los que se construyen las hipótesis conceptuales (Monje, 2011, p. 14).

Con referencia a esto, la presente investigación se enfocará a través de las metodologías cuantitativas, ya que este se centrará en la recolección de datos, análisis y comparación de resultados con el fin de obtener las conclusiones siguiendo la formulación de las hipótesis.

2.2. Operacionalización de variables

Según Jacqueline Wigodski (2015, párr. 2), define la variable como “conceptos que forman enunciados de una forma específica denominado hipótesis”.

Variables independientes

Jacqueline, describe este como “fenómeno a la que se le va a evaluar su capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables” (Wigodski, 2015, párr.6).

En este caso, serán:

- a) Cemento tipo IP
- b) Varillas de basalto

c) Aditivo super plastificante sikacem

Variable dependiente:

De igual forma, Jacqueline define este como “cambios sufridos por los sujetos como consecuencia de la manipulación de la variable independiente por parte del experimentador”.

Por lo tanto, en este caso será la columna a reforzar, como lo describe la tabla 5.

Tabla 5: Operacionalización de variables

VARIABLE	CONCEPTO	CONCEPTO OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
V. INDEPENDIENTE:	David Apaza, define el cemento como: “un conglomerante formado a partir de una mezcla de calizas y arcillas calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua”.	Tacilla Elmer, Araujo Fredy y Cardozo Víctor (2004), describen que “la palabra cemento, deriva del término Opus Caementitium, el cual manejaron los romanos para identificar una mezcla designada como Concreto Romano, donde usaban los agregados gruesos, como la cal, polvo de arcilla y puzolana, la cual se endurecía aunque estuviera bajo el agua” (Tacilla, Araujo y Cardozo, 2004).	Propiedades del concreto	Resistencia a Compresión	Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL
CONCRETO CON CEMENTO TIPO IP				Máxima carga	
	Tipo de fractura	Propiedades de la mezcla de concreto	Consistencia (fraguar)	Slump	
VARILLAS DE BASALTO	Las varillas de basalto nacen de la fusión de fibras de basalto, resina epoxy con poliéster usando el proceso de poltrusión		El basalto, es una roca ígnea volcánica máfica y extrusiva. El cual, el principal componente es la sílice, aunque destaca el alto contenido en hierro y magnesio”. (Poveda J. 2015)		Propiedades de la varilla
		Tensión límite de fluencia			
		Carga máxima			
		Resistencia a la tracción			
		Deformación			
Dobles	Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL				
ADITIVOS SUPER PLASTIFICANTES	Utilización en las construcciones de la época, se le van haciendo mejoras para optimizar tanto su docilidad como su desempeño en obra, es así como estas mejoras se ven muy reflejadas tanto para los hormigones como para los morteros frescos o endurecidos. (Cesar Hernandez, 2005, p. 3).	El Ing. Gerardo Rivera (2000) describe que: “la aplicación práctica de los aditivos superplastificantes se encuentra en la elaboración de concretos con altas resistencias, con un porcentaje de cemento balanceado, sin problemas de contracción y fisuramiento de las mezclas que contienen cemento en exceso”.	Ventajas	Trabajabilidad	Slump
				Mejora la resistencia mecánica del concreto	Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL
				Mayor adherencia al acero	Según la proporción adecuada por el fabricante
				Impermeabilidad	
Mayor Duración del concreto					
V. DEPENDIENTE:	“Es parte de una estructura de forma delgada y larga que permite sostener el peso de una edificación” (Julián Pérez Porto y Ana Gardey, 2011)	“pueden ser fácilmente fabricadas solo con perfiles estructurales empleados como elemento único y con la edición de mezclas de concreto” (Jose Luis, 2012).	Propiedades de la columna	resistencia	ETABS V17.0.1.
desplazamiento					
flexo compresión					

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

Unidad de muestreo

“Son aquellos en los que recae la obtención de información y la cual deberán ser definidos con propiedad, es decir, escoger a quien o a quienes se va a aplicar la muestra con el fin de recolectar la información” (Deymor, 2006, p. 69).

La unidad de muestreo recaerá en la columna a estudiar, la cual se realizará mediante el método de extracción de test con diamantina para la obtención de la muestra que nos brindará los datos necesarios de resistencia a tracción o compresión para el estudio de la tesis.

Población

Es todo grupo de elementos que son centro de estudio estadístico” (Tamayo, 2004, p.24).

La población conformará todas aquellas columnas pertenecientes a edificaciones o inmuebles de la ciudad de Lima, el cual pueda atribuirse el refuerzo estructural.

Muestra

Valderrama, indica que: “la muestra se define como una parte de un conjunto o una población debidamente escogida, la cual será sometida a una observación científica o estudios en representación de todo el conjunto, con el objetivo de conseguir conclusiones válidas” (Valderrama, 2007, p.164).

En la presente investigación se tomará dos (2) muestras de columnas en funcionamiento por cada piso, las cuales se cuenta con 3 niveles, por lo tanto, se tendrá un total de 6 muestras. Para así, de esta forma, obtener una referencia concisa y real de la resistencia del concreto existente en la vivienda, para luego estudiarla y realizar los diferentes análisis a través de la variación de los componentes y su dosificación, ubicada en el jirón Ramón castilla n° 202, urbanización de ingeniería, distrito de san Martín de Porres, lima.

Criterio de selección

Para este proceso, la selección de muestras fue debida a la ubicación de las columnas, ya que estas estarían ubicadas en zonas donde la distribución de pesos y esfuerzos podría ser perjudicial para un aumento de cargas, así también, aquellas donde la llegada de nodos era mayor. Por otro lado, fue posible lograr un total de 6 muestras debido al acceso de todos los niveles de la vivienda, así como a la facilidad atribuida en el acceso para la extracción de estos.

2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Para Arias (2006), las técnicas de recolección de datos las define como: "el conjunto de procedimientos y métodos que se utilizan durante el proceso de investigación, con el propósito de conseguir la información pertinente a los objetivos formulados en una investigación" (Arias, 2006, p. 376).

Así bien, en este caso se tendrá como técnica todos aquellos ensayos empleados para la recolección de resultados, el cual serán de ayuda para el desarrollo de los objetivos.

De igual forma, "se puede decir que la recolección de datos es aquel que existe en algunos libros o documentos, lo cual puedes sustraer, siendo de posible respuesta para algunas interrogantes o información que se necesita para una investigación en cuestión", (Samuel Learning, 2010, p. 2).

Instrumento

Según Patrick Biddix (2017), un instrumento es "el término general que los investigadores utilizan para un dispositivo de medición (encuesta, prueba, cuestionario, etc.). Para ayudar a distinguir entre instrumento e instrumentación, considere que el instrumento es el dispositivo y la instrumentación es el curso de acción (el proceso de desarrollo, prueba y uso del dispositivo)". (Biddix, 2017, párr. 1)

De igual forma, los instrumentos aplicados para la técnica de recolección de datos serán mediante la siguiente tabla 6:

Tabla 6. Instrumentos de recolección de datos

Dimensión	Instrumento	
	Metodología	Análisis de recolección
Propiedades del concreto	Observación y recolección	Ensayo a compresión
		Trabajo en gabinete
Flexocompresión	Recolección	Trabajo en gabinete

Fuente: Elaboración propia

Validez y Confiabilidad

Validez

Raul Hernández (1991), define como: "el grado en el cual un instrumento en específico se expresa concisamente, es decir, lo que se pretende medir" (Hernández, 1991, párr. 5).

De igual forma, la validez experimental o de un experimento viene dada: “a la manera en que las variables influyen tanto en los resultados de la investigación como en la generalización de la población en general”, según Psych Central’s (2018, párr. 3).

De esta forma, durante la realización de ensayos, se contará con un Profesional Técnico en Laboratorio, para cada uno de los ensayos a realizar, el cual tiene la capacidad de determinar y validar los resultados.

Confiabilidad

Las calibraciones de los instrumentos a utilizar constan como pieza importante para esta investigación, la cual determinaran la confiabilidad de los valores arrojados debido al buen funcionamiento de estos.

Hernández (1991), “cuando se aplica un instrumento muchas veces, al mismo sujeto u objeto de investigación, se tienen que conseguir resultados iguales o semejantes dentro de un rango sensato, a esto se le llama confiabilidad”. (Hernández, 1991, párr. 10).

De este modo, se utiliza, ensayos técnicos en un marco de desempeño ético y de calidad, que garantiza el cumplimiento de la normativa nacional e internacional correspondiente, así como los protocolos establecidos para el uso y calibración de los instrumentos y equipos a emplear.

2.5. Procedimiento

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se trabajará a través de la recolección de datos y muestras existentes en las columnas de concreto dispuestas en la vivienda de estudio, por el cual, se determinará la resistencia que el provee, de igual manera, la cantidad de varillas de acero establecidas en el diseño original de la misma. Una vez, obtenidos todos estos datos, será posible la evaluación estructural de la vivienda, con lo cual, será posible determinar la aplicación de los diferentes de reforzamientos mencionados bajo cálculos de resistencia, diseños y modelados estructurales.

2.6. Métodos de análisis de datos

A través de las metodologías y teorías matemáticas pertinentes a las solicitudes en el proceso de análisis, se utilizará la relación fuerza – área, es decir, el esfuerzo que desarrolla el concreto para las diferentes mezclas en la variación de los aditivos. Además, del estudio con respecto a la elasticidad y el tiempo de fraguado, el cual le genera el aditivo superplastificante.

Por lo tanto, “un análisis de datos puede deducir el costo y tiempo, ya que a mayor tiempo en el análisis mejor calidad de datos y amplía la posibilidad de nuevas interpretaciones” (Samuel Learning, 2010, p. 8).

2.7. Aspectos éticos

Para desarrollar esta investigación, se recopiló información y datos de diferentes artículos, investigaciones, libros y periódicos, el cual todas y cada una de ellas se redactaron y amoldaron a los requerimientos de la norma ISO 690.

Respeto

Tomando como referencia el diccionario de la Real Academia Española, “el respeto está relacionado con la fidelidad o la obediencia que se le otorga a alguien”.

Donde, se describe el respeto como un valor muy importante en la vida personal, laboral y académico, lo cual para el desarrollo de esta investigación de tiene toda información real y veraz, siendo todo esto referenciado en el mismo bajo la norma correspondiente.

Honestidad

Según ABC Color, describe en su artículo:

“La honestidad es un valor de gran notabilidad para alcanzar el verdadero sentido de la vida humana, porque así infundimos y ganamos la confianza de los demás. La honestidad es la conciencia clara de “lo que está bien” y consiste en actuar apropiadamente, sin contradicciones ni discrepancias entre los pensamientos y las acciones” (ABC Color, 2006, párr. 3).

También, se puede decir que la honestidad “puede ser una característica de una persona o institución, ya que significa hablar en verdad, sin omitir ni disimular, es decir, no solo se centra en un individuo”, según lo define (Merriam-webster, 2012, párr. 2)

Por lo tanto, se actuará de forma honesta en la ejecución de esta investigación, ya sea con la recopilación y el análisis de datos en el laboratorio, así como con extracción de la muestra en campo, se contarán además con fuentes confiables para la argumentación del proyecto.

III RESULTADOS

Descripción del caso aplicar

Las siguientes pruebas se realizaron en las columnas existentes en la vivienda ubicada en el Jirón Ramón Castilla N° 202, Urbanización de Ingeniería, Distrito de San Martín de Porres, Lima. Se eligió esta vivienda ya que cuenta con al menos 3 pisos a la cual se le puede hacer un refuerzo con fines de ampliación y se consiguió la autorización para poder hacerle los ensayos necesarios para el estudio de la tesis, la vivienda tiene un sistema estructural confinado. Este se desarrollará asumiendo las características de los elementos y a su vez implementando el refuerzo de estos, para así observar y comparar los diferentes estados de cambios que puedan producirse antes y después de proceso.

En este caso, se tiene que la vivienda cuenta con una disposición general para el tipo de edificación, contando con una sección típica para el uso efectuado. No obstante, la influencia del incremento de altura podría perjudicar el actual estado de la misma. Para ello, se generarán las diferentes combinaciones identificando los elementos más vulnerables y críticos, lo cual permita que aplicando los tipos de reforzamiento y aditivos del concreto, el mismo pueda desarrollar mayor capacidad de carga, pudiendo así ser posible la existencia de ampliaciones en viviendas de este tipo. Las combinaciones vendrán dadas a través del concreto IP, del agregado de aditivos superplastificantes, así como la utilización de las varillas de basalto como medio de optimización.

Diagnóstico actual de la vivienda

En primera instancia se puede notar que la vivienda cuenta con una distribución de columnas no ortogonales y posee 3 niveles (como se indica en la figura), lo cual como se ha descrito, una ubicación de columnas que no estén alineados asimismo a sus ejes principales genera una vulnerabilidad estructural producto del radio de giro inercial por existir gran excentricidad en el núcleo. Por tanto, se tendrá en cuenta las siguientes observaciones para así obtener resultados verídicos; la resistencia del concreto actual, disposición de columnas y arreglo del acero de refuerzo a través de la siguiente distribución arquitectónica, como se muestra en la figura 15.



Figura 15. Planos de plantas existentes en vivienda.

Fuente propia.

En el inicio del desarrollo de dicho diagnóstico se tomó en cuenta para la primera etapa los siguientes ensayos: Esclerometría y escáner de fierros.

Esclerometría

Para la evaluación del diagnóstico se hizo uso del estudio por esclerometría, mediante la empresa Consultores Lijonemich. Donde, siguiendo los planos anteriores, el círculo rojo reflejará aquellos elementos estructurales donde se aplicó dicho estudio, así como las ubicaciones específicas donde la toma de valores fuera óptima según las características de la superficie de la estructura (lisa, sin grietas, sin rebabas de concreto, etc.), estos puntos de evaluación se tomaron siguiendo criterios de evaluación según detalle:

- 1er nivel:
 - Punto 01: Zona exterior límite con la calle Eloy Espinoza a 1.56m SNPT
 - Punto 02: Zona exterior lateral a la calle Ramón castilla a 1.55m SNPT
 - Punto 03: Zona interior en losa de concreto, zona de acceso a escaleras
- 2do nivel:
 - Punto 04: Zona interior, en el pasadizo a 1.60m SNPT
 - Punto 05: Zona interior, en losa de escalera al 3er nivel
 - Punto 06: Zona interior, en pasadizo a 1.57m SNPT
- 3er nivel:
 - Punto 07: Zona interior, en el acceso de la escalera a 1.63m SNPT
 - Punto 08: Zona interior, en la viga el pasadizo a 2.27m SNPT

- Punto 09: Zona interior, en el pasadizo a 1.56m SNPT

En algunos casos 9 valores al no tener las condiciones necesarias detalladas líneas arriba; los valores calculados de dichas tomas se muestran a continuación:

Criterio:

- Para el primer piso se ubicó 3 zonas (2 para columnas y 1 para viga como se muestra en el plano E1), los cuales hay mayores posibilidades que los resultados arrojen las características en que se encuentran actualmente estos elementos.
- Para el segundo piso se ubicó 3 zonas (2 para columnas y 1 para viga como se muestra en el plano E1), estos puntos se encuentran en lugares que pueden ser propensos a presentar fisuras por su ubicación.
- Para el tercer piso se ubicó 3 zonas (2 para columnas y 1 para viga como se muestra en el plano E2), estos puntos al igual que en el resto de las zonas van a reflejar el estado actual de la vivienda.

Procedimiento:

Para el ensayo de esclerometría se realizará en base a la norma ASTM C805, se selecciona y prepara una zona de concreto dentro de un elemento estructural que cumpla con:

- a) Zona de ensayo de aproximadamente 15 x 15 cm.
- b) Superficie lisa y sin recubrir (utilizar piedra abrasiva)
- c) Dibujar cuadrícula de líneas separadas entre 1” y tomar la intersección de las líneas como puntos de impacto, según la figura 16.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
11	14	15	16

*Figura 16: Cuadro para la lectura de datos
Fuente: Consultores Lijonemich*

- Para calcular la resistencia f^c del concreto se mide el índice de rebote, donde se deberá:
- Tomar el valor promedio de 9 a 16 valores de rebote R que ha sido marcados (no incluir valores que sean demasiado altos o demasiado bajos).
 - Si más del 20% de todas las lecturas difieren del promedio en más de 7 unidades se descartan la totalidad de las lecturas (se rechazará la zona). En caso contrario el valor obtenido será el índice de rebote.
 - Con este valor se entra en un gráfico (Fig. N° 04) y se obtiene el valor aproximado de la resistencia de dicho concreto, según la figura 17.

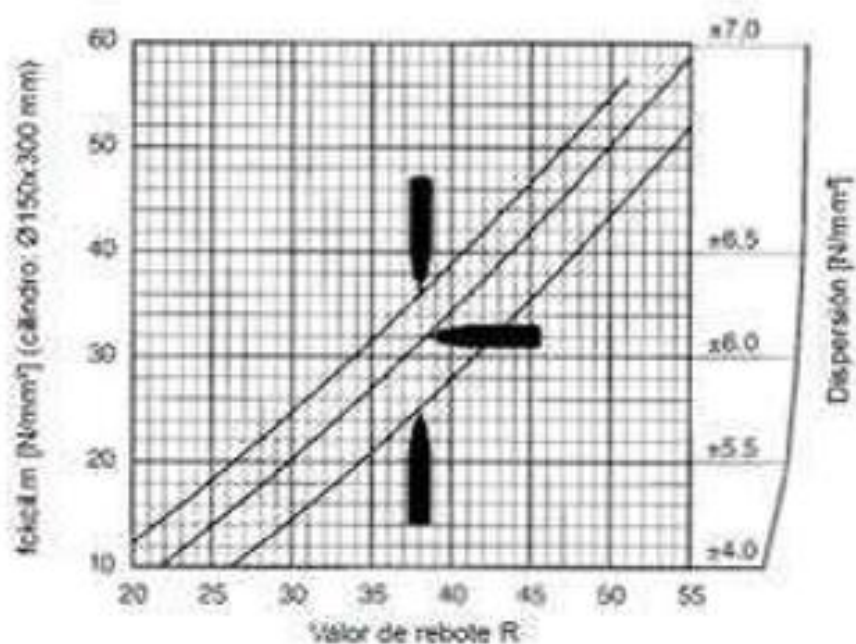


Figura 17. Cuadro de conversión de datos
Fuente: Consultores Lijonemich

Toma de muestras:

Nivel 1: Figura 18.

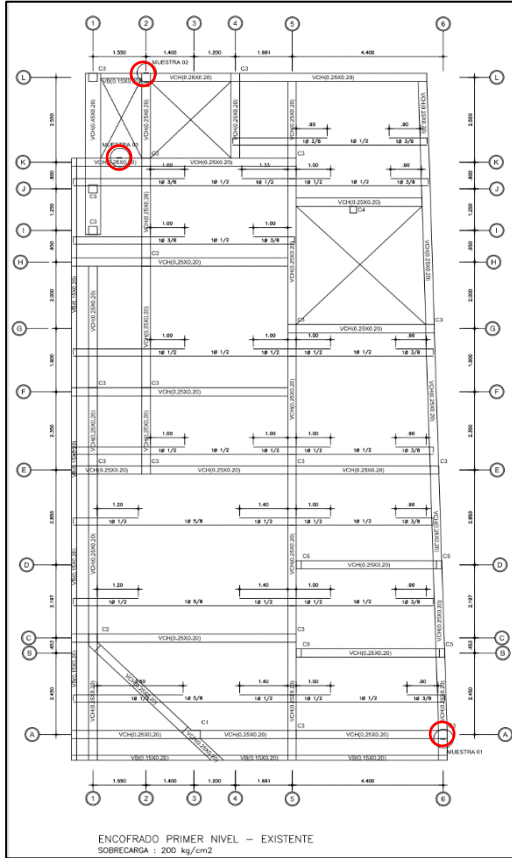


Figura 18.

Punto N°1

- **Tipo de elemento:** Columna C3 (25x25cm)
- **Tipo de muestra:** Esclerometría
- **Cantidad:** 15 muestras.

Punto N°2

- **Tipo de elemento:** Columna C3 (25x25cm)
- **Tipo de muestra:** Esclerometría
- **Cantidad:** 15 muestras.

Punto N°3

- **Tipo de elemento:** Viga CH (25x20cm)
- **Tipo de muestra:** Esclerometría
- **Cantidad:** 15 muestras.

Obteniendo los siguientes resultados, según figura 19.

PUNTO 01				DESCRIPCIÓN	VALOR
23	26	26	26	Promedio absoluto	24.63
24	23	25	25	promedio corregido	24.63
24	24	23	24	Valor estimado de f'c (Mpa)	13.80
24	27	23	27	Valor estimado de f'c (kg/cm2)	140.72
PUNTO 02				DESCRIPCIÓN	VALOR
22	25	27	23	Promedio absoluto	24.79
24	26	26	26	promedio corregido	24.79
21	28	24		Valor estimado de f'c (Mpa)	14.00
22	25	28		Valor estimado de f'c (kg/cm2)	142.76
PUNTO 03				DESCRIPCIÓN	VALOR
35	29	30		Promedio absoluto	31.78
34	32	28		promedio corregido	31.78
35	32	31		Valor estimado de f'c (Mpa)	21.50
				Valor estimado de f'c (kg/cm2)	219.24

Figura 19. Resultados resistencia f'c para el nivel 1

Fuente: Consultores Lijonemich

Nivel 2: Figura 20.

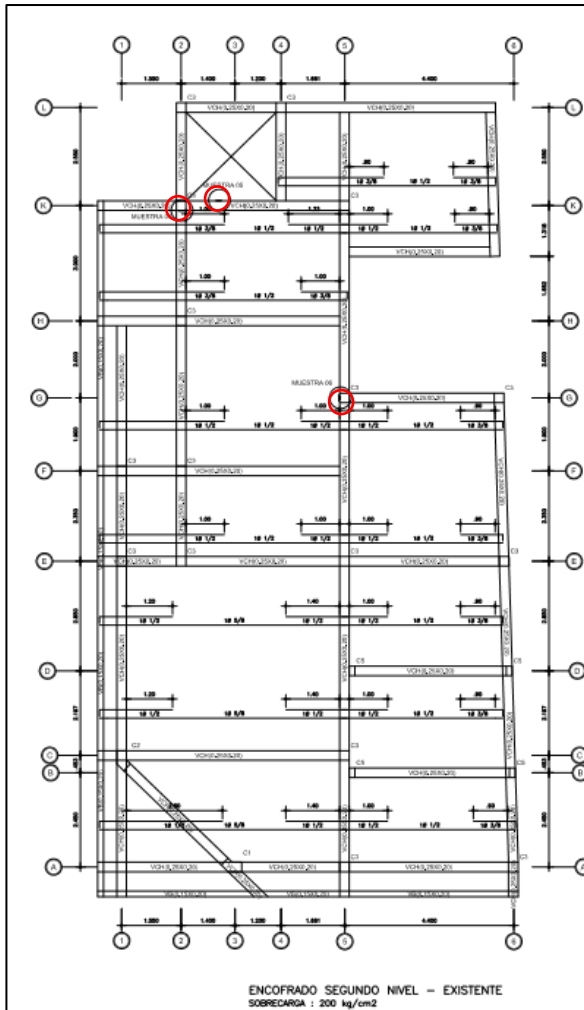


Figura 20.

Obteniendo los siguientes resultados, según figura 21.

PUNTO 04				DESCRIPCION	VALOR
34	35	32		Promedio absoluto	31.11
30	31	27		promedio corregido	31.11
29	28	34		Valor estimado de f_c (Mpa)	21.00
				Valor estimado de f_c (kg/cm ²)	214.14
PUNTO 05				DESCRIPCION	VALOR
40	40	40		Promedio absoluto	42.00
45	42	44		promedio corregido	42.00
40	44	43		Valor estimado de f_c (Mpa)	36.00
				Valor estimado de f_c (kg/cm ²)	367.10
PUNTO 06				DESCRIPCION	VALOR
26	23	30	26	Promedio absoluto	27.45
30	23	31	23	promedio corregido	26.80
27	29	34		Valor estimado de f_c (Mpa)	16.00
				Valor estimado de f_c (kg/cm ²)	163.15

Figura 21. Resultados resistencia f_c para el nivel 2

Fuente: Consultores Lijonemich

Punto N°4

- Tipo de elemento: Columna C3 (25x25cm)
- Tipo de muestra: Esclerometría
- Cantidad: 15 muestras.

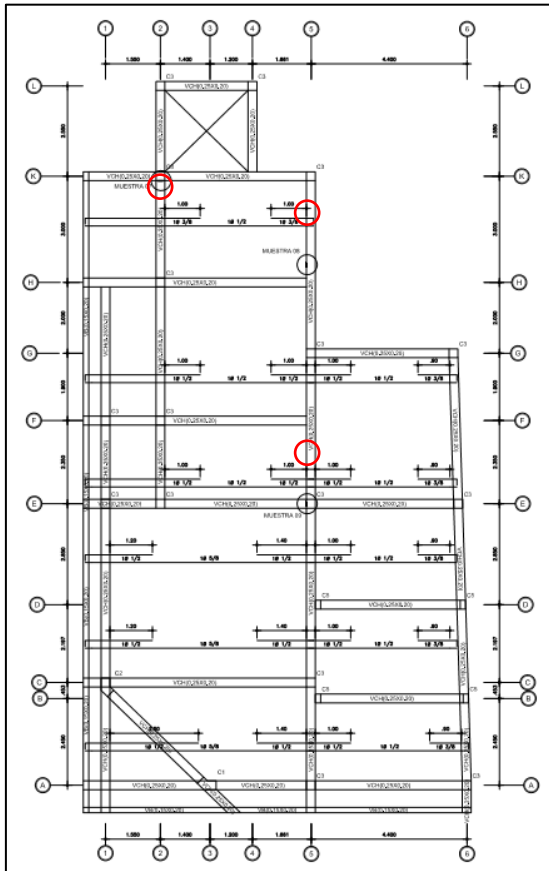
Punta N°5

- Tipo de elemento: Viga CH (25x20cm)
- Tipo de muestra: Esclerometría
- Cantidad: 15 muestras.

Punta N°6

- Tipo de elemento: Columna C3 (25x25cm)
- Tipo de muestra: Esclerometría
- Cantidad: 15 muestras.

Nivel 3: Figura 22.



Punta N°7

- **Tipo de elemento:** Columna C3 (25x25cm)
- **Tipo de muestra:** Esclerometría
- **Cantidad:** 15 muestras.

Punta N°8

- **Tipo de elemento:** Viga CH (25x20cm)
- **Tipo de muestra:** Esclerometría
- **Cantidad:** 15 muestras.

Punta N°9

- **Tipo de elemento:** Columna C3 (25x25cm)
- **Tipo de muestra:** Esclerometría
- **Cantidad:** 15 muestras.

Figura 22.

Obteniendo los siguientes resultados, según figura 23.

PUNTO 07				DESCRIPCIÓN	VALOR
26	26	25	19	Promedio absoluto	24.42
27	25	30	22	promedio corregido	24.40
23	23	24	23	Valor estimado de $f'c$ (Mpa)	13.50
				Valor estimado de $f'c$ (kg/cm ²)	137.66
PUNTO 08				DESCRIPCIÓN	VALOR
31	30	30	33	Promedio absoluto	29.86
29	32	30	26	promedio corregido	29.86
31	27	32	27	Valor estimado de $f'c$ (Mpa)	19.80
30	30			Valor estimado de $f'c$ (kg/cm ²)	201.90
PUNTO 09				DESCRIPCIÓN	VALOR
27	29	27		Promedio absoluto	28.22
26	32	28		promedio corregido	28.22
29	29	27		Valor estimado de $f'c$ (Mpa)	18.50
				Valor estimado de $f'c$ (kg/cm ²)	188.65

Figura 23. Resultados resistencia $f'c$ para el nivel 3.

Fuente: Consultores Lijonemich.

Como resultado del estudio de resistencia del concreto actual, se obtuvo un valor mínimo de 137.66 kg/cm², es decir un concreto relativamente pobre, así como un valor

máximo de 367,10 kg/cm², ambos obtenidos en diferentes elementos y niveles de la vivienda como se muestra en la siguiente figura 24:

Elemento	Promedio absoluto de valores del golpe	promedio corregido	Valor estimado de f'c (Mpa)	Valor estimado de f'c (kg/cm ²)
PUNTO 01	24.63	24.63	13.80	140.72
PUNTO 02	24.79	24.79	14.00	142.76
PUNTO 03	31.78	31.78	21.50	219.24
PUNTO 04	31.11	31.11	21.00	214.14
PUNTO 05	42.00	42.00	36.00	367.10
PUNTO 06	27.45	26.80	16.00	163.15
PUNTO 07	24.42	24.40	13.50	137.66
PUNTO 08	29.86	29.86	19.80	201.90
PUNTO 09	28.22	28.22	18.50	188.65

Figura 24. Resultados resistencia f'c.
Fuente: Consultores Lijonemich.

De igual forma, es importante resaltar que los resultados obtenidos en la resistencia para el primer nivel muestran un bajo valor de f'c, siendo éste un punto de observación, ya que es el nivel donde llegan la mayor cantidad de esfuerzos.

Escáner de fierros

Así mismo, el segundo estudio de aplicación será el escaneo de estructura para determinar la cantidad, diámetro y espaciado del acero de refuerzo existente en cada elemento de la vivienda. Para ello, se evaluaron los mismos puntos indicados para la esclerometría, donde se requiere que la superficie sea plana y sin rugosidades; lo ideal es realizarlo directamente sobre el elemento estructural sin acabados o tarrajeos que puedan distorsionar las lecturas.

Procedimiento:

Para iniciar el escaneo, sólo se desliza el escáner en sentido de izquierda a derecha a una velocidad constante sobre la estructura a analizar, ubicada la varilla el instrumento lanza una alarma y simultáneamente en la pantalla se visualiza la detección de la varilla, su cobertura y su distancia desde el punto de referencia, según figura 25.



Figura 25. Esquema de funcionamiento del escáner
Fuente: Consultores Lijonemich.

Toma de muestras:

En este caso, se utilizaron los mismos puntos establecidos en la esclerometría para así obtener la información completa del estado actual de los elementos de la vivienda. De esta forma, una vez realizadas las lecturas de todos los puntos evaluados, se procede a exportar los archivos a la PC para su procesamiento mediante el software del equipo, mostrando los siguientes resultados:

- Punto 01: Se detectaron 2 varillas principales, distanciados entre si 146mm, y con coberturas de 57 y 63mm, ambos con diámetros de 16mm, según figura 26.

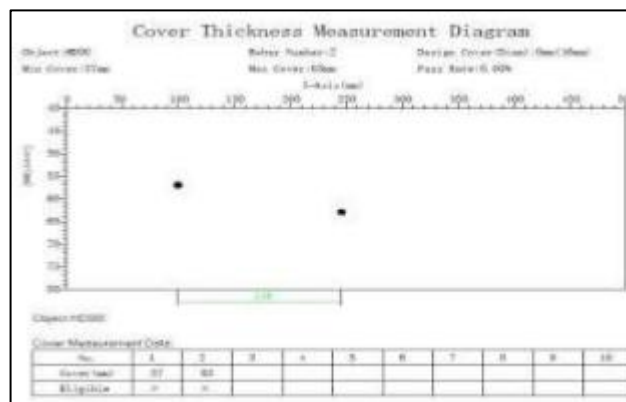


Figura 26. Detección de varillas punto 1.
Fuente: Consultores Lijonemich.

- Punto 02: Se detectaron 2 varillas principales, distanciados entre si 160mm, y con coberturas de 59 y 63mm, ambos con diámetros de 16mm, según figura 27.

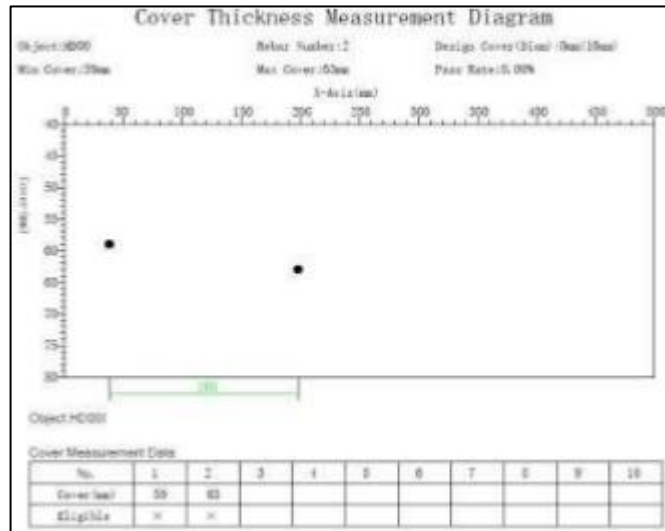


Figura 27. Detección de varillas punto 2.
Fuente: Consultores Lijonemich.

- Punto 03: Se detectaron 2 varillas principales, distanciados entre si 110mm, y con coberturas de 74 y 83mm, con diámetros de 12 y 14mm, (el 1° punto se leyó 2 veces), según figura 28.

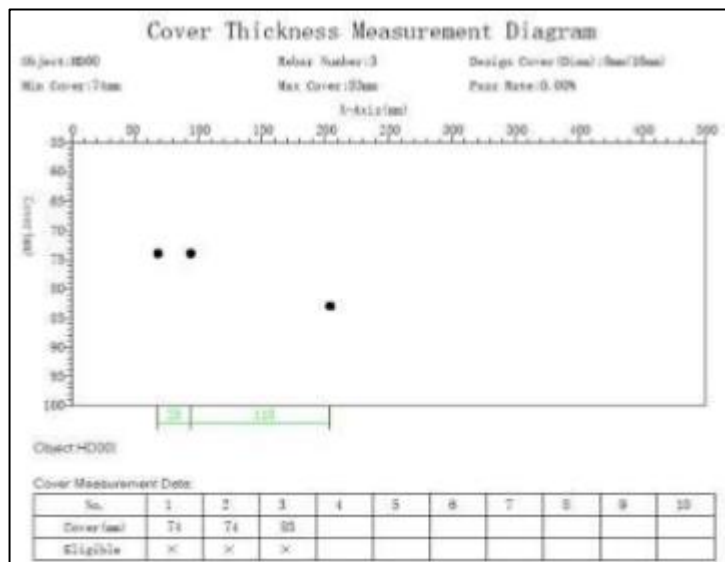


Figura 28. Detección de varillas punto 3.
Fuente: Consultores Lijonemich.

- Punto 04: Se detectaron 2 varillas principales, distanciados entre si 112mm, y con coberturas de 45 y 72mm, con diámetros de 16 y 28mm (se asume como traslape), según figura 29.

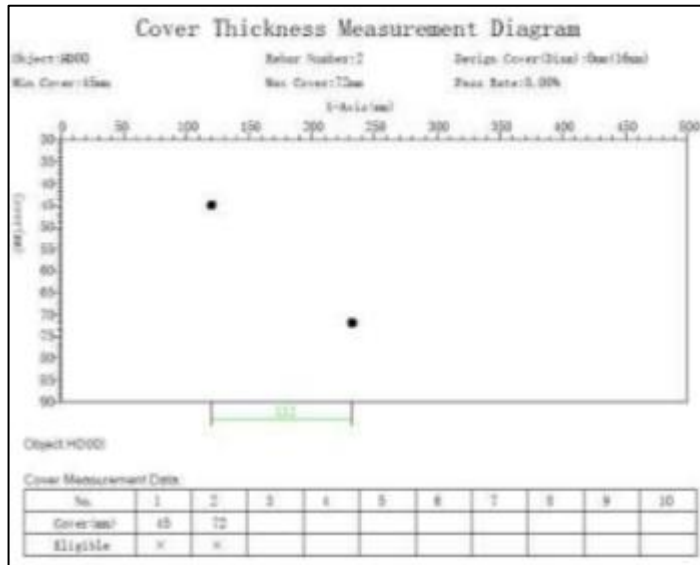


Figura 29. Detección de varillas punto 4.
Fuente: Consultores Lijonemich.

- Punto 05: Se detectaron 2 varillas principales, distanciados entre si 190mm, y con coberturas de 23 y 24mm, con diámetros de 18 y 16mm, según figura 30.

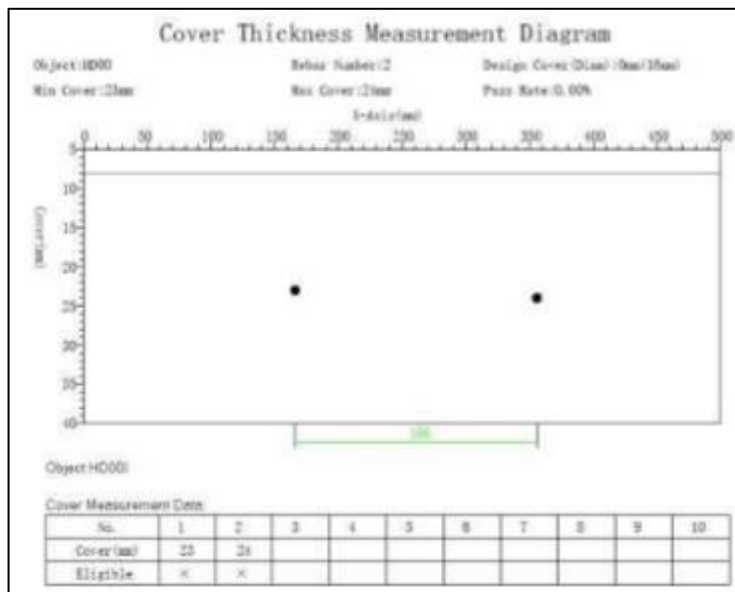


Figura 30. Detección de varillas punto 5.
Fuente: Consultores Lijonemich.

- Punto 06: Se detectaron 2 varillas principales, distanciados entre si 162mm, y con coberturas de 48 y 42mm, con diámetros de 18 y 16mm, según figura 31.

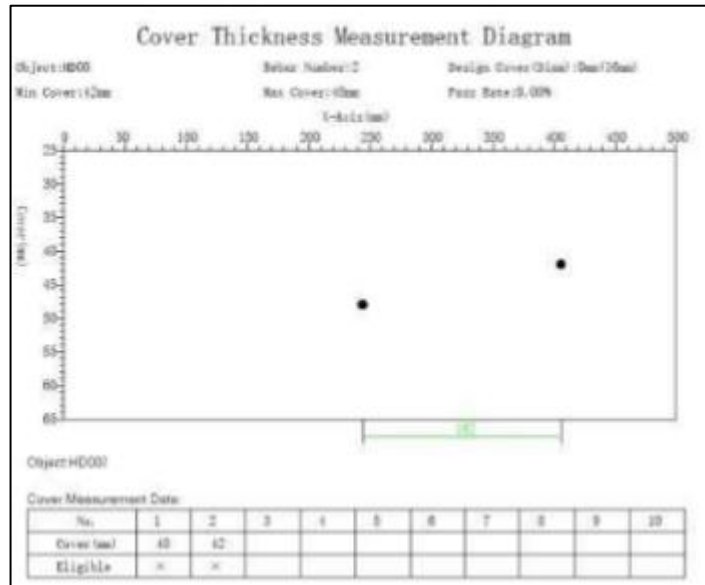


Figura 31. Detección de varillas punto 5.
 Fuente: Consultores Lijonemich.

- Punto 07: Se detectaron 2 varillas principales, distanciados entre si 178mm, y con coberturas de 44 y 47mm, con diámetros de 10mm, según figura 32.

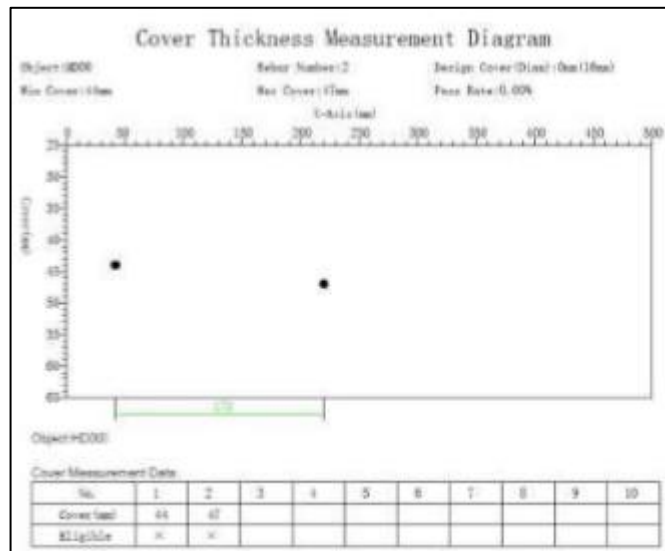


Figura 32. Detección de varillas punto 7.
 Fuente: Consultores Lijonemich.

- Punto 08: Se detectaron 2 varillas principales, distanciados entre si 96mm, y con coberturas de 36 y 34mm, con diámetros de 12 y 14 mm, según figura 33.

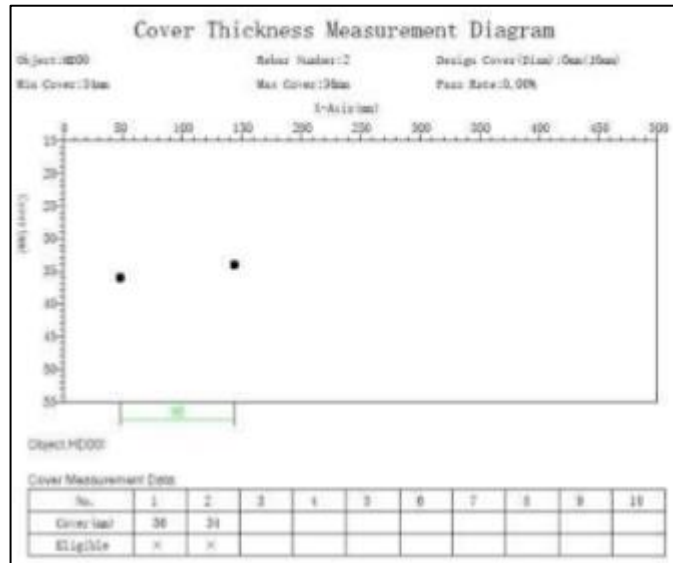


Figura 33. Detección de varillas punto 8.
Fuente: Consultores Lijonemich.

- Punto 09: Se detectaron 2 varillas principales, distanciados entre si 180mm, y con coberturas de 44 y 48mm, con diámetros de 10 mm, según figura 34.

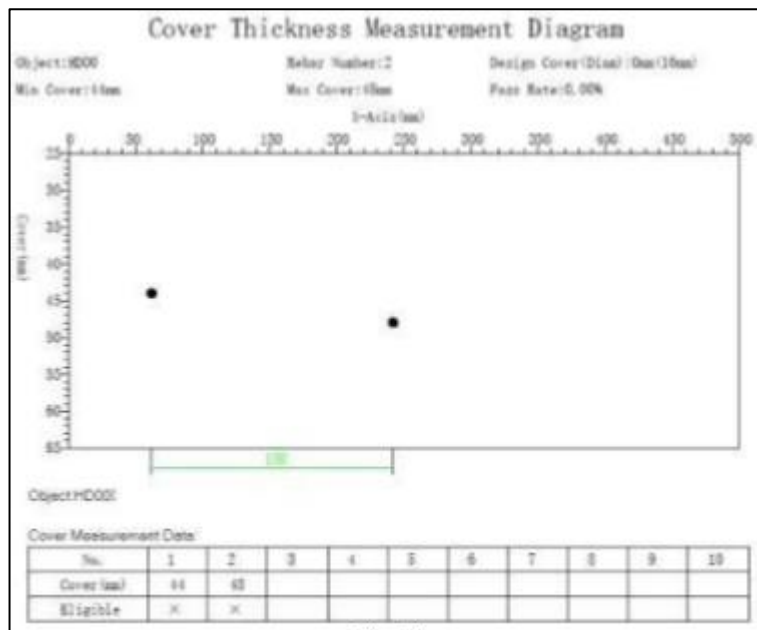


Figura 34. Detección de varillas punto 9.
Fuente: Consultores Lijonemich.

Conclusiones y recomendación según Consultores Lijonemich

- Se han realizado tomas de valores en las ubicaciones más idóneas tanto por ubicación y superficie., según figura 35 y 36.



Figura 35.



Figura 36.



Figura 37.



Figura 38.

- Los valores calculados son f'_c estimados bajo los procedimientos del martillo Schmidth., lo cual no es determinante para su comportamiento estructural dentro de la estructura, según figura 37 y 38.

- Los valores obtenidos tanto en ubicación y diámetro de las varillas, no muestran los vicios ocultos que se puedan presentar dentro de la estructura como traslapes, encuentro de fierro principal y estribos, cruces de alambres, etc.
- Realizar el cálculo estructural correspondiente evaluando el comportamiento de la estructura bajo sobrecargas y eventos sísmicos.
- El buen comportamiento de una estructura depende de su sistema estructural, el cual es responsabilidad del proyectista, el presente informe no analiza dicha idoneidad.

Probetas de concreto

Para este ensayo, se realizaron 6 probetas cilíndricas de concreto, donde fue aplicado el estudio bajo cargas a compresión, de forma tal que cuando este llegase a su estado de quiebre, mostrara como resultado la cantidad de esfuerzo resistente. Para ello, mediante el diseño de mezcla de concreto y el uso de la maquina uniaxial ELE Internacional en el laboratorio, será posible la estimación de capacidad desarrollada en cada uno de los cilindros de concreto.

Diseño de mezcla

$f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$

Comité de Diseño 211 ACI

Material:

- Cemento Pacasmayo Tipo MS (gr/cm³)

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO (tabla 7)

Tabla 7: Tipos de construcción

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	MÁX.	MÍ N.
- Zapatas y Muros de cimentación reforzados	3"	1"
- Zapatas simples , cajones y muros de subestr.	3"	1"
- Vigas y Muros reforzados	4"	1"
- Columnas de edificios	4"	1"
- Pavimentos y losas	3"	1"
- Concreto ciclópeo	2"	1"

Debido a las condiciones existentes se requiere de una mezcla plástica, con un asentamiento entre 3" a 4"

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO

El tamaño de las partículas del agregado deberá ser de forma tal que sea compatible con las dimensiones de la estructura. Y de igual forma, que la trabajabilidad y los métodos de consolidación sean lo bastante buenos para que el concreto sea procesado sin existencia de cangrejas.

Agregado Grueso:

TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO: ¾"

Cantidad de agua de mezclado y contenido de aire (tabla 8)

Tabla 8: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamientos y tamaños máximos de agregados

ASENTAMIENTO O SLUMP	Agua en lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados							
	¾" "	1/2"	¾"	1"	1.1/2"	2"	3"	6 "
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	20 5	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	22 5	215	200	193	175	170	160	140
6" a 7"	24 0	230	210	205	185	180	170	-----
Cantidad aproximada de aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0. 5	0.3	0.2
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	18 0	175	165	160	145	140	135	120
3" a 4"	20 0	190	180	175	160	155	150	135
6" a 7"	21 5	205	190	185	170	165	160	-----
Promedio recomend. de cont. total aire (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

CONCRETO CON AIRE INCORPORADO (SI/NO) : **SI**

REQUERIMIENTO DE AGUA DE MEZCLADO **180** Lts/seg

Porcentaje de aire en el concreto **6.0** %

Selección de la relación agua - cemento (a/c)

Resistencia promedio (f'_{cp})

Para diseñar una mezcla de concreto de tal modo que no más de un cilindro entre 10, o un cilindro entre 20, tenga una resistencia menor que la resistencia especificada por el proyectista, se tiene que proporcionar la mezcla para una resistencia promedio mayor. Esto se puede lograr aprovechando la experiencia previa. Para una primera estimación puede utilizarse la expresión dada por el Comité Europeo del Concreto, según tabla 9.

Tabla 9: Resistencia promedio

<u>Resistencia Promedio</u>		valores de v					
$f'_{cp} =$ $f'_{c=}$ (Resistencia especificada en plano) 350 Resistencia a la compresión especificada por el proyectista en kg/cm ² , <u>Cuando no hay datos disponibles</u> Menos de 210 Kg/cm ² $f'_{c} + 70$ 210 Kg/cm ² a 345Kg/cm ² $f'_{c} + 84$ Más de 345Kg/cm ² $f'_{c} + 98$ resultado $f'_{cp}=$ 350 kg/cm ² Resistencia promedio necesaria en obra	f'_{c}	GRADO DE CONTROL		COEFICIENTE DE VARIACIÓN			
	$1-tv$			V			
				5%			
				10% a 12%			
				15%			
				18%			
				20%			
				25%			
				valores de "t"			
			Nº de muestras	Posibilidades de caer debajo del límite inferior			
		menos 1	1 en 5	1 en 10	1 en 20		
		1	1.376	3.078	6.314		
		2	1.061	1.886	2.920		
		3	0.978	1.638	2.353		
		4	0.941	1.533	2.132		
		5	0.920	1.476	2.015		
		6	0.906	1.440	1.943		
		7	0.896	1.415	1.895		

8	0.8 89	1.39 7	1.86
9	0.8 83	1.38 3	1.83 8
10	0.8 79	1.37 2	1.81 2
15	0.8 66	1.34 1	1.75 3
20	0.8 60	1.32 5	1.72 5
25	0.8 56	1.31 6	1.70 8
30	0.8 54	1.31 0	1.69 7
>30	0.8 42	1.28 2	1.64 5

CONCRETOS NORMALES (tabla 10)

Tabla 10: Relación agua-cemento y resistencia a la compresión del concreto

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (f'_{cp}) kg/cm ²	RELACION AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORA.
450	0.38	-----
400	0.43	-----
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Relación agua cemento

Con el valor de la resistencia promedio requerida f'_{cp} de la tabla N°3 obtenemos la relación agua-cemento para concretos normales; si el concreto está sometido a condiciones severas se utilizará la tabla para asumir la relación agua - cemento.

f'_{cp} =

350 kg/cm²

Resistencia promedio requerida

Interpolación valores

f'cp (kg/cm2)	a/c relación
400	0.35
350	0.40
350	0.40

INGRESAR:(ver resultado de interpolación para concretos normales y tabla para concretos especiales.)

Exposición a la solución de sulfatos

Relación agua - cemento	0.40
--------------------------------	-------------

Cantidad de cemento:

Contenido de cemento (en kg/m3) =	Agua mezclada(kg/m3) de
	relación agua - cemento

$$\text{Cant.Cemento} = \frac{180}{0.40} \text{ kg/m}^3$$

Resultado

Cant.Cemento=**450.0**Kg/m3 10.59 Bls/m3

Datos generales de los agregados

Agregado fino: Arena gruesa, procedente de la Cantera "La Carbonera"

Agregado Grueso: Piedra chancada procedente de la Cantera "Chero" Muestras proporcionadas por el solicitante

Detalles

	Ag.fino	Ag.grueso
Peso específico,	Módulo	kg/m3 kg/m3
Peso Unitario	defineza(gr/cm3)	%
suelto(gr/cm3)		%
Peso Unitario compactado		
Contenido de humedad		
Porcentaje de absorción		

2.66
1574
1772
0.74
2.97

kg/m

3

k

g

/

2.	82	m3
15	21	
16	89	%
0.	17	%

Estimación la cantidad de agregado grueso:

Cantidad de agregado= grueso
(en kg)

Volumen de agregado
grueso (m3)

x

Peso unitario seco y
compactado del agregado
grueso (en Kg/m3)

**VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE
CONCRETO**

Volumen seco y comp. agregado grueso ingresar <input type="text" value="0.60"/> m3	TAMANO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de Agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino			
		MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
		2.40	2.60	2.80	3.00
Peso unitario seco y compactado del agregado grueso (1650 kg/m3 prom.) dato <input type="text" value="1689"/> kg/m3 Peso seco de agregado grueso resultado <input type="text" value="1018.47"/> kgs.	3/8"	0.5 0	0.4 8	0.46	0.44
	1/2"	0.5 9	0.5 7	0.55	0.53
	3/4"	0.6 6	0.6 4	0.62	0.60
	1 "	0.7 1	0.6 9	0.67	0.65
	1.1/2"	0.7 6	0.7 4	0.72	0.70
	2 "	0.7 8	0.7 6	0.74	0.72
	3 "	0.8 1	0.7 9	0.77	0.75
	6 "	0.8 7	0.8 5	0.83	0.81

NOTAS:

*Los volúmenes de agregado grueso mostrados, está en condiciones seca y compactada, según norma ASTM C29.

*Para concretos más trabajable, tales como los colocados por bombeo, reducir los valores en un 10%

*El módulo de fineza de la arena = suma de las relaciones (acumulativas) retenidas en mallas N°4, N°8, N°16, N°30 N° 50, N°100.

Estimación del contenido de agregado fino:

Volumen absoluto de los materiales por m3 de concreto

Materiales necesita calcular)	Resultados	(no	<u>Volumen absoluto de agregado fino (m3)</u>	
Cemento	0.1447	m3	= 1 - 0.7459 =	0.2541
Agua	0.1800	m3		
Aire	0.0600	m3		
A. Grueso	<u>0.3612</u>	m3		
total	0.7459	m3		
			<u>Peso del Agregado fino (kgs)</u>	
			= 0.2541 x 2660	
			= 676.0 kgs	

Contenido de humedad de los agregados

		Agregado Grueso		Agregado fino	
Húm. total	W%	0.17	%	0.31	%
% de absorción	A	0.31	%	0.74	%
	%				

Ajustes de materiales por humedad

	Pesos materiales/m3 sin corrección		Pesos materiales/m3 corregidas	
Cemento	450.0	kgs	450.0	kgs
A. Fino	676.0	kgs	678.1	kgs
A. Grueso	1018.467	kgs	1020.2	kgs
Agua	180	kgs o lts	184.3	lts

Expresiones de las proporciones en peso

Por cada kg de cemento se usara:					
Cemento	<u>450.0</u>	=	1	A. grueso	<u>1020.2</u> = 2.27
	450.0				450.0
A. Fino	<u>678.1</u>	=	1.51	Agua	<u>184.3</u> = 0.41
	450.0				450.0

Lo anterior se expresa de la siguiente manera:

1	:	1.51	:	2.27	/	0.41
----------	---	-------------	---	-------------	---	-------------

Cantidad de materiales por saco de cemento

Bolsas de cemento:	1				
Cemento	1	x	42.5	=	42.50 Kgs.
Agregado fino	1.51	x	42.5	=	64.05 Kgs.
Agregado grueso	2.27	x	42.5	=	96.35 Kgs.
Agua efectiva	0.41	x	42.5	=	17.41 lts.

PROPORCIONES EN VOLUMEN

Cemento	1	pie3		
Agregado fino	1.44	pie3		
Agregado grueso	2.24	pie3		
Agua efectiva	17.41	Lts/Bls		
1	:	1.44	:	2.24 / 17.41

Al utilizar un superplastificante para adicionarlo a la mezcla se tiene que hacer uso de acuerdo a las investigaciones sobre este caso donde menciona que este tipo de aditivos tiene que ser usado en concretos de alta resistencia, para nuestro caso como se va realizar un reforzamiento de un espesor de 7.5 cm mínimo y un máximo de 15cm, se optó por utilizar un concreto de resistencia 350Kg/cm² para que pueda lograr una mejor adherencia y resistencia en las columnas existentes como se muestra en los cálculos anteriores.

Por lo tanto, una vez obtenido la relación agua/cemento para lograr la resistencia de diseño, se procede a realizar los ensayos bajo cargas de compresión a los cilindros de concreto mencionados, como se muestra en las siguientes tablas 11, 12 y 13, resultados para los 7, 14 y 28 días, para así determinar la capacidad de carga que va desarrollando al pasar el tiempo de fraguado y así observar su eficiencia en el requerimiento.

Con respecto a esto, se procedió a realizar los cilindros de concreto siguiendo los requerimientos del diseño de mezcla, por lo tanto, se obtuvo los siguientes comportamientos:

Tabla 11: Ensayo a compresión a los 7 días de fraguado.

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	TIPO DE FRACTURA
1	M1 SP	25/04/2019	02/05/2019	80.1	12,994	331	Tipo 3
2	M2 SP	25/04/2019	02/05/2019	81.7	10,998	320	Tipo 2
3	M3 SP	25/04/2019	02/05/2019	83.5	11,391	316	Tipo 2
4	M4	25/04/2019	02/05/2019	76.1	9,173	306	Tipo 3
5	M5	25/04/2019	02/05/2019	83.3	8,742	308	Tipo 2
6	M6	25/04/2019	02/05/2019	78.9	9,788	312	Tipo 2

Fuente: Lic. J. Basurto P.

Tabla 12: Ensayo a compresión a los 14 días de fraguado.

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	TIPO DE FRACTURA
1	M1 SP	25/04/2019	09/05/2019	78.7	13,344	373	Tipo 2
2	M2 SP	25/04/2019	09/05/2019	78.7	15,038	384	Tipo 2
3	M3 SP	25/04/2019	09/05/2019	78.6	14,431	362	Tipo 2
4	M4	25/04/2019	09/05/2019	78.6	10,575	336	Tipo 3
5	M5	25/04/2019	09/05/2019	78.7	11,658	331	Tipo 2
6	M6	25/04/2019	09/05/2019	78.7	13,091	338	Tipo 3

Fuente: Lic. J. Basurto P.

Tabla 13: Ensayo a compresión a los 28 días de fraguado.

Nº	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	TIPO DE FRACTURA
1	M1 SP.	25/04/2019	23/05/2019	78.7	13,344	390	Tipo 2
2	M2 SP.	25/04/2019	23/05/2019	79.7	15,238	395	Tipo 2
3	M3 SP.	25/04/2019	23/05/2019	79.6	14,831	391	Tipo 2
4	M4	25/04/2019	23/05/2019	79.6	10,975	353	Tipo 3
5	M5	25/04/2019	23/05/2019	79.7	11,558	351	Tipo 2
6	M6	25/04/2019	23/05/2019	78.7	13,391	350	Tipo 3

Fuente: Lic. J. Basurto P.

Propuesta e implementación para reducir la fatiga o fallas en las columnas debido al aumento de cargas

Para este caso, el objetivo de la investigación se basa en el mejoramiento de la estructura para así aumentar niveles en el mismo y este sea capaz de soportarlo sin hacerse vulnerable a posibles desastres. Por lo tanto, se tiene la propuesta de una ampliación en la vivienda de estudio, la cual cuenta en la actualidad con 3 niveles y se le aplicará una ampliación de un cuarto y quinto nivel. De esta manera, en las siguientes imágenes, se describen las plantas de los niveles existentes, donde se proponen los refuerzos en columnas por encamisado de concreto, debidamente seleccionadas luego del diagnóstico realizado a la vivienda, así también tomando en cuenta la distribución de las mismas en el campo, como se muestra en la figura 39, 40 y 41.

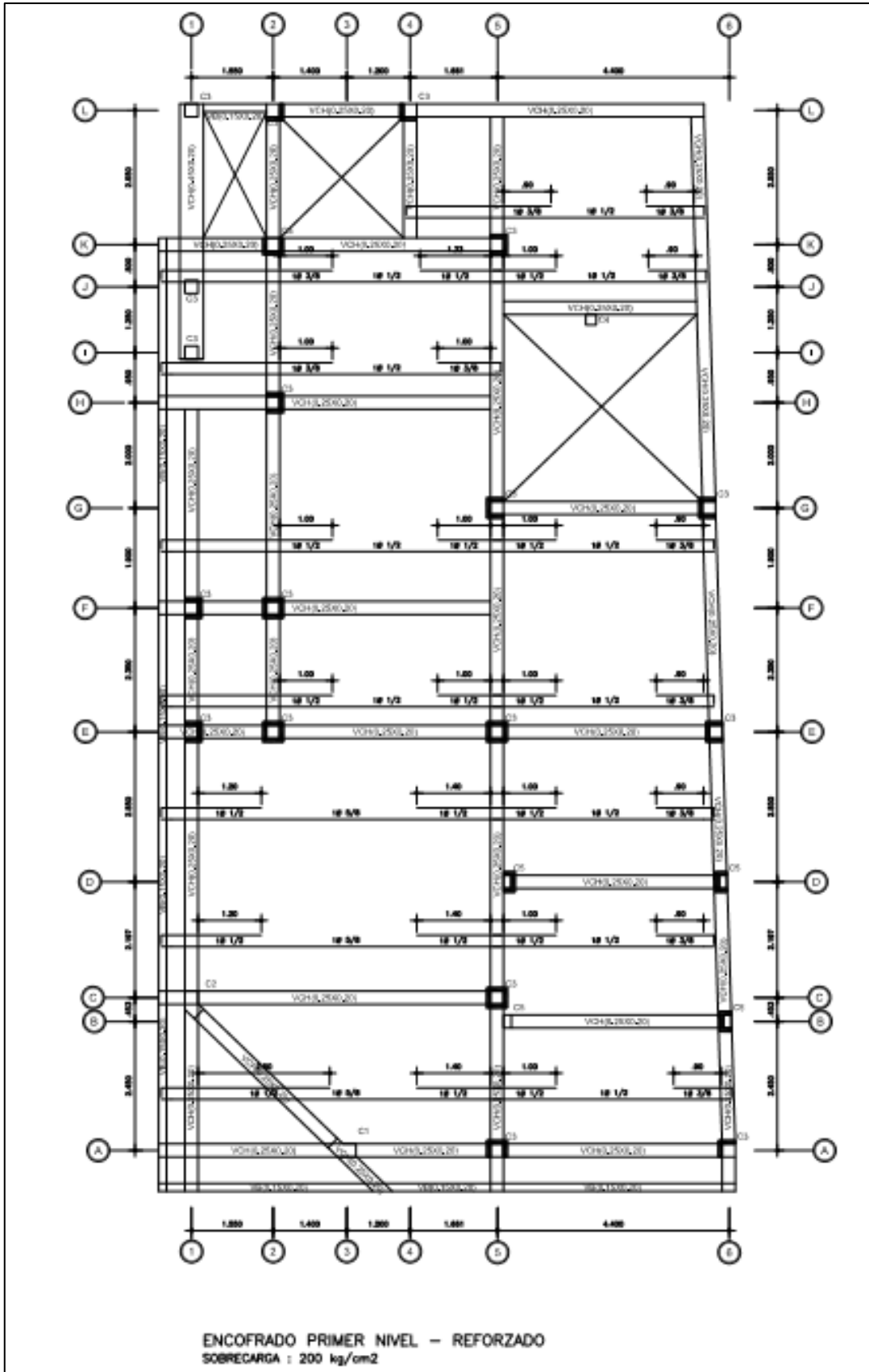


Figura 39. Aligerado primer nivel reforzada
Fuente propia.

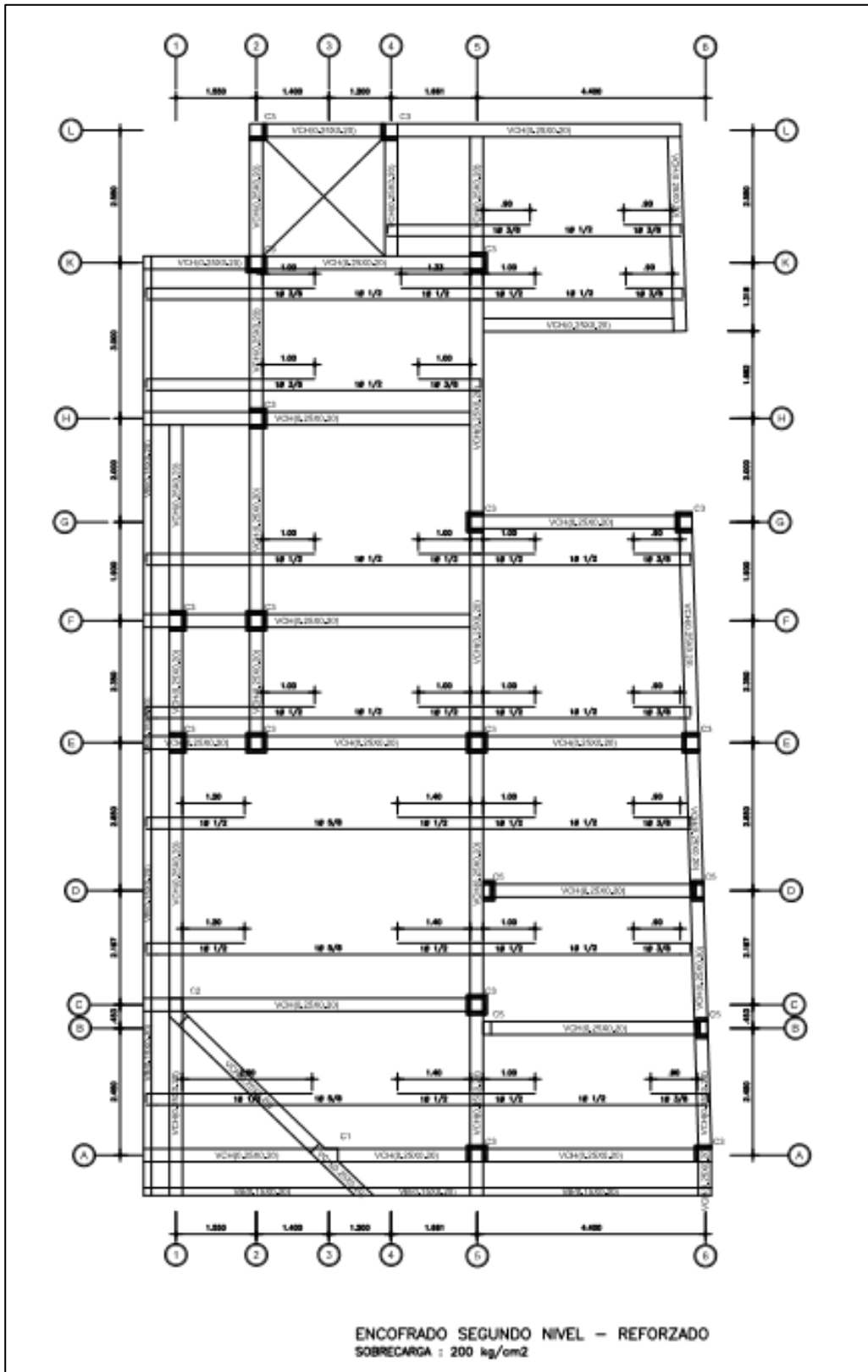


Figura 40. Aligerado segundo nivel reforzado

Fuente propia.

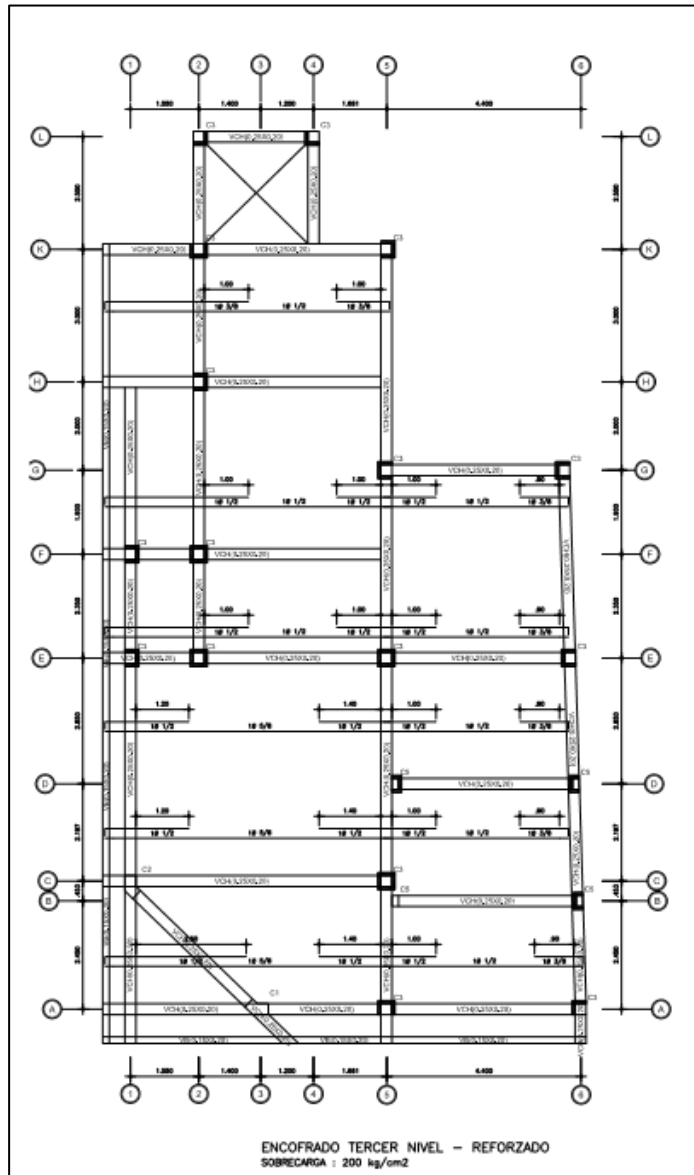


Figura 41. Aligerado tercer nivel reforzado

Fuente propia.

En referencia a esto, el encamisado propuesto será aplicado siguiendo los requerimiento y diseño planteados en la norma, como también calculados por un especialista. Sin embargo, ya que la investigación es de tipo académica, solo se presentará como propuesta, dando alcance para una futura ampliación de la vivienda.

A continuación, se presenta el plano de aligerado de lo que será el techo de los nuevos niveles agregados, como se muestra en la figura 42.

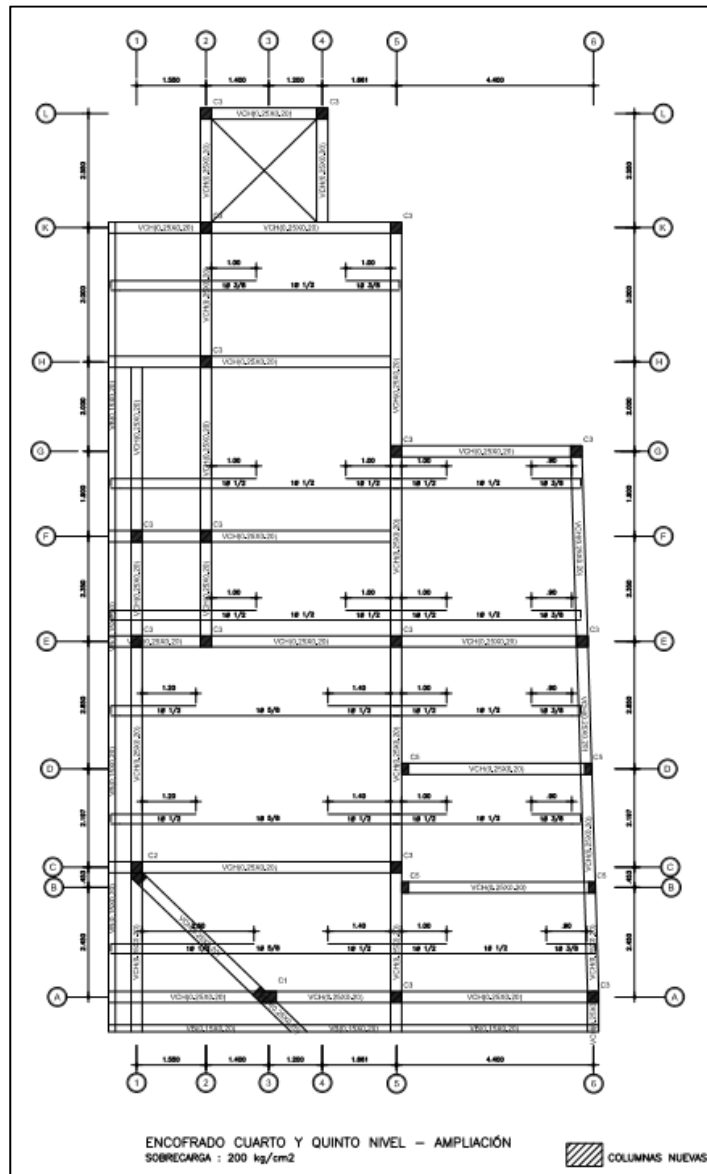


Figura 42. Planta cuarto y quinto nivel reforzado.

Fuente propia.

Como se puede notar, para la construcción de las nuevas plantas se deberá incrementar elementos estructurales, lo cual irán anclados en el nivel anterior, es decir, el tercer nivel existente.

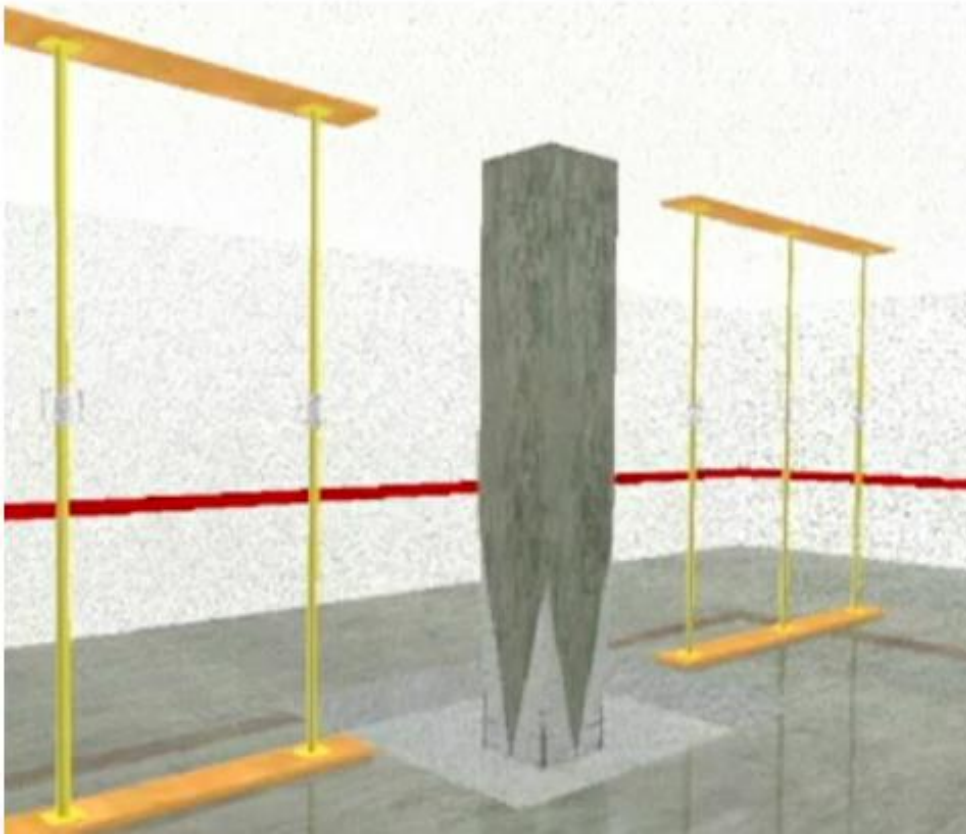
Diseño de refuerzo por encamisado

Para este caso la columna existente se envuelve con una camisa de concreto, la cual incorpora un nuevo refuerzo y mantiene la continuidad del soporte a los elementos estructurales horizontales.

Procedimiento

1) Apuntalamiento:

Este debe considerarse de tal forma que el encamisado de concreto resista parte de la carga total y no solo los incrementos, como se muestra en la figura 43.



*Figura 43. Ilustración de apuntalamiento.
Fuente: GarciaJosune y Chirico G.*

2) Limpieza de la superficie en la columna existente:

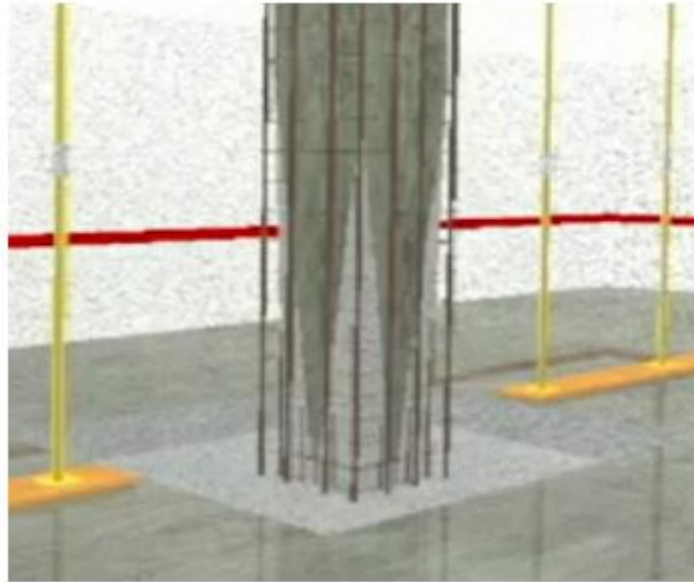
Dependiendo del estado de la columna existente entre la superficie entre el concreto viejo y el de refuerzo, habrá diferentes métodos de limpieza:

- Limpiar la superficie de concreto eliminando el polvo, suciedad o material susceptible a deterioro y aplicar una capa de agua y cemento para la adherencia con el concreto nuevo
- Cajear en intervalos de 30cm la columna existente, creando entrantes y salientes para una mejor transferencia de esfuerzo.
- Cuando haya refuerzos de cierta cantidad, se recomienda picar el recubrimiento en las esquinas y en ellas las armaduras originales y conectarlas a las nuevas barras dobladas en forma de horquilla.

- De igual forma, si está muy deteriorada el concreto existente, se recomienda eliminar todo el recubrimiento de la columna, descubriendo el refuerzo y conectándola a las nuevas horquillas soldadas.

3) Colocación del refuerzo longitudinal y ligaduras

La posición de las barras de refuerzo longitudinal, deben ser distribuidas de manera uniforme y tener una separación mínima de 10cm, como se muestra en la figura 44.



*Figura 44. Nueva armadura.
Fuente:GarciaJosune y Chirico G.*

4) Anclaje de la armadura longitudinal

Se perforarán agujeros en las zapatas, luego de ser limpiado para que las barras de acero puedan estar eficientemente ancladas con resina epóxica.

5) Continuidad entre los pisos de los refuerzos longitudinales añadido.

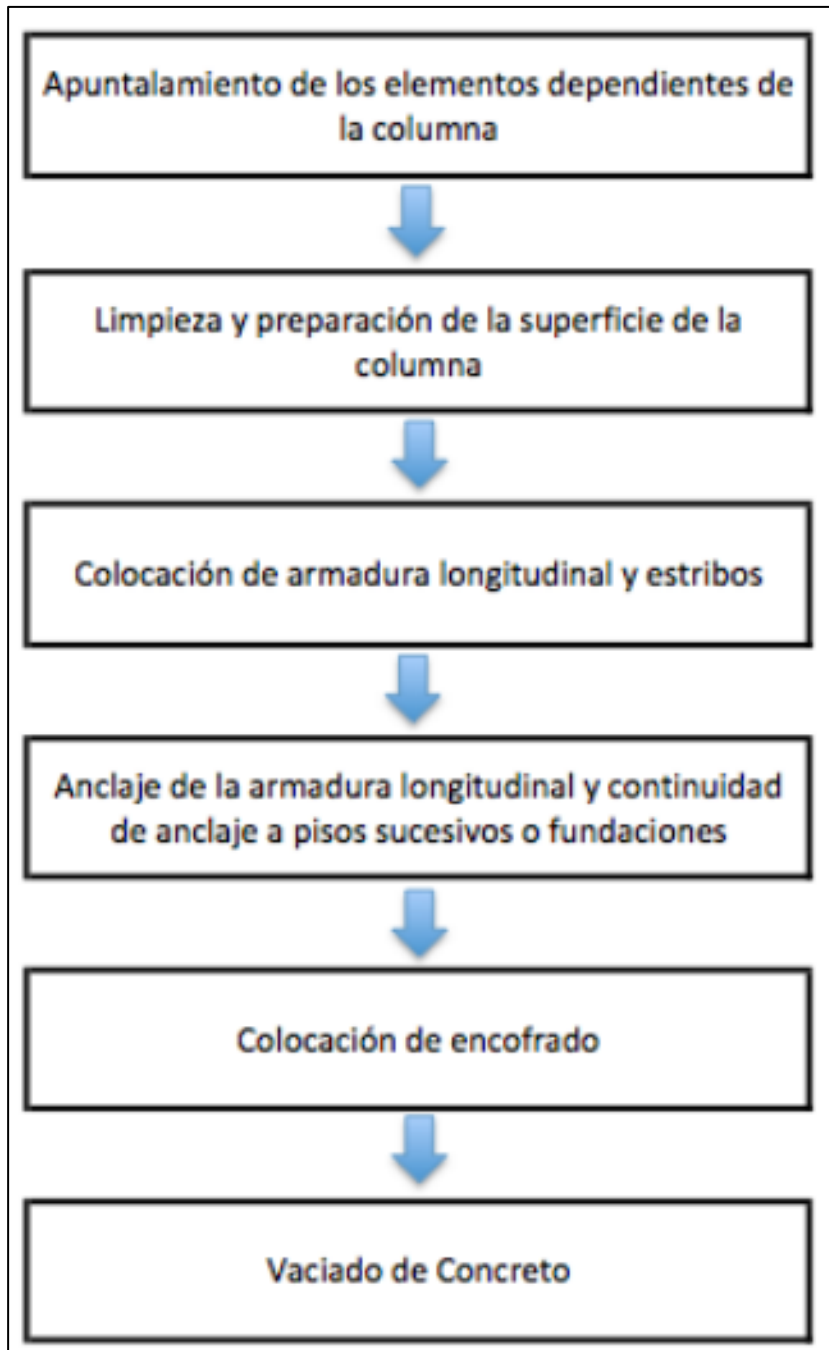
Se perforan agujeros en la losa para pasar las nuevas barras de acero por la misma y garantizar la continuidad. De igual manera los agujeros deben ser limpiados y se debe añadir una resina epóxica a los mismos para que las nuevas barras de acero se adhieran perfectamente.

6) Colocación de encofrado

Se debe encofrar el elemento y colocarle contrafuertes y correas para asegurar una buena sección lo más confinada posible.

7) Añadido de concreto

Es recomendable utilizar un concreto que no se contraiga que sea autocompactable, de alta resistencia y alta durabilidad. Para el curado total del concreto debe pasar un lapso de 10 días, como se muestra en la figura 45 y 46.



*Figura 45. Proceso de nueva armadura.
Fuente: García Josune y Chirico G.*

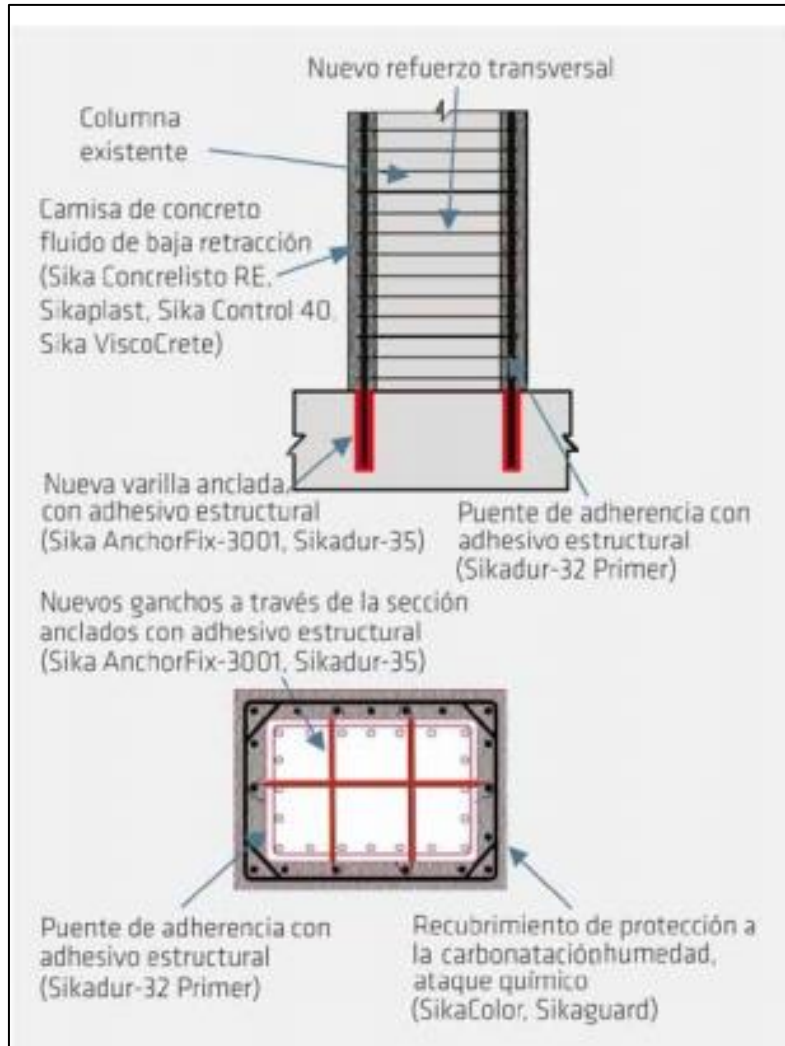


Figura 46. Encamisado de concreto reforzado en columna.

Fuente: Sika.

Para realizar el reforzamiento de la vivienda diagnosticada, se deben seguir los pasos anteriormente mencionados, además se deberá cortar los muros laterales que puedan estar en el contorno de la columna, esto es para que al realizar el reforzamiento de los 7 cm del nuevo concreto con las varillas de basalto puedan garantizar una mejor adherencia y por consiguiente poder lograr que la columna pueda adquirir una mayor resistencia. De igual forma, debido a la ubicación de las columnas, se propone realizar 3 tipos de refuerzos; en forma de “L”, en forma de “U” y en forma de cajón respectivamente como se describe a continuación en la figura 47.

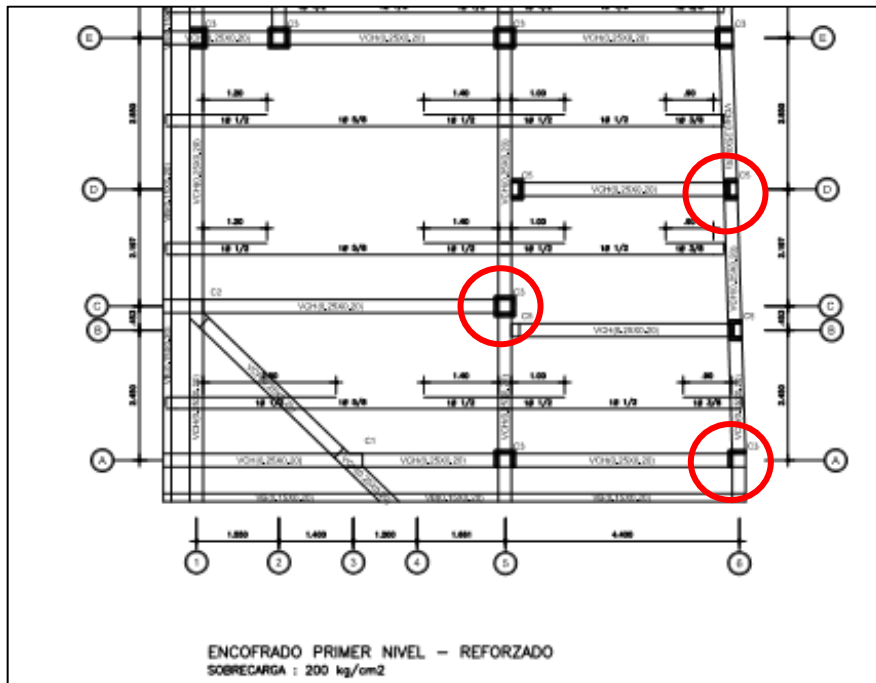


Figura 47. Identificación de reforzamiento

Análisis de costos para refuerzos en columnas por encamisado de concreto y varillas de basalto

Para la realización y aplicación de este tipo de refuerzo es necesario de los siguientes estudios antes de efectuar el mismo sobre los elementos. En este caso, se tomó el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería.

De igual forma, cabe destacar, las varillas de basalto por ser un material relativamente nuevo y de poca distribución el costo del mismo fue hallado en dólares, teniendo este un costo de \$1.02 (s./ 3.37) el metro lineal para barras de tamaño de 12mm (1/2”), en comparación al valor en el país para este tipo de barra en acero de 1/2” el costo es de s./ 29.54 c/u siendo estas de 9m, por lo tanto, el metro lineal para este material sería de s./ 3.31 aproximadamente. Haciendo una comparación, se tiene el valor de las varillas de basalto y las de acero tienen una ligera diferencia en precio, sin embargo, si consideramos el peso del basalto que varía entre 1.8-2.1 g/cm³ con respecto al acero que tiene 7.9g/cm³ es evidente que el coste en el flete es menor al acero hasta casi el triple haciendo del basalto más económico que el acero, aplican mejor comportamiento como se describió anteriormente.

Todo esto resultando para determinar qué cantidad y ubicación podrá ser útil para el refuerzo en las columnas de la vivienda diagnosticada y así hacer posible el aumento de niveles propuestos.

Comparación del costo del reforzamiento estructural de la vivienda de estudio usando varillas de acero y varillas de basalto

Se verifica basándose en las partidas pertinentes para el reforzamiento, usando precios actuales, como se muestra en la imagen 48 y 49:

Presupuesto					
Presupuesto	0102053	INFLUENCIA DEL ENCAMISADO EN COLUMNAS DE CONCRETO USANDO CEMENTO IP CON SUPERPLASTIFICANTES Y VARILLAS DE BASALTO PARA INCREMENTAR NÚMERO DE PISOS EN EDIFICACIONES			
Subpresupuesto	002	ENCAMISADO CON VARILLAS DE ACERO			
Cliente	S10 S.A.C.	Costo al	01/07/2019		
Lugar	LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				31,881.74
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,125.19
01.01.01	CORTE DE PISO EXISTENTE	m3	2.37	25.11	59.51
01.01.02	EXCAVACION PARA ZAPATAS EN TERRENO NATURAL	m3	18.96	47.30	896.81
01.01.03	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR DE PRESTAMO TIPO m3		5.58	59.05	329.50
01.01.04	AFIRMADO NIVELACION Y APISONADO DE TERRENO NATURAL	m2	13.95	2.73	38.08
01.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	16.06	112.16	1,801.29
01.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				887.54
01.02.01	SOLADO C:AG 1:12 β=10 cm	m2	16.99	12.99	220.70
01.02.02	CONCRETO FALSO PISO C:AG 1:8 e=10 cm	m2	13.95	35.37	493.41
01.02.03	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 + 30% PIEDRA GRANDE	m3	0.41	216.28	88.67
01.02.04	CONCRETO SOBRECIMENTOS $f_c=175$ kg/cm ² + 25% P.M.	m3	0.19	267.91	50.90
01.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SOBRECIMIENTO	m2	0.96	35.27	33.86
01.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				27,869.01
01.03.01	ZAPATAS				4,814.54
01.03.01.01	CONCRETO ZAPATAS $f_c=210$ kg/cm ²	m3	10.75	376.36	4,045.87
01.03.01.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	163.20	4.71	768.67
01.03.02	COLUMNAS				23,054.47
01.03.02.01	CONCRETO COLUMNAS $f_c=210$ KG/CM ² CON SUPERPLASTIFICANTE	m3	20.38	437.39	8,914.01
01.03.02.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	1,139.02	4.71	5,364.78
01.03.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS	m2	191.86	45.74	8,775.68
	Costo Directo				31,881.74
	Gastos Generales 10%				3,188.17
	Utilidad 10%				3,188.17
	SUB TOTAL				38,258.08
	IGV 18%				6,886.45
	Total del Presupuesto				45,144.53
SON:	CUARENTICINCO MIL CIENTO CUARENTICUATRO Y 53/100 NUEVOS SOLES				

Imagen 48: Presupuesto usando varillas de acero
Fuente propia

Presupuesto					
Presupuesto	0102053	INFLUENCIA DEL ENCAMISADO EN COLUMNAS DE CONCRETO USANDO CEMENTO IP CON SUPERPLASTIFICANTES Y VARILLAS DE BASALTO PARA INCREMENTAR NÚMERO DE PISOS EN EDIFICACIONES			
Subpresupuesto	003	ENCAMISADO CON VARILLAS DE BASALTO			
Cliente	S10 S.A.C.			Costo al	01/07/2019
Lugar	LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				27,655.99
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,125.19
01.01.01	CORTE DE PISO EXISTENTE	m3	2.37	25.11	59.51
01.01.02	EXCAVACION PARA ZAPATAS EN TERRENO NATURAL	m3	18.96	47.30	896.81
01.01.03	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL GRANULAR DE PRESTAMO TIPO m3		5.58	59.05	329.50
	AFIRMADO				
01.01.04	NIVELACION Y APISONADO DE TERRENO NATURAL	m2	13.95	2.73	38.08
01.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	16.06	112.16	1,801.29
01.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				887.54
01.02.01	SOLADO C:AG 1:12 e=10 cm	m2	16.99	12.99	220.70
01.02.02	CONCRETO FALSO PISO C:AG 1:8 e=10 cm	m2	13.95	35.37	493.41
01.02.03	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 + 30% PIEDRA GRANDE	m3	0.41	216.28	88.67
01.02.04	CONCRETO SOBRECIMENTOS $f_{cc}=175$ kg/cm ² + 25% P.M.	m3	0.19	267.91	50.90
01.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SOBRECIMIENTO	m2	0.96	35.27	33.86
01.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				23,643.26
01.03.01	ZAPATAS				4,814.54
01.03.01.01	CONCRETO ZAPATAS $f_{cc}=210$ kg/cm ²	m3	10.75	376.36	4,045.87
01.03.01.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	163.20	4.71	768.67
01.03.02	COLUMNAS				8,914.01
01.03.02.01	CONCRETO COLUMNAS $f_{cc}=210$ KG/CM ² CON SUPERPLASTIFICANTE	m3	20.38	437.39	8,914.01
01.03.02.02	BASALTO FY= 1770 kg/cm ²	kg	303.74	3.75	1,139.03
01.03.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS	m2	191.86	45.74	8,775.68
	Costo Directo				27,655.99
	Gastos Generales 10%				2,765.60
	Utilidad 10%				2,765.60
	SUB TOTAL				33,187.19
	IGV 18%				5,973.69
	Total del Presupuesto				39,160.88
	SON :	TRENTINUEVE MIL CIENTO SESENTA Y 88/100 NUEVOS SOLES			

Imagen 49: Presupuesto usando varillas de acero
Fuente propia

En referencia a esto, tenemos una diferencia de valores de s./ 5983.65, donde el presupuesto total para el basalto resulta ser un poco más económico que el acero, debido al valor unitario de estos materiales, siendo estos s./ 4.71 para el acero y s./ 3.75 para el basalto.

Análisis estructural de la propuesta de ampliación usando ETABS

Sistema Estructural de las Edificaciones

La estructuración del proyecto ha empleado muros de albañilería, columnas y vigas de concreto armado para resistir las sollicitaciones por cargas de gravedad y sísmicas.

En cuanto al sistema de techos, son de aligerados de 20 cm de espesor según se especifica en los planos de encofrados correspondientes.

Para las estructuras existentes de concreto armado se ha empleado concreto de $f'c = 141 \text{ kg/cm}^2$ para el primer piso, con acero de refuerzo de $f_y = 3150 \text{ kg/cm}^2$, resistencia $f'c = 163 \text{ kg/cm}^2$ para el segundo piso, con acero de refuerzo de $f_y = 3150 \text{ kg/cm}^2$ y resistencia $f'c = 138 \text{ kg/cm}^2$ para el tercer piso, con acero de refuerzo de $f_y = 3150 \text{ kg/cm}^2$, estos valores corresponden a los resultados de un análisis estructural realizado con un esclerómetro y un escaner para determinar la cantidad y diámetro de los fierros (ver anexo).

Para los reforzamientos de los 3 pisos se ha utilizado un concreto de alta resistencia $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con acero de refuerzo de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, el sistema resistente utilizado es de Muro de Albañilería Confinada.

Consideraciones Generales para el Análisis

Modelo Analítico

Para este caso, se realizó un modelo tridimensional usando el software de análisis de edificios ETABS V17.0.1. Donde, se tomó en cuenta 6 grados de libertad. De esta forma, se modeló la geometría de la estructura y las cargas actuantes correspondientes. Este modelo considera el efecto tridimensional del aporte de rigidez de cada elemento estructural, y considerando los apoyos en la base como empotrados.

Se consideraron para todos los pisos las vigas y columnas como elementos tipo “Frame”, para las losas se definieron viguetas para visualizar mejor los esfuerzos, los muros de

albañilería se consideraron como elementos tipo “Shell”, como se muestra desde la figura 48 hasta la 57.

Materiales (tabla 15)

Tabla 15: Materiales

Tipo	Kg/m3
Concreto	2400
Albañilería	1800

Tipo	Kg/cm2
Resistencia del concreto de refuerzo	350
Resistencia del concreto proyectado	210
Resistencia del concreto del primer piso	141
Resistencia del concreto del segundo piso	163
Resistencia del concreto del tercer piso	138
Resistencia de fluencia del acero proyectado	4200
Resistencia de fluencia del acero existente	3150
Resistencia de fluencia del basalto	1770

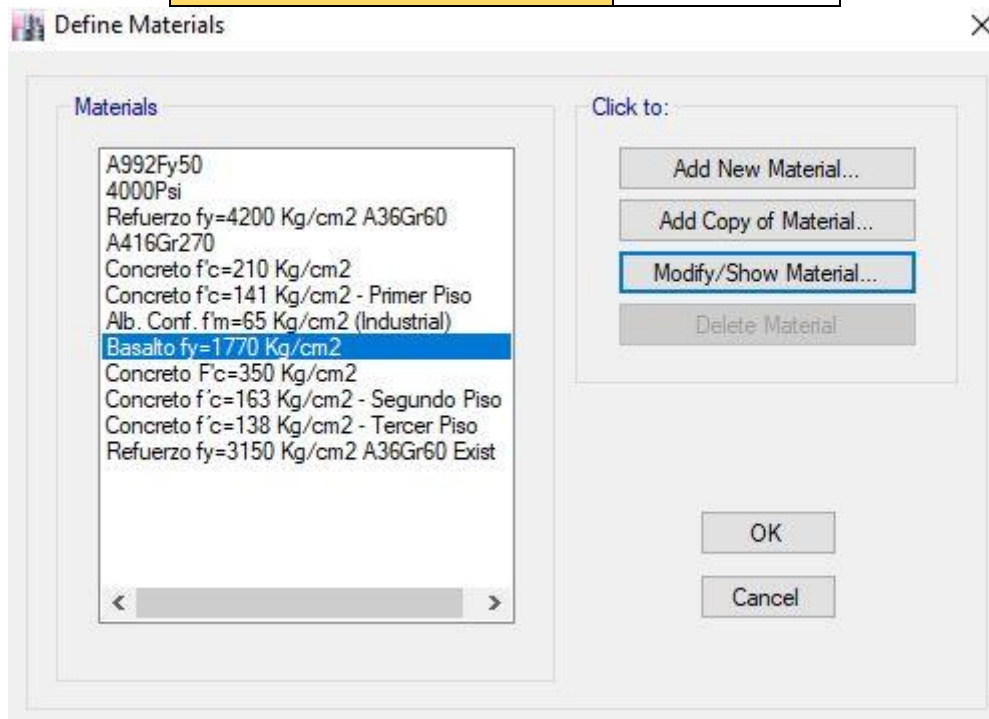


Figura 48. Definición de los materiales empleados

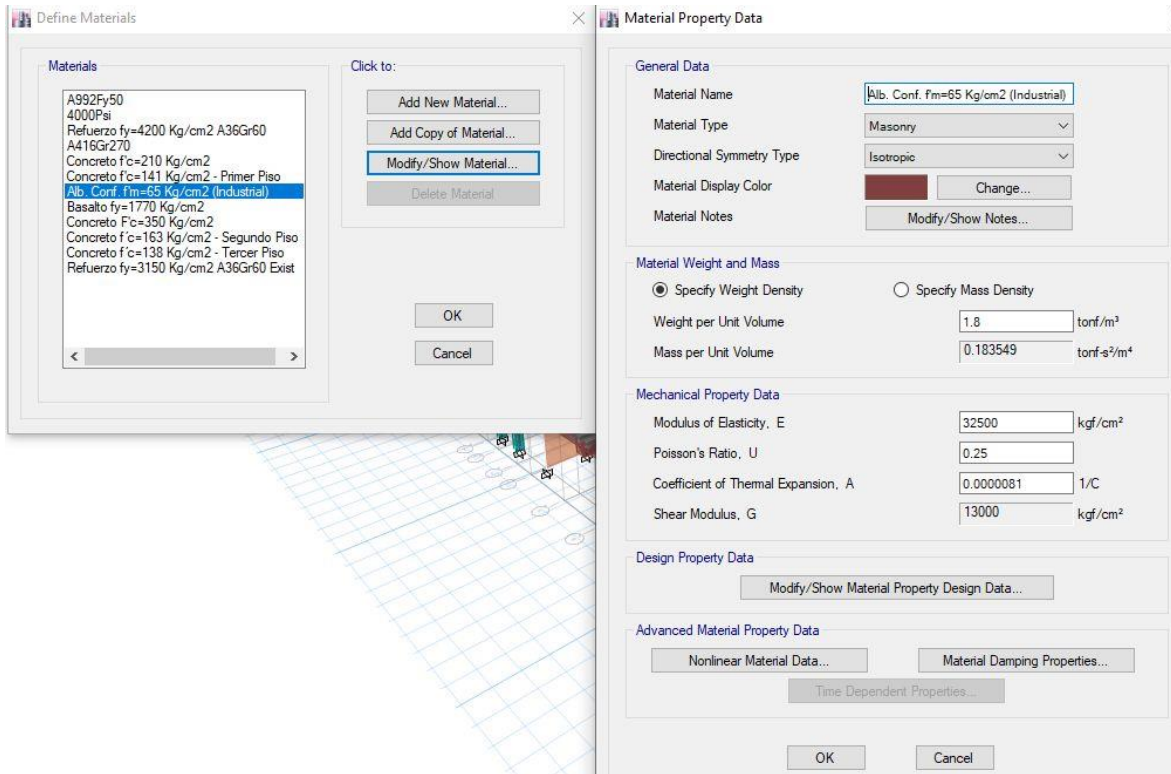


Figura 49. Características del ladrillo utilizado

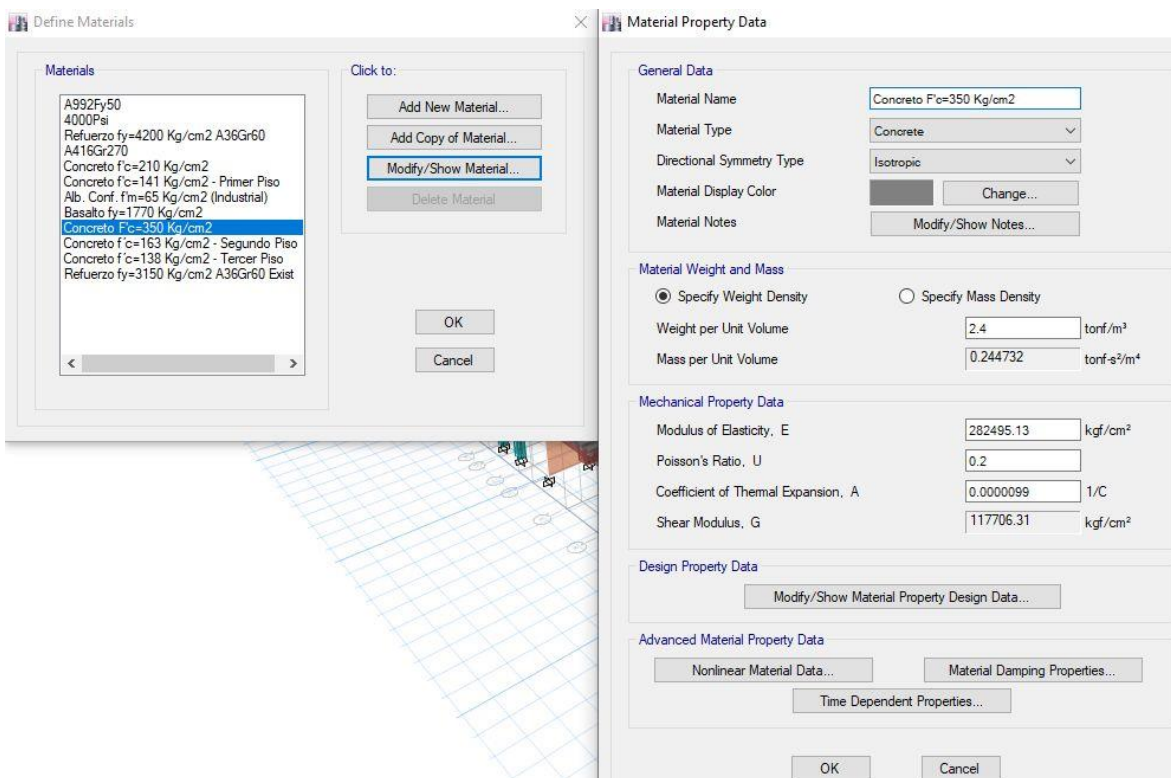


Figura 50. Característica del concreto f'c=350 Kg/cm2

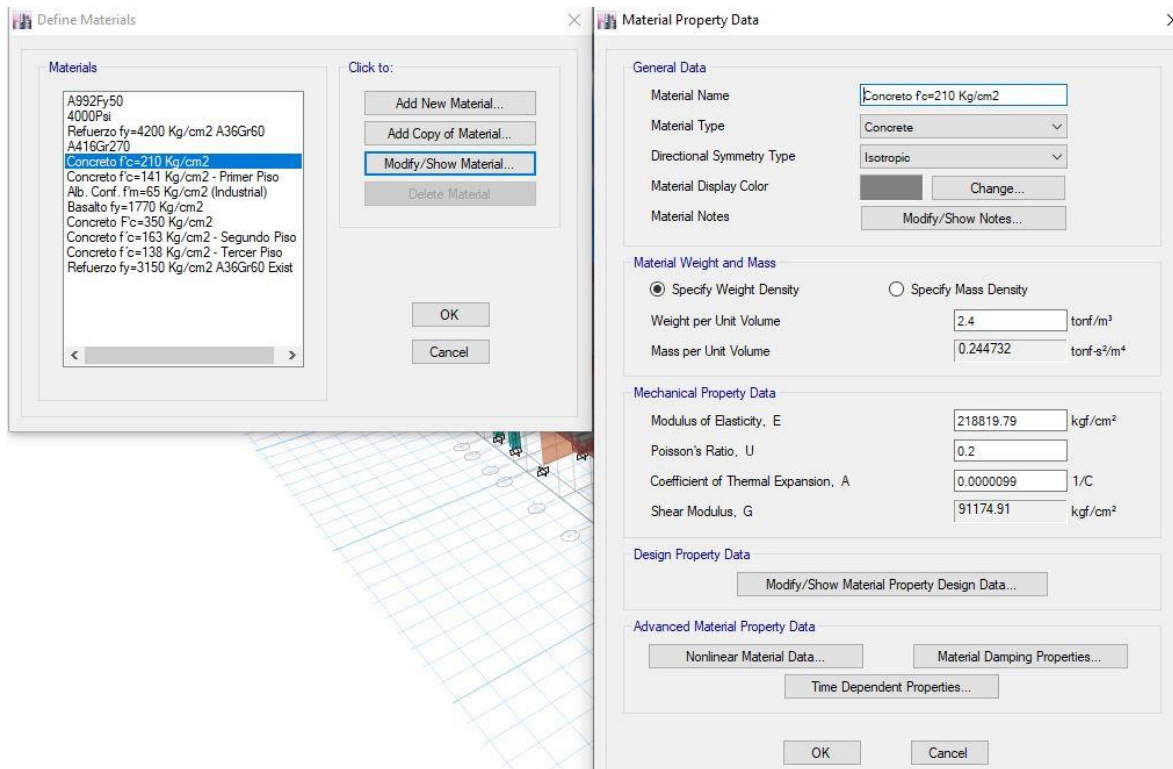


Figura 51. Característica del concreto 210 Kg/cm2

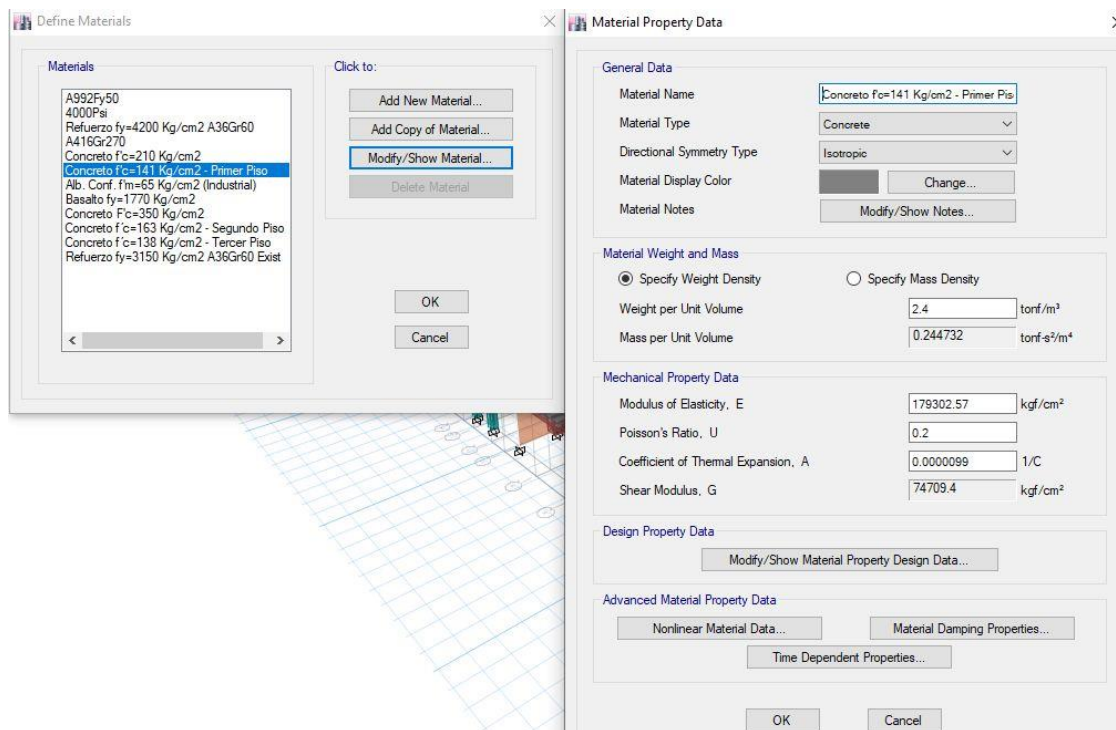


Figura 52. Característica del concreto f'c=141 Kg/cm2 del primer piso

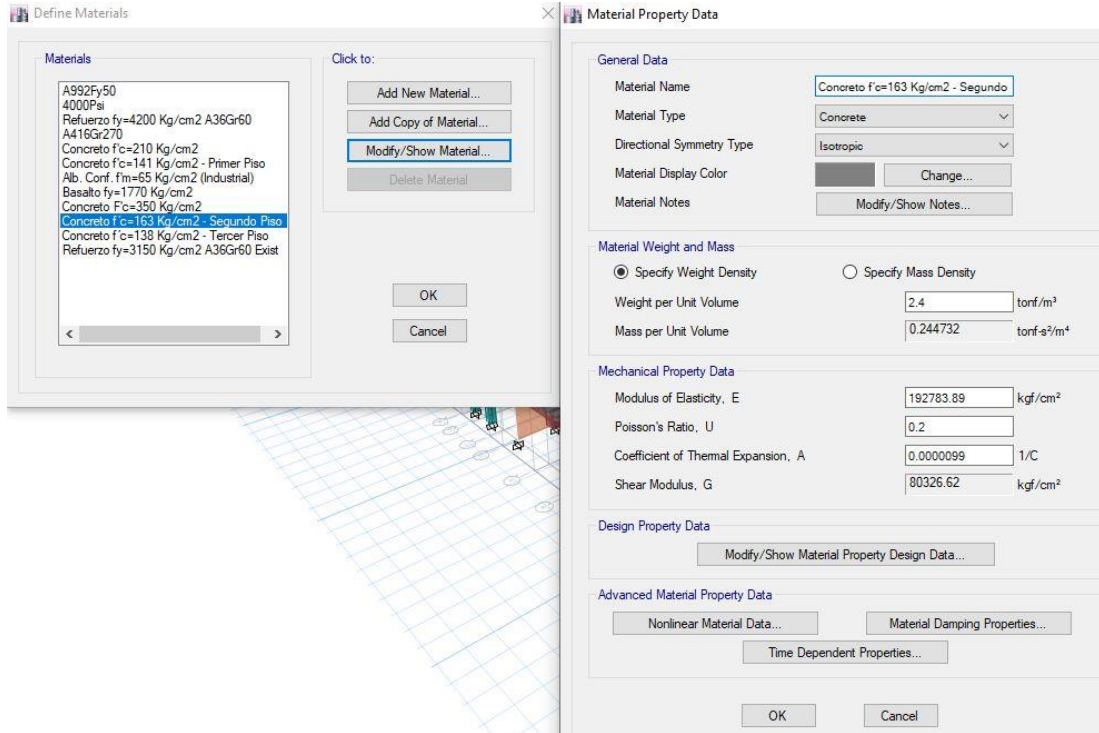


Figura 53. Concreto $f_c=163$ Kg/cm² del segundo piso

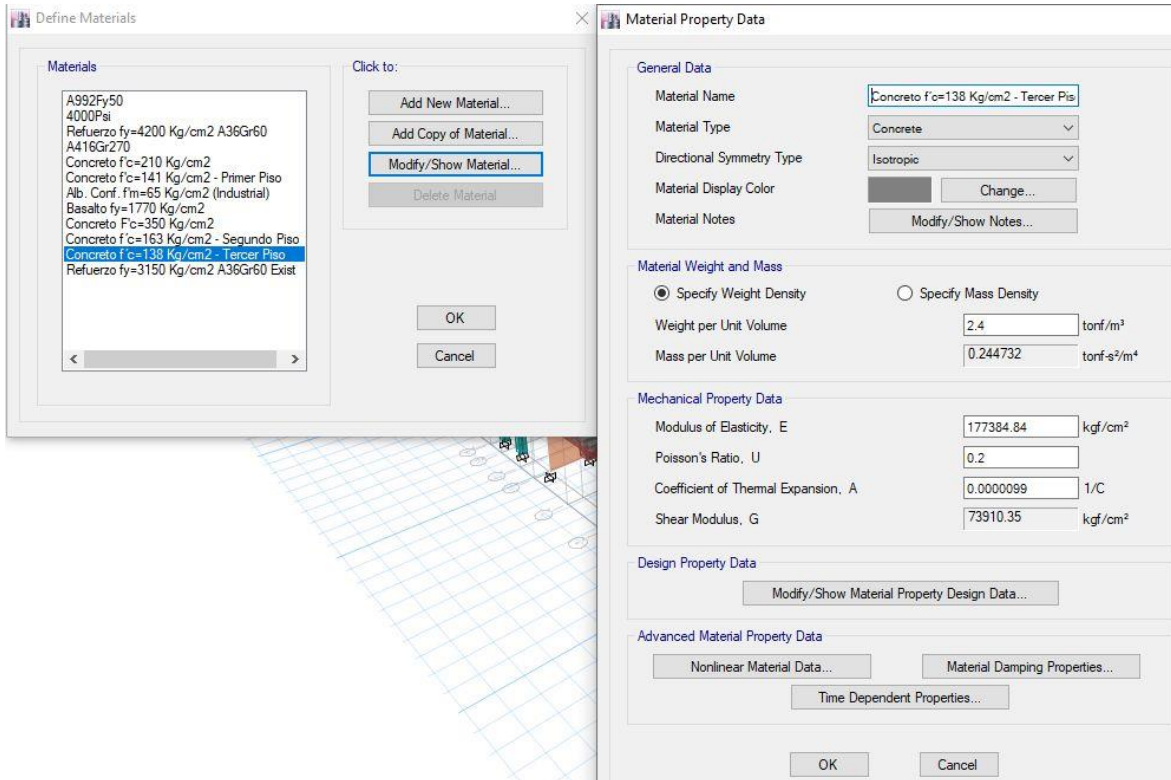


Figura 54. Concreto $f_c=138$ Kg/cm² del tercer piso

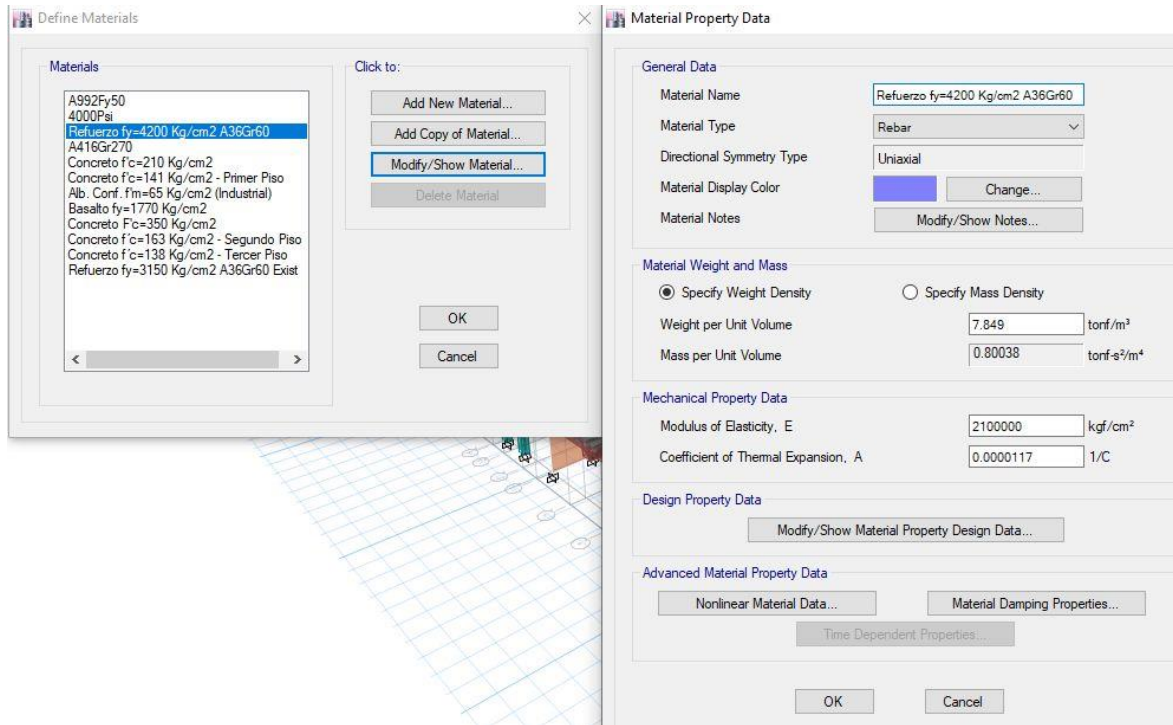


Figura 55. Característica del acero $f_y=4200$ Kg/cm² proyectado

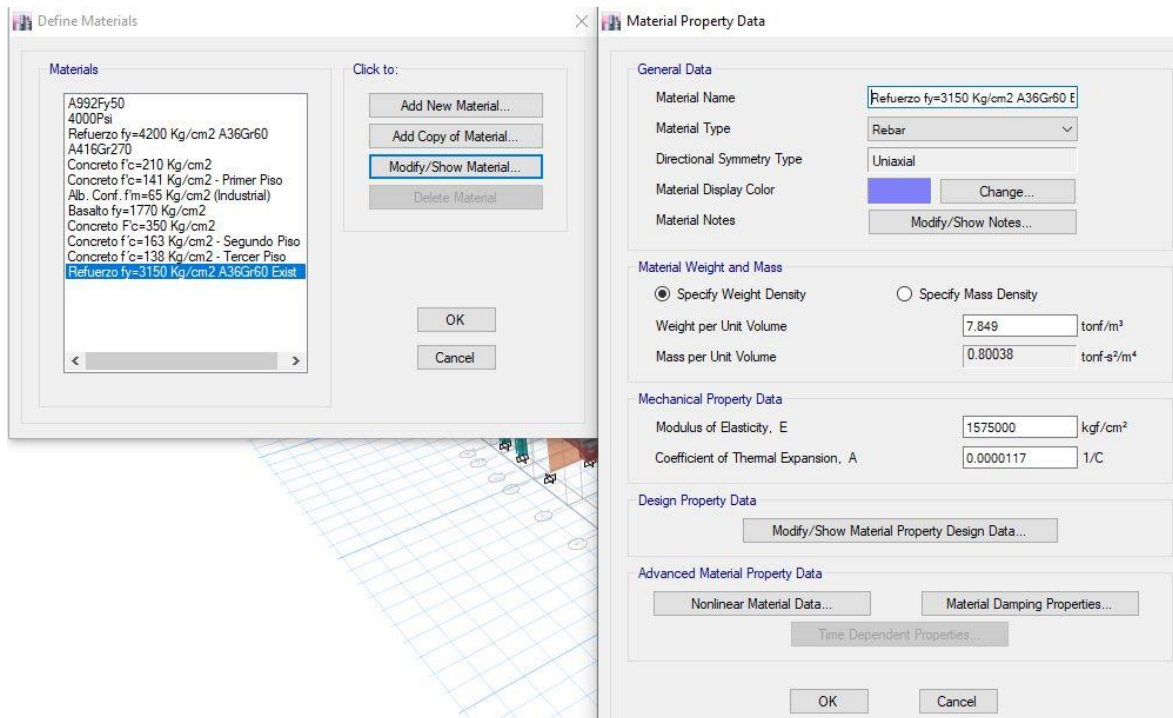


Figura 56. Característica del acero $f_y=3150$ Kg/cm² existente

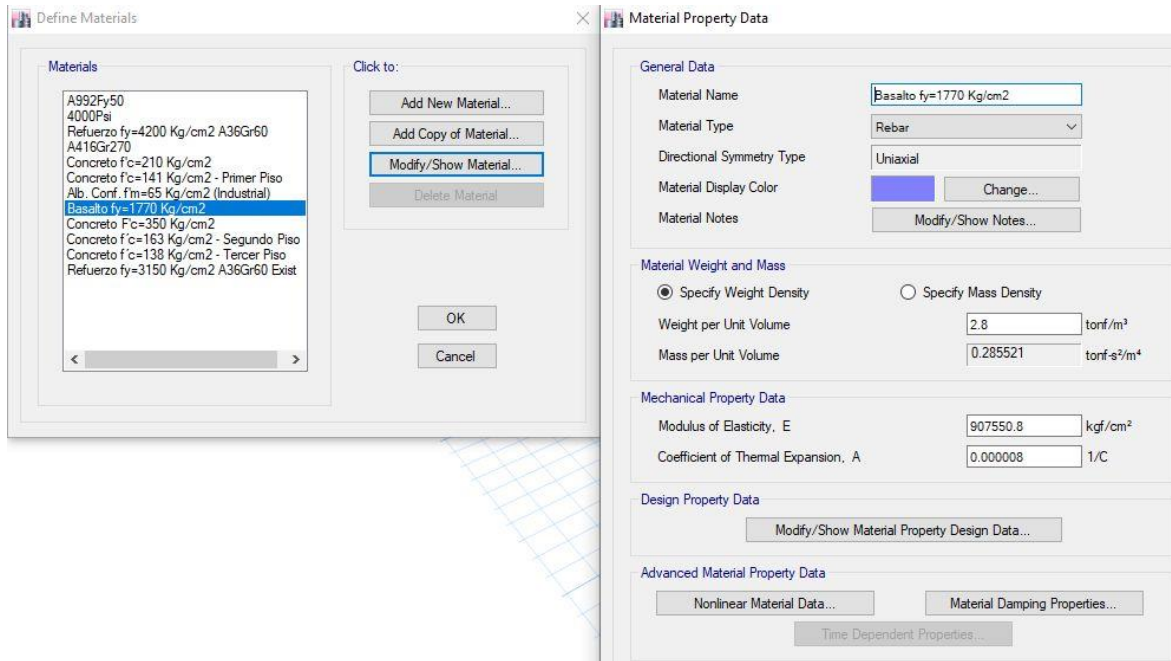


Figura 57. Característica de fluencia del basalto $f_y=1770$ Kg/cm² proyectado

Cargas de gravedad

- **Carga muerta**

Es todo peso propio, peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques u otros elementos que se proponen serán permanentes sobre la estructura.

El peso propio se calcula desde el volumen de cada elemento y el peso específico del material por el que está conformado.

Se consideraron los siguientes valores para carga muerta, según tabla 16.

Tabla 16: Cargas muertas

	Carga (Ton/m ²)
Aligerado (h=20cm)	0.30
Piso terminado	0.10
Tabiquería	0.18

- **Carga viva**

Es aquel peso de los ocupantes, equipos, materiales, muebles u otros elementos móviles soportados por la estructura, como se muestra en la figura 58, 59 y 60.

Se consideraron los siguientes valores para carga viva, según tabla 17.

Tabla 17: Cargas vivas

	S/C (ton/m2)
Ambientes	0.20
Tabiquería móvil	0.10
Azotea	0.15

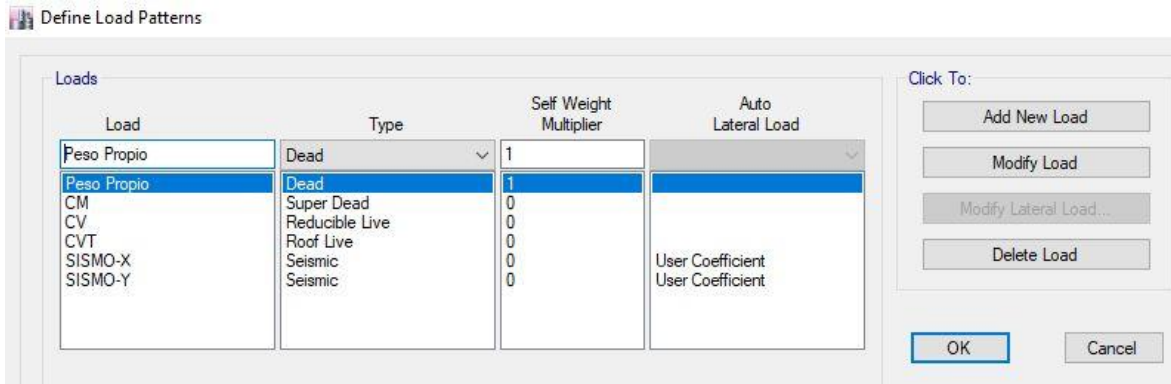


Figura 58. Cargas de Gravedad

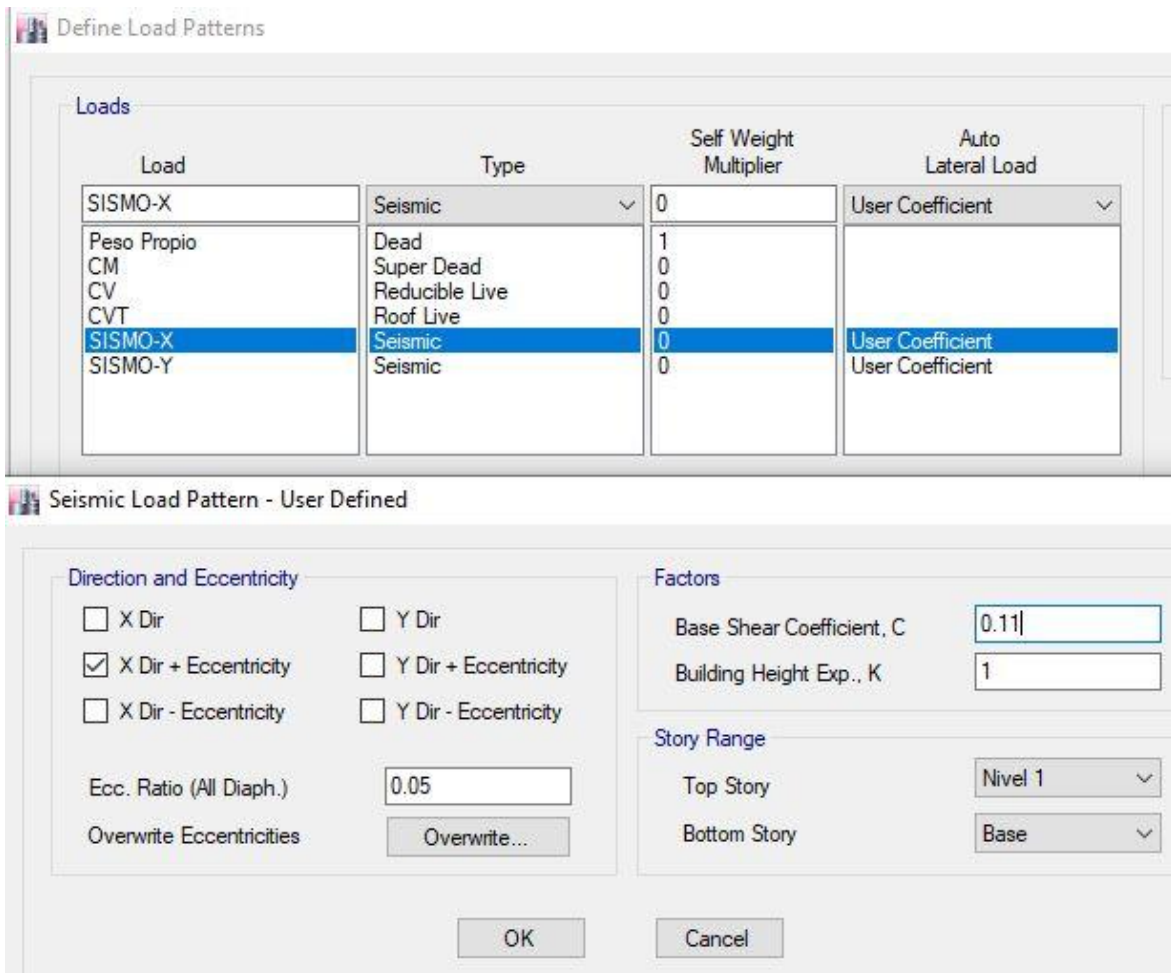


Figura 59. Carga de sismo Estático en la dirección X

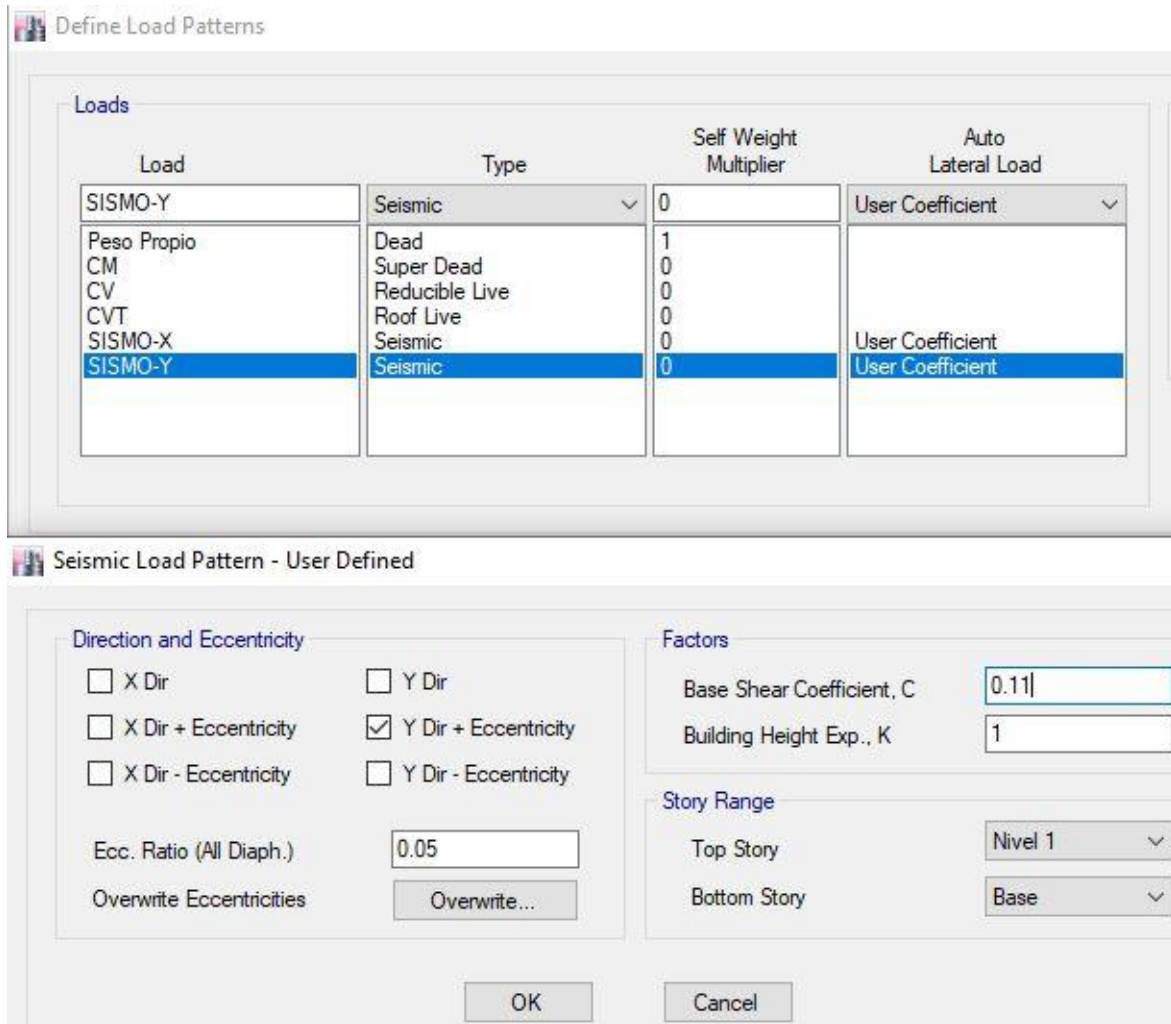


Figura 60. Carga de sismo Estático en la dirección Y

- **Zonificación**

Basándose en el **artículo 2.1** de la Norma Técnica de Edificaciones E.030, el Perú se encuentra dividido en cuatro zonas, clasificado de forma tal que expresa la distribución de la sismicidad del territorio, los rasgos generales de los movimientos telúricos la distancia epicentral, así como en información geotectónica, como se muestra en la figura 61.



Figura 61. Mapa de zonificación

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla 18.

Tabla 18: Factor de Zona

FACTORES “Z”	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Siguiendo los requerimientos de diseño sísmico descritos en la Norma Técnica de Edificaciones E.030, las características de la vivienda de estudio que cumplen para dichos requisitos dependiendo de la zona, las condiciones geotécnicas del sueño, los periodos de retorno, así como la categoría en la cual se encuentra la edificación, bien sea regular o irregular, se tienen los siguientes:

- **Resumen Parámetros Sísmicos (tabla 19, 20, 21 y 22)**

Tabla 19: Factor de zona de estudio

FACTORES DE ZONA (Z)			
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	ZONA	FACTOR DE ZONA - Z (g)
Lima	Lima	4	0.45

Tabla 20: Categoría de la edificación de estudio

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES (U)		
CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.00

Tabla 21: Parámetros del suelo de la edificación de estudio

PARAMETROS DE SUELO (S)				
TIPO	DESCRIPCION	T_p (s)	T_L (s)	S (Zona Z₄)
Suelo S2	Suelos Intermedios	0.6	2	1.05

Tabla 22: Coeficiente de reducción de estructuras regulares de la edificación de estudio

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE ESTRUCTURAS REGULARES (R)		
EDIFICACIÓN	COEFICIENTE R	
Vivienda Multifamiliar	R _x	3 (Albañilería Confinada)
	R _y	3 (Albañilería Confinada)

Análisis dinámico

Mediante el procedimiento de combinación espectral, se tiene del análisis, la respuesta máxima la cual se estima el método de combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo (E.030-2016).

Por el cual, se aplica un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones, para cada dirección, definido por la relación:

$$S_a = \frac{ZUSC}{R} \cdot g$$

El factor C, factor de amplificación sísmica, se halla a partir de la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 T < T_P & \quad C = 2.5 \\
 T_P < T < T_L & \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T} \right) \\
 T > T_L & \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Se define en un espectro a partir del producto de los factores C y S para cada periodo T, como se muestra en la figura 62,63,64,65 y 66.

CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR					
Buscar Ubicación :					
DISTRITO :	San Martín de Porres				
PROVINCIA :	Lima				
REGIÓN :	Lima				
Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z			
	ZONA 4	0.45			
Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	TIPO DE SUELO	S	TP	TL
	S2	Suelos Intermedios	1.05	0.60	2.00
Tabla N°5 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES		
	*C Edificaciones Comunes	1.00	Revisar tabla N°6 E030-2014		
Tabla N°7 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "Ro"	SISTEMA ESTRUCTURAL				Ro
	MATERIAL	ALBAÑILERIA			3
	DIR X-X	Albañilería Armada o Confinada			
	LIMITE DESPLAZAMIENTO LATERAL DIR X-X (Δ_i / h_{ei})				0.005
	MATERIAL	ALBAÑILERIA			3
	DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada			
LIMITE DESPLAZAMIENTO LATERAL DIR Y-Y (Δ_i / h_{ei})				0.005	
DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y	
Z	0.45	Ro	3	3	
U	1.00	la	0.90	0.90	
S	1.05	lp	0.90	0.90	
TP	0.60	R	2.43	2.43	
TL	2.00	g	9.81 m/s ²		
Factor de Escala para ETABS o SAP 2000 es 9.81					
hn =	26.60 m				
Periodo fundamental de la Estructura (del ETABS) :					0.595
C _{Tx} =	60	T _{ix} =	0.595 seg	C _{ix} =	2.5
			C _{ix} / R _x =	1.0288	>= 0.11
C _{Ty} =	60	T _{iy} =	0.595 seg	C _{iy} =	2.5
			C _{iy} / R _y =	1.0288	>= 0.11

Figura 62. Calculo de Espectro de Pseudo – Aceleraciones

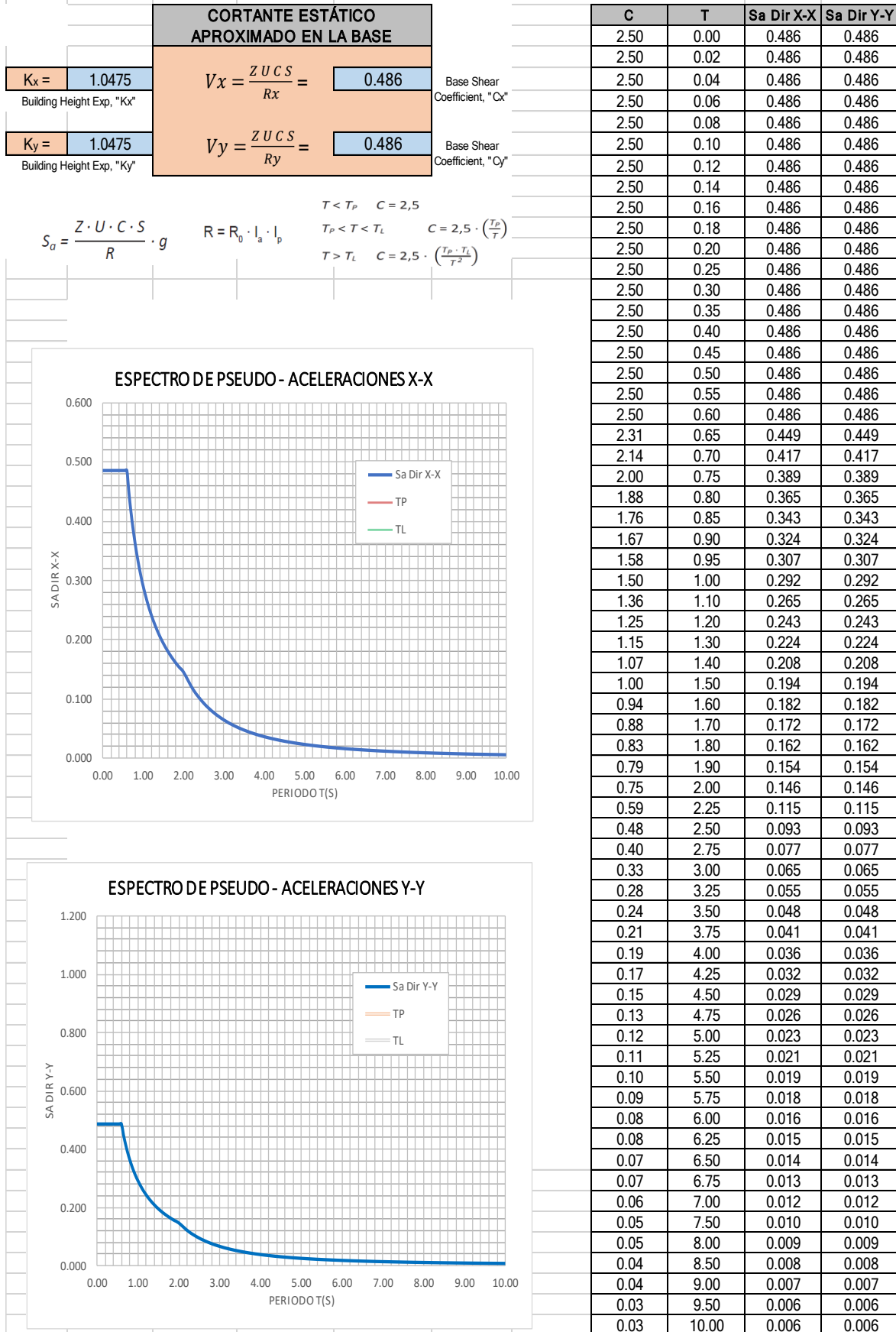


Figura 63. Calculo de Espectro de Pseudo – Aceleraciones

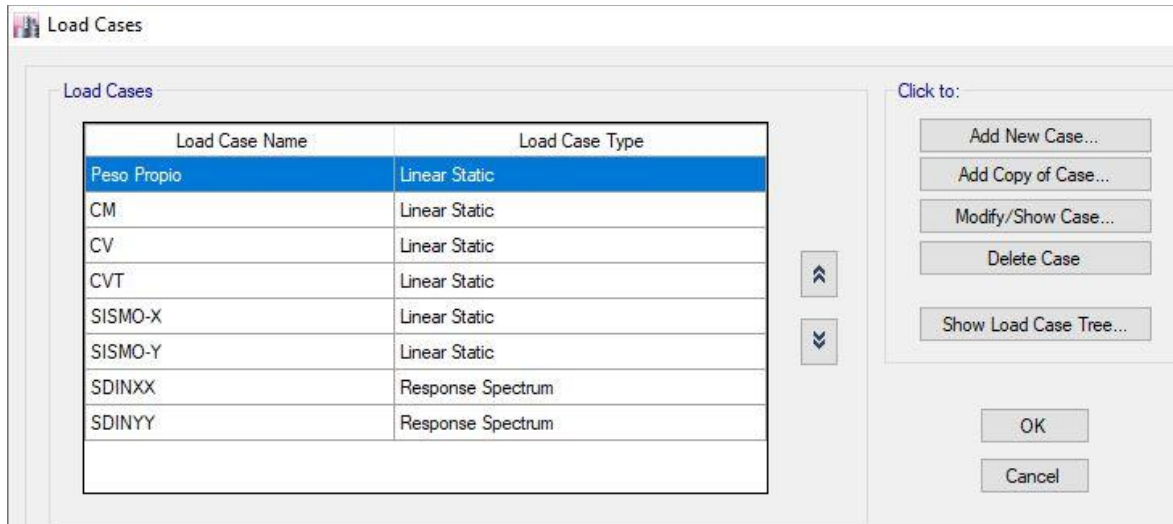


Figura 64. Cargas Dinámicas en las direcciones X y Y

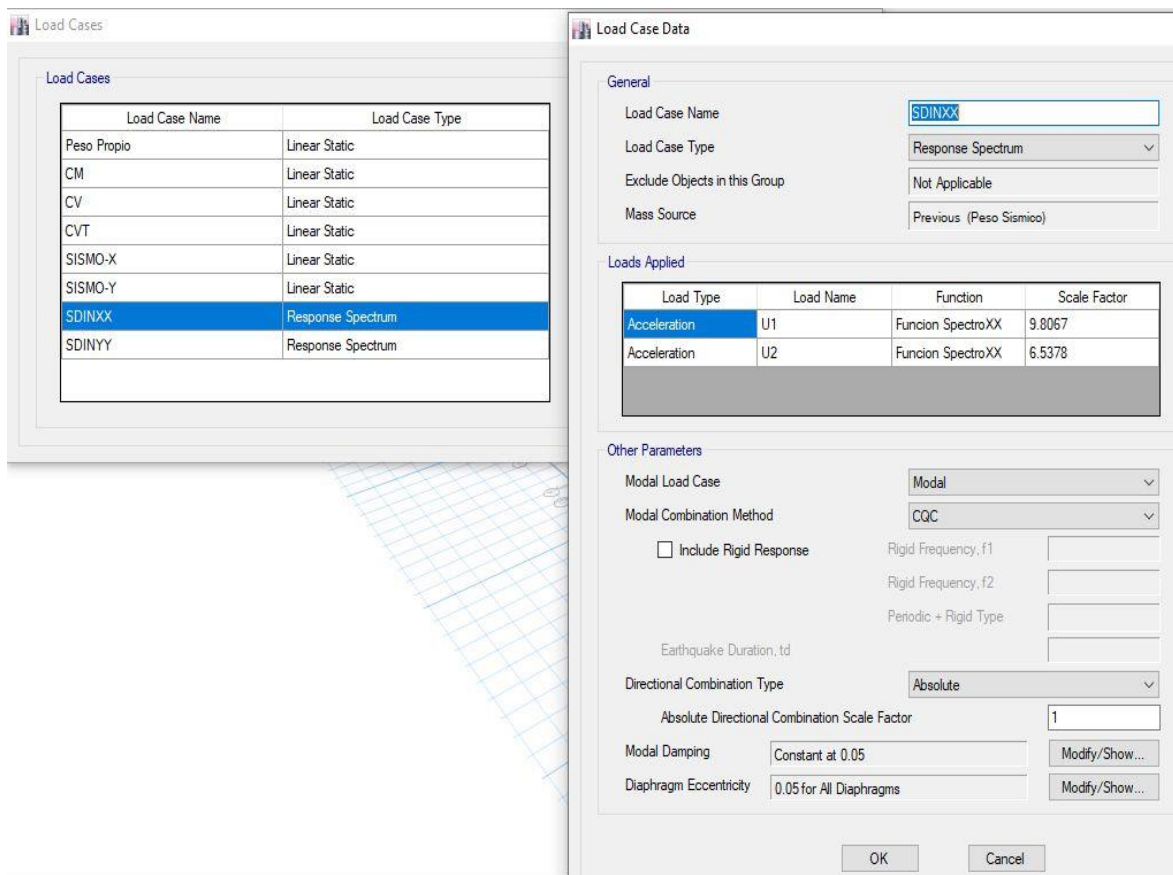


Figura 65. Cargas Dinámica en la dirección X

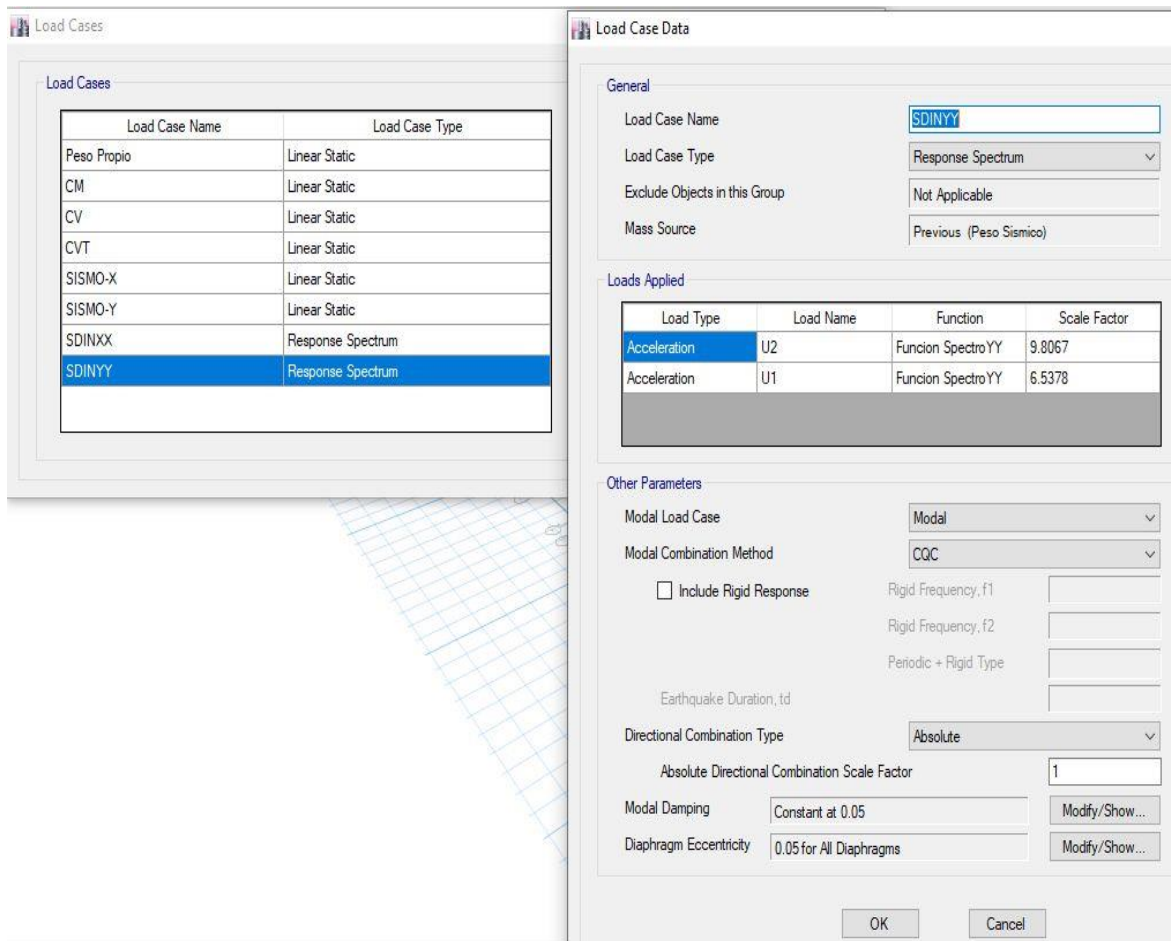


Figura 66. Cargas Dinámica en la dirección Y

Análisis Modal Espectral Tridimensional

El análisis sísmico de edificios basado en un comportamiento lineal elástico puede ser realizado por distintos tipos de métodos. Uno de estos métodos, el análisis modal espectral, tiene por finalidad encontrar los esfuerzos y desplazamientos máximos de la estructura. Dicho análisis se basa en la separación del sistema estructural en sus formas o modos de vibrar. De esta manera, cada modo es evaluado o resuelto en forma independiente mediante la aplicación de un espectro de diseño. Finalmente, las máximas respuestas de cada modo de vibrar son combinadas, obteniéndose así la máxima respuesta global de la estructura.

Estimación del Peso (P)

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.

- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener, como se muestra en la figura 67.

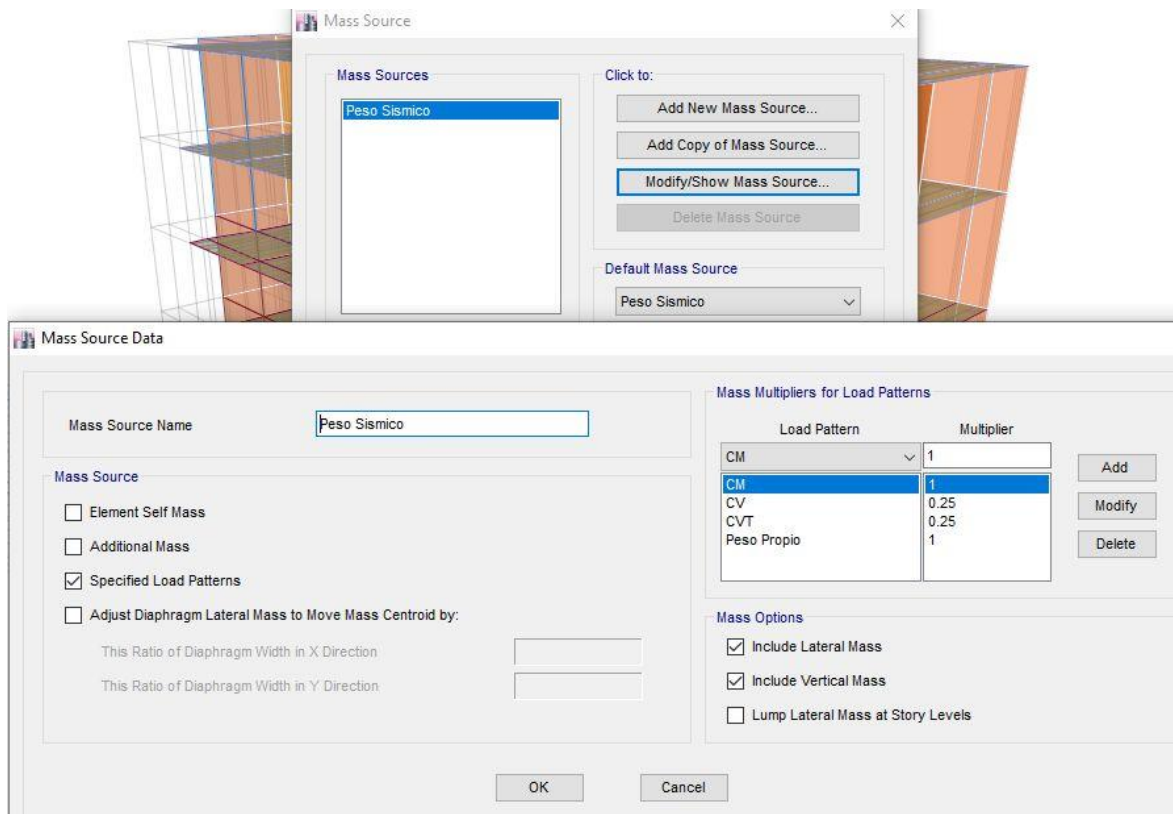


Figura 67. Estimación del Peso

Combinaciones de carga

a) Combinaciones de carga para estructura de concreto.

Se efectuó el análisis considerando los siguientes casos de carga.

Caso de Carga	Nomenclatura
Carga Muerta	CM
Carga Viva	CV
Carga de Sismo	CS

Las combinaciones de carga empleadas, de acuerdo con la norma de concreto armado NTE.060 son las siguientes según tabla 23 y la figura 68.

Tabla 23: Combinaciones de cargas

Combinación	Cargas y factores
MV	1.4CM+1.7CV
MV+S	1.25CM+1.25CV+1.0CS
MV-S	1.25CM+1.25CV-1.0CS
M+S	0.9CM+1.0CS
M-S	0.9CM-1.0CS

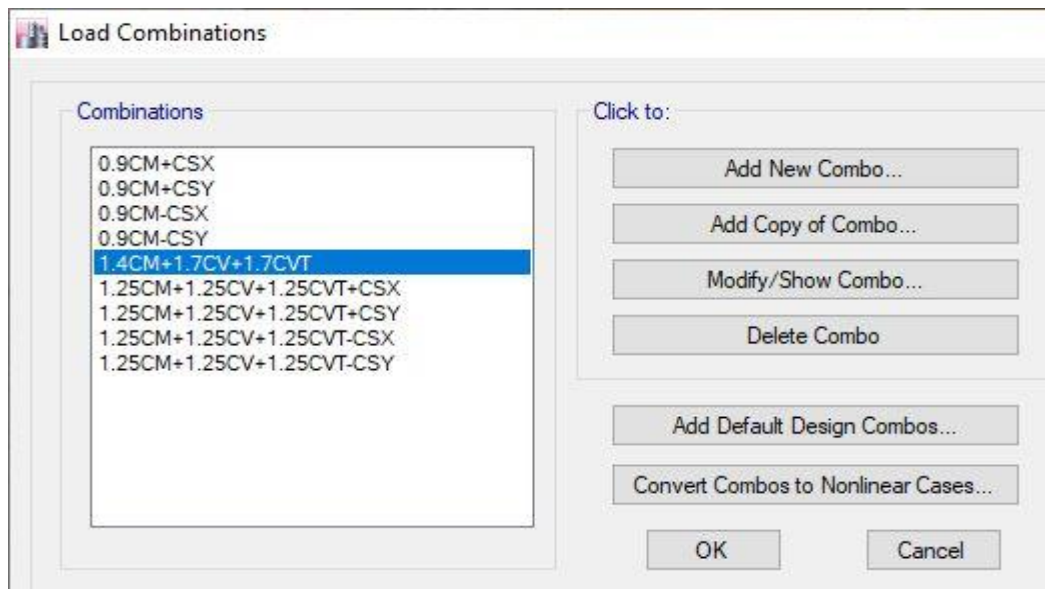


Figura 68. Combinación de las Cargas

Predimensionamiento de los Elementos Estructurales

a) Columnas

PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES			
COMPARATIVA ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA REFORZANDO COLUMNAS CON VARILLAS DE ACERO Y BASALTO			
1.- Características de los Materiales :			
$f'c =$	141 kg/cm ²	$E_c =$	179302.57 kg/cm ² $E_c = 15\ 100 \sqrt{f'c}$
$f'y =$	4200 kg/cm ²	$\gamma_c =$	2400 kg/m ³
2.- Geometría de la Edificación :			
3.- Cargas aproximadas de la Edificación :			
- Carga Muerta aproximada por NIVEL :			
asumimos :	850 kg/m ²	$A_{Techada}$	240.35 m ²
- Carga Viva aproximada por NIVEL : :: VER NORMA E.020 - CAP. 3 CARGA VIVA			
VIVIENDAS	200 kg/m ²		240.35 m ²
<i>Viviendas</i>			
<i>Sin Selección</i>	0 kg/m ²		0.00 m ²
<i>Sin Selección</i>	0 kg/m ²		0.00 m ²
<i>Sin Selección</i>	0 kg/m ²		0.00 m ²
<i>Techo</i>	150 kg/m ²	CVT	240.35 m ²

3.- Cargas aproximadas de la Edificación :

- Carga Muerta aproximada por NIVEL :

asumimos : **850 kg/m²** A_{Techada}
240.35 m²

- Carga Viva aproximada por NIVEL : :: VER NORMA E.020 - CAP. 3 CARGA VIVA

VIVIENDAS	200 kg/m²	240.35 m²
<i>Viviendas</i>		
<i>Sin Selección</i>	0 kg/m²	0.00 m²
<i>Sin Selección</i>	0 kg/m²	0.00 m²
<i>Sin Selección</i>	0 kg/m²	0.00 m²
Techo	150 kg/m² CVT	240.35 m²

4.- Uso de la Edificación :

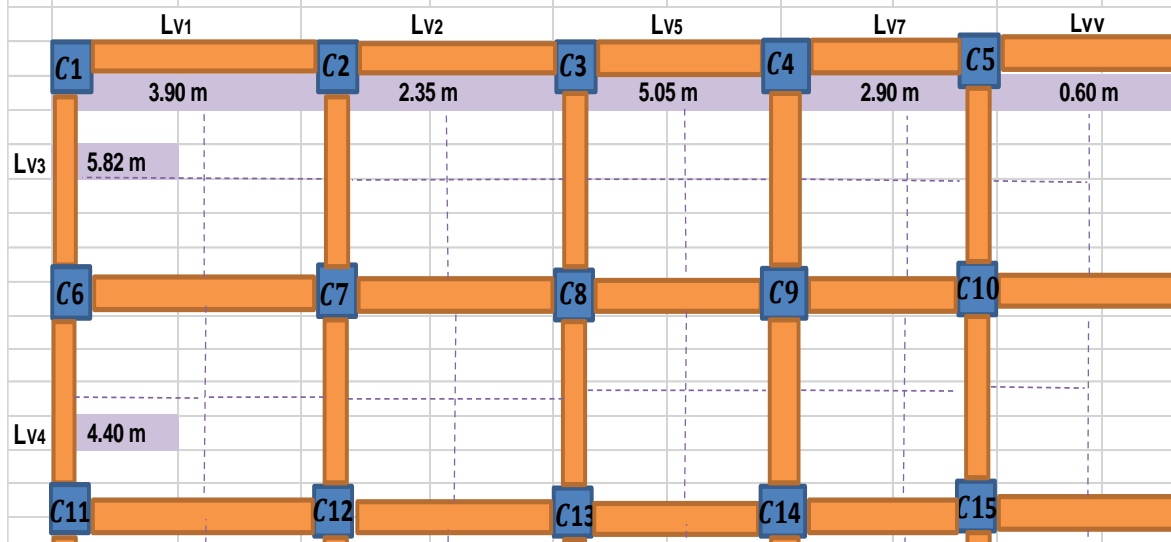
:: VER NORMA E.030 - CAP. III CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

C	CM	CV	CVT
	100 %	25 %	25 %

5.- Peso aproximado de la Edificación :

Peso Edificación = **874.27 Tn**

6.- Esquema de Piso Típico :



PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

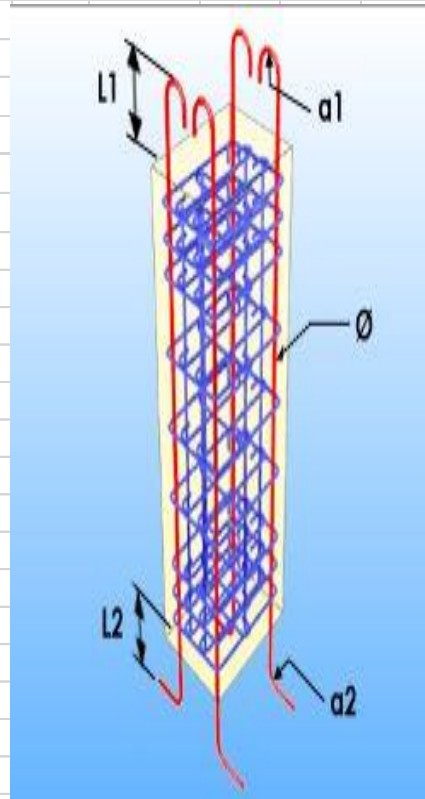
La tabla muestra los valores de P y n para el predimensionamiento de columnas, Pg es el peso total de cargas de gravedad

Libro : Diseño en Concreto Armado

Autor : Roberto Morales

Pag. 127 - 129

TIPO C-1	Columna	P = 1.10 Pg
Primeros pisos	Interior	n = 0.30
TIPO C-1"	Columna	P = 1.10 Pg
últimos pisos	Interior	n = 0.25
TIPO C-2 Y C-3	Columnas extremas de porticos interiores	P = 1.25 Pg
TIPO C-3	porticos interiores	n = 0.25
TIPO C-4	Columnas de Esquina	P = 1.50 Pg
		n = 0.20



Según ensayos en Japon, tenemos que:

$$n = P / (f_c \cdot b \cdot D) \quad (1)$$

n > 1/3 Falla fragil por aplastamiento

n < 1/3 Falla ductil

Las columnas se predimensionan con:

$$bD = P / (n \cdot f_c) \quad (2)$$

Donde:

D = Dimension de seccion en la direccion de sismo

P = Carga total que soporta la columna = $\xi \cdot P_g$

b = Dimension de seccion en la otra direccion

n = Valor que depende del tipo de columna

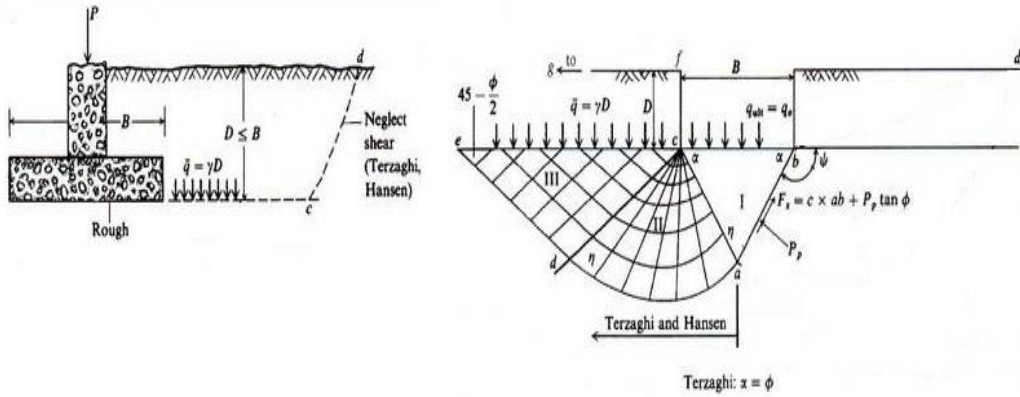
A partir de la ecuacion (2), obtendremos área de las columnas, para distintos usos:

Columna	Atributaria (m2)	ξ	n	Peso Edificación Pg (kg)	Area $bD=P/(n*f'c)$ (cm2)	b=D (cm)	Dcalculado (cm)	Proyectado (cm)		Existentes (cm)	
								m	n	b	D
PRIMEROS PISOS											
C1	5.67	1.50	0.20	34047.00	1811.01	43	43	40	40	25	25
C2	9.09	1.25	0.25	54562.50	1934.84	44	44	40	40	25	50
C3	10.77	1.25	0.25	64602.00	2290.85	48	48	40	40	25	25
C4	11.57	1.25	0.25	69403.50	2461.12	50	50	40	40	25	25
C5	5.09	1.25	0.25	30555.00	1083.51	33	33	40	40	25	25
C6	12.08	1.25	0.25	72459.00	2569.47	51	51	40	40	30	50
C7	15.97	1.10	0.30	95812.50	2491.58	50	50	40	40	25	25
C8	22.87	1.10	0.30	137203.50	3567.94	60	60	40	40	25	25
C9	20.31	1.10	0.30	121873.50	3169.29	57	56	40	40	25	25
C10	8.94	1.10	0.30	53655.00	1395.28	38	37	40	40	25	25
C11	4.29	1.25	0.25	25740.59	912.79	31	30	40	40	25	25
C12	6.88	1.10	0.30	41250.94	1072.72	33	33	40	40	25	25
C13	8.14	1.10	0.30	48841.11	1270.10	36	36	40	40	25	25
C14	8.75	1.10	0.30	52471.19	1364.50	37	37	40	40	25	25
C15	3.85	1.10	0.30	23100.53	600.72	25	25	40	40	25	25
ULTIMO PISO											
C1	5.67	1.50	0.20	34047.00	1811.01	43	43	40	40	25	25
C2	9.09	1.25	0.25	54562.50	1934.84	44	44	40	40	25	25
C3	10.77	1.25	0.25	64602.00	2290.85	48	48	40	40	25	25
C4	11.57	1.25	0.25	69403.50	2461.12	50	50	40	40	25	25
C5	5.09	1.25	0.25	30555.00	1083.51	33	33	40	40	25	25
C6	12.08	1.25	0.25	72459.00	2569.47	51	51	40	40	25	25
C7	15.97	1.10	0.25	95812.50	2989.89	55	55	40	40	25	25
C8	22.87	1.10	0.25	137203.50	4281.53	66	65	40	40	25	25
C9	20.31	1.10	0.25	121873.50	3803.14	62	62	40	40	25	25
C10	8.94	1.10	0.25	53655.00	1674.34	41	41	40	40	25	25
C11	4.29	1.25	0.25	25740.59	912.79	31	30	40	40	25	25
C12	6.88	1.10	0.25	41250.94	1287.26	36	36	40	40	25	25
C13	8.14	1.10	0.25	48841.11	1524.12	40	39	40	40	25	25
C14	8.75	1.10	0.25	52471.19	1637.40	41	40	40	40	25	25
C15	3.85	1.10	0.25	23100.53	720.87	27	27	40	40	25	25

b) Zapatas

ESTUDIO DE CAPACIDAD DE CARGA PARA VIVIENDA EXISTENTE							
DATOS GENERALES:							
ESTRATOS PREVIOS A LA CIMENTACIÓN							
ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)		ESPESOR (m)	γ (gr/cm ³)	q (kg/cm ²)	C (kg/cm ²)	ϕ (°)
	DE	A					
A	0.00	1.00	1.00	1.850	0.185	0.00	31.00
DEB. CIM.	1.00	1.50	0.50	1.850	0.093	0.00	32.00
Tipo de Cimentación :	Cimentacion Superficial => Df/B =		1				
Usar :	TERZAGHI y MEYERHOF						
Forma de Cimentación :	Rectangular						
Tipo de ruptura:	Generalizada						
Angulo de fricción interna:	ϕ	31.00	°				
Cohesión(c.):	c	0.00	Kg/cm ²				
Nivel Freatico (NF):	NF	N.A.	m				
Nivel Freatico (γ NF):	γ NF	0.98	gr/cm ³				
Columna:	Cuadrada	40	x	40			
Base de la cimentación (B):	B	1.00	m				
Longitud de la cimentación (L):	L	1.00	m	$(0.5) * \frac{(B - a)}{2} < Hz < (0.7) * \frac{(L - b)}{2}$			
Peralte de la Cimentación (Hz):	Hz	0.60	m	0.15	0.21		
Profundidad de cimentación (Df):	Df	1.00	m				
Factor de Seguridad	FS	3					
Carga del Relleno (Q _{Relleno}):	Q _{Relleno}	0.19	Kg/cm ²				
Carga del Solado (Q _{solado}):	Q _{solado}	0.02	Kg/cm ²	γ_{conc} simple	2,200.00	Kg/m ³	
Carga Admisible de la S/C (Q _{s/c}):	q _{s/c}	200.00	Kg/m ²				

CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI



A.- TIPOS DE CARGA:

CIMENTO CORRIDO : $q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot BN_\gamma$

CIMENTACION CUADRADA : $q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$

CIMENTACION CIRCULAR : $q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$

CIMENTACION RECTANGULAR : $q_u = qN_q \cdot \left(1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}\right) + 0.5\gamma BN_\gamma \left(1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L}\right)$

1.- FACTORES DE CARGA :

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

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2)\tan\phi}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$K_{py} = 3 \cdot \tan^2\left(45 + \frac{\phi + 33}{2}\right)$$

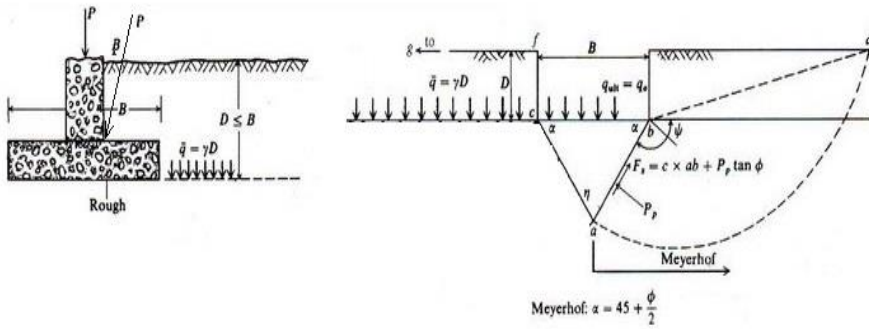
$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2\phi} - 1 \right) \tan\phi$$

Nc	32.671
Nq	20.631
Nγ	25.994

B.- CAPACIDAD DE CARGA:

q_{neta} =	6.04	kg/cm ²	q _{neta} = q _c - q _{Relleno} - q _{solado} - q _{s/c}
q_{adm-neta} =	2.01	kg/cm ²	
q_{adm-neta} (SISMO) =	2.71	kg/cm ²	

CAPACIDAD DE CARGA : MEYERHOF



A.- DATOS DE ENTRADA:

Inclinación de carga °

$$q_u = cN_c s_c d_c + qN_q s_q d_q + 0.5\gamma BN_\gamma s_\gamma d_\gamma \quad \text{Carga Vertical}$$

$$q_u = cN_c d_c i_c + qN_q d_q i_q + 0.5\gamma BN_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

1.- FACTORES DE CARGA

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

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan(1.4\phi)$$

2.- FACTORES DE FORMA

$$s_c = 1 + 0.2 \cdot K_p \frac{B}{L}, \text{ para cualquier valor de } \phi$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot K_p \frac{B}{L}, \text{ para } \phi > 10^\circ$$

$$s_q = s_\gamma = 1, \text{ para } \phi = 0$$

3.- FACTORES DE PROFUNDIDAD

$$d_c = 1 + 0.2 \cdot \sqrt{K_p} \cdot \frac{D_f}{B}, \text{ para cualquier valor de } \phi$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \sqrt{K_p} \cdot \frac{D_f}{B}, \text{ para } \phi > 10^\circ$$

$$d_q = d_\gamma = 1, \text{ para } \phi = 0$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

4.- FACTORES DE INCLINACION

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ} \right)^2, \text{ para cualquier valor de } \phi$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ} \right)^2, \text{ para } \phi > 10^\circ$$

$$i_\gamma = 0, \text{ para } \phi = 0$$

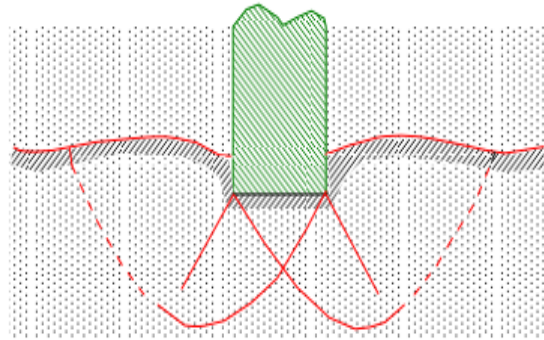
$\theta =$ ángulo de la fuerza inclinada respecto a la vertical

Nc	32.67	Sc	1.62	dc	1.35	ii	1.00
Nq	20.63	Sq	1.31	dq	1.18	iq	1.00
Ny	18.56	Sy	1.00	dy	1.00	iy	1.00

B.- CAPACIDAD DE CARGA:

Qneta =	6.50	kg/cm2	$q_{neta} = q_c - q_{Relleno} - q_{solado} - q_{s/c}$
Qadm-neta =	2.17	kg/cm2	
Qadm-neta (SISMO) =	2.91	kg/cm2	

ASENTAMIENTO INSTANTÁNEO (Suelos granulares)



Parámetros del suelo sobre el nivel de la cimentación

Relación de Poisson	ν	:	0.20	
Módulo de Elasticidad	E	:	100 Kg/cm ²	
Ancho de la cimentación	B	:	1.00 m	

Parámetros de diseño de la Cimentación

Asentamiento permisible		:	2.54 cm	
Presión por carga admisible	Δq	:	2.01 Kg/cm ²	

Cálculos

Factor de forma	I_s	:	0.92 m/m	
Asentamiento instantáneo	S_i	:	1.79 cm	Ok

TIPOS DE COLUMNAS CON REFUERZO DE VARILLAS DE BASALTO (figura 69, 70, 71, 72, 73 y 74)

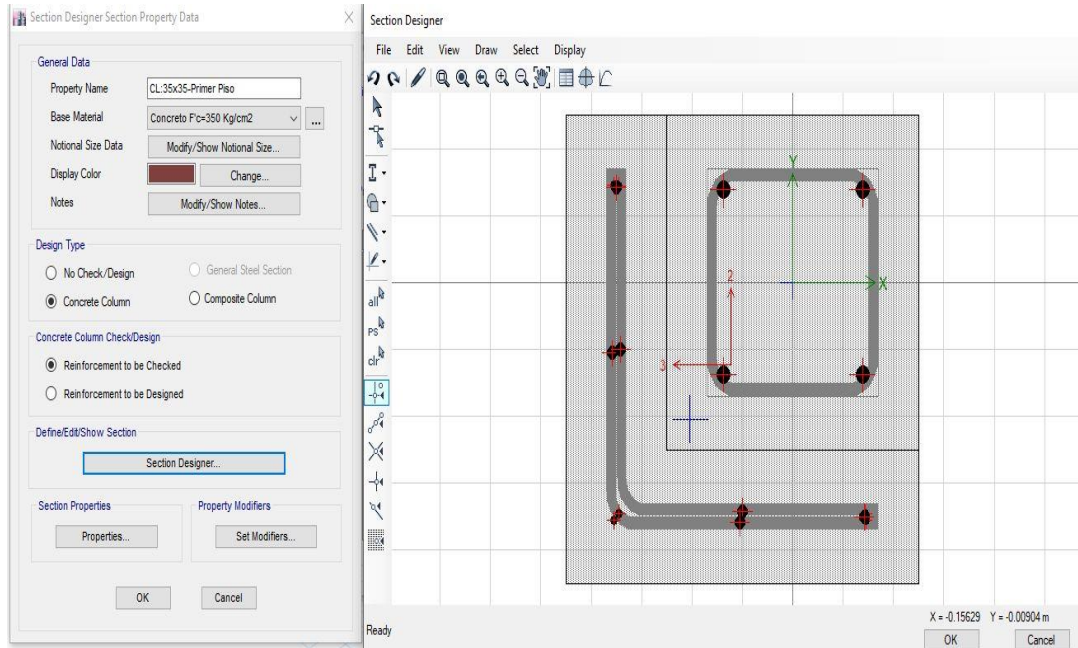


Figura 69.

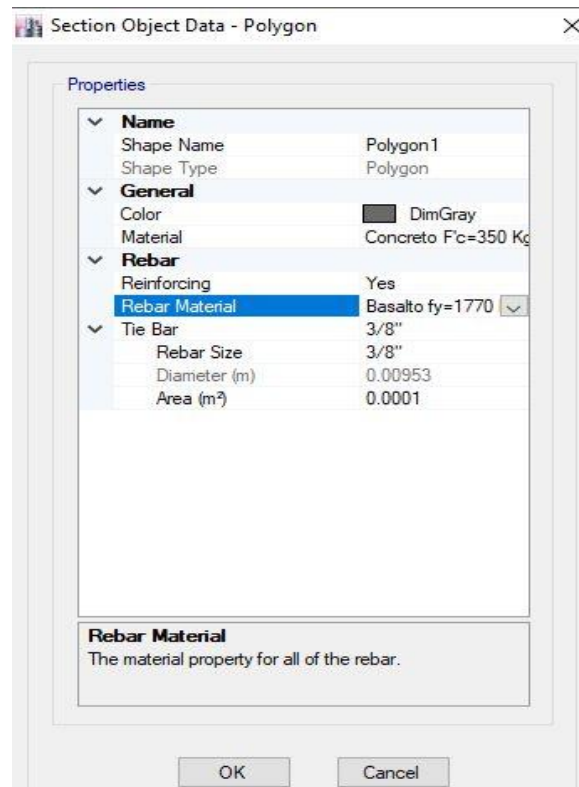


Figura 70. Refuerzo en forma de L en esquinas exteriores

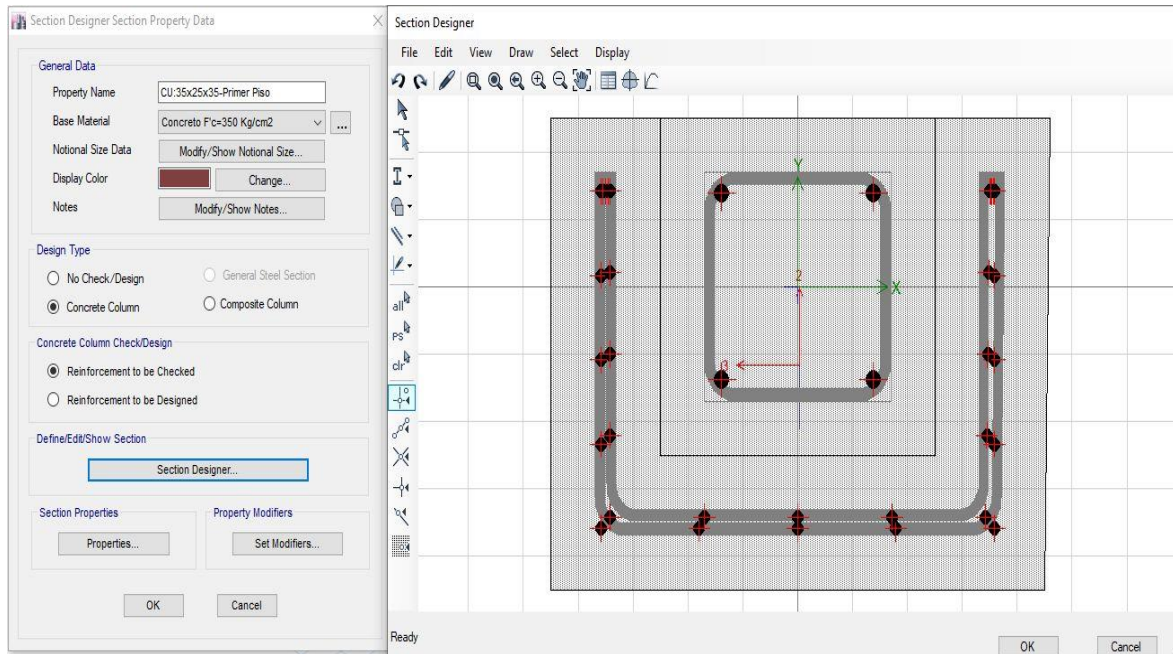


Figura 71.

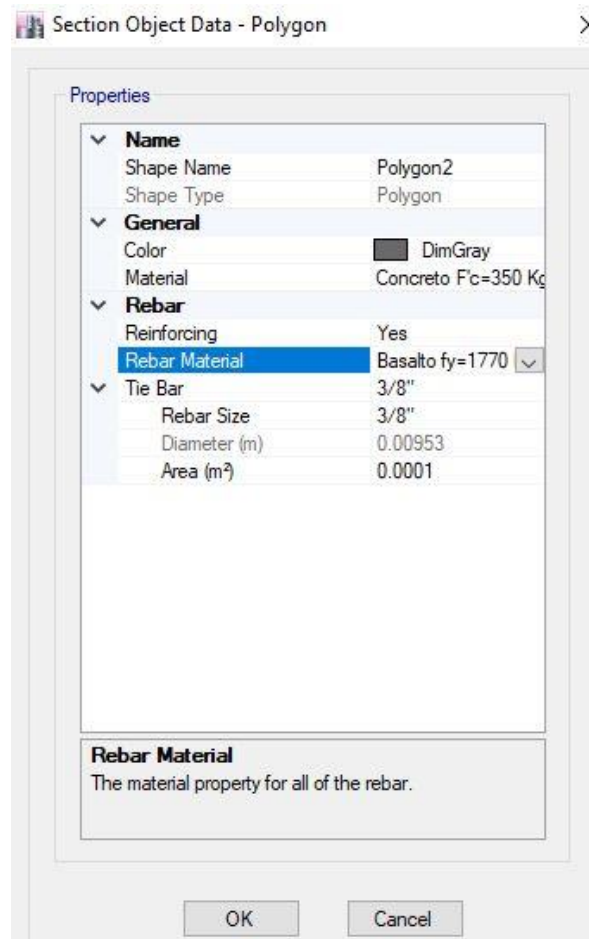


Figura 72. Refuerzo en forma de U en bordes exteriores

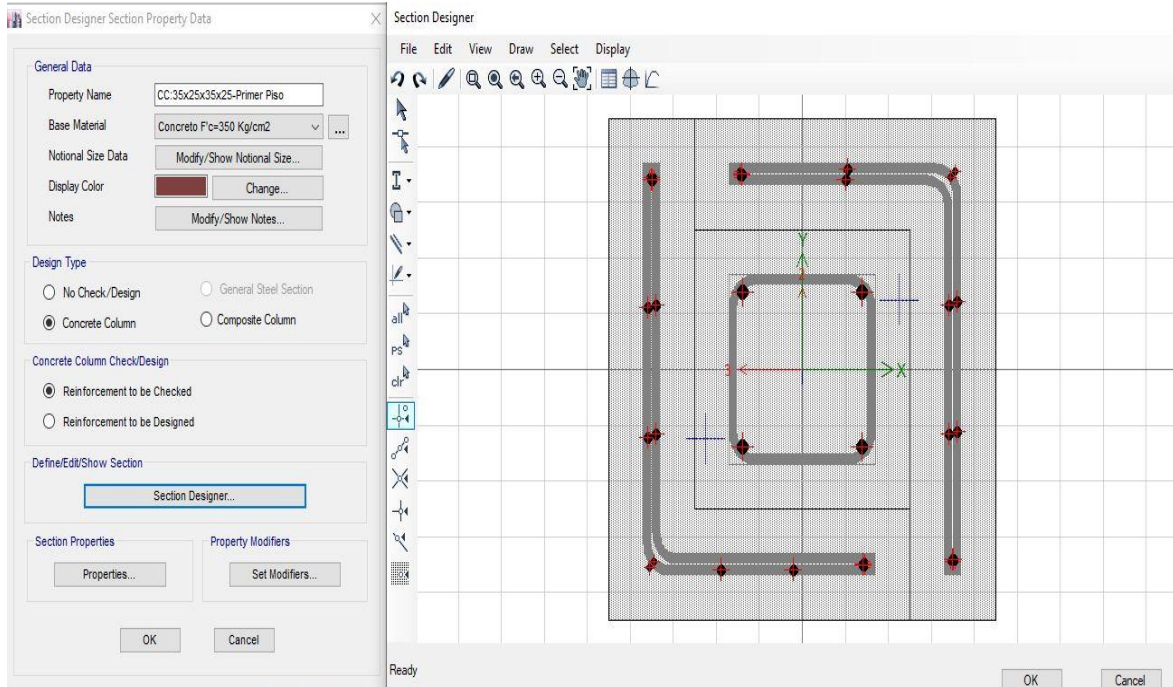


Figura 73.

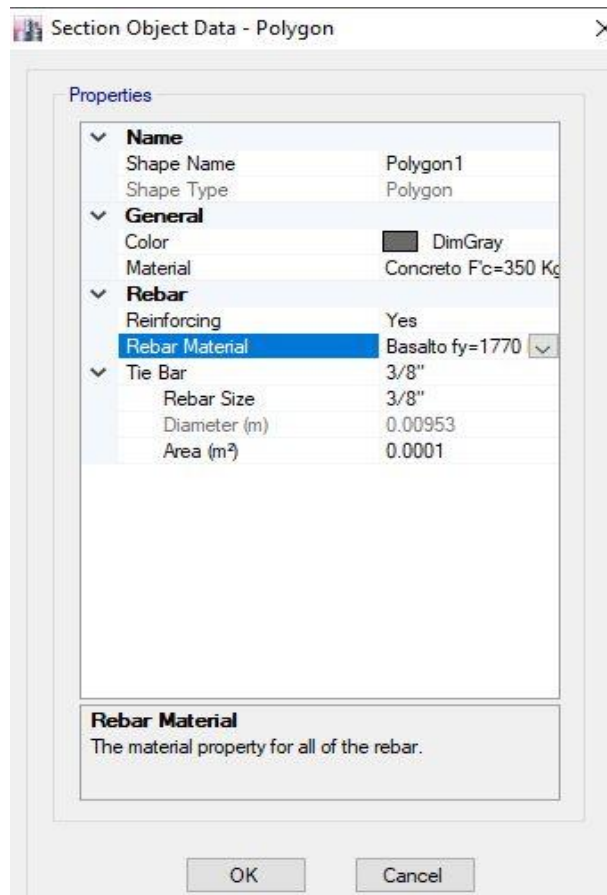


Figura 74. Refuerzo en forma de cajón en interiores

Resultados del análisis Sísmico

A continuación, se describe el análisis y diseño estructural de la Vivienda existente de 3 pisos, como se muestra en la figura 75.

I.- Vivienda Multifamiliar de 3 pisos

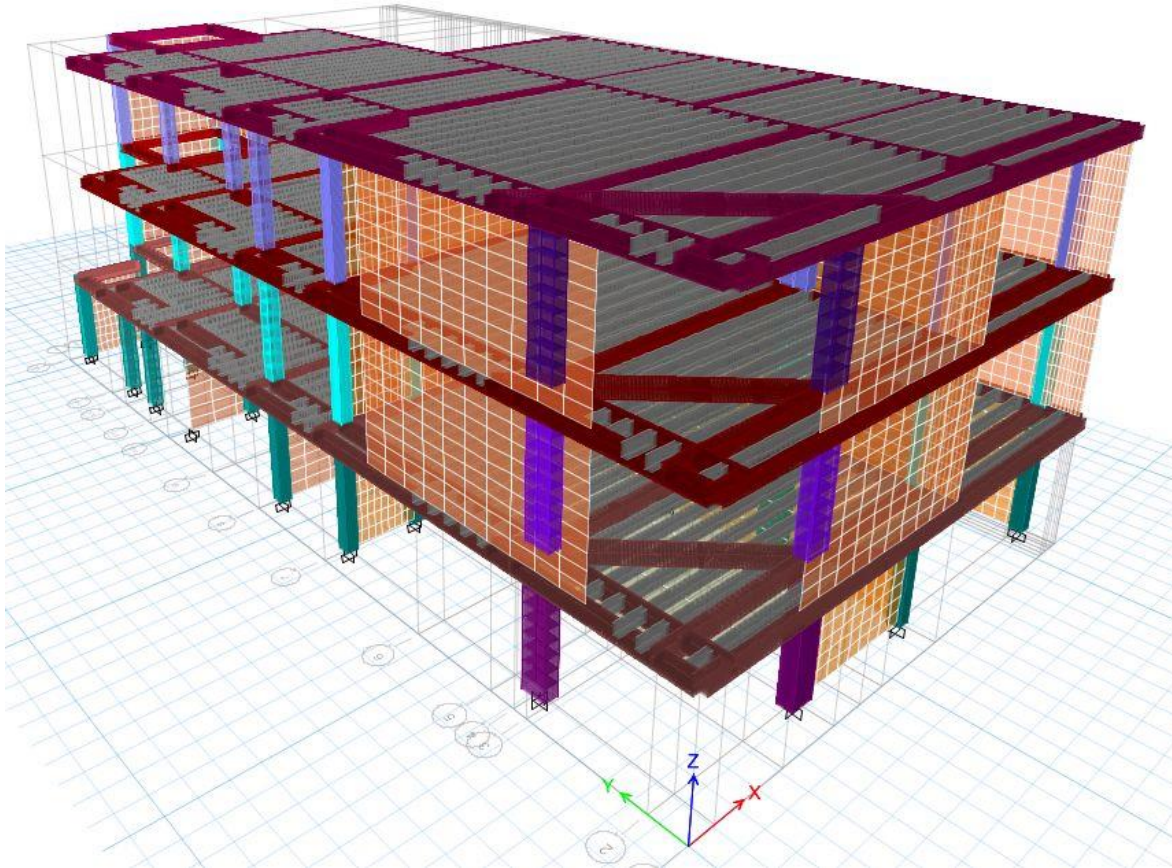


Figura 75.

- **Modos de Vibración, Periodos Y Porcentaje de Masa Participativa (tabla 74, 75 y 76)**

Tabla 74: Modos de Vibración, Periodos Y Porcentaje de Masa Participativa

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS							
Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
1	8.505	0.00	0.00	0.03	0	0	0.1
2	8.158	0.00	0.00	0.03	0	0	0.12
3	5.587	0.00	0.00	0.02	0	0	0.14
4	0.393	0.01	0.00	0.04	0.01	0.00079	0.18
5	0.332	2.42	0.29	0.02	2.43	0.3	0.2
6	0.331	2.00	0.24	0.00015	4.43	0.53	0.2
7	0.302	59.71	0.52	0.15	64.141	1.06	0.35
8	0.216	0.00	46.60	0.05	64.14	47.661	0.4
9	0.171	0.00	0.00	35.05	64.14	47.66	35.45

- **Cortantes Estáticas**

Tabla 75: Cortantes Estáticas

Story	Load	Loc	P	VX	VY
Nivel 3	SISMO-X	Top	0	-29.17	0.01
Nivel 3	SISMO-X	Bottom	0	-36.08	0.01
Nivel 3	SISMO-Y	Top	0	0.01	-29.12
Nivel 3	SISMO-Y	Bottom	0	0.01	-36.01
Nivel 2	SISMO-X	Top	0	-58.66	0.02
Nivel 2	SISMO-X	Bottom	0	-64.35	0.02
Nivel 2	SISMO-Y	Top	0	0.02	-58.54
Nivel 2	SISMO-Y	Bottom	0	0.02	-64.22
Nivel 1	SISMO-X	Top	0	-75.66	0.02
Nivel 1	SISMO-X	Bottom	0	-79.20	0.02
Nivel 1	SISMO-Y	Top	0	0.02	-75.52
Nivel 1	SISMO-Y	Bottom	0	0.02	-79.05

- **Cortantes Dinámicas**

Tabla 76: Cortantes Dinámicas

Story	Load	Loc	P	VX	VY
Nivel 3	SDINXX Max	Top	0.4028	88.17	57.25
Nivel 3	SDINXX Max	Bottom	0.334	109.10	70.62
Nivel 3	SDINYY Max	Top	0.3406	65.75	83.86
Nivel 3	SDINYY Max	Bottom	0.2825	81.30	103.62
Nivel 2	SDINXX Max	Top	1.3533	212.25	136.06
Nivel 2	SDINXX Max	Bottom	1.2755	238.35	152.35
Nivel 2	SDINYY Max	Top	1.1437	157.48	200.42
Nivel 2	SDINYY Max	Bottom	1.078	176.67	224.72
Nivel 1	SDINXX Max	Top	0.9282	342.49	217.02
Nivel 1	SDINXX Max	Bottom	0.9398	375.11	237.13
Nivel 1	SDINYY Max	Top	0.7835	253.01	321.27
Nivel 1	SDINYY Max	Bottom	0.7933	276.88	351.40

- Derivas (figuras 76 y 77)
 - Máxima en la Dirección X = 0.003502:

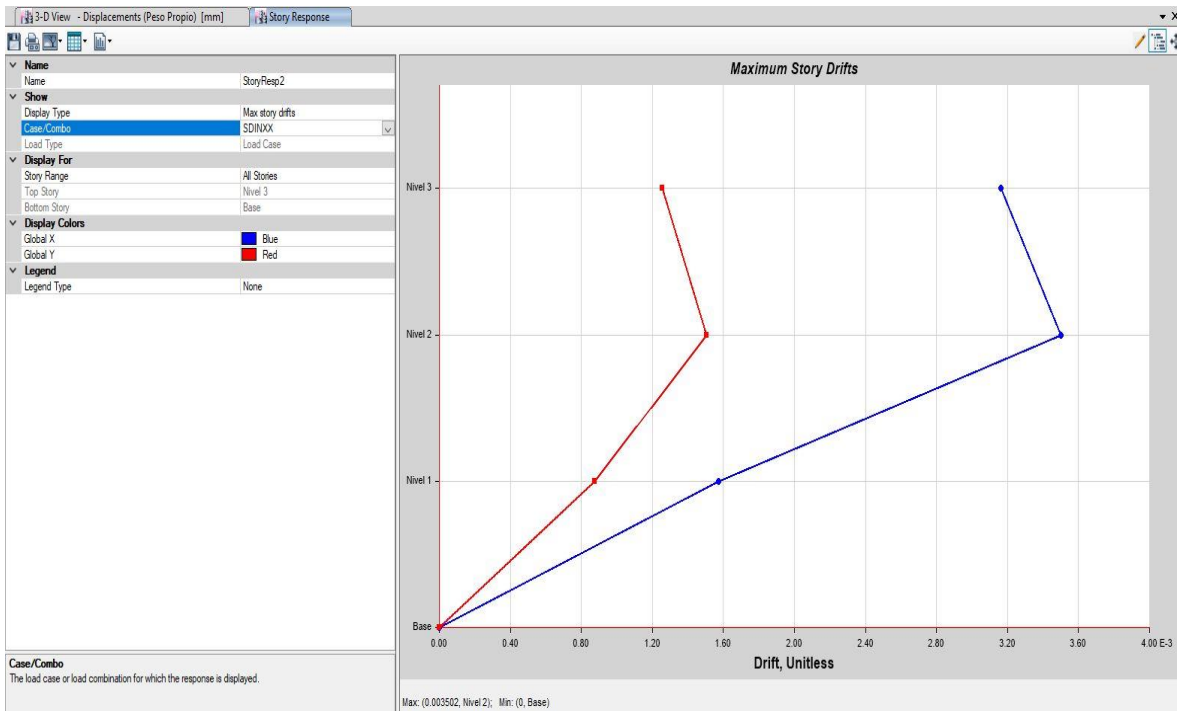


Figura 76.

- Máxima en la Dirección Y=0.002774:

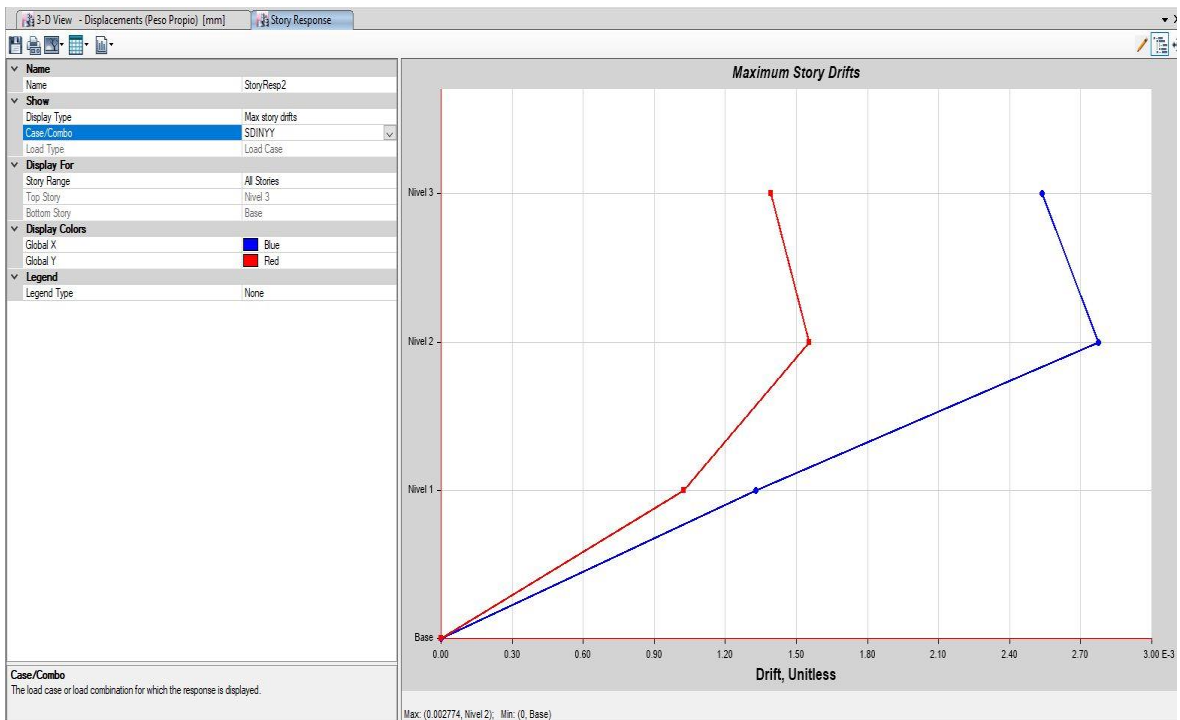


Figura 77.

Desplazamientos (figuras 78y 79)

- **Máximo en la Dirección X = 2.238 cm**

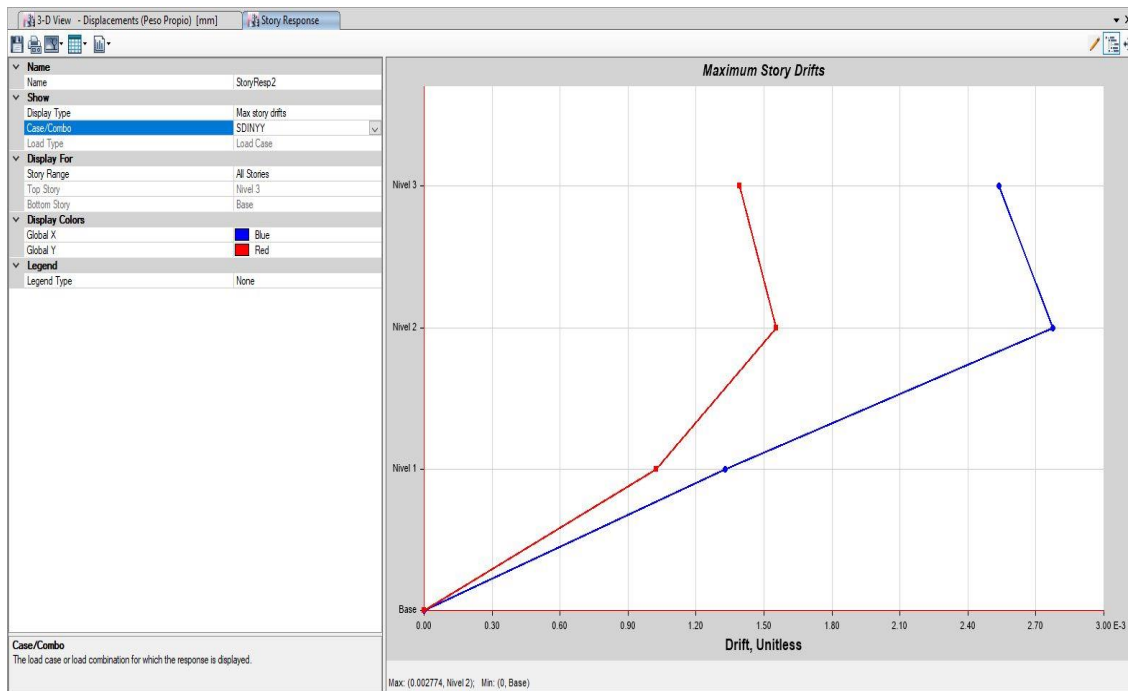


Figura 78.

- **Máximo en la Dirección Y= 1.807cm**

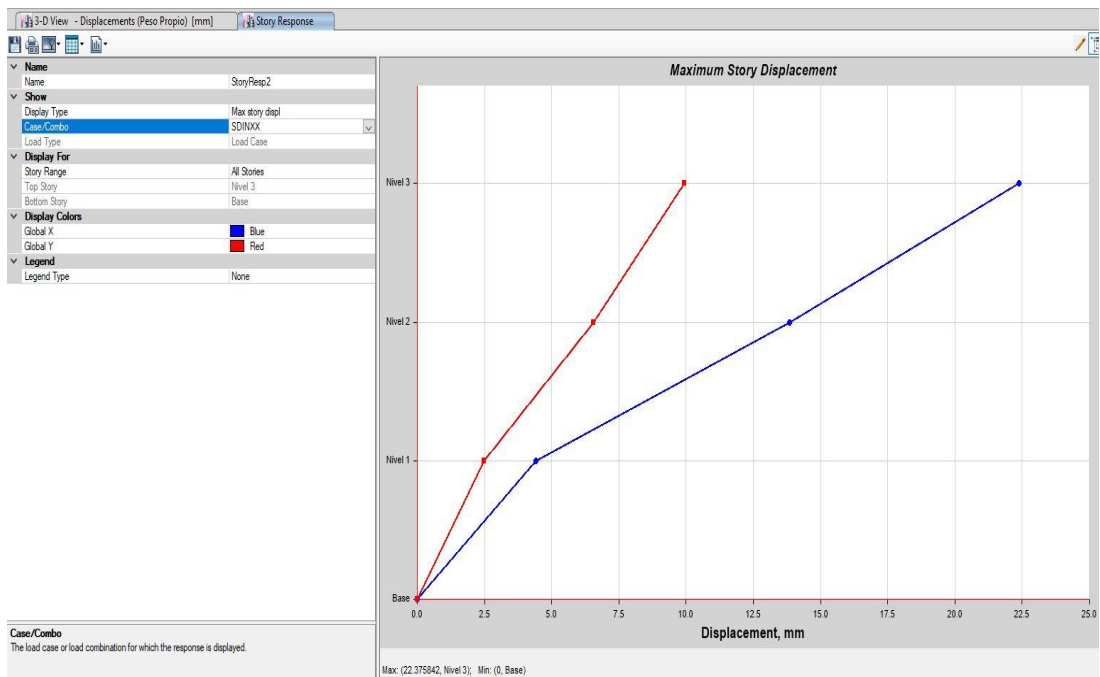


Figura 79.

Máxima Distorsión del entrepiso:

$$DX = 0.75 * DERIVA * R < 0.005$$

Límite máximo de distorsión del entrepiso

Drx **0.00709**

Dry **0.00562**

- **Cuadro Resumen (tabla 27)**

Tabla 27: Cuadro resumen

	Periodo	C	V estática	Vdinámica	80% Vest	f
Txx	0.302	2.500	79.20	375.11	63.36	0.17
Tyy	0.216	2.500	79.05	351.40	63.24	0.18

- **Junta de Separación Sísmica del Módulo 1 (tabla 28)**

Tabla 28: Junta de Separación Sísmica del Módulo 1

h(cm)	810	cm	Altura de Edificación
Despl. Max	2.238	cm	Viv. Multif 3 pisos
s1	3.00	cm	Junta Mínima
s2	1.12	cm	S=s/2
s3	4.86	cm	S=0.006*(h)
s4	1.49	cm	2*ΣDespl.Max/3

c) **Conclusión**

1.- De acuerdo a esto, se puede ver que la vivienda multifamiliar de 3 pisos existentes cumple con el límite de distorsión para este tipo de edificación.

2.- Se realizó una verificación del refuerzo longitudinal para las columnas y se pudo verificar que en el primer, segundo y tercer piso presentan columnas que no cumplen con el

reforzamiento longitudinal de acuerdo a la Norma ACI 318-14, como se muestra en la figura 80.

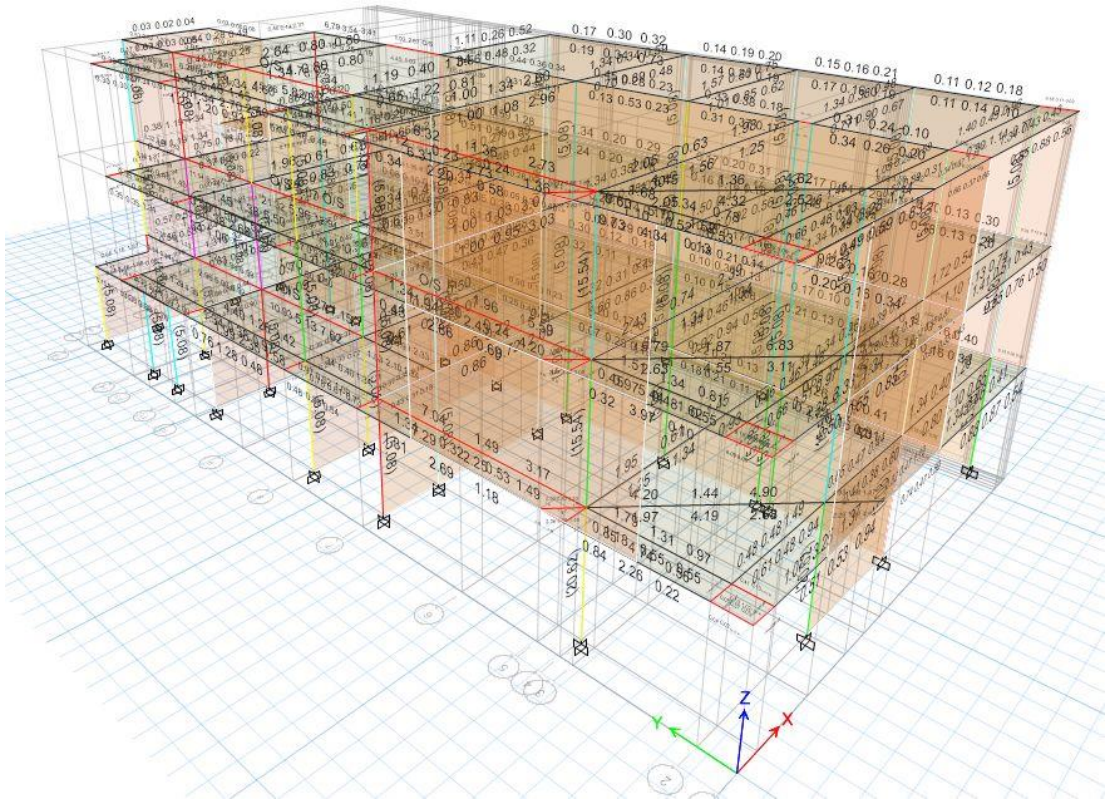
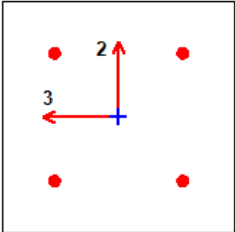


Figura 80. Resultados vivienda multifamiliar de 3 pisos existentes

**ETABS Concrete FrameDesign
ACI 318-14 ColumnSectionDesign**



Column Element Details (Summary)

Level	Element	UniqueName	Section ID	Combo ID	StationLoc	Length (m)	LLRF	Type
Nivel 1	C22	10	C:25x25 - Primer Piso	DCon15	0.81	2.7	0.829	Sway Special

Section Properties

b (m)	h (m)	dc (m)	Cover (Torsion) (m)
0.25	0.25	0.05587	0.0273

Material Properties

E _c (kgf/cm ²)	f' _c (kgf/cm ²)	Lt. Wt Factor (Unitless)	f _y (kgf/cm ²)	f _{ys} (kgf/cm ²)
179302.57	141	1	3150	3150

Design Code Parameters

Φ _T	Φ _{CTied}	Φ _{CSpiral}	Φ _{Vns}	Φ _{Vs}	Φ _{Vjoint}	Ω ₀
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85	2

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u, M_{u2}, M_{u3}

Design P _u tonf	Design M _{u2} tonf-m	Design M _{u3} tonf-m	Minimum M ₂ tonf-m	Minimum M ₃ tonf-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
-12.3283	0.1296	0.2803	0.2803	0.2803	0.81(O/S #35)	1.029(O/S #35)

Axial Force and Biaxial Moment Factors

	C _m Factor Unitless	δ _{ns} Factor Unitless	δ _s Factor Unitless	K Factor Unitless	Effective Length m
Major Bend(M3)	1	1	1	1	2.5
Minor Bend(M2)	1	1	1	1	2.5

Shear Design for V_{u2}, V_{u3}

	Shear V _u tonf	Shear ΦV _c tonf	Shear ΦV _s tonf	Shear ΦV _p tonf	Rebar A _v /s cm ² /cm
Major, V _{u2}	1.8977	3.3587	1.3183	1.8977	0.03
Minor, V _{u3}	2.6519	3.3587	1.3183	2.6519	0.03

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Force tonf	Shear V _{u,Top} tonf	Shear V _{u,Tot} tonf	Shear ΦV _c tonf	Joint Area m ²	Shear Ratio Unitless
Major Shear, V _{u2}	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Minor Shear, V _{u3}	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

(6/5) Beam/ColumnCapacity Ratio

Major Ratio	Minor Ratio
N/A	N/A

O/S #35 Capacity ratio exceeds limit

Notes:

N/A: Not Applicable

N/C: Not Calculated

N/N: Not Needed

II.- Vivienda Multifamiliar de 5 pisos (3 pisos existentes y 2 pisos proyectados) , como se muestra en la figura 81.

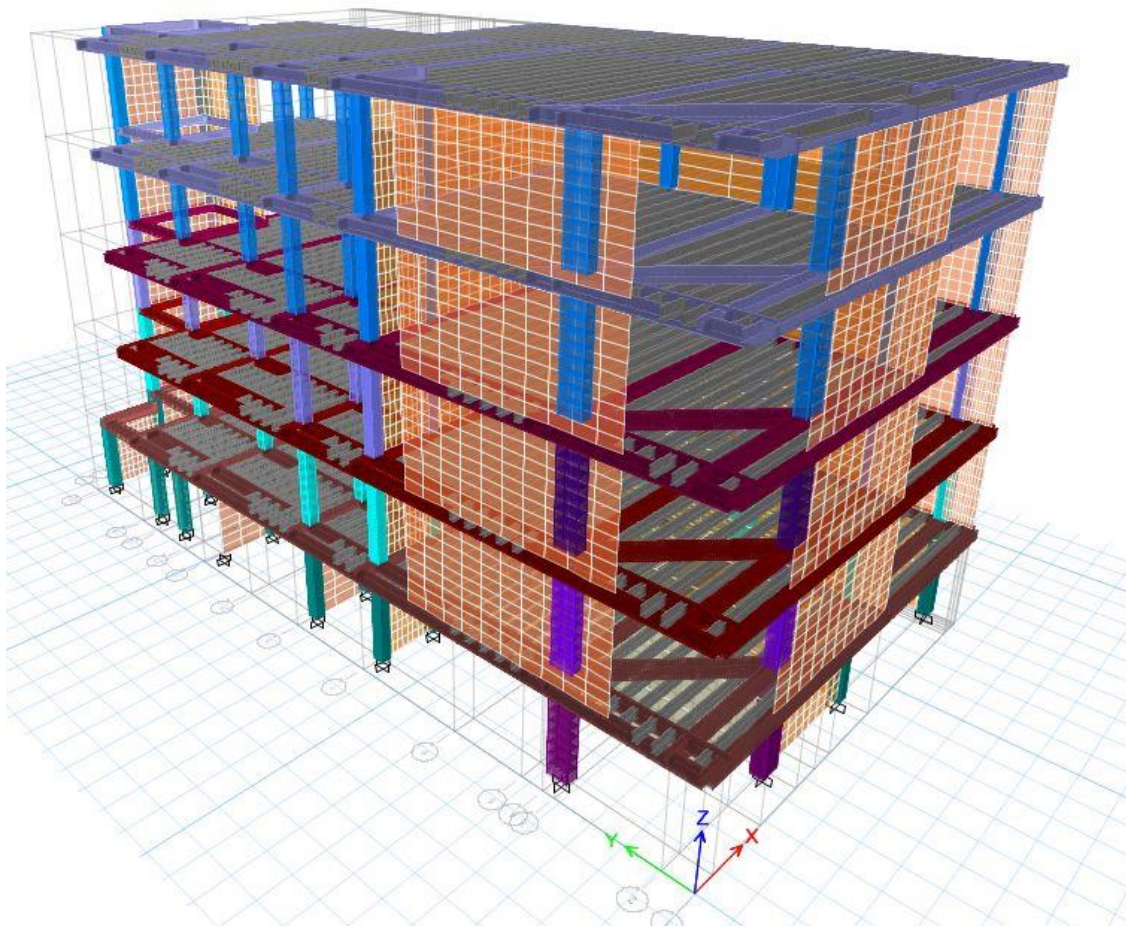


Figura 81. Resultados Vivienda Multifamiliar de 5 pisos (3 pisos existentes y 2 pisos proyectados)

- **Modos de Vibración, Periodos Y Porcentaje de Masa Participativa (tabla 29)**

Tabla 29: Masa Participativa

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS							
Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
1	8.158	0.00	0.00	0.02	0	0	0.1
2	7.657	0.00	0.00	0.02	0	0	0.12
3	7.463	0.00	0.00	0.02	0	0	0.14
4	5.587	0.00	0.00	0.01	0	0	0.15
5	0.648	53.91	3.13	0.07	53.91	3.13	0.22
6	0.467	9.61	20.21	0.01	63.52	23.34	0.22
7	0.393	0.00	0.00	0.03	63.52	23.34	0.25
8	0.331	0.00	0.00	0.01	63.52	23.34	0.26
9	0.33	0.00	0.00	0.04	63.53	23.34	0.31
10	0.329	0.00	0.00	0.03	63.53	23.34	0.34
11	0.322	0.00	0.00	0.03	63.53	23.34	0.37
12	0.272	0.01	0.01	0.03	63.54	23.36	0.4
13	0.193	20.83	0.01	0.65	84.371	23.37	1.05
14	0.267	0.00	53.28	0.05	84.37	76.651	1.11
15	0.288	0.00	0.00	27.83	84.37	76.65	28.94

- **Cortantes Estáticas (tabla 30)**

Tabla 30: Cortantes Estáticas

Story	Load	Loc	P	VX	VY
Nivel 5	SISMO-X	Top	0	-31.71	0.01
Nivel 5	SISMO-X	Bottom	0	-39.47	0.02
Nivel 5	SISMO-Y	Top	0	0.02	-31.54
Nivel 5	SISMO-Y	Bottom	0	0.02	-39.25
Nivel 4	SISMO-X	Top	0	-66.98	0.03
Nivel 4	SISMO-X	Bottom	0	-73.20	0.03
Nivel 4	SISMO-Y	Top	0	0.04	-66.59
Nivel 4	SISMO-Y	Bottom	0	0.05	-72.76
Nivel 3	SISMO-X	Top	0	-93.87	0.05
Nivel 3	SISMO-X	Bottom	0	-98.53	0.05
Nivel 3	SISMO-Y	Top	0	0.07	-93.28
Nivel 3	SISMO-Y	Bottom	0	0.07	-97.91
Nivel 2	SISMO-X	Top	0	-113.79	0.07
Nivel 2	SISMO-X	Bottom	0	-117.63	0.08
Nivel 2	SISMO-Y	Top	0	0.09	-113.05
Nivel 2	SISMO-Y	Bottom	0	0.09	-116.87
Nivel 1	SISMO-X	Top	0	-125.27	0.09
Nivel 1	SISMO-X	Bottom	0	-127.65	0.09
Nivel 1	SISMO-Y	Top	0	0.10	-124.47
Nivel 1	SISMO-Y	Bottom	0	0.10	-126.85

- Cortantes Dinámicas (tabla 31)

Tabla 31: Cortantes Dinámicas

Story	Load	Loc	P	VX	VY
Nivel 5	SDINXX Max	Top	5.0891	125.75	99.98
Nivel 5	SDINXX Max	Bottom	6.1204	148.82	124.43
Nivel 5	SDINYY Max	Top	4.398	103.91	125.05
Nivel 5	SDINYY Max	Bottom	5.6764	122.15	157.54
Nivel 4	SDINXX Max	Top	12.04	237.86	226.64
Nivel 4	SDINXX Max	Bottom	13.1106	252.34	249.21
Nivel 4	SDINYY Max	Top	10.7323	196.66	289.71
Nivel 4	SDINYY Max	Bottom	12.0413	208.21	320.43
Nivel 3	SDINXX Max	Top	19.5419	306.37	343.41
Nivel 3	SDINXX Max	Bottom	20.6712	316.39	363.53
Nivel 3	SDINYY Max	Top	17.2477	252.67	446.86
Nivel 3	SDINYY Max	Bottom	18.583	260.34	474.98
Nivel 2	SDINXX Max	Top	26.0788	365.22	455.58
Nivel 2	SDINXX Max	Bottom	27.1251	378.91	476.82
Nivel 2	SDINYY Max	Top	23.3735	297.07	604.23
Nivel 2	SDINYY Max	Bottom	24.4972	306.88	635.07
Nivel 1	SDINXX Max	Top	30.6379	438.95	554.92
Nivel 1	SDINXX Max	Bottom	30.5478	459.79	576.72
Nivel 1	SDINYY Max	Top	28.1615	347.93	749.29
Nivel 1	SDINYY Max	Bottom	28.068	362.01	781.75

- Derivas (figuras 82 y 83)

- Máxima en la Dirección X = 0.009264:

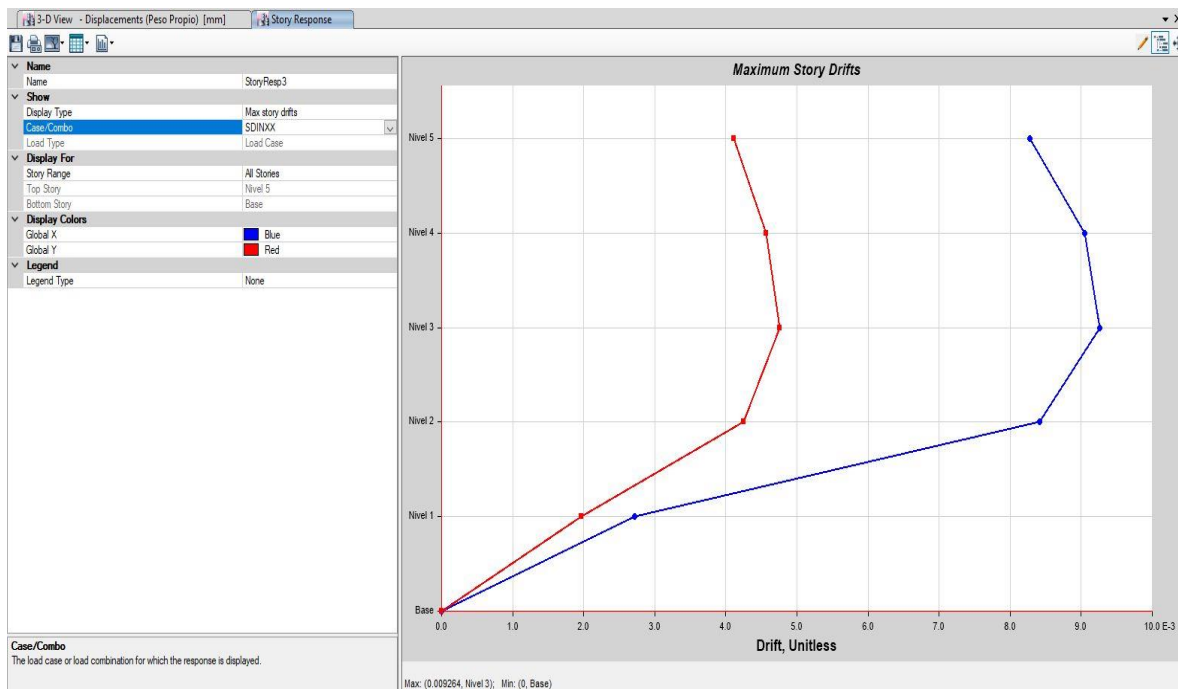


Figura 82.

○ **Máxima en la Dirección Y=0.002076:**

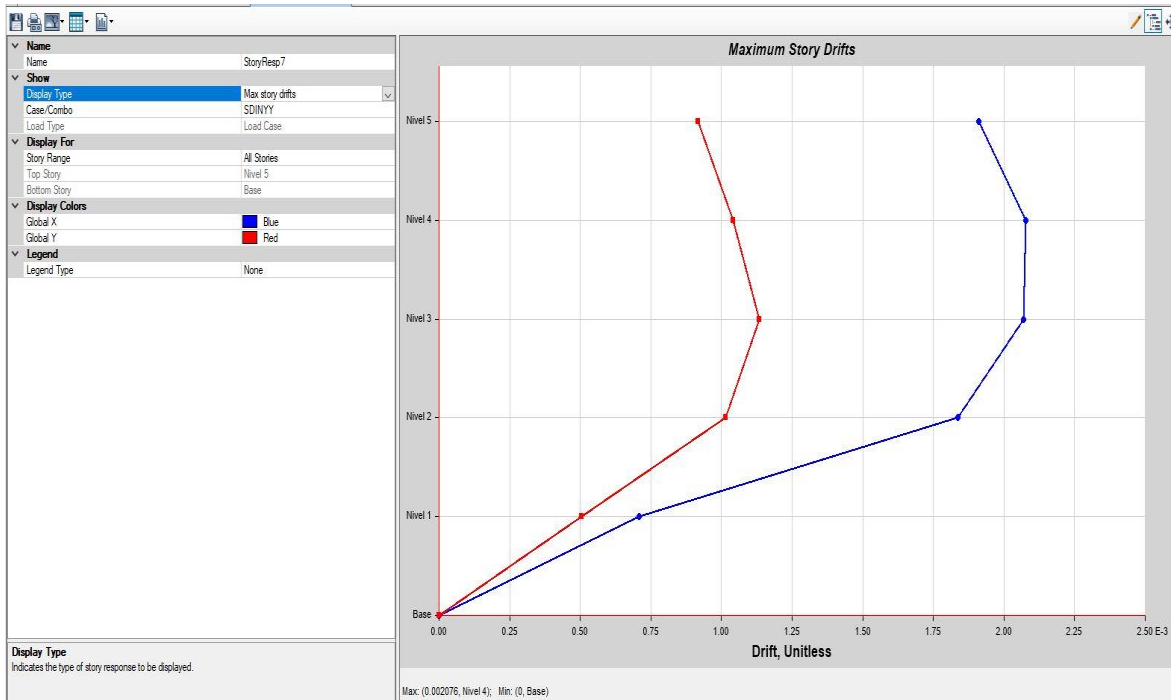


Figura 83.

Desplazamientos (figura 84 y 85)

○ **Máximo en la Dirección X = 10.139cm**

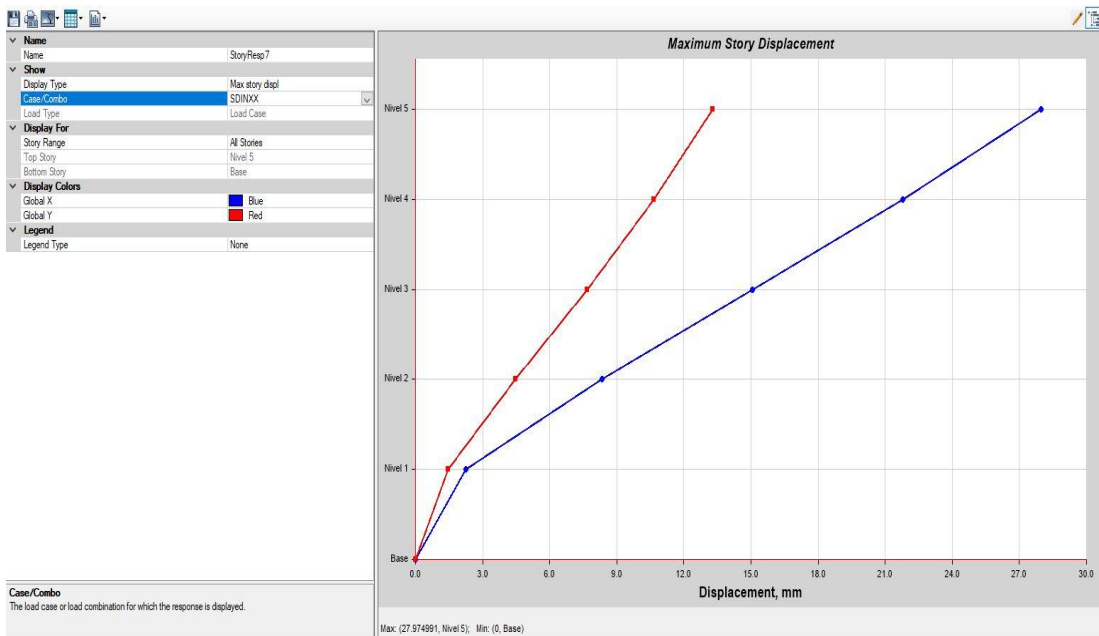


Figura 84.

- **Máximo en la Dirección Y= 8.283cm**

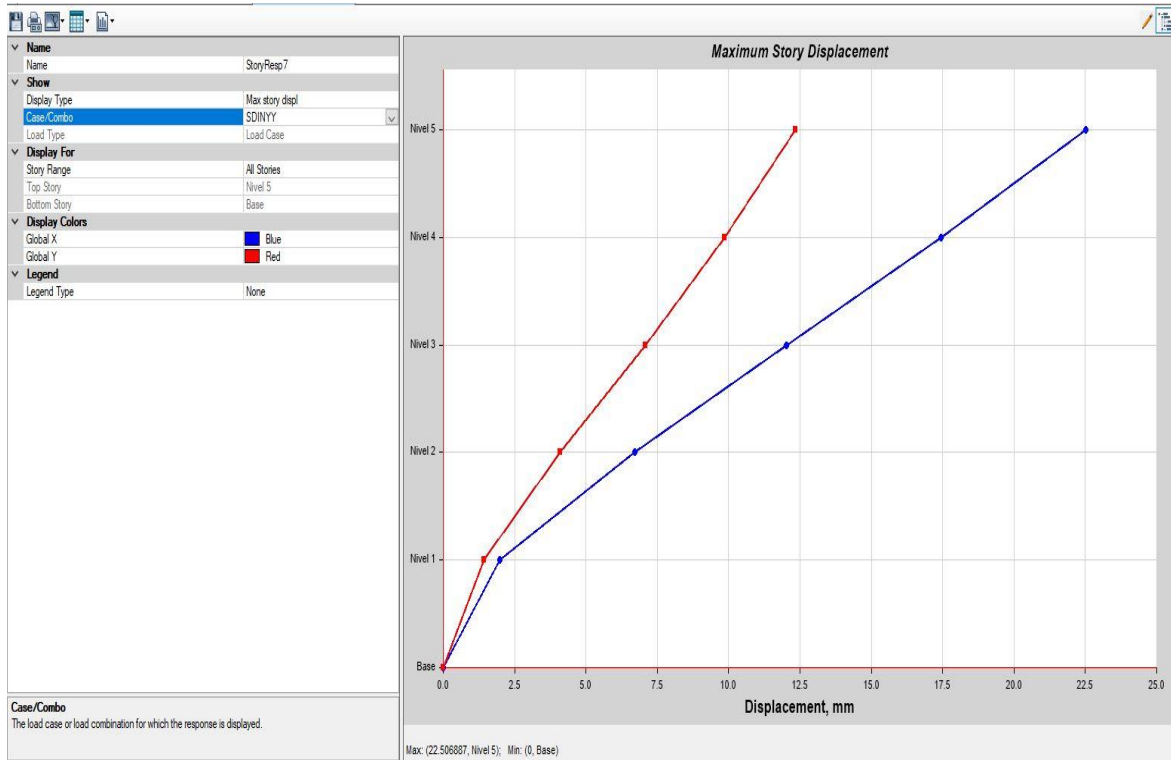


Figura 85.

Máxima Distorsión del entrepiso:

$$DX = 0.75 * DERIVA * R < 0.005$$

Límite máximo de distorsión del entrepiso

Drx **0.01876**

Dry **0.01540**

- **Cuadro Resumen (tabla 32)**

Tabla 32: Cuadro resumen

	Periodo	C	V estática	Vdinámica	80% Vest	f
Txx	0.648	2.500	127.65	459.79	102.12	0.22
Tyy	0.267	2.500	126.85	781.75	101.48	0.13

- **Junta de Separación Sísmica del Módulo 1 (tabla 33)**

Tabla 33: Junta de Separación Sísmica del Módulo 1

h(cm)	1350	cm	Altura de Edificación
Despl. Max	10.139	cm	Viv. Multif 3 pisos

s1	3.00	cm	Junta Mínima
s2	5.07		$S=s/2$
s3	8.10	cm	$S=0.006*(h)$
s4	1.86	cm	$2*\Sigma\text{Despl.Max}/3$

a) **Conclusión**

1.- De acuerdo a esto, se puede ver que la vivienda multifamiliar de 5 pisos de los cuales 3 pisos son existentes y 2 pisos son proyectados cumple con el límite de distorsión en la dirección Y, pero no cumple con el límite de distorsión en la dirección X para este tipo de edificación.

2.- Se realizó una verificación del refuerzo longitudinal para las columnas y se pudo verificar que en todos los pisos presentan columnas que no cumplen con el reforzamiento longitudinal de acuerdo a la Norma ACI 318-14, como se muestra en la figura 86.

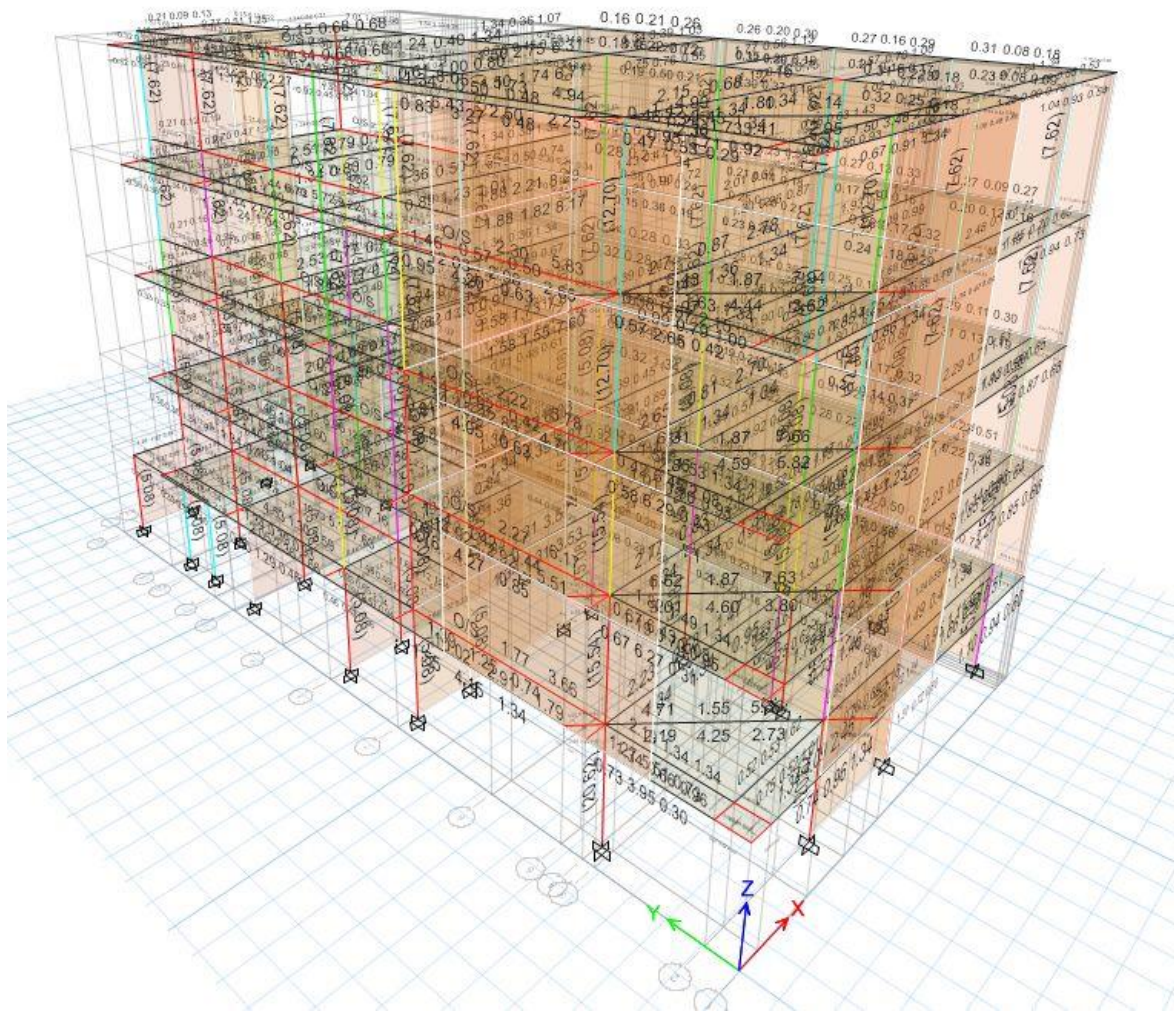
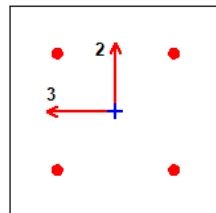


Figura 86.

ETABS Concrete FrameDesign

ACI 318-14 ColumnSectionDesign



Column Element Details (Summary)

Column Element Details (Summary)

Level	Element	UniqueName	Section ID	Combo ID	StationLocation	Length (m)	LLRF	Type
Nivel 1	C18	8	C:25x25 - Primer Piso	DCon14	0.81	2.7	0.76	Sway Special

Section Properties

b (m)	h (m)	dc (m)	Cover (Torsion) (m)
0.25	0.25	0.05587	0.0273

Material Properties

E _c (kgf/cm ²)	f _c (kgf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f _y (kgf/cm ²)	f _{ys} (kgf/cm ²)
179302.57	141	1	3150	3150

Design Code Parameters

Φ _T	Φ _{CTied}	Φ _{CSpiral}	Φ _{Vns}	Φ _{Vs}	Φ _{Vjoint}	Ω ₀
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85	2

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P _u tonf	Design M _{u2} tonf-m	Design M _{u3} tonf-m	Minimum M ₂ tonf-m	Minimum M ₃ tonf-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
44.0445	-0.2464	1.347	1.0016	1.0016	0.81(O/S #35)	1.027(O/S #35)

Axial Force and Biaxial Moment Factors

	C _m Factor Unitless	δ _{ns} Factor Unitless	δ _s Factor Unitless	K Factor Unitless	Effective Length m
Major Bend(M3)	1	1.344934	1	1	2.5
Minor Bend(M2)	1	1.344934	1	1	2.5

Shear Design for V_{u2} , V_{u3}

	Shear V _u tonf	Shear ΦV _c tonf	Shear ΦV _s tonf	Shear ΦV _p tonf	Rebar A _v /s cm ² /cm
Major, V _{u2}	1.8977	3.4409	1.3183	1.8977	0.03
Minor, V _{u3}	1.8977	3.4409	1.3183	1.8977	0.03

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Force tonf	Shear V _{u,Top} tonf	Shear V _{u,Tot} tonf	Shear ΦV _c tonf	Joint Area m ²	Shear Ratio Unitless
Major Shear, V _{u2}	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Minor Shear, V _{u3}	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

(6/5) Beam/Column Capacity Ratio

Major Ratio	Minor Ratio
N/A	N/A

O/S #35 Capacity ratio exceeds limit

Notes:

N/A: Not Applicable

N/C: Not Calculated

N/N: Not Needed

III.- Vivienda Multifamiliar de 5 pisos (3 pisos existentes con refuerzo de varillas de acero en las columnas y 2 pisos proyectados) , como se muestra en la figura 87.

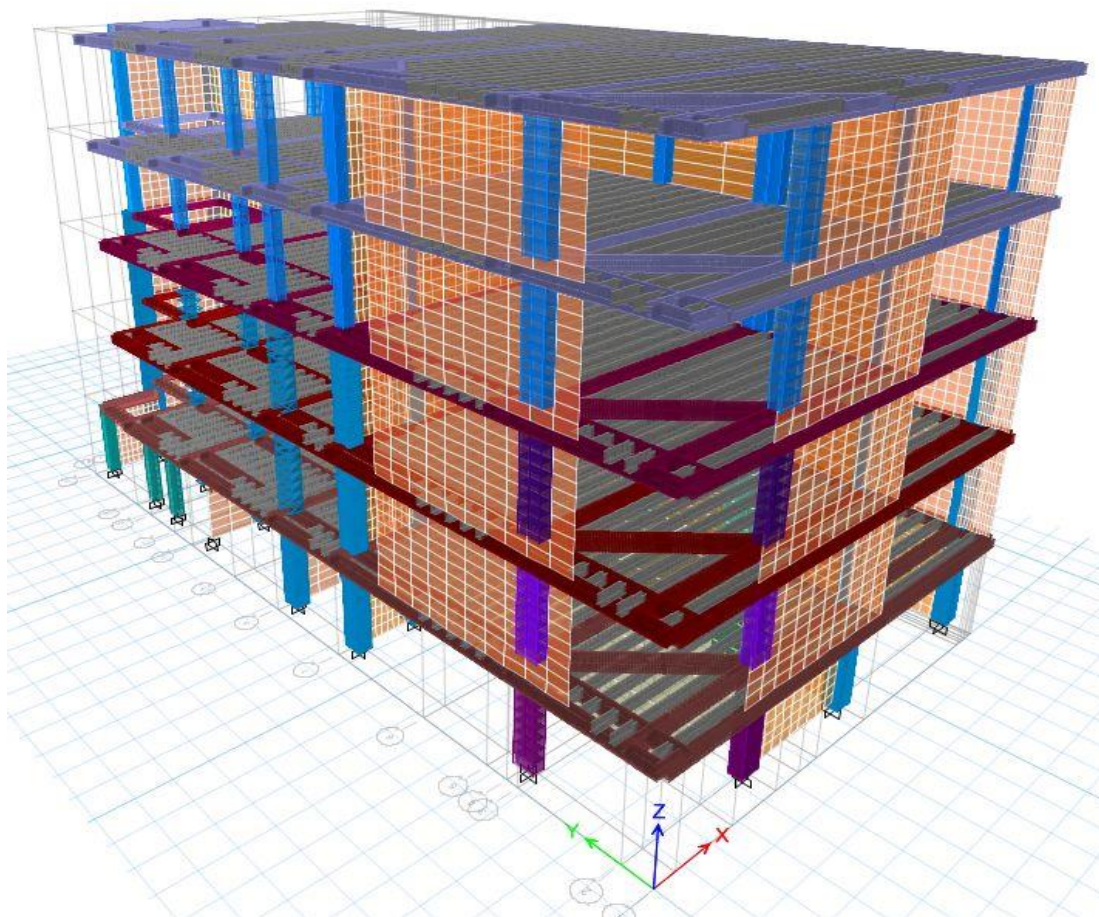


Figura 87.

- **Modos de Vibración, Periodos Y Porcentaje de Masa Participativa (tabla 34)**

Tabla 34: Masa participativa

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS							
Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
1	8.158	0.00	0.00	0.02	0	0	0.1
2	7.657	0.00	0.00	0.02	0	0	0.12
3	7.463	0.00	0.00	0.02	0	0	0.13
4	5.587	0.00	0.00	0.01	0	0	0.14
5	0.535	53.97	3.07	0.05	53.97	3.07	0.19
6	0.397	10.52	19.75	0.00373	64.49	22.82	0.2
7	0.393	0.01	0.03	0.03	64.5	22.85	0.22
8	0.33	0.00	0.00	0.0031	64.5	22.85	0.23
9	0.33	0.01	0.00	0.05	64.51	22.85	0.28
10	0.329	0.00	0.00	0.03	64.51	22.85	0.31
11	0.321	0.00	0.00	0.03	64.51	22.85	0.34
12	0.26	0.00	0.00	0.03	64.52	22.86	0.37
13	0.254	0.00	0.00	0.03	64.52	22.86	0.4
14	0.25	0.02	0.02	0.1	64.54	22.88	0.5
15	0.246	0.00	0.00	0.03	64.54	22.88	0.53

- **Cortantes Estáticas (tabla 35)**

Tabla 35: Cortantes Estáticas

Story	Load	Loc	P	VX	VY
Nivel 5	SISMO-X	Top	0	-36.71	0.00
Nivel 5	SISMO-X	Bottom	0	-45.52	0.00
Nivel 5	SISMO-Y	Top	0	0.00	-36.66
Nivel 5	SISMO-Y	Bottom	0	0.00	-45.46
Nivel 4	SISMO-X	Top	0	-78.06	0.00
Nivel 4	SISMO-X	Bottom	0	-85.10	0.01
Nivel 4	SISMO-Y	Top	0	0.01	-77.94
Nivel 4	SISMO-Y	Bottom	0	0.01	-84.98
Nivel 3	SISMO-X	Top	0	-110.75	0.01
Nivel 3	SISMO-X	Bottom	0	-116.04	0.01
Nivel 3	SISMO-Y	Top	0	0.01	-110.57
Nivel 3	SISMO-Y	Bottom	0	0.01	-115.85
Nivel 2	SISMO-X	Top	0	-135.00	0.01
Nivel 2	SISMO-X	Bottom	0	-139.22	0.01
Nivel 2	SISMO-Y	Top	0	0.02	-134.77
Nivel 2	SISMO-Y	Bottom	0	0.02	-138.99
Nivel 1	SISMO-X	Top	0	-148.61	0.02
Nivel 1	SISMO-X	Bottom	0	-151.04	0.02
Nivel 1	SISMO-Y	Top	0	0.02	-148.35
Nivel 1	SISMO-Y	Bottom	0	0.02	-150.78

- **Cortantes Dinámicas (tabla 36)**

Tabla 36: Cortantes dinámicas

Story	Load	Loc	P	VX	VY
Nivel 5	SDINXX Max	Top	3.4572	123.43	44.02
Nivel 5	SDINXX Max	Bottom	3.5647	148.59	50.45
Nivel 5	SDINYY Max	Top	2.859	99.84	39.14
Nivel 5	SDINYY Max	Bottom	2.9131	119.97	44.87
Nivel 4	SDINXX Max	Top	7.5944	253.26	88.18
Nivel 4	SDINXX Max	Bottom	7.7196	271.66	92.89
Nivel 4	SDINYY Max	Top	6.251	204.44	78.34
Nivel 4	SDINYY Max	Bottom	6.3193	219.12	82.52
Nivel 3	SDINXX Max	Top	12.0394	345.81	119.60
Nivel 3	SDINXX Max	Bottom	12.1877	357.42	122.50
Nivel 3	SDINYY Max	Top	9.9324	278.70	106.09
Nivel 3	SDINYY Max	Bottom	10.0197	287.95	108.66
Nivel 2	SDINXX Max	Top	15.5386	400.02	136.35
Nivel 2	SDINXX Max	Bottom	15.7081	406.10	137.53
Nivel 2	SDINYY Max	Top	12.7623	322.26	120.77
Nivel 2	SDINYY Max	Bottom	12.8673	327.17	121.82
Nivel 1	SDINXX Max	Top	17.7338	419.72	142.45
Nivel 1	SDINXX Max	Bottom	17.6638	421.03	142.75
Nivel 1	SDINYY Max	Top	14.4924	338.09	126.12
Nivel 1	SDINYY Max	Bottom	14.4388	339.17	126.38

- **Derivas (figuras 88 y 89)**

- **Máxima en la Dirección X = 0.002571:**

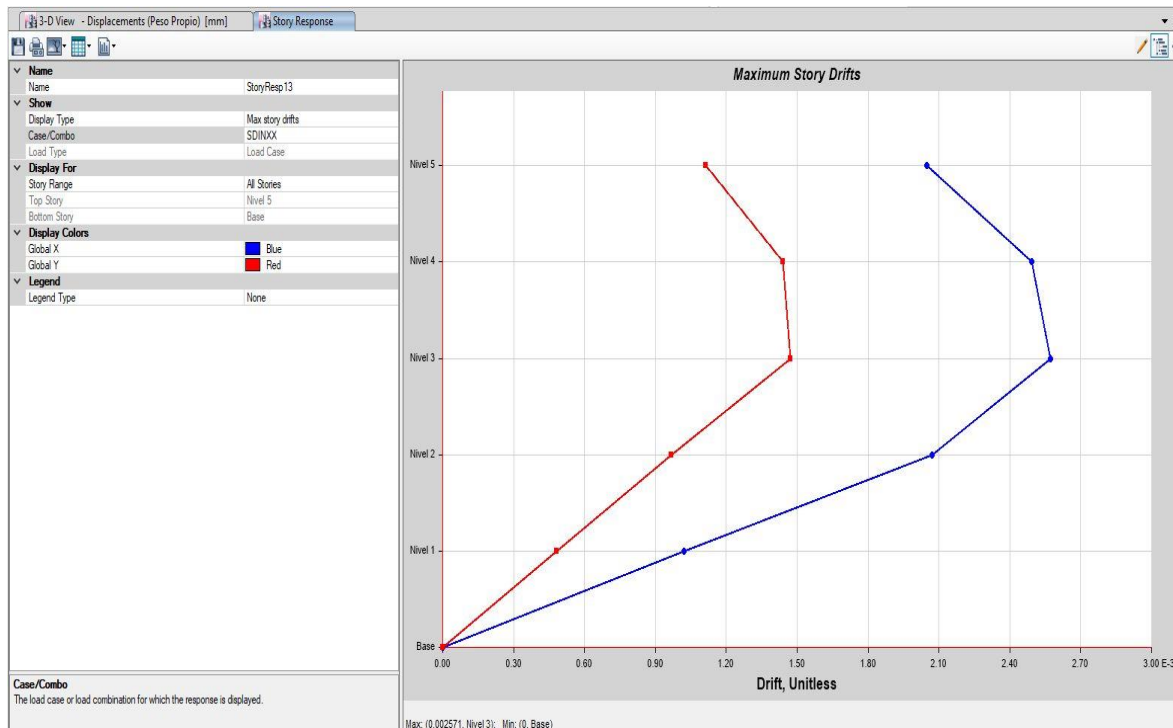


Figura 88

○ **Máxima en la Dirección Y=0.002075:**

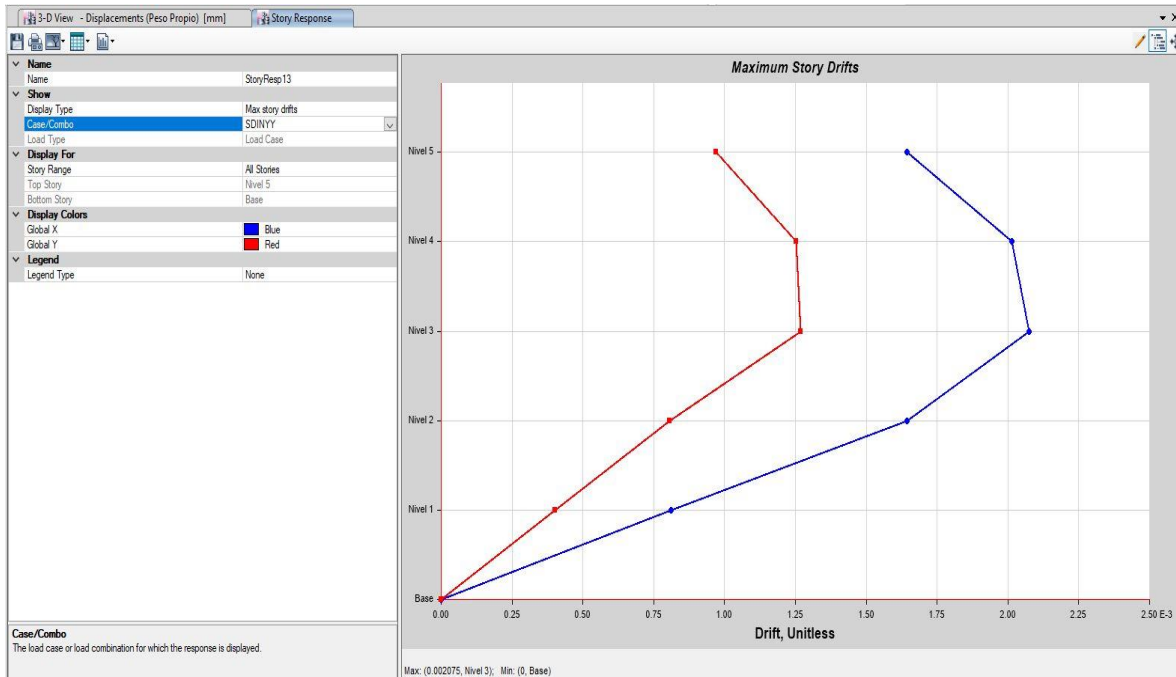


Figura 89.

Desplazamientos (figuras 90 y 91)

○ **Máximo en la Dirección X = 2.657cm**

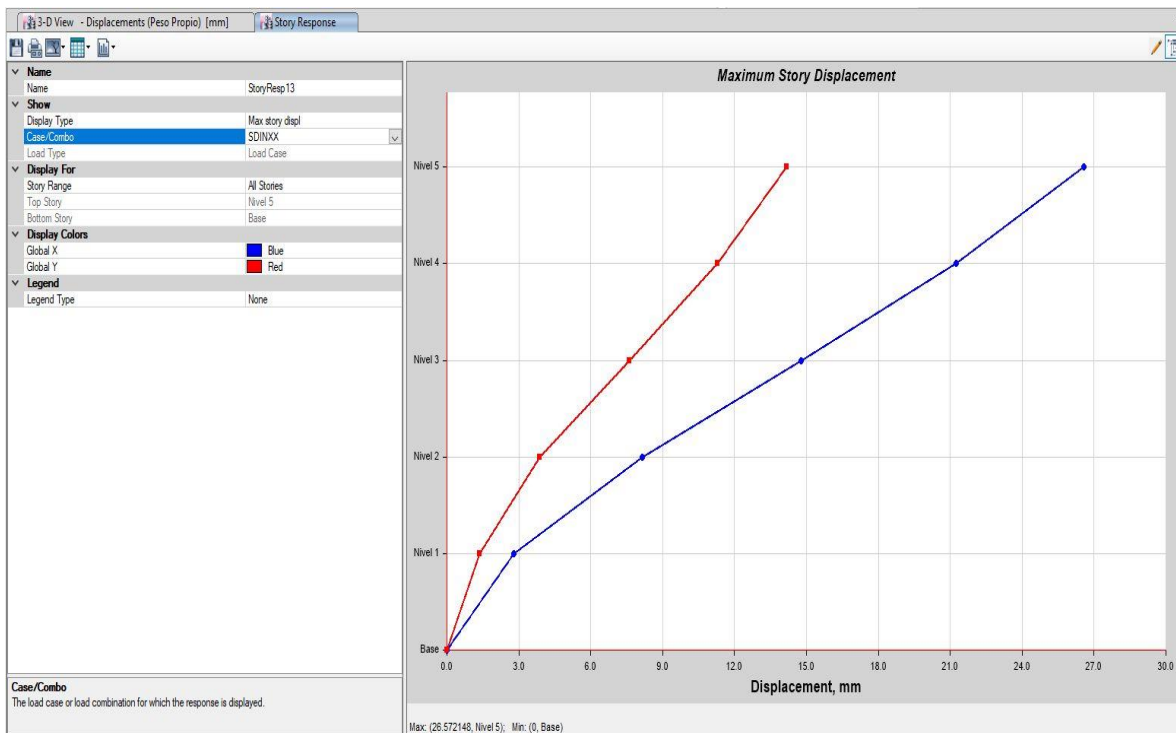


Figura 90.

- **Máximo en la Dirección Y= 2.130cm**

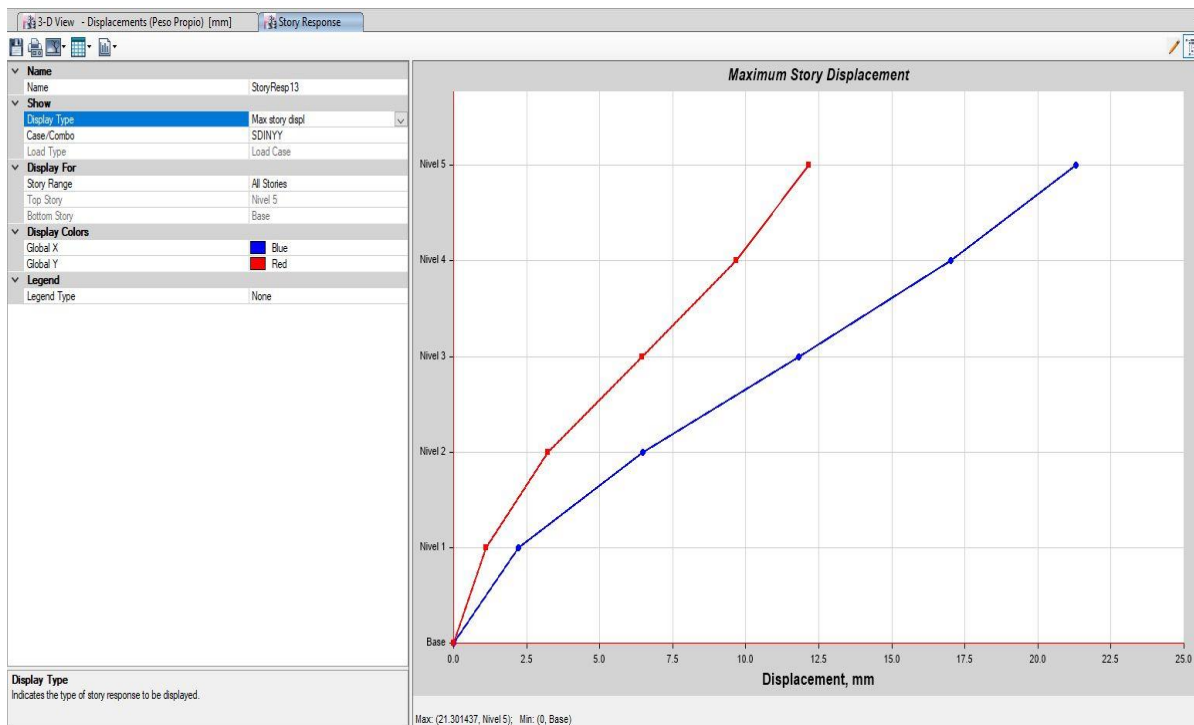


Figura 91.

Máxima Distorsión del entrepiso:

$$DX = 0.75 * DERIVA * R < 0.005$$

Límite máximo de distorsión del entrepiso

Drx 0.00521 cm

Dry 0.00420 cm

- **Cuadro Resumen (tabla 37)**

Tabla 37: Cuadro Resumen

	Periodo	C	V estática	Vdinámica	80% Vest	f
Txx	0.535	2.500	151.04	421.03	120.832	0.29
Tyy	0.397	2.500	150.781	142.753	120.625	0.84

- **Junta de Separación Sísmica del Módulo 1 (tabla 38)**

Tabla 38: Junta de Separación Sísmica del Módulo 1

h(cm)	1350	cm	Altura de Edificación
Despl. Max	2.657	cm	Viv. Multif 3 pisos
s1	3.00	cm	Junta Mínima
s2	1.33	cm	$S=s/2$
s3	8.10	cm	$S=0.006*(h)$
s4	1.51	cm	$2*\Sigma\text{Despl.Max}/3$

b) Conclusión

1.- De acuerdo a esto, se puede ver que la vivienda multifamiliar de 5 pisos de los cuales 3 pisos son existentes reforzados en las columnas con acero y 2 pisos son proyectados cumple con el límite de distorsión en ambas direcciones X e Y.

2.- Se realizó una verificación del refuerzo longitudinal para las columnas y se pudo verificar que todas las columnas cumplen con el reforzamiento longitudinal de acuerdo a la Norma ACI 318-14, como se muestra en la figura 92.

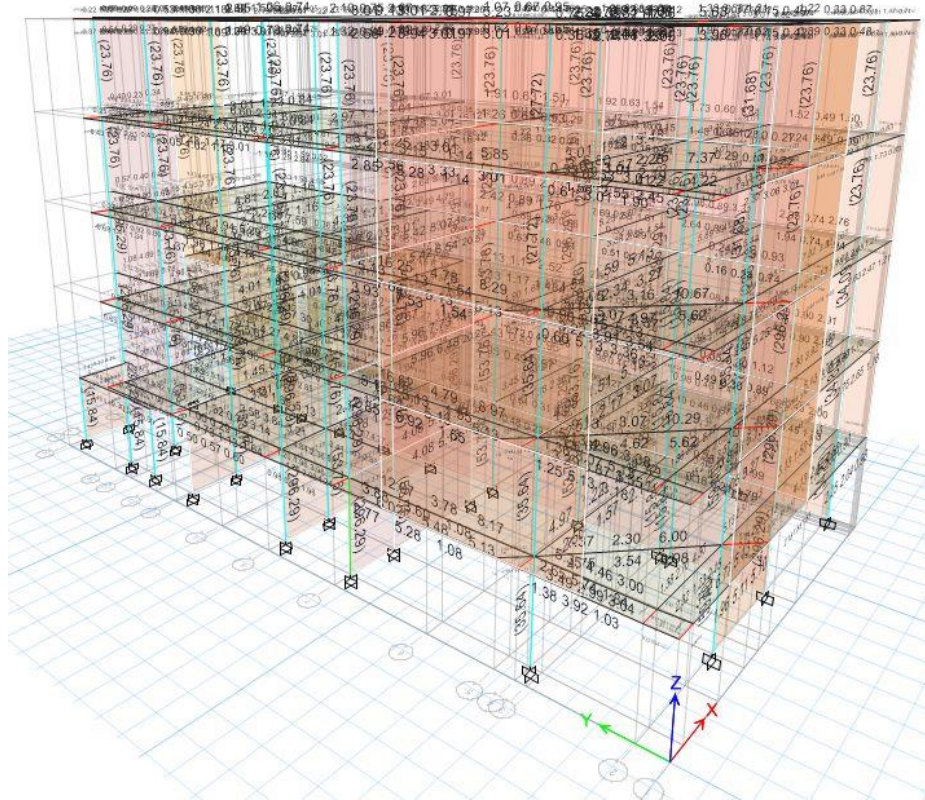


Figura 92. Resultados Vivienda Multifamiliar de 5 pisos (3 pisos existentes con refuerzo de varillas de acero en las columnas y 2 pisos proyectados)

ETABS Concrete FrameDesign

ACI 318-14 ColumnSectionDesign

Column Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
Nivel 1	C46	51	CC:35x25x35x25-Primer Piso	DCon13	2.5	2.7	0.563	Sway Special

Section Properties

SD Section	dc (m)	Cover (m)	(Torsion)
0.015	0.04957	0.0273	

Material Properties

E_c (kgf/cm ²)	f'_c (kgf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (kgf/cm ²)	f_{ys} (kgf/cm ²)
282495.13	350	1	4200	4200

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_{CTied}	$\Phi_{CSpiral}$	Φ_{Vns}	Φ_{Vs}	Φ_{Vjoint}	Ω_0
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85	2

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u tonf	Design M_{u2} tonf-m	Design M_{u3} tonf-m	Minimum M_2 tonf-m	Minimum M_3 tonf-m	Rebar %	Capacity Ratio Unitless
87.5823	2.612	-6.5162	2.5171	2.5171	1.29	0.366

Axial Force and Biaxial Moment Factors

	C_m Factor Unitless	δ_{ns} Factor Unitless	δ_s Factor Unitless	K Factor Unitless	Effective Length m
Major Bend(M3)	1	1.037689	1	1	2.5
Minor Bend(M2)	1	1.037689	1	1	2.5

Shear Design for V_{u2} , V_{u3}

	Shear V_u tonf	Shear ΦV_c tonf	Shear ΦV_s tonf	Shear ΦV_p tonf	Rebar A_v /s cm²/cm
Major, V_{u2}	1.8736	11.3492	0	0.9489	0
Minor, V_{u3}	1.8977	14.1865	0	1.8977	0

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Force tonf	Shear $V_{u,Top}$ tonf	Shear $V_{u,Tot}$ tonf	Shear ΦV_c tonf	Joint Area m²	Shear Ratio Unitless
Major Shear, V_{u2}	0	0.9489	19.3686	102.461	0.2025	0.189
Minor Shear, V_{u3}	0	1.8977	38.7373	102.461	0.2025	0.378

(6/5) Beam/Column Capacity Ratio

Major Ratio	Minor Ratio
0.045	0.092

IV.- Vivienda Multifamiliar de 5 pisos (3 pisos existentes con refuerzo de varillas de basalto en las columnas y 2 pisos proyectados) , como se muestra en la figura 93.

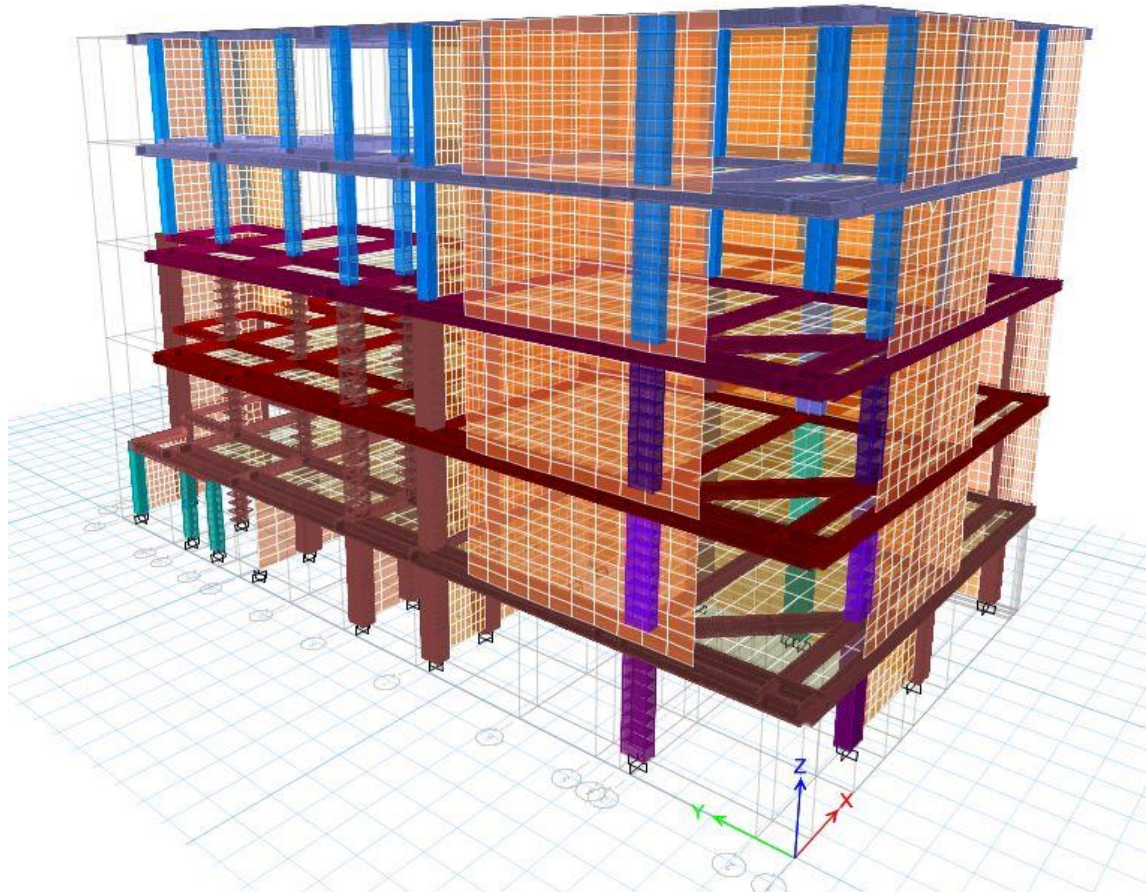


Figura 93.

- **Modos de Vibración, Periodos Y Porcentaje de Masa Participativa (tabla 39)**

Tabla 39: Masa Participativa

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS							
Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
1	8.158	0.00	0.00	0.01	0	0	0.09
2	7.657	0.00	0.00	0.01	0	0	0.1
3	7.462	0.00	0.00	0.01	0	0	0.11
4	5.587	0.00	0.00	0.01	0	0	0.13
5	0.392	0.00	0.00	0.02	0.00139	0.0001	0.15
6	0.327	2.07	0.15	0.03	2.07	0.15	0.18
7	0.327	0.52	0.04	0.01	2.59	0.19	0.18
8	0.327	0.35	0.03	0.00265	2.94	0.21	0.19
9	0.322	40.06	2.77	0.08	43.01	2.99	0.27
10	0.318	1.65	0.11	0.04	44.66	3.1	0.31
11	0.259	0.00	0.01	0.02	44.66	3.1	0.33
12	0.256	21.50	7.34	0.05	66.16	10.451	0.39
13	0.253	0.04	0.00	0.02	66.19	10.45	0.41
14	0.245	0.01	0.00	0.02	66.2	10.45	0.43
15	0.239	0.01	0.00	0.02	66.21	10.45	0.46

- Cortantes Estáticas (tabla 40)

Tabla 40: Cortantes Estáticas

Story	Load	Loc	P	VX	VY
Nivel 5	SISMO-X	Top	0	-36.71	0.00
Nivel 5	SISMO-X	Bottom	0	-45.52	0.00
Nivel 5	SISMO-Y	Top	0	0.00	-36.66
Nivel 5	SISMO-Y	Bottom	0	0.00	-45.46
Nivel 4	SISMO-X	Top	0	-78.06	0.00
Nivel 4	SISMO-X	Bottom	0	-85.10	0.01
Nivel 4	SISMO-Y	Top	0	0.01	-77.94
Nivel 4	SISMO-Y	Bottom	0	0.01	-84.98
Nivel 3	SISMO-X	Top	0	-110.75	0.01
Nivel 3	SISMO-X	Bottom	0	-116.04	0.01
Nivel 3	SISMO-Y	Top	0	0.01	-110.57
Nivel 3	SISMO-Y	Bottom	0	0.01	-115.85
Nivel 2	SISMO-X	Top	0	-135.00	0.01
Nivel 2	SISMO-X	Bottom	0	-139.22	0.01
Nivel 2	SISMO-Y	Top	0	0.02	-134.77
Nivel 2	SISMO-Y	Bottom	0	0.02	-138.99
Nivel 1	SISMO-X	Top	0	-148.61	0.02
Nivel 1	SISMO-X	Bottom	0	-151.04	0.02
Nivel 1	SISMO-Y	Top	0	0.02	-148.35
Nivel 1	SISMO-Y	Bottom	0	0.02	-150.78

- Cortantes Dinámicas (tabla 41)

Tabla 41: Cortantes dinámicas

Story	Load	Loc	P	VX	VY
Nivel 5	SDINXX Max	Top	3.4572	123.43	44.02
Nivel 5	SDINXX Max	Bottom	3.5647	148.59	50.45
Nivel 5	SDINYY Max	Top	2.859	99.84	39.14
Nivel 5	SDINYY Max	Bottom	2.9131	119.97	44.87
Nivel 4	SDINXX Max	Top	7.5944	253.26	88.18
Nivel 4	SDINXX Max	Bottom	7.7196	271.66	92.89
Nivel 4	SDINYY Max	Top	6.251	204.44	78.34
Nivel 4	SDINYY Max	Bottom	6.3193	219.12	82.52
Nivel 3	SDINXX Max	Top	12.0394	345.81	119.60
Nivel 3	SDINXX Max	Bottom	12.1877	357.42	122.50
Nivel 3	SDINYY Max	Top	9.9324	278.70	106.09
Nivel 3	SDINYY Max	Bottom	10.0197	287.95	108.66
Nivel 2	SDINXX Max	Top	15.5386	400.02	136.35
Nivel 2	SDINXX Max	Bottom	15.7081	406.10	137.53
Nivel 2	SDINYY Max	Top	12.7623	322.26	120.77
Nivel 2	SDINYY Max	Bottom	12.8673	327.17	121.82
Nivel 1	SDINXX Max	Top	17.7338	419.72	142.45
Nivel 1	SDINXX Max	Bottom	17.6638	421.03	142.75
Nivel 1	SDINYY Max	Top	14.4924	338.09	126.12
Nivel 1	SDINYY Max	Bottom	14.4388	339.17	126.38

- Derivas (figuras 94 y 95)
 - Máxima Deriva en la Dirección X = 0.002571:

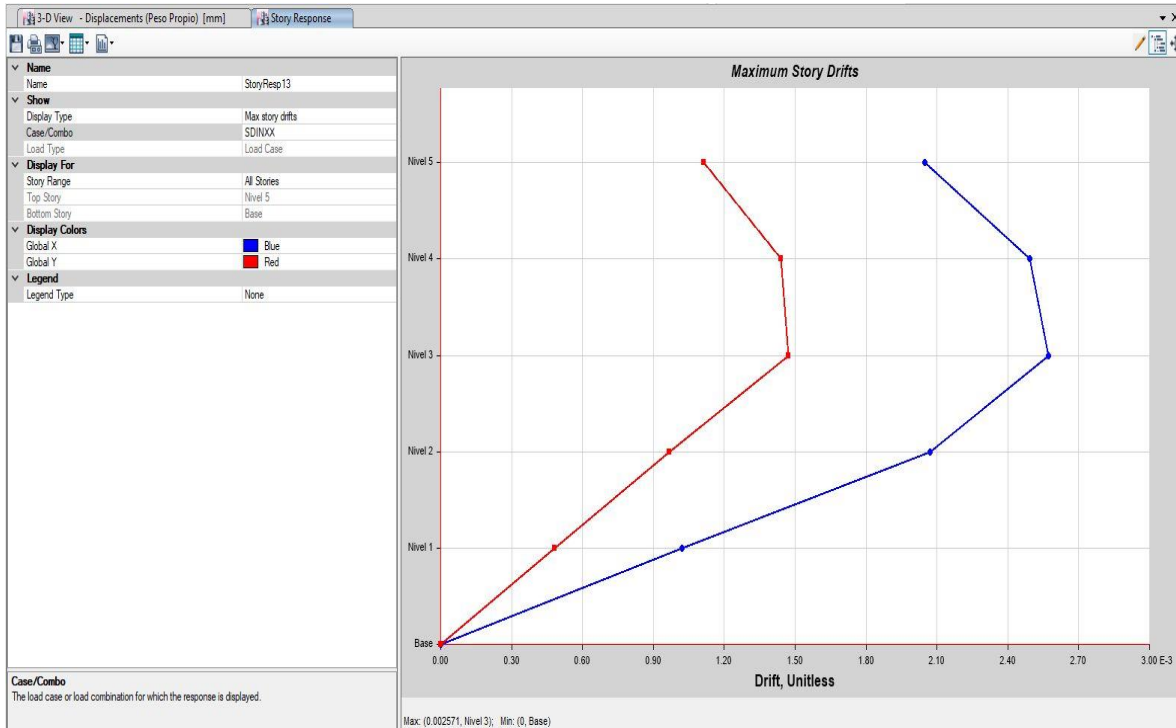


Figura 94.

- Máxima Deriva en la Dirección Y=0.002075:

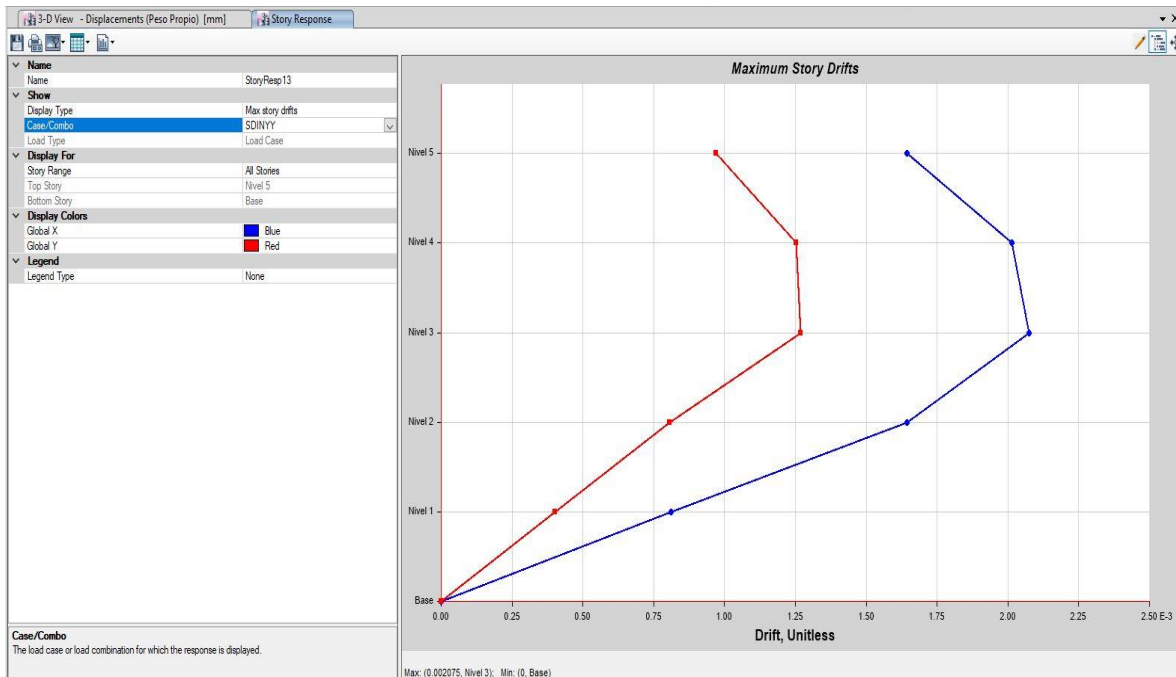


Figura 95.

Desplazamientos (figuras 96 y 97)

- **Máximo en la Dirección X = 2.657cm**

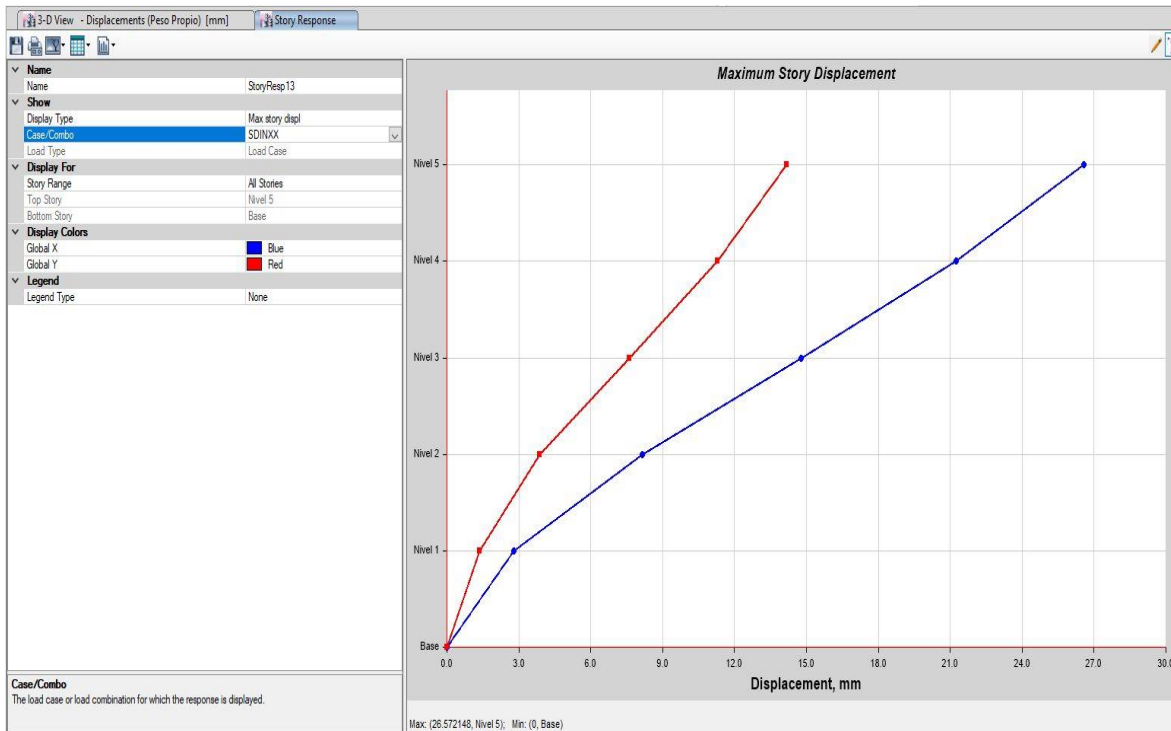


Figura 96.

- **Máximo en la Dirección Y= 2.130cm**

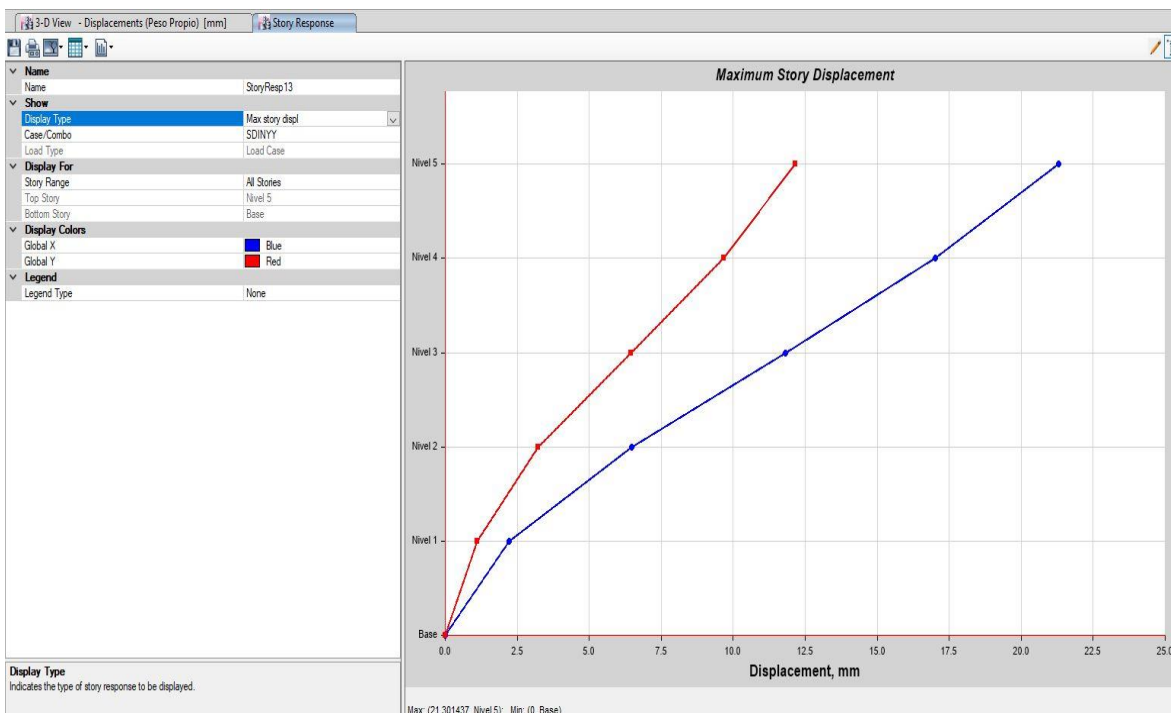


Figura 97.

Máxima Distorsión del entrepiso:

$$DX = 0.75 * DERIVA * R < 0.005$$

Límite máximo de distorsión del entrepiso

Drx 0.00521 cm

Dry 0.00420 cm

- **Cuadro Resumen (tabla 42)**

Tabla 42: Cuadro Resumen

	Periodo	C	V estática	Vdinámica	80% Vest	f
Txx	0.535	2.500	151.04	421.03	120.832	0.29
Tyy	0.397	2.500	150.781	142.753	120.625	0.84

- **Junta de Separación Sísmica del Módulo 1 (tabla 43)**

Tabla 43: Junta de Separación Sísmica del Módulo 1

h(cm)	1350	cm	Altura de Edificación
Despl. Max	2.657	cm	Viv. Multif 3 pisos
s1	3.00	cm	Junta Mínima
s2	1.33	cm	S=s/2
s3	8.10	cm	S=0.006*(h)
s4	1.51	cm	2*ΣDespl.Max/3

c) Conclusión

1.- A través de esto, se puede ver que la vivienda multifamiliar de 5 pisos de los cuales 3 pisos son existentes reforzados en las columnas con basalto y 2 pisos son proyectados cumple con el límite de distorsión en ambas direcciones X e Y. Para el caso de la dirección en X el valor es mayor al límite en un porcentaje tolerable ya que las estructuras son diseñadas con un factor de seguridad mínima de 3.

2.- Se realizó una verificación del refuerzo longitudinal para las columnas y se pudo verificar que todas las columnas cumplen con el reforzamiento longitudinal de acuerdo a la Norma ACI 318-14, como se muestra en la figura 98.

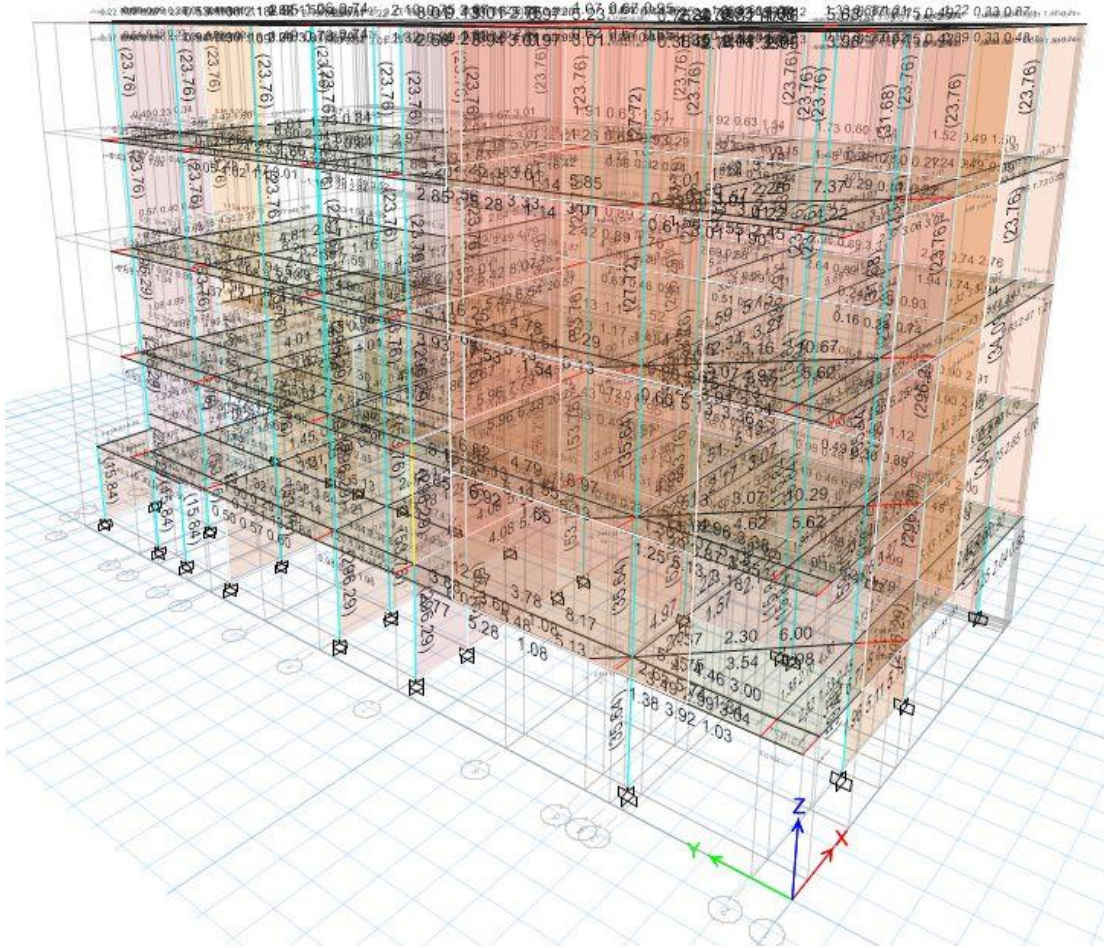
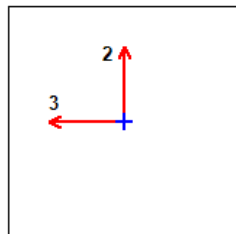


Figura 98. Resultados Vivienda Multifamiliar de 5 pisos (3 pisos existentes con refuerzo de varillas de basalto en las columnas y 2 pisos proyectados)

ETABS Concrete FrameDesign

ACI 318-14 ColumnSectionDesign



Column Element Details (Summary)

Level	Element	UniqueName	Section ID	Combo ID	StationLocation	Length (m)	LLRF	Type
Nivel 1	C46	51	CC:35x25x35x25-Primer Piso	DCon13	2.5	2.7	0.563	Sway Special

Section Properties

SD Section	dc (m)	Cover (Torsion) (m)
0.015	0.0495 7	0.0273

Material Properties

E_c (kgf/cm ²)	f'_c (kgf/cm ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (kgf/cm ²)	f_{ys} (kgf/cm ²)
282495.13	350	1	17700	17700

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_{CTied}	$\Phi_{CSpiral}$	Φ_{Vns}	Φ_{Vs}	Φ_{Vjoint}	Ω_0
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85	2

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u tonf	Design M_{u2} tonf-m	Design M_{u3} tonf-m	Minimum M_2 tonf-m	Minimum M_3 tonf-m	Rebar %	Capacity Ratio Unitless
87.5823	2.612	-6.5162	2.5171	2.5171	1.29	0.361

Axial Force and Biaxial Moment Factors

	C_m Factor Unitless	δ_{ns} Factor Unitless	δ_s Factor Unitless	K Factor Unitless	Effective Length m
Major Bend(M3)	1	1.037689	1	1	2.5
Minor Bend(M2)	1	1.037689	1	1	2.5

Shear Design for V_{u2} , V_{u3}

	Shear V_u tonf	Shear ΦV_c tonf	Shear ΦV_s tonf	Shear ΦV_p tonf	Rebar A_v / s cm ² /cm
Major, V_{u2}	1.8736	11.3492	0	0.9489	0
Minor, V_{u3}	1.8977	14.1865	0	1.8977	0

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Force tonf	Shear $V_{u,Top}$ tonf	Shear $V_{u,Tot}$ tonf	Shear ΦV_c tonf	Joint Area m ²	Shear Ratio Unitless
Major Shear, V_{u2}	0	0.9489	19.3686	102.461	0.2025	0.189
Minor Shear, V_{u3}	0	1.8977	38.7373	102.461	0.2025	0.378

(6/5) Beam/Column Capacity Ratio

Major Ratio	Minor Ratio
0.041	0.082

DIAGRAMAS DE ITERACIÓN DE COLUMNAS REFORZADAS CON VARILLAS DE ACERO Y CON VARILLAS DE BASALTO (figuras 99 y 100)

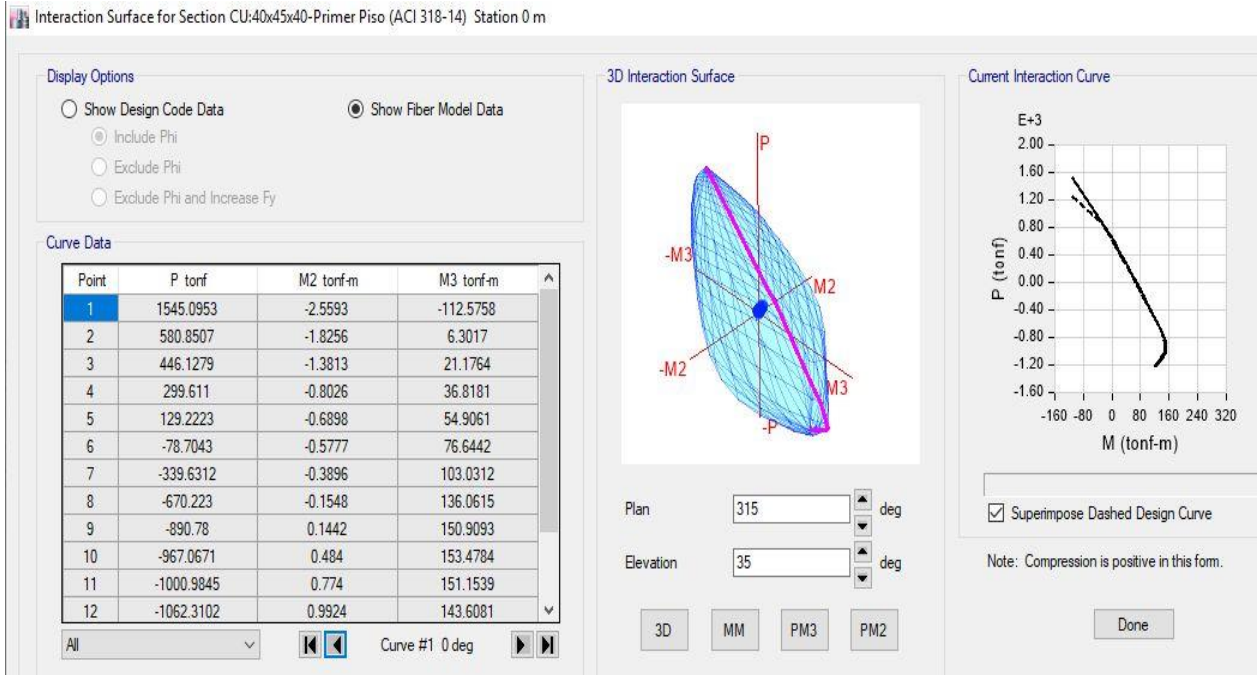


Figura 99. Diagrama de iteración con acero

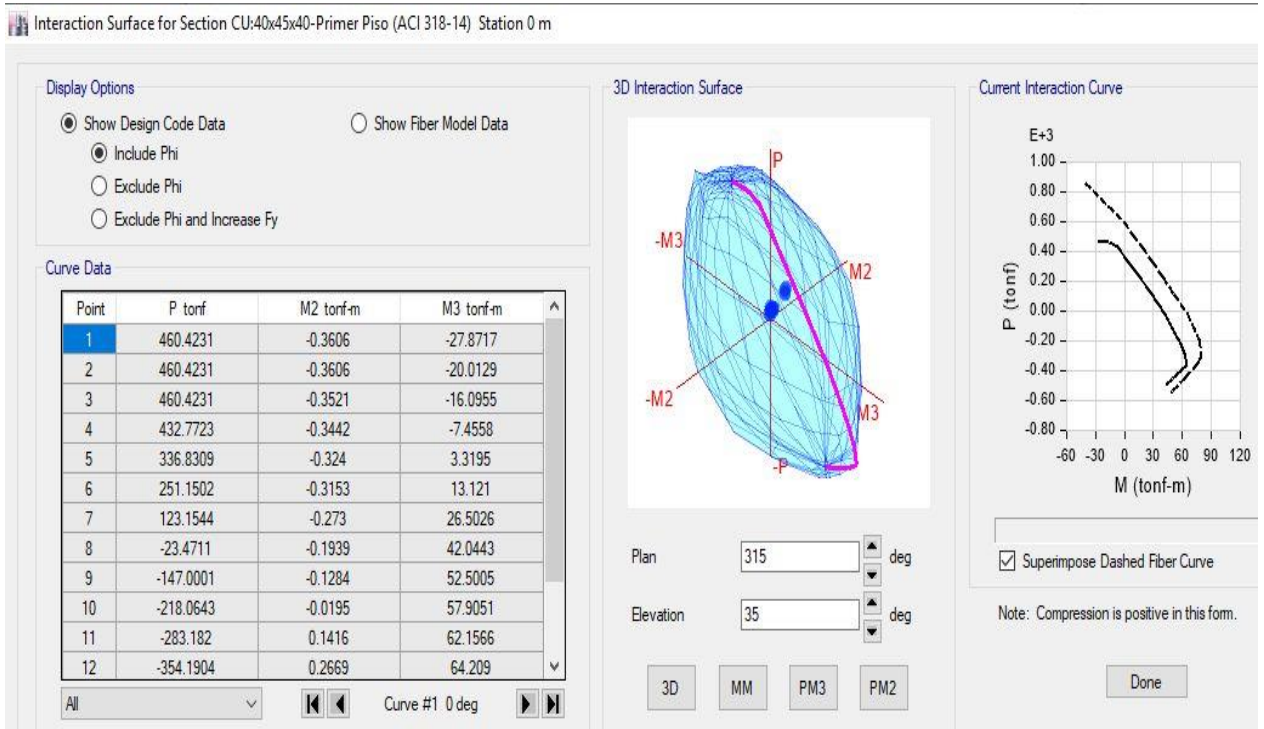


Figura 100. Diagrama de Iteración con Basalto

Diseño estructural de la vivienda multifamiliar de 5 pisos con refuerzo de columnas con varillas de basalto

Diseño estructural de los elementos de concreto armado

El diseño de todos los elementos de la vivienda multifamiliar se basó, siguiendo a la Norma Peruana Concreto Armado NTE-060.

Para la revisión de los elementos de concreto se empleó la norma peruana NTE-060.

Vivienda Multifamiliar de 5 pisos reforzado con varillas de basalto

Diseño de Viguetas de los Aligerados

En el diseño de los aligerados se utilizó 0.20m de peralte y 0.10m de ancho, los cuales están separados a 0.40m. Además, se consideró sólo cargas vivas y cargas muertas (combinación 1.4CM+1.7CV) para así obtener los momentos y cortantes últimos.

Se realizó el diseño para los 3 pisos existentes con resistencia de concretos de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio y el diseño para los 2

Para calcular la capacidad resistente a flexión se utilizó la siguiente expresión:

$$\phi Mn = \phi . As . fy . \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Dónde:

- Mn = Momento Nominal
- As = Acero Requerido
- fy = Esfuerzo de Fluencia del acero (4200kg/cm²)
- d = Peralte efectivo
- a = Profundidad del bloque equivalente de compresiones.

$$a = \frac{As . fy}{0.85 f'c . b}$$

- b = ancho de la sección
- ϕ = Factor de reducción (0.9 para flexión simple)

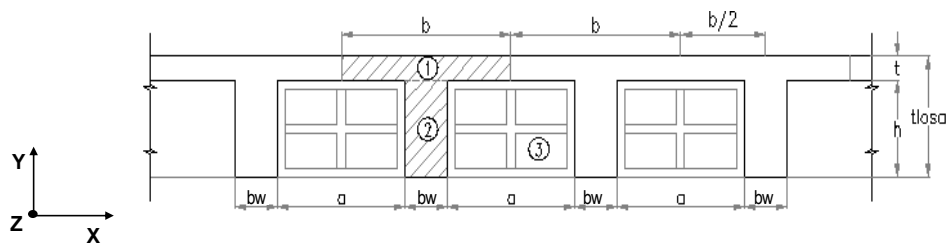
Se tomó como ejemplo la vigueta ubicada en el volado y la de un ambiente interior del piso 1 del módulo 1.

d) Vigueta del primer piso

Rev. 0	MEMORIA DE CÁLCULO DE VIGUETA DE LOSA ALIGERADA	Fecha:
	PRIMER PISO EXISTENTE	Página:

1.0 LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCIÓN

1.1 SKETCH



ELEVACION

1.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y PROPIEDADES

$a = 0.300$ m	Ver Sketch	$\gamma_c = 2400$ Kg/m ³	Peso Especifico del Concreto
$b = 0.400$ m	Ver Sketch	$f_c = 141.0$ Kg/cm ²	Resistencia a la Compresión del Concreto
$bw = 0.100$ m	Ver Sketch	$E_c = 1.78E+05$ Kg/cm ²	Módulo de Elasticidad del Concreto
$t = 0.050$ m	Ver Sketch	$f_y = 3150$ Kg/cm ²	Esfuerzo de Fluencia del Acero
$h = 0.150$ m	Ver Sketch		
$tlosa = 0.200$ m	Ver Sketch		
$N_v = 2.500$ und	Numero de Viguetas (x 1m)	$\gamma_l = 8.00$ Kg	Peso Unitario del Ladrillo
$N_L = 8.333$ und	Numero de Ladrillos (x 1m ²)	$r = 2.00$ cm	Recubrimiento en Viguetas

1.3 CARGAS ACTUANTES

CARGA MUERTA

$wls = 120.00$ Kg/m ²	Peso de Losa superior
$wv = 90.00$ Kg/m ²	Peso de Viguetas
$wl = 66.67$ Kg/m ²	Peso de Ladrillos
$wlosa = 300.00$ Kg/m ²	Peso Total de la Losa
$wpt = 180.00$ Kg/m ²	Piso terminado
$wf = 100.00$ Kg/m ²	Tabiquería fija
$wpt+wf = 280.00$ Kg/m ²	Peso de Piso Terminado + Tabiquería

$$D = 580.00 \text{ Kg/m}^2 \text{ Carga Muerta de Diseño}$$

$$D = (wpt+wf) + (wlosa)$$

CARGA VIVA

$wtm 1 = 100.00$ Kg/m ²	Tabiquería móvil 1
$wtm 2 = 0.00$ Kg/m ²	Tabiquería móvil 2
$ws/c 1 = 200.00$ Kg/m ²	Sobrecarga de Diseño 1
$ws/c 2 = 0.00$ Kg/m ²	Sobrecarga de Diseño 2

$$L1 = 300.00 \text{ Kg/m}^2 \text{ Carga Viva de Diseño 1}$$

$$L2 = 0.00 \text{ Kg/m}^2 \text{ Carga Viva de Diseño 2}$$

$$L1 = (wtm 1) + (ws/c 1)$$

$$L2 = (wtm 2) + (ws/c 2)$$

Notas :

Las cargas vivas L1 y L2 pueden variar para cada tramo del aligerado
Los valores calculados con anterioridad serán cargados al SAP o ETABS, para la alternancias de cargas vivas.

1.4 CARGA REPARTIDA POR VIGUETA

D = **0.232** t/m Carga Muerta por Vigueta

L1 = **0.120** t/m Carga Viva 1 por Vigueta

L2 = **0.000** t/m Carga Viva 2 por Vigueta

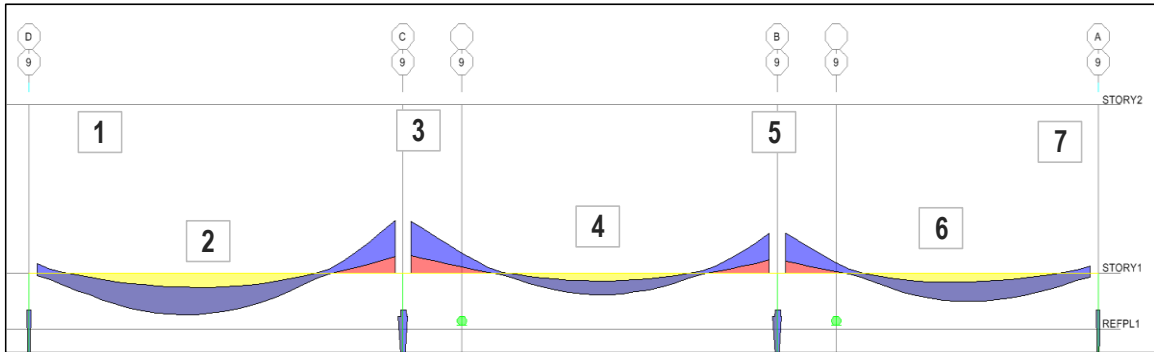
1.5 DETERMINACIÓN DE MOMENTOS FLECTORES Y FUERZAS CORTANTES

La carga viva se distribuirá de manera adecuada (dameros de carga) para la determinación de los momentos máximos positivos y negativos

U = 14 D + 1.7 L Combinación Última de Diseño (RNE)

Se ingresan las cargas al programa SAP2000 para obtener la envolvente de las fuerzas últimas de diseño que se muestran a continuación.

1.6 DISEÑO POR FLEXIÓN Y DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES (t-m)



(*) El momento negativo en el extremo izquierdo, según el análisis es cero, pero se asumirá igual a $wl^2/24$.

1.6.1 REFUERZO POR FLEXION - NEGATIVO

n = **2** und Numero de Apoyos

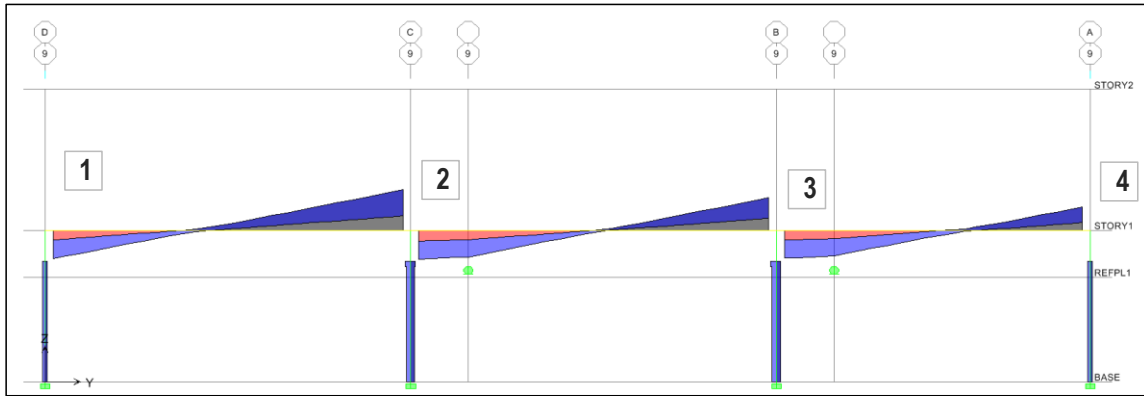
DESCRIPCIÓN \ APOYO		1	2
Momento Último	Mu (t-m)	0.156	0.241
Peralte Efectivo	d (m)	0.170	0.170
Ancho de Diseño	bw (m)	0.100	0.100
Ku	Ku (t-m)	0.038	0.059
w	w (t-m)	0.043	0.068
Cuanía Calc	ρ calc (t-m)	0.0019	0.0031
Cuanía Min	ρ min (t-m)	0.0018	0.0018
Acero Calc	As calc (cm ²)	0.33	0.52
Acero Min	As min (cm ²)	0.36	0.36
Acero Requerido	As req (cm ²)	0.36	0.52
Varilla Utiliz. (Mayor)	ϕ	#3	#3
Varilla Utiliz. (Menor)	ϕ	#3	#3
Acero Utilizado	As utiliz (t-m)	1.43	1.43
Verificación		OK	OK

1.6.2 REFUERZO POR FLEXION - POSITIVO

n = **2** und Numero de Tramos

DESCRIPCIÓN \ APOYO		1	2
Momento Último	Mu (t-m)	0.729	0.151
Peralte Efectivo	d (m)	0.167	0.170
Ancho de Diseño	b (m)	0.400	0.400
Ku	Ku (t-m)	0.046	0.009
w	w (t-m)	0.053	0.010
Cuanía Calc	ρ calc (t-m)	0.0024	0.0005
Cuanía Min	ρ min (t-m)	0.0018	0.0018
Acero Calc	As calc (cm ²)	1.59	0.31
Acero Min	As min (cm ²)	0.70	0.70
Acero Requerido	As req (cm ²)	1.59	0.70
Varilla Utiliz. (Mayor)	ϕ	#4	#3
Varilla Utiliz. (Menor)	ϕ	#3	#3
Acero Utilizado	As utiliz (t-m)	1.98	1.43
Verificación		OK	OK

1.7 DISEÑO POR CORTANTE Y DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES (t)



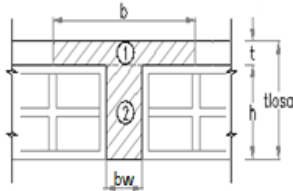
DESCRIPCIÓN \ APOYO		1	2						
Cortante Último	Vu (t)	0.606	0.227						
Resistencia al Corte	Vc (t)	1.180	1.180						
Factor de Reducción	ϕ	0.85	0.85						
	ϕVc	1.00	1.00						
Verificación		OK	OK						

1.8 VERIFICACIÓN DE DEFLEXIONES

PROPIEDADES DE LA SECCION COMPUESTA

DATOS

b = 400.0 mm
 bw = 100.0 mm
 t = 50.0 mm
 h = 150.0 mm
 flosa = 200.0 mm



ELEMENTO	A (cm ²)	y (cm)	A.y (cm ³)	(y' - y) ² (cm ²)	Ix (cm ⁴)	Ix + A.(y'-y) ² (cm ⁴)
1	200.00	17.50	3500.000	18.367	416.667	4090.136
2	150.00	7.50	1125.000	32.653	2812.500	7710.459
SUMAS	350.00		4625.000			11800.595

y' = 13.21 cm Centroides de la Sección Compuesta
 At = 350.00 cm² Area de la Sección Compuesta
 c = 6.79 cm Distancia del Centroides a la fibra en Compresión
 Ixt = 11800.60 cm⁴ Momento de Inercia de la Sección Compuesta

VERIFICACIÓN

$$\delta_y = \frac{5 \cdot w_y \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$$

Se debera verificar que: $L/\delta_y > 120$ (Para el caso de volados y evitar chequeo de deflexiones, se debera dividir la luz del volado entre ocho)

L = 5.820 m Longitud máxima de la vigueta de analisis (Se considera en el analisis como simplemente apoyada)

wy = 352.00 Kg/m Para máxima carga viva impuesta (Incluye carga muerta)
 E = 178,115.13 Kg/cm² Modulo de Elasticidad del Concreto
 Ix = 11,800.60 cm⁴ Inercia de la Sección

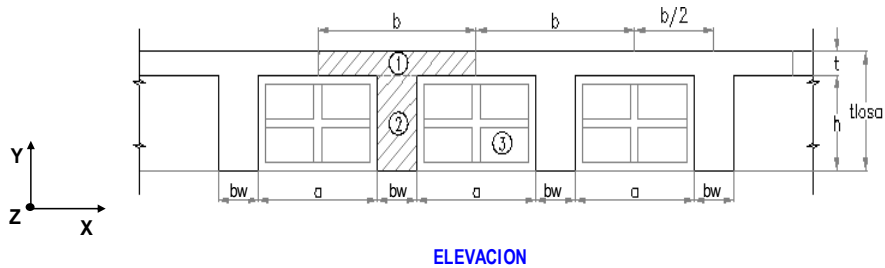
$\delta_y = 2.50$ cm
 $L/\delta_y = 233 > 120$ OK

e) Vigueta del segundo piso

Rev. 0	MEMORIA DE CÁLCULO DE VIGUETA DE LOSA ALIGERADA	Fecha:
	SEGUNDO PISO EXISTENTE	Página:

1.0 LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCIÓN

1.1 SKETCH



1.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y PROPIEDADES

a = 0.300 m	Ver Sketch	$\gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$	Peso Especifico del Concreto
b = 0.400 m	Ver Sketch	$f_c = 163.0 \text{ Kg/cm}^2$	Resistencia a la Compresión del Concreto
bw = 0.100 m	Ver Sketch	$E_c = 1.92E+05 \text{ Kg/cm}^2$	Módulo de Elasticidad del Concreto
t = 0.050 m	Ver Sketch	$f_y = 3150 \text{ Kg/cm}^2$	Esfuerzo de Fluencia del Acero
h = 0.150 m	Ver Sketch		
tlosa = 0.200 m	Ver Sketch		
$N_v = 2.500$ und	Numero de Viguetas (x 1m)	$\gamma_l = 8.00 \text{ Kg}$	Peso Unitario del Ladrillo
$N_L = 8.333$ und	Numero de Ladrillos (x 1m ²)	$r = 2.00 \text{ cm}$	Recubrimiento en Viguetas

1.3 CARGAS ACTUANTES

CARGA MUERTA

w _s = 120.00 Kg/m ²	Peso de Losa superior
w _v = 90.00 Kg/m ²	Peso de Viguetas
w _l = 66.67 Kg/m ²	Peso de Ladrillos
w _{losa} = 300.00 Kg/m ²	Peso Total de la Losa
w _{pt} = 180.00 Kg/m ²	Piso terminado
w _{tf} = 100.00 Kg/m ²	Tabiquería fija
w _{pt+tf} = 280.00 Kg/m ²	Peso de Piso Terminado + Tabiquería

$$D = 580.00 \text{ Kg/m}^2 \text{ Carga Muerta de Diseño} \quad D = (w_{pt} + w_{tf}) + (w_{losa})$$

CARGA VIVA

w _{tm 1} = 100.00 Kg/m ²	Tabiquería móvil 1
w _{tm 2} = 0.00 Kg/m ²	Tabiquería móvil 2
w _{s/c 1} = 200.00 Kg/m ²	Sobrecarga de Diseño 1
w _{s/c 2} = 0.00 Kg/m ²	Sobrecarga de Diseño 2

$$L1 = 300.00 \text{ Kg/m}^2 \text{ Carga Viva de Diseño 1} \quad L1 = (w_{tm 1}) + (w_{s/c 1})$$

$$L2 = 0.00 \text{ Kg/m}^2 \text{ Carga Viva de Diseño 2} \quad L2 = (w_{tm 2}) + (w_{s/c 2})$$

Notas :

Las cargas vivas L1 y L2 pueden variar para cada tramo del aligerado
Los valores calculados con anterioridad serán cargados al SAP o ETABS, para la alternancias de cargas vivas.

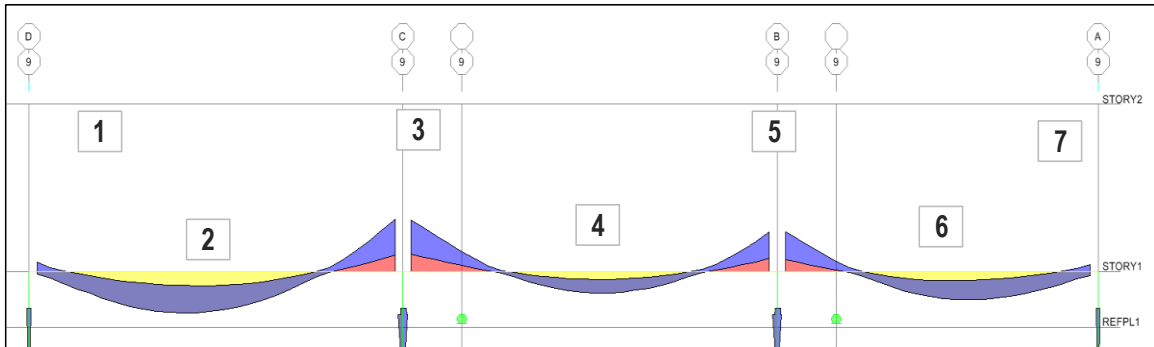
1.4 CARGA REPARTIDA POR VIGUETA

D = **0.232** t/m Carga Muerta por Vigueta
 L1 = **0.120** t/m Carga Viva 1 por Vigueta
 L2 = **0.000** t/m Carga Viva 2 por Vigueta

1.5 DETERMINACIÓN DE MOMENTOS FLECTORES Y FUERZAS CORTANTES

La carga viva se distribuirá de manera adecuada (dameros de carga) para la determinación de los momentos máximos positivos y negativos
 $U = 14 D + 1.7 L$ Combinación Última de Diseño (RNE)
 Se ingresan las cargas al programa SAP2000 para obtener la envolvente de las fuerzas últimas de diseño que se muestran a continuación.

1.6 DISEÑO POR FLEXIÓN Y DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES (t-m)



(*) El momento negativo en el extremo izquierdo, según el análisis es cero, pero se asumirá igual a $wl^2/24$.

1.6.1 REFUERZO POR FLEXION - NEGATIVO

n = **2** und Numero de Apoyos

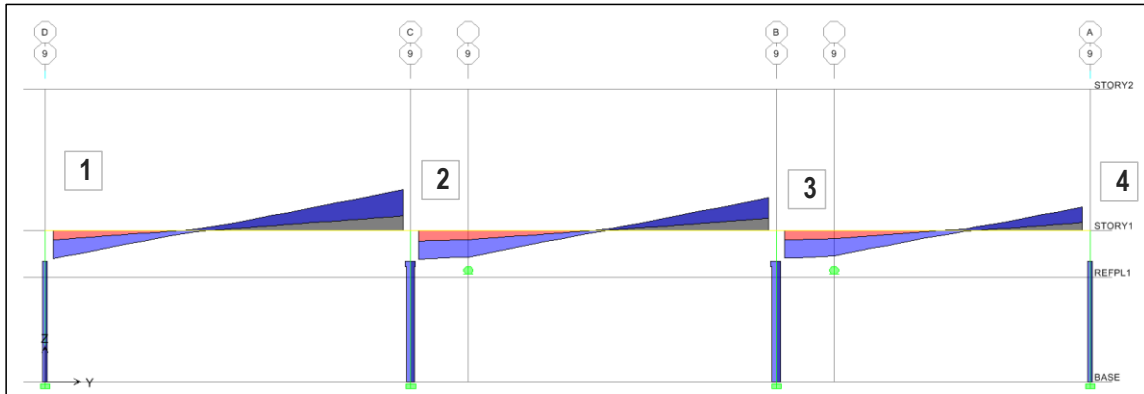
DESCRIPCIÓN \ APOYO		1	2
Momento Último	Mu (t-m)	0.114	0.239
Peralte Efectivo	d (m)	0.170	0.170
Ancho de Diseño	bw (m)	0.100	0.100
Ku	Ku (t-m)	0.024	0.050
w	ω (t-m)	0.027	0.058
Cuanía Calc	ρ calc (t-m)	0.0014	0.0030
Cuanía Min	ρ min (t-m)	0.0018	0.0018
Acero Calc	As calc (cm2)	0.24	0.51
Acero Min	As min (cm2)	0.36	0.36
Acero Requerido	As req (cm2)	0.36	0.51
Varilla Utiliz. (Mayor)	ϕ	#3	#3
Varilla Utiliz. (Menor)	ϕ	#3	#3
Acero Utilizado	As utiliz (t-m)	1.43	1.43
Verificación		OK	OK

1.6.2 REFUERZO POR FLEXION - POSITIVO

n = **2** und Numero de Tramos

DESCRIPCIÓN \ APOYO		1	2
Momento Último	Mu (t-m)	0.741	0.130
Peralte Efectivo	d (m)	0.167	0.170
Ancho de Diseño	b (m)	0.400	0.400
Ku	Ku (t-m)	0.041	0.007
w	ω (t-m)	0.046	0.008
Cuanía Calc	ρ calc (t-m)	0.0024	0.0004
Cuanía Min	ρ min (t-m)	0.0018	0.0018
Acero Calc	As calc (cm2)	1.61	0.27
Acero Min	As min (cm2)	0.70	0.70
Acero Requerido	As req (cm2)	1.61	0.70
Varilla Utiliz. (Mayor)	ϕ	#4	#3
Varilla Utiliz. (Menor)	ϕ	#3	#3
Acero Utilizado	As utiliz (t-m)	1.98	1.43
Verificación		OK	OK

1.7 DISEÑO POR CORTANTE Y DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES (t)



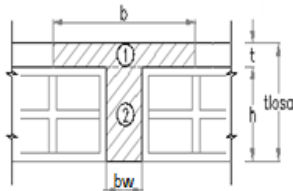
DESCRIPCIÓN \ APOYO		1	2						
Cortante Último	Vu (t)	0.581	0.221						
Resistencia al Corte	Vc (t)	1.269	1.269						
Factor de Reducción	ϕ	0.85	0.85						
	ϕVc	1.08	1.08						
Verificación		OK	OK						

1.8 VERIFICACIÓN DE DEFLEXIONES

PROPIEDADES DE LA SECCION COMPUESTA

DATOS

b = 400.0 mm
 bw = 100.0 mm
 t = 50.0 mm
 h = 150.0 mm
 hlosa = 200.0 mm



ELEMENTO	A (cm ²)	y (cm)	A.y (cm ³)	(y' - y) ² (cm ²)	Ix (cm ⁴)	Ix + A.(y'-y) ² (cm ⁴)
1	200.00	17.50	3500.000	18.367	416.667	4090.136
2	150.00	7.50	1125.000	32.653	2812.500	7710.459
SUMAS	350.00		4625.000			11800.595

y' = 13.21 cm Centroides de la Sección Compuesta
 At = 350.00 cm² Area de la Sección Compuesta
 c = 6.79 cm Distancia del Centroides a la fibra en Compresión
 Ixt = 11800.60 cm⁴ Momento de Inercia de la Sección Compuesta

VERIFICACIÓN

$\delta_y = \frac{5 \cdot w_y \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$ Se debera verificar que: $L/\delta_y > 120$ (Para el caso de volados y evitar chequeo de deflexiones, se debera dividir la luz del volado entre ocho)

L = 5.820 m Longitud máxima de la vigueta de analisis (Se considera en el analisis como simplemente apoyada)

wy = 352.00 Kg/m Para máxima carga viva impuesta (Incluye carga muerta)
 E = 191,507.18 Kg/cm² Modulo de Elasticidad del Concreto
 Ix = 11,800.60 cm⁴ Inercia de la Sección

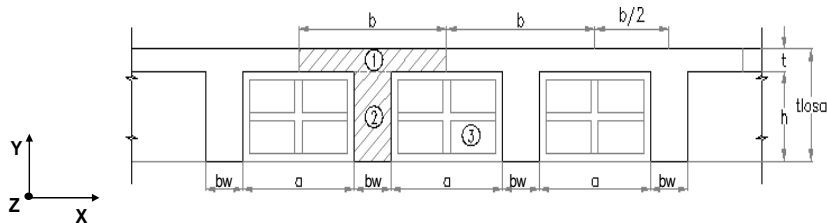
$\delta_y = 2.33$ cm
 $L/\delta_y = 250 > 120$ OK

f) Vigueta del tercer piso

Rev. 0	MEMORIA DE CÁLCULO DE VIGUETA DE LOSA ALIGERADA	Fecha:
	TERCER PISO EXISTENTE	Página:

1.0 LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCIÓN

1.1 SKETCH



ELEVACION

1.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y PROPIEDADES

a =	0.300	m	Ver Sketch	$\gamma_c =$	2400	Kg/m ³	Peso Especifico del Concreto
b =	0.400	m	Ver Sketch	$f_c =$	138.0	Kg/cm ²	Resistencia a la Compresión del Concreto
bw =	0.100	m	Ver Sketch	$E_c =$	1.76E+05	Kg/cm ²	Módulo de Elasticidad del Concreto
t =	0.050	m	Ver Sketch	$f_y =$	3150	Kg/cm ²	Esfuerzo de Fluencia del Acero
h =	0.150	m	Ver Sketch				
tlosa =	0.200	m	Ver Sketch				
$N_v =$	2.500	und	Numero de Viguetas (x 1m)	$\gamma_l =$	8.00	Kg	Peso Unitario del Ladrillo
$N_L =$	8.333	und	Numero de Ladrillos (x 1m ²)	$r =$	2.00	cm	Recubrimiento en Viguetas

1.3 CARGAS ACTUANTES

CARGA MUERTA

wls =	120.00	Kg/m ²	Peso de Losa superior
wv =	90.00	Kg/m ²	Peso de Viguetas
wl =	66.67	Kg/m ²	Peso de Ladrillos
wlosa =	300.00	Kg/m ²	Peso Total de la Losa
wpt =	180.00	Kg/m ²	Piso terminado
wf =	100.00	Kg/m ²	Tabiquería fija
wpt+wf =	280.00	Kg/m ²	Peso de Piso Terminado + Tabiquería

$$D = 580.00 \text{ Kg/m}^2 \text{ Carga Muerta de Diseño}$$

$$D = (wpt+wf) + (wlosa)$$

CARGA VIVA

wtm 1 =	100.00	Kg/m ²	Tabiquería móvil 1
wtm 2 =	0.00	Kg/m ²	Tabiquería móvil 2
ws/c 1 =	200.00	Kg/m ²	Sobrecarga de Diseño 1
ws/c 2 =	0.00	Kg/m ²	Sobrecarga de Diseño 2

$$L1 = 300.00 \text{ Kg/m}^2 \text{ Carga Viva de Diseño 1}$$

$$L2 = 0.00 \text{ Kg/m}^2 \text{ Carga Viva de Diseño 2}$$

$$L1 = (wtm 1) + (ws/c 1)$$

$$L2 = (wtm 2) + (ws/c 2)$$

Notas :

Las cargas vivas L1 y L2 pueden variar para cada tramo del aligerado
Los valores calculados con anterioridad serán cargados al SAP o ETABS, para la alternancias de cargas vivas.

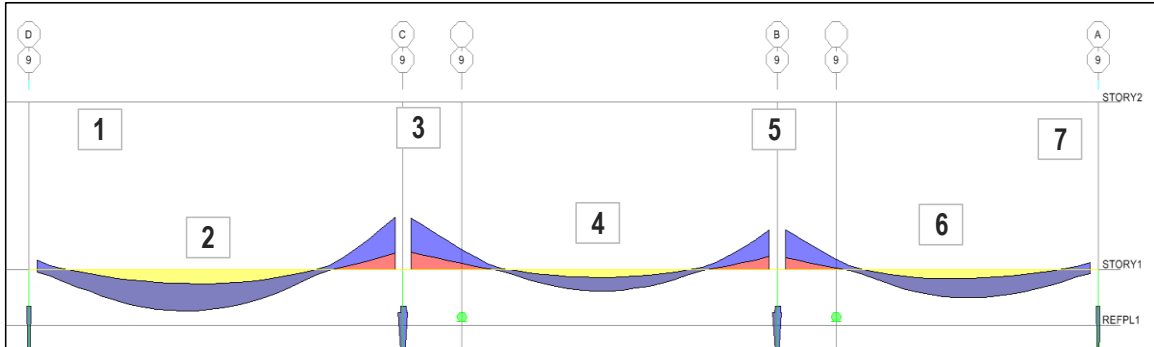
1.4 CARGA REPARTIDA POR VIGUETA

D = **0.232** t/m Carga Muerta por Vigueta
 L1 = **0.120** t/m Carga Viva 1 por Vigueta
 L2 = **0.000** t/m Carga Viva 2 por Vigueta

1.5 DETERMINACIÓN DE MOMENTOS FLECTORES Y FUERZAS CORTANTES

La carga viva se distribuirá de manera adecuada (dameros de carga) para la determinación de los momentos máximos positivos y negativos
 $U = 14 D + 1.7 L$ Combinación Última de Diseño (RNE)
 Se ingresan las cargas al programa SAP2000 para obtener la envolvente de las fuerzas últimas de diseño que se muestran a continuación.

1.6 DISEÑO POR FLEXIÓN Y DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES (t-m)



(*) El momento negativo en el extremo izquierdo, según el análisis es cero, pero se asumirá igual a $wl^2/24$.

1.6.1 REFUERZO POR FLEXION - NEGATIVO

n = **2** und Numero de Apoyos

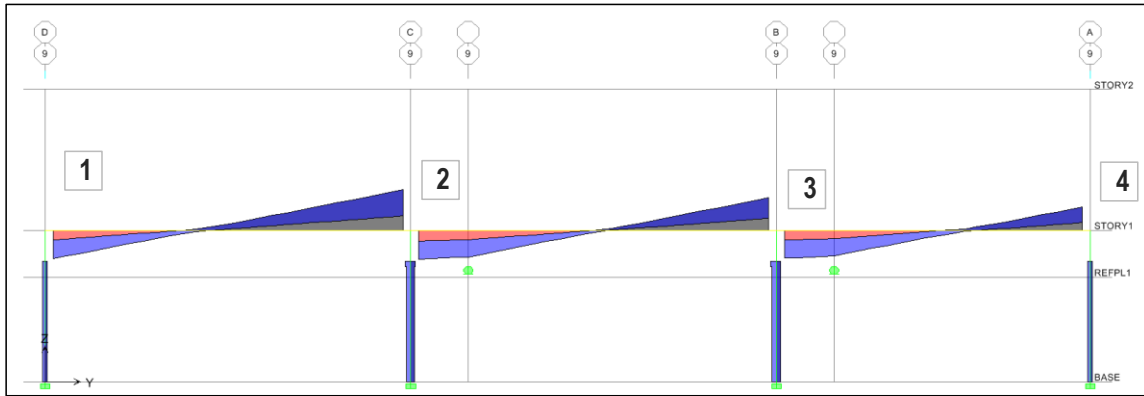
DESCRIPCIÓN \ APOYO		1	2
Momento Último	Mu (t-m)	0.107	0.238
Peralte Efectivo	d (m)	0.170	0.170
Ancho de Diseño	bw (m)	0.100	0.100
Ku	Ku (t-m)	0.027	0.059
w	ω (t-m)	0.030	0.069
Cuanía Calc	ρ calc (t-m)	0.0013	0.0030
Cuanía Min	ρ min (t-m)	0.0018	0.0018
Acero Calc	As calc (cm2)	0.22	0.51
Acero Min	As min (cm2)	0.36	0.36
Acero Requerido	As req (cm2)	0.36	0.51
Varilla Utiliz. (Mayor)	ϕ	#3	#3
Varilla Utiliz. (Menor)	ϕ	#3	#3
Acero Utilizado	As utiliz (t-m)	1.43	1.43
Verificación		OK	OK

1.6.2 REFUERZO POR FLEXION - POSITIVO

n = **2** und Numero de Tramos

DESCRIPCIÓN \ APOYO		1	2
Momento Último	Mu (t-m)	0.540	0.131
Peralte Efectivo	d (m)	0.167	0.170
Ancho de Diseño	b (m)	0.400	0.400
Ku	Ku (t-m)	0.035	0.008
w	ω (t-m)	0.040	0.009
Cuanía Calc	ρ calc (t-m)	0.0017	0.0004
Cuanía Min	ρ min (t-m)	0.0018	0.0018
Acero Calc	As calc (cm2)	1.17	0.27
Acero Min	As min (cm2)	0.70	0.70
Acero Requerido	As req (cm2)	1.17	0.70
Varilla Utiliz. (Mayor)	ϕ	#4	#3
Varilla Utiliz. (Menor)	ϕ	#3	#3
Acero Utilizado	As utiliz (t-m)	1.98	1.43
Verificación		OK	OK

1.7 DISEÑO POR CORTANTE Y DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES (t)



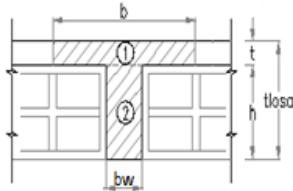
DESCRIPCIÓN \ APOYO		1	2						
Cortante Último	Vu (t)	0.980	0.220						
Resistencia al Corte	Vc (t)	1.168	1.168						
Factor de Reducción	ϕ	0.85	0.85						
	ϕVc	0.99	0.99						
Verificación		OK	OK						

1.8 VERIFICACIÓN DE DEFLEXIONES

PROPIEDADES DE LA SECCION COMPUESTA

DATOS

b = 400.0 mm
 bw = 100.0 mm
 t = 50.0 mm
 h = 150.0 mm
 hlosa = 200.0 mm



ELEMENTO	A (cm ²)	y (cm)	A.y (cm ³)	(y' - y) ² (cm ²)	Ix (cm ⁴)	Ix + A.(y'-y) ² (cm ⁴)
1	200.00	17.50	3500.000	18.367	416.667	4090.136
2	150.00	7.50	1125.000	32.653	2812.500	7710.459
SUMAS	350.00		4625.000			11800.595

y' = 13.21 cm Centroides de la Sección Compuesta
 At = 350.00 cm² Area de la Sección Compuesta
 c = 6.79 cm Distancia del Centroides a la fibra en Compresión
 Ixt = 11800.60 cm⁴ Momento de Inercia de la Sección Compuesta

VERIFICACIÓN

$\delta_y = \frac{5 \cdot w_y \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$ Se debera verificar que: $L/\delta_y > 120$ (Para el caso de volados y evitar chequeo de deflexiones, se debera dividir la luz del volado entre ocho)

L = 5.820 m Longitud máxima de la vigueta de analisis (Se considera en el analisis como simplemente apoyada)

wy = 352.00 Kg/m Para máxima carga viva impuesta (Incluye carga muerta)
 E = 176,210.10 Kg/cm² Modulo de Elasticidad del Concreto
 Ix = 11,800.60 cm⁴ Inercia de la Sección

$\delta_y = 2.53$ cm
 $L/\delta_y = 230 > 120$ OK

Diseño de Columnas de Concreto Armado:

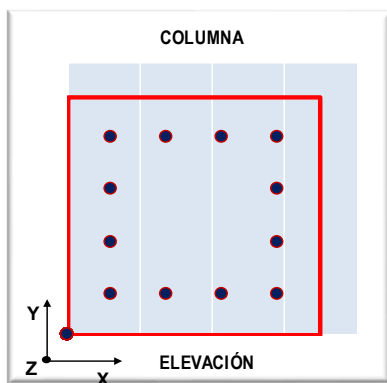
a) Columna 1

Rev. 0	MEMORIA DE CÁLCULO DE COLUMNA DE CONCRETO ARMADO	Fecha:
		Página:

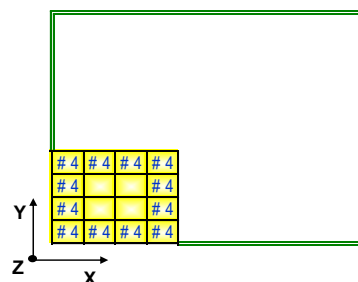
1.0 DISEÑO DE COLUMNA

1.1 SKETCH

a = 0.35	m	Dimensión de la columna en X	fc = 350	Kg/cm2	Resistencia a la compresión
b = 0.35	m	Dimensión de la columna en Y	fy = 4200	Kg/cm2	Esfuerzo de fluencia del Acero
Hn = 2.65	m	Altura de piso a fondo de techo	Es = 2E+06	Kg/cm2	Modulo de Elasticidad del Acero
ny = 4	m	Numero de capas en Y-Y			
nx = 4	m	Numero de capas en X-X			



DISTRIBUCION DE ACEROS EN LA COLUMNA



$\epsilon_y = 0.002$	m	Deformación unitaria - Fluencia en el acero	Asmin = 12.3	cm2	Acero mínimo	Asmin = 1% .a.b
$\epsilon_c = 0.003$	m	Deformación unitaria - Maxima en Concreto	As = 15.2	cm2	Area de acero colocado	

$\beta = 0.85$	m	Coefficiente para el calculo de "a"	As > Asmin	OK
Pc' = 42.88	t	Pc' = 0.1*fc*a*b		

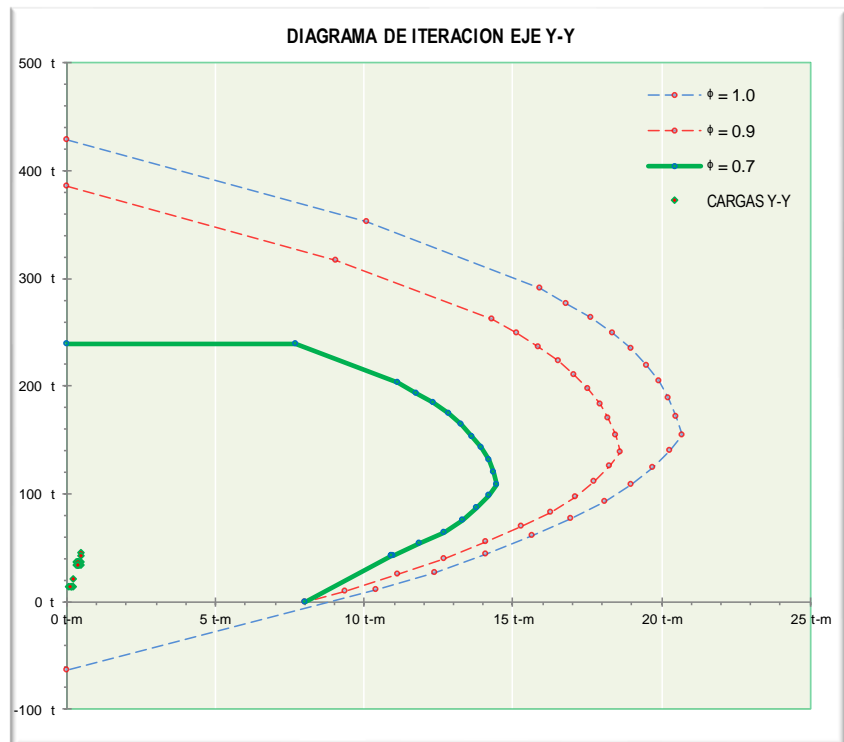
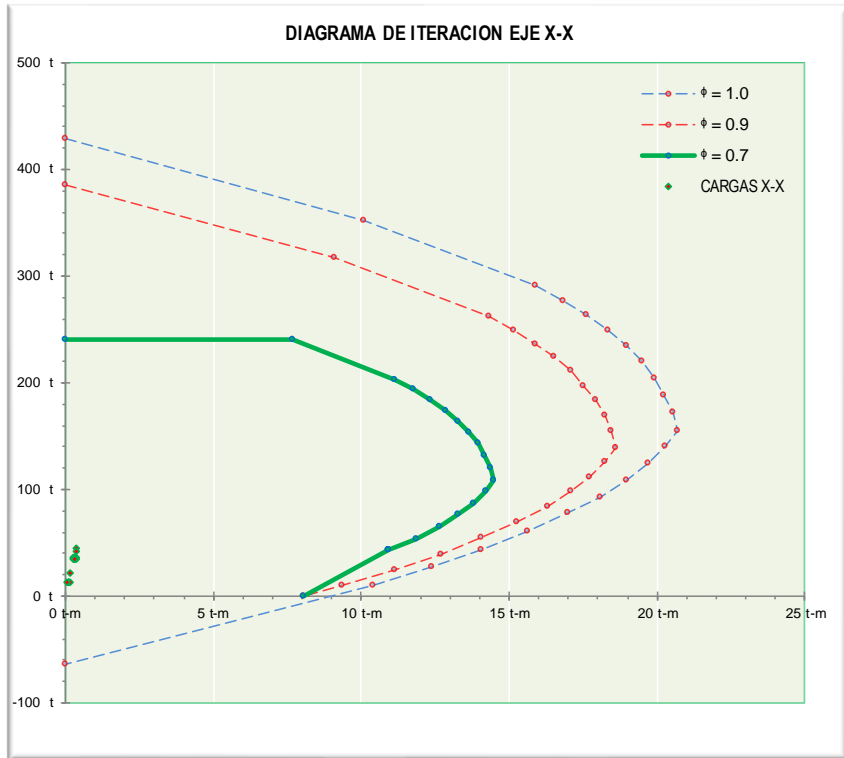
Pu max = 239.84 t Pu max = 0.80.(0.70).(0.85.fc.Ac + As.fy)

1.2 CARGAS ULTIMAS ACTUANTES EN LA BASE DE LA COLUMNA

	FXcu (Tn)	FYcu (Tn)	FZcu (Tn)	MXcu (Tn-m)	MYcu (Tn-m)
UL 1.1	0.11	-0.74	20.97	0.18	-0.21
UL 2.1	0.25	-1.63	45.25	0.39	-0.48
UL 2.2	0.25	-1.54	42.24	0.37	-0.47
UL 3.1	0.07	-0.48	13.48	0.12	-0.14
UL 4.1	0.27	-1.31	36.60	0.32	-0.45
UL 4.2	0.14	-1.31	36.54	0.31	-0.32
UL 4.3	0.22	-1.22	36.66	0.36	-0.40
UL 4.4	0.19	-1.41	36.48	0.27	-0.37
UL 4.5	0.27	-1.25	34.39	0.30	-0.45
UL 4.6	0.13	-1.25	34.33	0.30	-0.31
UL 4.7	0.21	-1.15	34.45	0.34	-0.39
UL 4.8	0.19	-1.35	34.27	0.26	-0.37
UL 5.1	0.14	-0.48	13.51	0.12	-0.20
UL 5.2	0.00	-0.48	13.45	0.11	-0.07
UL 5.3	0.08	-0.38	13.57	0.16	-0.15
UL 5.4	0.06	-0.57	13.39	0.07	-0.12
UL 6.1	0.20	-1.31	36.57	0.31	-0.39
UL 6.2	0.20	-1.31	36.57	0.31	-0.39
UL 6.3	0.20	-1.31	36.57	0.31	-0.39
UL 6.4	0.20	-1.25	34.36	0.30	-0.38
UL 6.5	0.20	-1.25	34.36	0.30	-0.38
UL 6.6	0.20	-1.25	34.36	0.30	-0.38
UL 7.1	0.07	-0.48	13.48	0.12	-0.14
UL 7.2	0.07	-0.48	13.48	0.12	-0.14
UL 7.3	0.07	-0.48	13.48	0.12	-0.14

1.4D
 1.4D + 1.7*L + 1.7Lr
 1.4D + 1.7*L + 1.7S
 0.9D
 1.25D + 1.25L + 1.25Lr + Ex
 1.25D + 1.25L + 1.25Lr - Ex
 1.25D + 1.25L + 1.25Lr + Ey
 1.25D + 1.25L + 1.25Lr - Ey
 1.25D + 1.25L + 1.25S + Ex
 1.25D + 1.25L + 1.25S - Ex
 1.25D + 1.25L + 1.25S + Ey
 1.25D + 1.25L + 1.25S - Ey
 0.9D + Ex
 0.9D - Ex
 0.9D + Sy
 0.9D - Sy
 1.25D + 1.25L + 1.25Lr + Wy1
 1.25D + 1.25L + 1.25Lr + Wy2
 1.25D + 1.25L + 1.25Lr + Wx
 1.25D + 1.25L + 1.25S + Wy1
 1.25D + 1.25L + 1.25S + Wy2
 1.25D + 1.25L + 1.25S + Wx
 0.9D + 1.25Wy1
 0.9D + 1.25Wy2
 0.9D + 1.25Wx

1.3 DISEÑO A FLEXION-COMPRESION

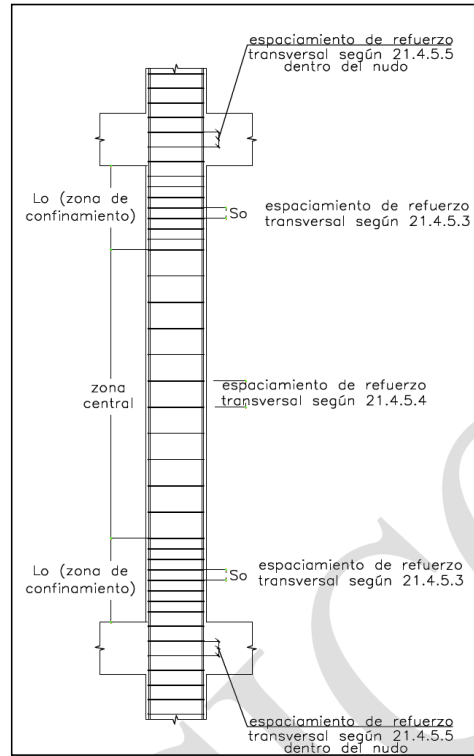


1.4 DISEÑO POR CORTE

1.4.1 CORTE POR FLEXIÓN

	FZcu (Tn)	Mnx (Tn-m)	Mny (Tn-m)
UL 1.1	20.97	14.36	14.36
UL 2.1	45.25	15.41	15.41
UL 2.2	42.24	15.28	15.28
UL 3.1	13.48	14.04	14.04
UL 4.1	36.60	15.03	15.03
UL 4.2	36.54	15.02	15.02
UL 4.3	36.66	15.03	15.03
UL 4.4	36.48	15.02	15.02
UL 4.5	34.39	14.93	14.93
UL 4.6	34.33	14.93	14.93
UL 4.7	34.45	14.93	14.93
UL 4.8	34.27	14.93	14.93
UL 5.1	13.51	14.05	14.05
UL 5.2	13.45	14.04	14.04
UL 5.3	13.57	14.05	14.05
UL 5.4	13.39	14.04	14.04
UL 6.1	36.57	15.03	15.03
UL 6.2	36.57	15.03	15.03
UL 6.3	36.57	15.03	15.03
UL 6.4	34.36	14.93	14.93
UL 6.5	34.36	14.93	14.93
UL 6.6	34.36	14.93	14.93
UL 7.1	13.48	14.04	14.04
UL 7.2	13.48	14.04	14.04
UL 7.3	13.48	14.04	14.04

Ver los diagramas de iteración para comprobar los valores



CORTE EN X-X

$$\phi V_{cx} > V_{ux}$$

$$\phi V_{cx} = \phi \times 0.53 \times f_c^{1/2} \times (1 + N_u / (140 \times A_g)) \times b \times x \times (a - 0.06) \quad \phi = 0.85$$

$V_{ux} = 0.27$ tn	Cortante máximo en X = Max (FXpu)
$V_{ux} = 11.63$ tn	Cortante por capacidad $V_u = (M_{ni} \times x - x + M_{ns} \times x - x) / H_n$
$V_{ux} = 0.68$ tn	Cortante V_u amplificado por sismo = $2.5 \times V_{ux}$
$V_{ux} = 0.68$ tn	Cortante V_u de diseño (menor valor entre el cortante por capacidad y el amplificado por sismo)
$V_{cx} = 10.07$ tn	Resistencia del concreto al corte para la dirección X.
$\phi V_{cx} = 8.56$ tn	

$\phi V_c \geq V_{ux}$ **OK** El concreto resiste todo el cortante, pero se colocará refuerzo al corte mínimo

Se colocará refuerzo al corte (estribos): **#3** Cantidad: **2** ramas en cada espaciamiento (Ash)

$$V_s = V_u / \phi - V_c = \text{No aporta} \quad \text{tn}$$

$$s = A_v \cdot f_y \cdot d / V_s = - \quad \text{cm} \quad \text{Espaciamiento requerido}$$

$$\phi V_{sx} = 0.00 \quad \text{tn} \quad \text{Resistencia del refuerzo al corte para la dirección X.}$$

$$\phi V_c + \phi V_s \geq V_{ux} \quad \text{OK}$$

Dimensión de la zona de confinamiento:

$$H_n / 6 = 44.17 \quad \text{cm}$$

$$\text{Max (a, b)} = 35.00 \quad \text{cm} \quad L_o = 50.00 \quad \text{cm}$$

$$50.00 \quad \text{cm}$$

Espaciamiento dentro de la zona de confinamiento:

$$8db (\#4) = 10.16 \quad \text{cm}$$

$$\text{Min (a, b)} / 2 = 17.50 \quad \text{cm} \quad S_o = 10.00 \quad \text{cm}$$

$$10.00 \quad \text{cm}$$

Espaciamiento fuera de la zona de confinamiento:

$$s = - \quad \text{cm}$$

$$d/2 = 14.50 \quad \text{cm}$$

$$16db (\#4) = 20.32 \quad \text{cm} \quad s = 14.50 \quad \text{cm}$$

$$48db \text{ estribo } (\#3) = 45.60 \quad \text{cm}$$

$$\text{Min (a, b)} = 35.00 \quad \text{cm}$$

$$30.00 \quad \text{cm}$$

Usar = **1 @ 5 cm, 5 @ 10, Rto. @ 15**

En el caso de necesitar alguna transición, con respecto a las separaciones calculadas de los estribos, será a criterio del diseñador.

CORTE EN Y-Y

$$\phi V_{cx} > V_{ux}$$

$$\phi V_{cx} = \phi \times 0.53 \times f_c^{1/2} \times (1 + N_u / (140 \times A_g)) \times a \times (b - 0.06) \quad \phi = 0.85$$

V _{uy} =	1.63	tn	Cortante máximo en Y = Max (FY _{pu})
V _{uy} =	11.63	tn	Cortante por capacidad V _u = (M _{ni} y-y + M _{ns} y-y) / H _n
V _{uy} =	4.06	tn	Cortante V _u amplificado por sismo = 2.5 x V _{uy}
V_{uy} =	4.06	tn	Cortante V _u de diseño (menor valor entre la cortante por capacidad y el aplicado por sismo)
V _{cy} =	10.07	tn	Resistencia del concreto al corte para la dirección Y.
ϕV _{cy} =	8.56	tn	

$$\phi V_c \geq V_{ux} \quad \text{OK, NO REQUIERE REFUERZOS (ESTRIBOS)}$$

El concreto resiste todo el cortante, pero se colocará refuerzo al corte mínimo

Se colocará refuerzo al corte (estribos): **#3** Cantidad: **4** ramas en cada espaciamiento (Ash)

V _s = V _u / ϕ - V _c =	No aporta	tn	Cortante que aporta el acero
s = A _v · f _y · d / V _s =	-	cm	Espaciamiento requerido

$$\phi V_{sx} = 0.00 \quad \text{tn} \quad \text{Resistencia del refuerzo al corte para la dirección X.}$$

$$\phi V_c + \phi V_s \geq V_{ux} \quad \text{OK}$$

Cálculo de la longitud de confinamiento :

H _n /6 =	44.17	cm	
Max (a , b) =	35.00	cm	Lo = 50.00 cm
	50.00	cm	

Cálculo del espaciamiento dentro de la zona de confinamiento:

8db (#4) =	10.16	cm	
Min (a , b) / 2 =	17.50	cm	So : 10.00 cm
	10.00	cm	

Cálculo del espaciamiento fuera de la zona de confinamiento:

s =	-	cm	
d/2 =	14.50	cm	
16db (#4) =	20.32	cm	So = 14.50 cm
48db.estribo (#3) =	45.60	cm	
Min (a , b) =	35.00	cm	
	30.00	cm	

Usar = 1 @ 5 cm, 5 @ 10, Rto. @ 15

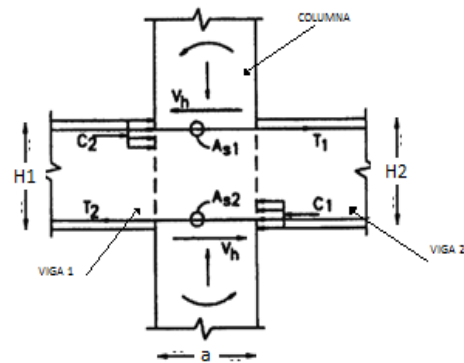
En el caso de necesitar alguna transición, con respecto a las separaciones calculadas de los estribos, será a criterio del diseñador.

1.4.2 CORTE EN EL NUDO

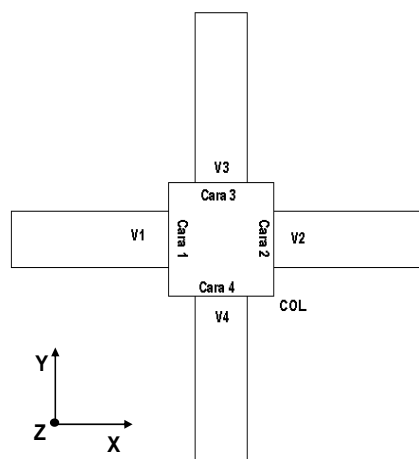
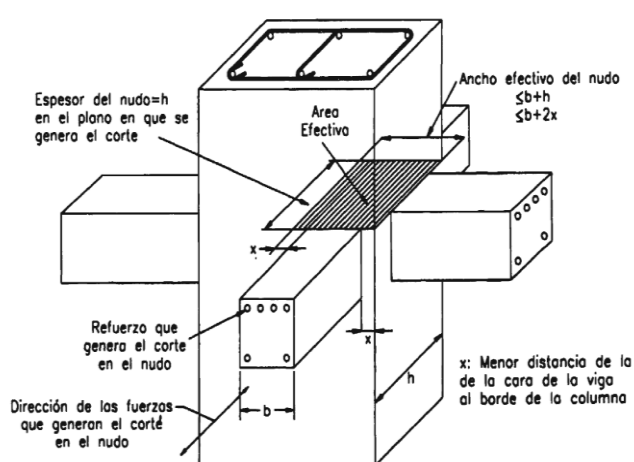
CONEXIÓN VIGA-COLUMNNA

a =	35.00	cm	Dimensión de la columna en X
b =	35.00	cm	Dimensión de la columna en Y

B1 =	25.00	cm	Ancho de Viga 1
H1 =	20.00	cm	Peralte de Viga 1
B2 =	25.00	cm	Ancho de Viga 2
H2 =	20.00	cm	Peralte de Viga 2
B3 =	25.00	cm	Ancho de Viga 3
H3 =	20.00	cm	Peralte de Viga 3
B4 =	25.00	cm	Ancho de Viga 4
H4 =	20.00	cm	Peralte de Viga 4



As V1 =	2 Varillas #4	=	2.53	cm ²	Acero Superior Viga 1
	0 Varillas #4				
Ai V1 =	2 Varillas #4	=	2.53	cm ²	Acero Inferior Viga 1
	0 Varillas #4				
As V2 =	2 Varillas #4	=	2.53	cm ²	Acero Superior Viga 2
	0 Varillas #4				
Ai V2 =	2 Varillas #4	=	2.53	cm ²	Acero Inferior Viga 2
	0 Varillas #4				
As V3 =	2 Varillas #4	=	2.53	cm ²	Acero Superior Viga 3
	0 Varillas #4				
Ai V3 =	2 Varillas #4	=	2.53	cm ²	Acero Inferior Viga 3
	0 Varillas #4				
As V4 =	2 Varillas #4	=	2.53	cm ²	Acero Superior Viga 4
	0 Varillas #4				
Ai V4 =	2 Varillas #4	=	2.53	cm ²	Acero Inferior Viga 4
	0 Varillas #4				



PARA EL CORTE EN X-X

Características del Área efectiva de Conexión

$B1 = 25.00$ cm	Ancho de Viga 1	
$B2 = 25.00$ cm	Ancho de Viga 2	
$a = 35.00$ cm	Dimensión de la columna en X	
$x = 5.00$ cm	Distancia más corta de borde de viga a borde de columna	
$B = 25.00$ cm	Ancho de Viga a considerar para el calculo del Ancho Efectivo	$B = \text{MIN}(B1, B2)$
$h = 35.00$ cm	Profundidad del área efectiva	$h = a$
$b' = 35.00$ cm	Ancho efectivo del área efectiva	$b' = \text{MIN}(B+2x, B+h)$
$Ae = 1225.00$ cm ²	Área Efectiva en X-X	No mayor que "b"
$As1 + As2 = 5.07$ cm ²	Acero de las vigas en la dirección X-X	$As1 + As2 = \text{MAX}(As V1+Ai V2, As V2+Ai V1)$
$1.25 \cdot fy \cdot (As1 + As2) = 26.60$ t	Cortante debido al refuerzo	

PARA EL CORTE EN Y-Y

Características del Área efectiva de Conexión

$B3 = 25.00$ cm	Ancho de Viga 1	
$B4 = 25.00$ cm	Ancho de Viga 2	
$b = 35.00$ cm	Dimensión de la columna en Y	
$x = 5.00$ cm	Distancia más corta de borde de viga a borde de columna	
$B = 25.00$ cm	Ancho de Viga a considerar para el calculo del Ancho Efectivo	$B = \text{MIN}(B3, B4)$
$h = 35.00$ cm	Profundidad del área efectiva	$h = b$
$b' = 35.00$ cm	Ancho efectivo del área efectiva	$b' = \text{MIN}(B+2x, B+h)$
$Ae = 1225.00$ cm ²	Área Efectiva en Y-Y	No mayor que "a"
$As1 + As2 = 5.07$ cm ²	Acero de las vigas en la dirección Y-Y	$As1 + As2 = \text{MAX}(As V1+Ai V2, As V2+Ai V1)$
$1.25 \cdot fy \cdot (As1 + As2) = 26.60$ t	Cortante debido al refuerzo	

CONDICIONES DE CONFINAMIENTO

Condición A Nudos Confinados en 4 caras
 $\phi/n = \phi 5.3 \cdot \sqrt{(f'c) \cdot (b')}$ $\phi = 0.85$

Condición B Nudos Confinados en 3 o dos caras opuestas.
 $\phi/n = \phi 4.0 \cdot \sqrt{(f'c) \cdot (b')}$

Condición C Otros Casos
 $\phi/n = \phi 3.2 \cdot \sqrt{(f'c) \cdot (b')}$

La cara de analisis de la columna se considera confinada si: Seccion Viga (en la cara) > 0.75*Seccion Columna

Cara de Columna	Condición en Cara	Condición de Nudo
1	Sin confinar	C
2	Sin confinar	
3	Sin confinar	
4	Sin confinar	

CONFINAMIENTO EN EL NUDO

EN X-X

Se colocará refuerzo al corte: #3 @ 0.100

$$\phi/s_x = 13.02 \quad t \quad \text{Resistencia del refuerzo al corte para la dirección X.}$$

EN Y-Y

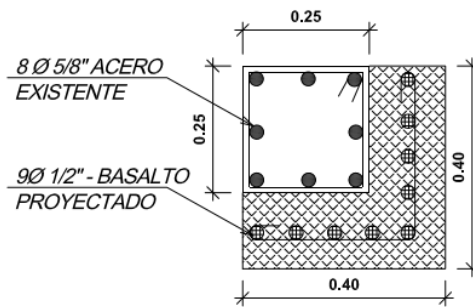
Se colocará refuerzo al corte: #3 @ 0.100

$$\phi/s_y = 13.02 \quad t \quad \text{Resistencia del refuerzo al corte para la dirección Y.}$$

VERIFICACIÓN DEL CORTANTE EN X e Y EN EL NUDO

	Vx Colum (t)	Vx Act-Nudo (t)	$\phi V_n + \phi V_s$ (t)	VERIF.	Vy Colum (t)	Vy Act-Nudo (t)	$\phi V_n + \phi V_s$ (t)	VERIF.
UL 1.1	0.11	26.49	75.35	OK	-0.74	27.35	75.35	OK
UL 2.1	0.25	26.35	75.35	OK	-1.63	28.23	75.35	OK
UL 2.2	0.25	26.35	75.35	OK	-1.54	28.14	75.35	OK
UL 3.1	0.07	26.53	75.35	OK	-0.48	27.08	75.35	OK
UL 4.1	0.27	26.33	75.35	OK	-1.31	27.91	75.35	OK
UL 4.2	0.14	26.47	75.35	OK	-1.31	27.92	75.35	OK
UL 4.3	0.22	26.39	75.35	OK	-1.22	27.82	75.35	OK
UL 4.4	0.19	26.41	75.35	OK	-1.41	28.01	75.35	OK
UL 4.5	0.27	26.33	75.35	OK	-1.25	27.85	75.35	OK
UL 4.6	0.13	26.47	75.35	OK	-1.25	27.85	75.35	OK
UL 4.7	0.21	26.39	75.35	OK	-1.15	27.75	75.35	OK
UL 4.8	0.19	26.41	75.35	OK	-1.35	27.95	75.35	OK
UL 5.1	0.14	26.46	75.35	OK	-0.48	27.08	75.35	OK
UL 5.2	0.00	26.60	75.35	OK	-0.48	27.08	75.35	OK
UL 5.3	0.08	26.52	75.35	OK	-0.38	26.98	75.35	OK
UL 5.4	0.06	26.54	75.35	OK	-0.57	27.18	75.35	OK
UL 6.1	0.20	26.40	75.35	OK	-1.31	27.91	75.35	OK
UL 6.2	0.20	26.40	75.35	OK	-1.31	27.91	75.35	OK
UL 6.3	0.20	26.40	75.35	OK	-1.31	27.91	75.35	OK
UL 6.4	0.20	26.40	75.35	OK	-1.25	27.85	75.35	OK
UL 6.5	0.20	26.40	75.35	OK	-1.25	27.85	75.35	OK
UL 6.6	0.20	26.40	75.35	OK	-1.25	27.85	75.35	OK
UL 7.1	0.07	26.53	75.35	OK	-0.48	27.08	75.35	OK
UL 7.2	0.07	26.53	75.35	OK	-0.48	27.08	75.35	OK
UL 7.3	0.07	26.53	75.35	OK	-0.48	27.08	75.35	OK

Columnas obtenidas para el refuerzo por encamisado de concreto, como se muestra en las figura 101 y 102



COLUMNA TIPO 1

Figura 101. Características para la columna tipo 1

Fuente: Resultados del diseño.

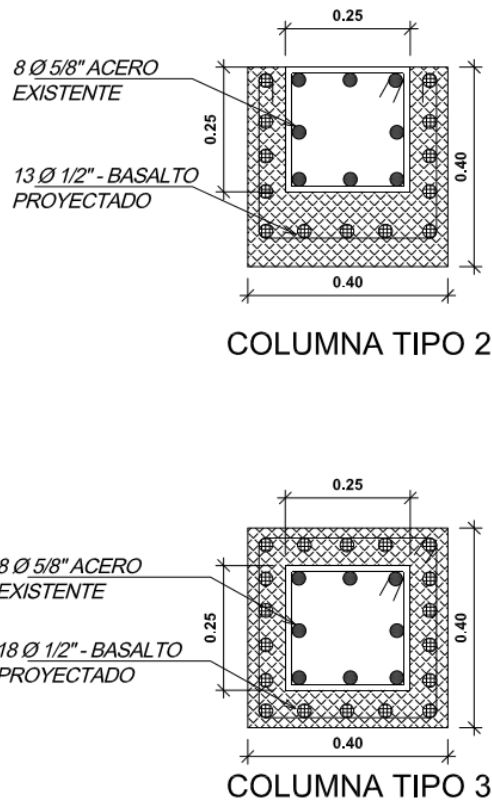


Figura 102. Características para la columna tipo 2 y 3.
Fuente: Resultados del diseño.

Comportamiento de las varillas de basalto

Haciendo el análisis respectivo en lo que concierne a las varillas de refuerzo, en este caso, el estudio se realiza mediante la capacidad que tiene el material de elongación, a través de fuerzas aplicadas, donde los resultados arrojados son ángulo de dobles, esfuerzo, límite de fluencia y deformación del mismo, todo esto usando una maquina uniaxial, la cual aplica una fuerza al material provocando la elongación de este.

Para ello, se analizó el comportamiento de una varilla de basalto de diámetro de 12mm (1/2”), obteniendo lo siguiente según tabla 44.

Tabla 44: Angulo de dobles para una varilla de basalto

MUESTRA	ÁNGULO DE DOBLADO	OBSERVACION
M1-BASALTO 12mm	180°	Rotura de la varilla

Fuente: Resultados de ensayos en laboratorio.

De igual forma, aplicándose la fuerza al elemento, esta vez usando una máquina de ensayo universal, se generan los siguientes estados, según tabla 45 y como se muestra en la figura 103.

Tabla 45: Propiedades mecánicas de las varillas de basalto

MUESTRA	SECCION TRANSVERSAL NOMINAL	AREA (mm)	CARGA LIMITE DE FLUENCIA (Kg)	TENSION LIMITE DE FLUENCIA (Kg/mm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/mm ²)	DEFORMACION (mm)	ELONGACION FINAL (%)
M1-BASALTO	12 mm	113	2,000	17.7	5,958	52.7	2	1.0

Fuente: Resultados de ensayos en laboratorio.

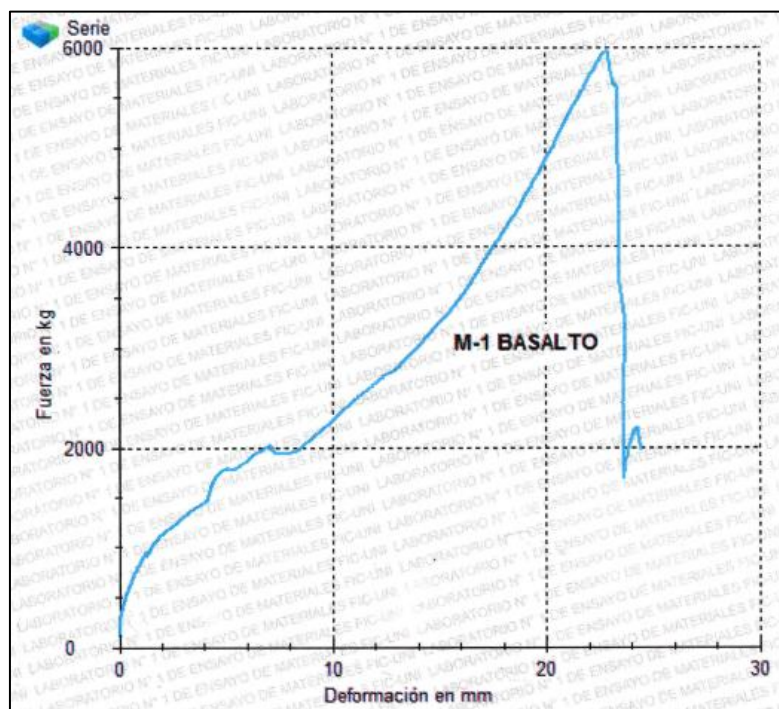


Figura 103. Diagrama Fuerza vs Deformación del basalto

Fuente: Resultados de ensayos en laboratorio.

Donde, puede apreciarse que el basalto alcanza gran capacidad de carga, siendo su deformación casi en igual proporción. Sin embargo, en la etapa inicial, la varilla se mantiene con baja deformación mientras la fuerza va aumentando y al llegar a una carga de casi la mitad de su capacidad la deformación aumenta casi de forma constante en el incremento de

la carga hasta llegar a su estado último, en este, la formación y carga disminuyen de manera casi súbita.

Por otro lado, se tienen las propiedades mecánicas y capacidad de dobléz de una varilla de acero, según tabla 46 y 47.

Tabla 46: Propiedades de dobles de las varillas de acero

MUESTRA	ÁNGULO DE DOBLADO
Acero 12mm	180°

Fuente: Aceros Arequipa

Tabla 47: Cuadro comparativo de las propiedades mecánicas entre las varillas de basalto y acero

MUESTRA	SECCION TRANSVERSAL NOMINAL	PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	TENSION LIMITE DE FLUENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm ²)	DEFORMACION (mm)	ELONGACION FINAL (%)
BASALTO	12 mm	2.70	1770	5270	2	1.0
ACERO	12 mm	7.9	4200	6320	200	14%

Fuente: Resultados de ensayos en laboratorio y Aceros Arequipa

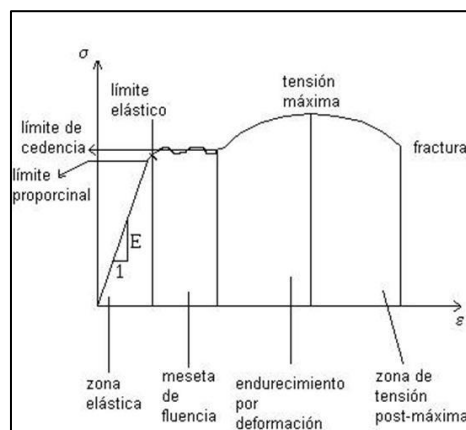


Figura 104. Diagrama Fuerza vs Deformación del acero

Fuente: Alejandro Pino.

De esta forma, según la figura 104, es notable la diferencia que hay en sus propiedades mecánicas y su comportamiento; si bien el acero desarrolla mayor capacidad de carga, las varillas de basalto pueden llegar a presentar una deformación consistente entre el estado inicial y el lado medio, permitiéndole desarrollar un papel en el refuerzo estructural.

IV DISCUSION

1. A partir de las muestras tomadas en la vivienda ubicada en el Jirón Ramón Castilla N° 202, Urbanización de Ingeniería, Distrito de San Martín de Porres, Lima, se tiene que, la distribución estructural de los elementos está dispuesta de manera típica. No obstante, la influencia del incremento de altura podría perjudicar el estado actual. Para ello, identificando los elementos más vulnerables y críticos, se generó combinaciones que permitan la aplicación de los tipos reforzamiento. De este modo, la mezcla entre el concreto con cemento IP y el uso de aditivos superplastificantes y el uso las varillas de basalto como optimización. Obteniendo así un aumento del 286.94% con respecto a la menor resistencia del concreto existente en la estructura a través de aditivos plastificantes; acción descrita por Palomino Badillo y Miguel Armando (2017): “Estudio del concreto con cemento portland tipo IP y aditivo superplastificante”, de la Universidad Nacional de Ingeniería, donde, al igual que este, tuvo por finalidad evaluar los cambios generados en el concreto con el uso de este tipo de aditivos, mediante dosificaciones con respecto al peso del cemento. En este caso, existió una variación en la longitud de la compresión del elemento cuando había presencia de superplastificantes, la cual se obtuvo usando: Relación a/c igual a 0.70, (Badillo y Armando, 2017), mientras que en esta fue de 0.40. (Acuña, 2019). De igual forma, concluyeron que la resistencia desarrollada en los cilindros fue mayor, permitiendo así mejorar su comportamiento para 28 días en su caso, de 307.29kg/cm² para un diseño de 250kg/cm², mientras que para esta investigación se logró una de 395kg/cm² con un diseño de 350kg/cm², ambos resultados con aditivos, una diferencia entre ellos de 87.71kg/cm², según tabla 48.

Tabla 48: Comparación de resistencias a la compresión desarrolladas.

AUTORES (año)	Relación a/c	Diseño de mezcla	Con aditivo superplastificante	COMPARATIVA
Badillo y Armando (2017)	0.70	250kg/cm ²	307.29 kg/cm ²	Se observa que al incorporar aditivo la resistencia mejora 57.29kg/cm ² y 45kg/cm ² una diferencia de relativamente baja que puede ser por la relación a/c así como por el diseño
ACUÑA (2019)	0.40	350kg/cm ²	395kg/cm ²	

Fuente: Badillo y Acuña.

2. Así también, los resultados obtenidos en los ensayos de las varillas de basalto admitieron la presencia de este material como refuerzo en futuras rehabilitaciones estructurales. Donde la resistencia a la tracción desarrollada en el basalto fue de

83.38% con respecto al del acero. En referencia a esto, Yucra H. y James J. (2018), en su trabajo de investigación: “Estudio del comportamiento estructural de vigas de concreto reforzadas con varillas de basalto”, el ensayo a tracción en varillas de 10mm de basalto resultaron una resistencia a la tracción de 1350kg/cm², diferente de los 5270kg/cm² obtenido en la presente tesis. Por otro lado, el módulo de elasticidad es de 50 Gpa y 58Gpa sucesivamente, diferente a los de la tabla 39, ya que fue evaluado bajo distintas condiciones, como el área de la barra y cargas por las cuales se realizó en el ensayo, según tabla 49.

Tabla 49: Comparación del Módulo de elasticidad de las varillas de basalto

AUTORES (año)	MODULO DE ELASTICIDAD (GPA)	TAMAÑO	RESISTENCIA A TRACCIÓN KG/CM ²	COMPARATIVA
YUCRA (2018)	50	El tamaño fue de 10mm	1350	Se observa una notable diferencia en la resistencia a la tracción que va desde los 1350 a 5270, esto se debe a que la muestra estudiada por Yucra tenía otro refuerzo adicional que era el refuerzo con polímeros
ACUÑA (2019)	58	El tamaño fue de 12mm	5270	

Fuente: Yucra y Acuña

- Por lo tanto, según Eduardo N. y Fernando Branco (2008), en “El Reforzamiento de concreto a través de encamisado y la influencia de cargas con respuestas cíclicas”, se enfoca en la respuesta de la estructura usando este tipo de refuerzos, el cual, igual que la investigación presentada, completó éste usando cilindros de concreto de 28 días con un f_c de 360.98 kg/cm², a diferencia de la aplicada anteriormente de 350 kg/cm² sin aditivos, establece una similitud de 96.96%. Conforme a esto, el autor tomó como referencia tres (3) de estos, donde, concluye que el reforzamiento por encamisado puede aplicarse de diferentes formas en el elemento y en cada uno podrá desarrollar un comportamiento diferente y generará que el miembro pueda incrementar su capacidad portante, incrementando su área gruesa con este tipo de reforzamiento.
- Para finalizar, Nikita Gupta, Poonam Dhiman, y Anil Dhiman (2015) explican que el refuerzo por encamisado de concreto incrementa el esfuerzo a flexo compresión y el esfuerzo por corte de la columna. Considerando las recomendaciones del Código de Evaluación sísmica, donde los requerimientos mínimos del encamisado deberán poseer una resistencia en el material nuevo igual o mayor que el usado anteriormente. Así bien, añade que el grosor mínimo del encamisado tendrá ser de 100mm (10cm),

por lo tanto, cumple ya que la dimensión de la vieja columna era de 25cm, al agregar el nuevo concreto el área de la columna aumento a 40cm.

En cuanto al diseño, para las varillas de 8mm, obtuvieron una separación de refuerzo confinado de 110mm, mientras que, en esta investigación se obtuvo para 12mm, una separación de 145mm. De esta forma, los valores referenciales están dentro del rango de resultados, por tanto, se puede concluir que el diseño propuesto cumple para los requerimientos en norma tomados como referencia.

V CONCLUSIONES

1. El encamisado influencia en las columnas de concreto usando cemento IP con superplastificantes y varillas de basalto para incrementar el número de pisos en edificaciones, debido a que se observó el mejoramiento estructural, logrando aumentar su capacidad de carga un 286.94% con respecto a la resistencia del concreto más baja, así también, se determinó que las propiedades de las varillas de basalto representan una resistencia a la tracción casi del mismo valor que la del acero, siendo este capaz de soportar bajo una resistencia a la fluencia menor a la del acero en un 42.12%, según la tabla 47. Además, mejorando su capacidad de desplazarse cuando exista algún movimiento telúrico, lo cual representa un comportamiento estructural más óptimo en este tipo de eventos, como se muestra en los siguientes gráficos 1 y 2.

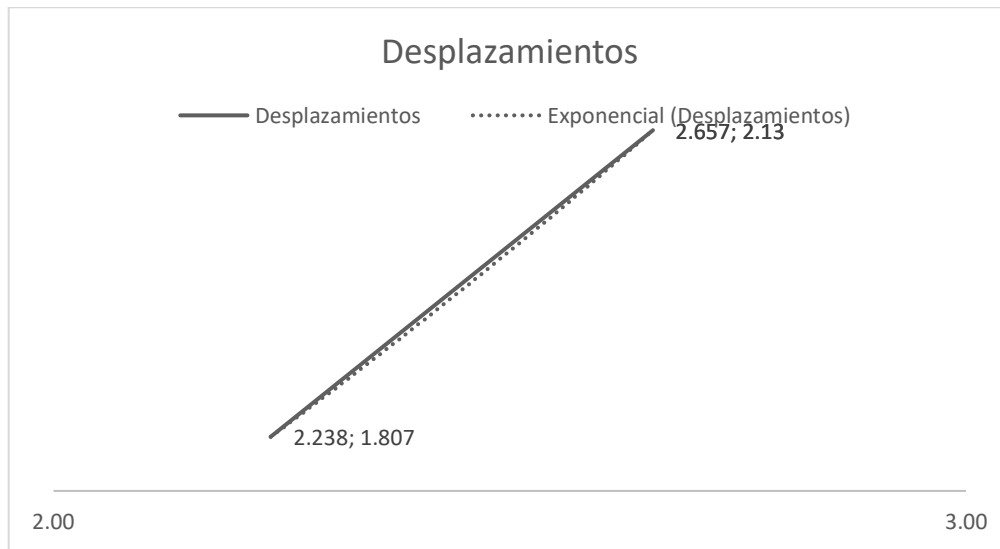


Gráfico 1: Aumento exponencial de los desplazamientos existentes con el proyectado.

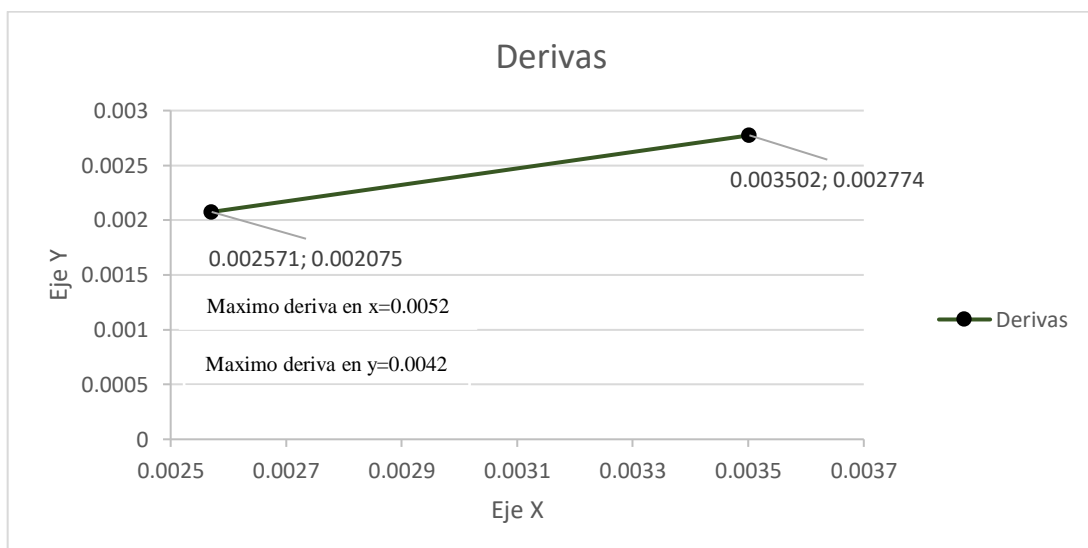


Gráfico 2: Aumento exponencial de las derivas existentes con el proyectado.

- El cemento IP mejora las propiedades del concreto en las columnas de las edificaciones., ya que es capaz de amoldarse a las condiciones de diseño sin problemas, viendo que la resistencia existente parte desde 137.66 kg/cm² según los resultados arrojados en la prueba de esclerometría, en comparación a los ensayo de ruptura usando cemento ip nos dieron un a resistencia máxima de 350 kg/cm² y si a este se adiciona aditivo superplastificante se ve una mejora en la resistencia de 45 kg/cm² ya que nos arrojó una resistencia de 395kg/cm² que en este caso seria una gran mejora en la resistencia asiendo muy recomendable su incorporación para fines de reforzamiento.
- El efecto a flexocompresión en las columnas mejora usando las varillas de basalto, debido a sus propiedades en la adherencia con el concreto, permitiéndole trabajar de forma homogénea, por lo tanto, genera la posibilidad de aplicarse como refuerzo estructural, como se muestra en la figura 105.

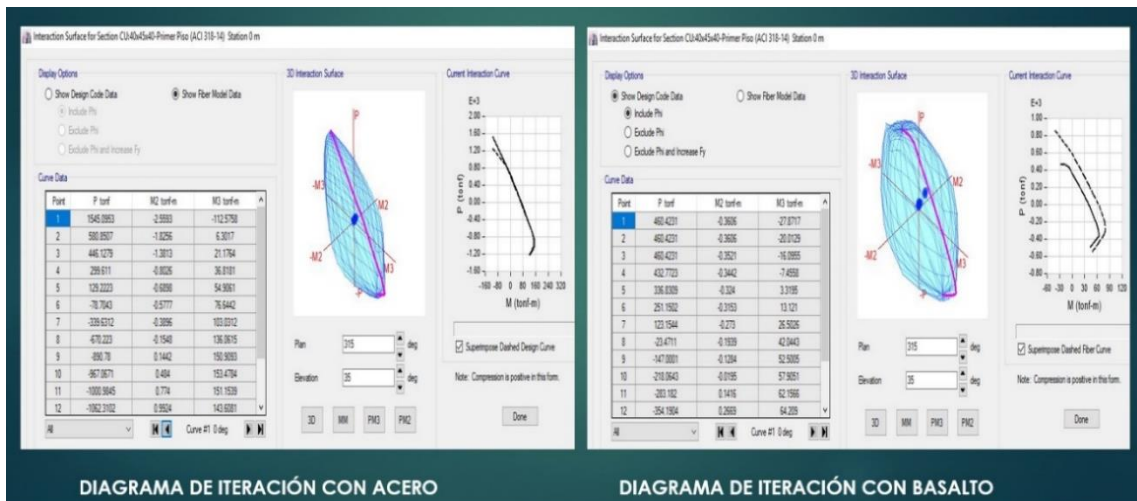


Figura 105. Diagramas de iteración de columnas reforzadas con varillas de acero y con varillas de basalto.

- La resistencia desarrollada por los aditivos superplastificantes mejora la calidad del concreto y así la vida útil de la edificación, donde se concluye que desarrolla una capacidad de 395kg/cm², con un diseño de mezcla de 350kg/cm², siendo este valor mucho mayor al esperado, generando características más óptimas para aplicar en los elementos estructurales y así la vida útil de la edificación, según el grafico 3.

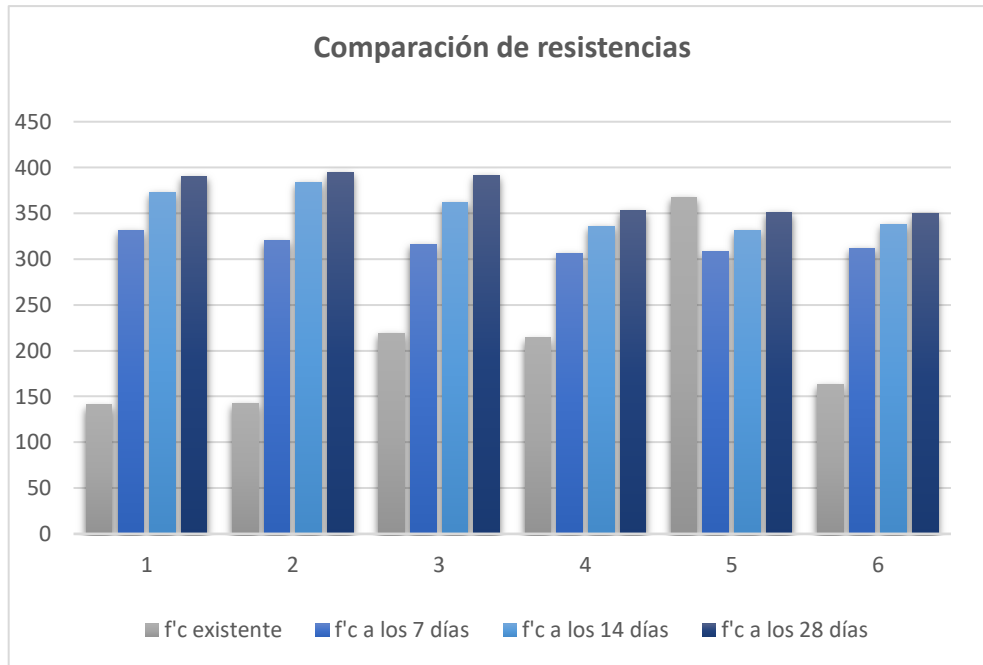


Gráfico 3: Comparación de resistencias entre la existente y las obtenidas con la mezcla de concreto usando aditivos.

Por la cual, resultó en el diseño por ETABS, que las columnas reforzadas desarrollaron su capacidad de carga a una cantidad casi el doble a su resistencia de diseño inicial, donde los elementos estructurales, en este caso, si desempeñan con los requerimientos mínimos de la Norma ACI 318-14. y son capaces de resistir la ampliación de los niveles superiores. Como se muestra en la siguiente tabla, los valores de momentos máximos desarrollados bajo una carga ultima para el estado existente y el diseñado aumentando 2 niveles, según tabla 50.

Donde:

P_u: Carga ultima;

M_u: Momento ultimo;

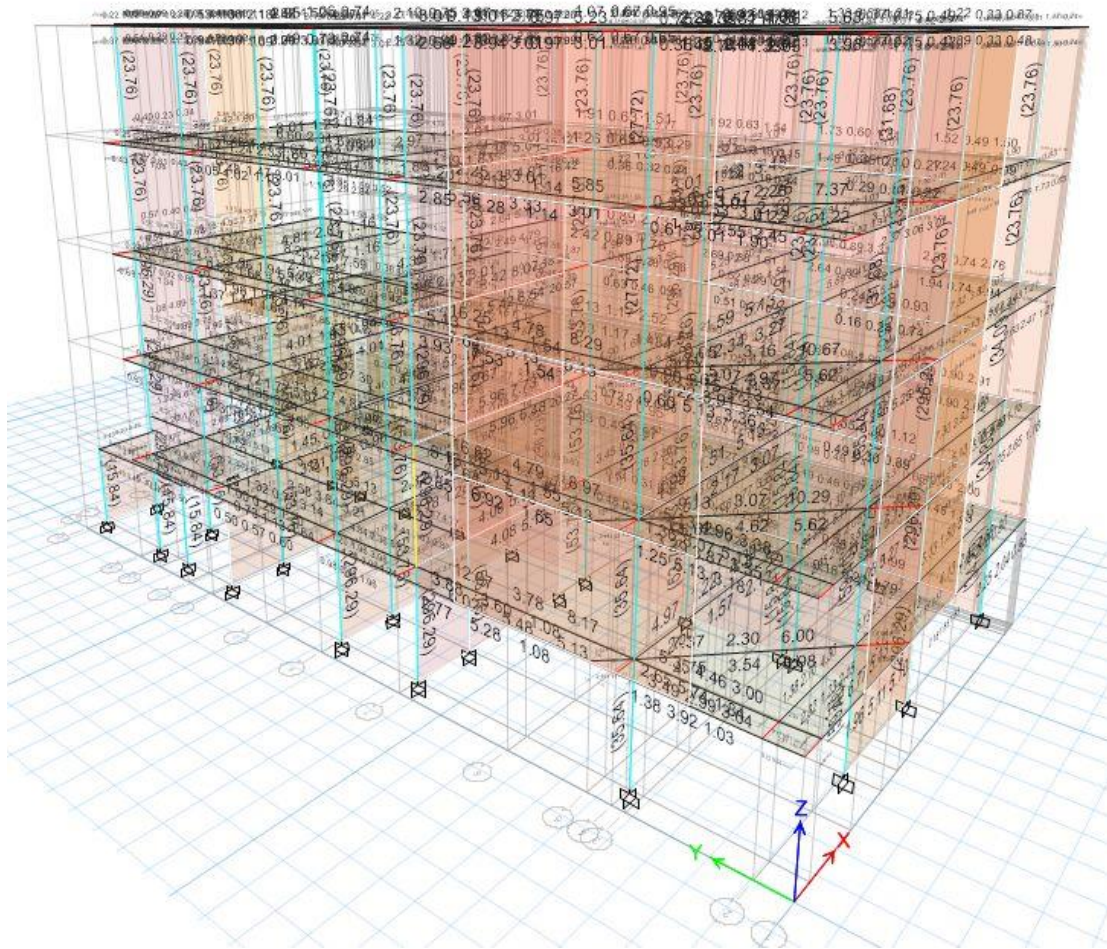
Refuerzo %: Porcentaje de refuerzo en diseño

Tabla 50: Diseño por fuerza axial y por momento biaxial para P_u, M_{u2}, M_{u3}

Diseño P _u tonf	Diseño M _{u2} tonf-m	Refuerzo %
12.3283	0.1296	0.81
87.5823	2.612	1.29

Fuente: Diseño por ETABS

De igual forma, como se ve en la imagen, la vivienda usando este tipo de reforzamientos, presenta mejores condiciones de resistencia a cargas aumentando 2 niveles, ya que no muestra columnas en rojo, lo cual indicaría un exceso del límite de cargas, en cambio los colores que en este aparecen, reflejan columnas con capacidad de carga dentro de sus propiedades bajo los refuerzos establecidos, como se muestra en la figura 106.



VI RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un estudio por esclerometría y análisis de escáner de fierros para determinar el estado en que se encuentra la estructura para así permitir un incremento de altura en viviendas de este tipo o edificaciones existentes.
2. De igual manera, es posible la aplicación de las pruebas por extracción de diamantinas como reemplazo al estudio por esclerometría, sin embargo, este tiene la desventaja que se trata de un ensayo invasivo o destructivo, ya que la extracción de las muestras en el concreto es mucho más profunda y puede perjudicar al elemento dependiendo de las condiciones de este.
3. En referencia a esto, el uso de aditivos en la mezcla del concreto, se recomienda para la ejecución de construcciones donde es necesario que los elementos desarrollen su resistencia de manera recomendable y segura, como el generado en esta investigación, por el cual el obtenido optimizó sus propiedades mucho mejor que el diseñado.
4. Por lo tanto, el refuerzo por encamisado de concreto bajo aditivos superplastificantes y las varillas de basalto generan grandes resultados estructurales y un comportamiento óptimo para su vida útil.
5. Es recomendable, si se aplicará varillas de basalto, estudiar el comportamiento de este mediante ensayos a tracción, fluencia y deformación, para así desarrollar un comportamiento deseado para el refuerzo a ejecutar.
6. Así también, se invita a estudiantes y profesionales a realizar nuevas investigaciones basándose en las características mecánicas que poseen las varillas de basalto, ya que este aún es nuevo en la construcción y se tiene pocos datos de él. En referencia a esto, se recomienda ejecutar un estudio como:
 - “Evaluación de la ductilidad desarrollada en elementos estructurales utilizando varillas de basalto como refuerzo”.
7. Además, se recomienda una investigación donde una estructura sea hecha totalmente con estos elementos, como sería:

- “Estudio del comportamiento estructural en edificaciones de más de 10 pisos y con una distribución de columnas no ortogonales en el análisis sísmico con varillas de basalto y aditivos superplastificantes”

REFERENCIAS

1. **ABC Color. La honestidad es el valor que nos permite vivir en la verdad [en línea].** Paraguay (2012). [Fecha de consulta: 1 de Noviembre de 2018].
Disponible en:<http://www.abc.com.py/articulos/la-honestidad-es-el-valor-que-nos-permite-vivir-en-la-verdad-938305.html>

2. **AL-HADITHI A., HILAL N. The Possibility of Enhancing Some Properties of Self-Compacting Concrete by Adding Waste Plastic Fibers [en línea].** Journal of Building Engineering: Irak (2015). [Fecha de consulta: 1 de Junio de 2019].
Disponible en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710216300687>
ISSN:2352-710

3. **APAZA, David. Características e historia del cemento [en línea].** Perú:Universidad Peruana Unión, 2012. [Fecha de consulta: 17 de Octubre de 2018].
Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos94/caracteristicas-historia-del-cemento/caracteristicas-historia-del-cemento.shtml>

4. **ARAGÓN, Sergio. Calidad del concreto en Viviendas [en línea].** Costa Rica: Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (2005). [Fecha de consulta: 27 de Octubre de 2018].
Disponible en: <http://www.iccyc.com/sites/default/files/Investigaciones/Calidad%20del%20Concreto%20en%20Viviendas.pdf>

5. **ASTORGA, Ariana. y RIVERO, Pedro. Patologías en las edificaciones [en línea].** Venezuela: Centro de Investigaciones de Gestión Integral de Riesgos 2009, pág 13.
Disponible en: http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf

6. **BADILLO, Palomino y ARMANDO, Miguel. Estudio del concreto con cemento Portland tipo IP y aditivo superplastificante [en línea].** Lima: Universidad

Nacional de Ingeniería del Perú, 2017. pág. 5. [fecha de consulta: 17 de octubre de 2018].

Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5907>

- 7. BASUALDO, Jhon, RAMOS Juan Carlos, TIMOTEO, Hino. Materiales y acabados de construcción [en línea].** Perú (2017). UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE. [Fecha de consulta: 1 de Noviembre de 2018].

Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/9486394/>

- 8. BLANCO, Anaibel y PERDOMO, Luis. Comparación estructural de columnas de concreto reforzadas con varillas de basalto versus varillas de acero.** Venezuela: Universidad Arturo Michelena, 2014, pág 5.

- 9. BIDDIX, Patrick. Quantitative Methods[enlínea].** EEUU (2017). Valdosta StateUniversity. [Fecha de consulta: 28 de Mayo de 2019].

Disponible en: <https://researchrundowns.com/quantitative-methods/instrument-validity-reliability/>

- 10. CALVERT, J. B. Colapso en las edificaciones [en línea].** Nueva York (2001). [Fecha de consulta: 27 de Octubre de 2018].

Disponible en: <https://mysite.du.edu/~jcalvert/tech/failure.htm>

- 11. CASABONNE, Carlos. Reforzamiento de elementos estructurales [en línea].** Perú: Perú Construye, 2016. [Fecha de consulta: 19 de Octubre de 2018].

Disponible en: <http://www.peruconstruye.net/wp-content/uploads/2016/10/Reforzamiento-estructural-108-121.pdf>

- 12. CASTILLO, Carla. Basalto vesicular [en línea].** Ecuador (2016). Escuela Politécnica Nacional. [Fecha de consulta: 1 de Noviembre de 2018].

Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16141>

- 13. CASTILLO, Jorge. Hipótesis en la Investigación [en línea].** (2012). [Fecha de consulta: 1 de Noviembre de 2018].
Disponibile en:<https://www.monografias.com/trabajos15/hipotesis/hipotesis.shtml>
- 14. CHAN, José, CARCAÑO, Rómel y MORENO, Eric. Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto [en línea].** México: Universidad Autónoma del Estado de México (2003). [Fecha de consulta: 27 de Octubre de 2018].
Disponibile en:<http://www.redalyc.org/html/467/46770203/>
- 15. CHAN, Yin-wen. Weak concrete was the guilty of the collapse of the WeiguanJinlong [en línea].** Taiwan: Tapei Times, (16 de Febrero de 2016). [Fecha de consulta: 26 de Octubre de 2018].
Disponibile en: <http://www.taipeitimes.com/News/taiwan/archives/2016/02/19/2003639727>
- 16. Concepto del concreto [en línea].** Fundación ICA, 2000. [Fecha de consulta: 19 de Octubre de 2018].
Disponibile en: <https://www.monografias.com/trabajos4/concreto/concreto.shtml>
- 17. ESCOBAR, William, DUQUE, Juan, JARAMILLO, David y GARCES Mateo. Normas y Ensayos [en línea].** Colombia (2013). EAFIT. [Fecha de consulta: 1 de Noviembre de 2018].
Disponibile en:<http://proyecto1reciclaje-grupo2.blogspot.com/2013/08/normas-y-ensayos.html>
- 18. ESTRADA, Miguel y GARCÍA, Felipe. El riesgo que tiene la construcción de las viviendas informales en el Perú [en línea].** Perú: El Comercio, (2018). [Fecha de consulta: 27 de Octubre de 2018].
Disponibile en:<https://elcomercio.pe/especial/construyebien/noticias/alto-riesgo-viviendas-informales-noticia-1993016?datasection=customURL2>
- 19. FERRER, Jesús. Justificación, objetivos y bases teóricas [en línea].** (2010). [Fecha de consulta: 1 de Noviembre de 2018].

Disponible en: <http://metodologia02.blogspot.com/p/justificacion-objetivos-y-bases.html>

20. Fibra de Basalto. Catálogo de BASALTEC [en línea]. España: Rocas y Minerales, 2018. [Fecha de consulta: 17 de Octubre de 2018].

Disponible en: <http://basaltec.es/#corrugado>

21. GÁLVEZ, Marlen. Columnas (tipos y clasificación) [en línea]. Peru (2017). Escuela Politécnica Nacional. [Fecha de consulta: 1 de Noviembre de 2018].

Disponible en: <https://www.slideshare.net/MarlenMGlvez/columnas-tipos-y-clasificacin>

22. GUAN, J., LI, C., WANG, J., QING, L., SONG, Z., LIU, Z. Determination of fracture parameter and prediction of structural fracture using various concrete specimen types [en línea]. Theoretical and Applied Fracture Mechanicsdis: China (2019). [Fecha de consulta: 1 de Junio de 2019].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167844218304920>

ISSN: 114-127

23. GUPTA, N., DHIMAN, P., DHIMAN, A. Design and Detailing of Reinforced Jacketting for Concrete Columns [en línea]. India(2015). [Fecha de consulta: 9 de Mayo de 2019].

Disponible en: http://www.iosrjournals.org/iosr-jmce/papers/AETM'15_CE/1/10-CE-129.pdf

24. GARCÍA J., CHIRICO G. Propuesta metodológica constructiva de rehabilitación estructural de edificios aporricados de concreto armado [en línea]. Venezuela (2012). [Fecha de consulta: 12 de Mayo de 2019].

Disponible en: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/5203/jgarcia.pdf?sequence=1>

- 25. HAYDER A., HASAN, M. NEAZ S., MUHAMMAD N.S. HADI. Maximum axial load carrying capacity of Fibre Reinforced Polymer (FRP) bar reinforced concrete columns under axial compression. [en línea].** Wollongong (2018). University of Wollongong. [Fecha de consulta: 27 de Mayo de 2019].
Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330393405_Maximum_axial_load_carrying_capacity_of_Fibre_Reinforced-Polymer_FRP_bar_reinforced_concrete_columns_under_axial_compression
- 26. HERNÁNDEZ, M. Nivel de la Investigación [en línea].** Venezuela (2012). [Fecha de consulta: 23 de Noviembre de 2018].
Disponible en: <http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>
- 27. HERNÁNDEZ, R. Metodología de la Investigación [en línea].** México (2017). Graw- Hill. [Fecha de consulta: 8 de Noviembre de 2018].
Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos106/confiabilidad-y-validez/confiabilidad-y-validez.shtml>
- 28. IDB INGENIERO DE CAMINOS. Refuerzo estructural de columnas [en línea].** España (2015). [Fecha de consulta: 9 de Mayo de 2019].
Disponible en: <https://ingeniero-de-caminos.com/reforzamiento-de-columnas/>
- 29. JOSEPH, A. Sismicidad de Perú [en línea].** Perú: Geofísica, 2010, parr.8.
Disponible en: <http://ingenieriageofisica.com/sismicidad-de-peru/>
- 30. JULIO E., BRANCO F. Reinforced Concrete Jacketing—Interface Influence on Cyclic Loading Response [en línea].** Lisboa (2014). [Fecha de consulta: 9 de Mayo de 2019].
Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/268223250_Reinforced_Concrete_Jacketing_-_Interface_Influence_on_Cyclic_Loading_Response/download

- 31. KEY, John. Earthquake in Christchurch: Collapse in the building was because the poor concrete of the desing [en linea].** UNITED KINGDOM: TheTelegraph, 10 de Diciembre de 2012). [Fecha de consulta: 26 de Octubre de 2018].
Disponible en: <https://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/australiaandthepacific/newzealand/9733828/Christchurch-earthquake-collapsed-building-was-poorly-designed-and-constructed.html>
- 32. LAKATOS, MARCONI. Pesquisa explicativa [en linea].** Pos-graduando. Brasil (2011). [Fecha de consulta: 26 de Mayo de 2019].
Disponible en: <https://posgraduando.com/diferencas-pesquisa-descritiva-exploratoria-explicativa/>
- 33. LAPENAA H., MARINUCCIA G. y CARVALHO O. Mechanical characteristics of the unidirectional composition of the Basalt fibers and the epoxy as a composite [en línea].** Brasil: Brazilian Navy Technological Center, (2014). [Fecha de consulta: 26 de Octubre de 2018].
Disponible en: <http://www.escm.eu.org/eccm16/assets/0952.pdf>
- 34. ŁAŻNIEWSKA-PIEKARCZYK, Beata, MIERA, Patrycja y SZWABOWSKI, JanuszCompatibility of plasticizers and superplasticisers with cement and synthetic additives and air mixtures [en línea].** Polonia: Silesian University of Technology, (2017). [Fecha de consulta: 25 de Octubre de 2018].
Disponible en: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/245/3/032094/meta>
- 35. Learning S. Research Method- Data Collection [en línea].** EEUU (2010). [Fecha de consulta: 12 de Mayo de 2019].
Disponible en: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/5203/jgarcia.pdf?sequence=1>
- 36. LIU B., FENG C., DENG Z. Shear behavior of three types of recycled aggregate concrete [en línea].** Construction and BuildingMaterials: China (2019). [Fecha de consulta: 1 de Junio de 2019].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819312449>
ISSN: 557-572

37. Making Tables and Graphs [en línea]. EEUU (2015). [Fecha de consulta: 12 de Mayo de 2019].

Disponible en: <https://www.mansfieldct.org/Schools/MMS/staff/hand/Variables.htm>

38. MARIANELLA F., MINAFÒ G. Comparative experimental analysis on the compressive behaviour of masonry columns strengthened by FRP, BFRCM or steel wires [en línea]. Italia (2016). Università degli Studi di Enna “Kore”. [Fecha de consulta: 12 de Mayo de 2019].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359836816326609>

39. MENDEZ, Alexander. Cemento [en línea]. Perú (2012). [Fecha de consulta: 1 de Noviembre de 2018].

Disponible en: <https://sites.google.com/site/aleprocesos/cemento>

40. MERRIAM-WEBSTER. Honesty [en línea]. EEUU. (2012). [Fecha de consulta: 27 de Mayo de 2019].

Disponible en: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/honesty>

41. MONALDO, E., NERILLIA F., VAIRO, G. Basalt-based fiber-reinforced materials and structural applications in civil engineering [en línea]. Composite Structures (2011). [Fecha de consulta: 01 de Junio de 2019].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822318342259>
ISSN: 0263-8223

42. MONJE, Carlos. Metodología de la investigación [en línea]. Colombia: Universidad Surcolombiana (2011). [Fecha de consulta: 27 de Octubre de 2018].

Disponible en:<https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

43. NUNO, Eduardo. BRANCO, Fernando. Reinforced Concrete Jacketing – Interface Influence on Cyclic Loading Response [en línea]. Lisbon: Aci Structural Journal (2008). [Fecha de consulta: 14 de Mayo de 2019].

Disponible en:https://www.researchgate.net/publication/268223250_Reinforced_Concrete_Jacketing_-_Interface_Influence_on_Cyclic_Loading_Response
ISSN: 471-477

44. ORTIZ, Juan. Desplome del edificio SPACE [en línea]. Colombia: El Tiempo, 11 de octubre 2017. [Fecha de consulta: 17 de Octubre de 2018].

Disponible en: <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/condenan-a-responsables-del-desplome-del-edificio-space-en-medellin-140072>

45. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. Tipología de daños en viviendas de albañilería, identificada en la zona afectada por el terremoto del 15 de agosto de 2007 [en línea]. Perú (2008). [Fecha de consulta: 27 de Octubre de 2018].

Disponible en:<http://www.pe.undp.org/content/dam/peru/docs/Prevenci%C3%B3n%20y%20recuperaci%C3%B3n%20de%20crisis/ManualReparacionAlbanileria2.pdf>

46. PSYCH CENTRL'S VIRTUAL PSYCHOLOGY CLASSROOM. Experimental Validity [en línea]. EEUU (2018). [Fecha de consulta: 27 de Mayo de 2018].

Disponible en:<https://allpsych.com/researchmethods/experimentalvalidity/>

47. QINGXIANG, W., GUOFAN, Z., LIYAN L. Ductility of high strength reinforced concrete columns [en línea]. Nuclear Engineering and Desing,China (1995). [Fecha de consulta: 01 de Junio de 2018].

Disponible en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002954939400936S>
ISSN: 75-81

- 48. QUIMINET. Cuando la seguridad y el ahorro van juntos: Nueva varilla de refuerzo compuesto para estructuras de concreto hidráulico [en línea].** México (2013). [Fecha de consulta: 10 de Mayo de 2019].
Disponibile en: https://www.quiminet.com/articulos/cuando-la-seguridad-y-el-ahorro-van-juntos-nueva-varilla-de-refuerzo-compuesto-para-estructuras-de-concreto-hidraulico-3516513.htm?mkt_source=22&mkt_medium=36617337080&mkt_term=66&mkt_content=&mkt_campaign=1
- 49. RAIGOSA, EDUARDO. Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales [en línea].** Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2010, pág. 7.
Disponibile en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6167/tecnicas_reforzamiento_estructuras_construidas_concreto_deficiencias%20estructurales.pdf?sequence=1
- 50. RIVERA, Gerardo. Aditivos para mortero y concreto [en línea].** Colombia: Concreto simple, pág. 12. [Fecha de consulta: 19 de Octubre de 2018].
Disponibile en: <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/geanrilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%202%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%20%20PDF%20ver.%20%202009/Cap.%2011%20-%20Aditivos%20para%20morteros%20o%20concretos.pdf>
- 51. SAN MARTÍN, Fernando. Tipos de fallas en columnas [en línea].** (2017). [Fecha de consulta: 1 de Noviembre de 2018].
Disponibile en: <https://docplayer.es/55375954-Tipos-de-fallas-en-columnas-falla-fragil-de-cortante-y-tension-diagonal.html>
- 52. GUTNIKOV S., PAVLOV Y., ZHUKOVSKAYA E. Influence of vibration on basalt fiber crystallization at high temperature [en línea].** Journal of Non-Crystalline Solids: Rusia (2016). [Fecha de consulta: 1 de Junio de 2019].
Disponibile en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022309318301273>

- 53. TACUSI, Miliciano. Estudio del concreto con aditivo impermeabilizante y cemento Portland tipo I [en línea].** Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, (2016). [Fecha de consulta: 25 de Octubre de 2018].
Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5544>
- 54. TACUSI, Miliciano. Estudio del concreto con aditivo impermeabilizante y cemento Portland tipo I [en línea].** Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, (2016). [Fecha de consulta: 25 de Octubre de 2018].
Disponible en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/49438/TrabajoFinalGrado_PaulaVallesPla.pdf?sequence=1
- 55. VÁSQUEZ, Rosaura. Cemento y sus aplicaciones [en línea].** Perú: Cementos Pacasmayo S.A.A. [Fecha de consulta: 18 de Octubre de 2018].
Disponible en: <https://docplayer.es/22366146-Cemento-y-sus-aplicaciones.html>
- 56. Ventajas de las varillas de refuerzo [en línea].** Perú: QuimiNet, 2007, parr. 4. [Fecha de consulta: 19 de Octubre de 2018].
Disponible en: https://www.quiminet.com/articulos/cuando-la-seguridad-y-el-ahorro-van-juntos-nueva-varilla-de-refuerzo-compuesto-para-estructuras-de-concreto-hidraulico3516513.htm?mkt_source=22&mkt_medium=36617337080&mkt_term=66&mkt_content=&mkt_campaign=1
- 57. VIDAUD, Edward. Ensayo a la compresión: Medida del desempeño real del concreto [en línea].** México (2013). Construcción y Tecnología en concreto. [Fecha de consulta: 1 de Noviembre de 2018].
Disponible en: <http://www.imcyc.com/revistacyt/index.php/ingenieria/19-ensayo-a-la-compresion-medida-del-desempeno-real-del-concreto>
- 58. WIGODSKI, Jacqueline. Variables [en línea].** Metodología de la investigación, (2010). [Fecha de consulta: 26 de Octubre de 2018].
Disponible en: <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/variables.html>

- 59. XIAOCHUN F., MINGZHONG Z. Behaviour of inorganic polymer concrete columns reinforced with basalt FRP bars under eccentric compression: An experimental study [en línea].** China (2016). [Fecha de consulta: 11 de Mayo de 2019].
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359836816301512>
- 60. YANG, S.T., LI, K.F., LI, C.Q. Numerical determination of concrete crack width for corrosion-affected concrete structures [en línea].** Computers and Structures: China (2017). [Fecha de consulta: 04 de Junio de 2019].
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004579491730216X>
- 61. YUCRA, HINOSTROZA Y JAMES, JOHAN. Estudio del comportamiento estructural de vigas de concreto reforzadas con varillas de basalto [en línea].** Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018, pág. 3. [fecha de consulta: 17 de octubre de 2018].
Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/11604>
- 62. ZHENG Y, ZHANG P, CAI Y, JIN Z, MOSHTAGH E. Cracking resistance and mechanical properties of basalt fibers reinforced cement-stabilized macadam [en línea].** China: Composites Part B. (2018). [fecha de consulta: 4 de Junio de 2019].
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.11.115>.
ISSN: 1359-8368
- 63. ZHANG, F., WU, C., WANG, H., ZHOU Y. Numerical simulation of concrete filled steel tube columns against BLAST loads [en línea].** China: Thin-Walled Structures, 2015. [fecha de consulta: 1 de Junio de 2019].
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S02638231150006464>
ISSN: 82-92

ANEXOS

Matriz de Consistencia

INFLUENCIA DEL ENCAMISADO EN COLUMNAS DE CONCRETO USANDO CEMENTO IP CON SUPERPLASTIFICANTES Y VARILLAS DE BASALTO PARA INCREMENTAR NÚMERO DE PISOS EN EDIFICACIONES LIMA -2019.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>GENERAL: ¿Influirá el encamisado en columnas de concreto usando cemento IP con superplastificantes y varillas de basalto para incrementar el número de pisos en edificaciones, Lima-2019?</p> <p>ESPECÍFICOS: ¿De qué manera el cemento IP mejora las propiedades del concreto en las columnas de las edificaciones? ¿De qué manera el efecto a flexocompresión en las columnas mejora usando las varillas de basalto? ¿Podrá la resistencia desarrollada por los aditivos superplastificantes mejorar la calidad del concreto y así la vida útil de la edificación?</p>	<p>GENERAL Evaluar la influencia del encamisado en columnas de concreto usando cemento IP con superplastificantes y varillas de basalto para incrementar el número de pisos en edificaciones, Lima-2019.</p> <p>ESPECÍFICOS Determinar la mejora del cemento IP y propiedades del concreto en las columnas de las edificaciones. Evaluar el efecto a flexocompresión en las columnas usando las varillas de basalto. Evaluar la resistencia desarrollada por los aditivos superplastificantes mejorar la calidad del concreto y así la vida útil de la edificación.</p>	<p>GENERAL El encamisado influencia en las columnas de concreto usando cemento IP con superplastificantes y varillas de basalto para incrementar el número de pisos en edificaciones, Lima-2019.</p> <p>ESPECÍFICOS El cemento IP mejora las propiedades del concreto en las columnas de las edificaciones. El efecto a flexocompresión en las columnas mejora usando las varillas de basalto. La resistencia desarrollada por los aditivos superplastificantes mejora la calidad del concreto y así la vida útil de la edificación.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>COLUMNA</p> <p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>CEMENTO TIPO IP</p> <p>VARILLAS DE BASALTO</p> <p>ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES</p>	<p>Propiedades de la columna</p> <p>Propiedades del concreto</p> <p>Propiedades de la varilla</p> <p>características</p>	<p>Resistencia a flexo compresión</p> <p>Resistencia Compresión Carga máxima</p> <p>Resistencia a la tracción Deformación Dobles Carga limite de fluencia</p> <p>Trabajabilidad Mejora la resistencia mecánica del concreto Mayor adherencia al acero</p>	<p>MÉTODO Científico (experimental)</p> <p>DISEÑO DE INVEST. Experimental puro.</p> <p>TIPO DE INVEST. Experimental aplicado</p> <p>NIVEL Explicativo</p> <p>ENFOQUE Cuantitativo</p> <p>POBLACIÓN La población conformará todas aquellas columnas pertenecientes a edificaciones o inmuebles de la ciudad de Lima, por el cual pueda atribuirse el refuerzo estructural.</p> <p>MUESTRA La toma en campo de una muestra de concreto de dos (2) columnas en funcionamiento, para así tener una referencia concisa y real de la resistencia del concreto existente en la vivienda, para luego estudiarla y realizar los diferentes análisis a través de la variación de los componentes y su dosificación.</p> <p>INSTRUMENTO Recopilación de datos, mediante ensayos.</p>

Figura 107. Matriz de Consistencia

Fichas de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por

ABET
Accreditation Board for Engineering and Technology
Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : MAXIMO ACUÑA OLORTEGUI
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 19-1704
 Recibo N° : 65528
 Fecha de emisión : 06/05/2019

1. DE LA MUESTRA : Consistió en 6 probetas cilíndricas de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL
 Certificado de Calibración CMC-104-2018
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034-2015.
 Procedimiento interno AT-PR-12.
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	TIPO DE FRACTURA
1	M1 SP	25/04/2019	02/05/2019	80.1	12,994	331	Tipo 3
2	M2 SP	25/04/2019	02/05/2019	81.7	10,998	320	Tipo 2
3	M3 SP	25/04/2019	02/05/2019	83.5	11,391	316	Tipo 2
4	M4	25/04/2019	02/05/2019	76.1	9,173	306	Tipo 3
5	M5	25/04/2019	02/05/2019	83.3	8,742	308	Tipo 2
6	M6	25/04/2019	02/05/2019	78.9	9,788	312	Tipo 2

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Besurto P.
 Técnico : Sr. D. A. V.
K.P.R.

NOTAS:
 1) Está prohibida reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.


 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (a) del laboratorio



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lcm.uni.edu.pe
lcm@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Figura 108. Ensayos a compresión del concreto a los 7 días de fraguado.

Fuente: UNI-LEM.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : MAXIMO ACUÑA OLORTEGUI
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 19-1856
 Recibo N° : 65689
 Fecha de emisión : 16/05/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consistente en 6 probetas cilíndricas de concreto.
- 2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL.
 Certificado de Calibración CMC-104-2018
- 3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.034:2015.
 Procedimiento interno AT-PR-12.

4. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	TIPO DE FRACTURA
1	M1 SP.	25/04/2019	09/05/2019	78.7	13,344	373	Tipo 2
2	M2 SP.	25/04/2019	09/05/2019	78.7	15,038	384	Tipo 2
3	M3 SP.	25/04/2019	09/05/2019	78.6	14,431	362	Tipo 2
4	M4	25/04/2019	09/05/2019	78.6	10,575	336	Tipo 3
5	M5	25/04/2019	09/05/2019	78.7	11,658	331	Tipo 2
6	M6	25/04/2019	09/05/2019	78.7	13,091	338	Tipo 3

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. D. A. V.



Dr. Javier Arrieta Freyre
 Responsable (a.i.) del laboratorio
 N° 1 de Ensayo de Materiales

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Figura 109. Ensayos a compresión del concreto a los 14 días de fraguado.

Fuente: UNI-LEM.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : MAXIMO ACUÑA OLORTEGUI
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 19-2034
 Recibo N° : 65689
 Fecha de emisión : 24/05/2019

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 6 probetas cilíndricas de concreto
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNACIONAL
 Certificado de Calibración CMC-104-2016
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015
 Procedimiento interno AT-PR-12.

4. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	TIPO DE FRACTURA
1	M1 SP.	25/04/2019	23/05/2019	78.7	13,344	390	Tipo 2
2	M2 SP.	25/04/2019	23/05/2019	79.7	15,238	395	Tipo 2
3	M3 SP.	25/04/2019	23/05/2019	79.6	14,831	391	Tipo 2
4	M4	25/04/2019	23/05/2019	79.6	10,975	353	Tipo 3
5	M5	25/04/2019	23/05/2019	79.7	11,568	361	Tipo 2
6	M6	25/04/2019	23/05/2019	78.7	13,391	350	Tipo 3

5. OBSERVACIONES: f) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. D. A. V. O.



Dr. Javier Arrieta Freyre
 Responsable (s/j) del laboratorio
 N° 1 de Ensayo de Materiales

NOTAS

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI



Figura 110. Ensayos a compresión del concreto a los 28 días de fraguado.
 Fuente: UNI-LEM.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : MAXIMO ACUÑA OLRTEGUI
Asunto : Ensayo de Doblado.
Expediente N° : 19-1857
Recibo N° : 65690
Fecha de emisión : 17/05/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 01 varilla corrugado de fibra de basalto.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, ZWICK/ROELL.
 Certificado de calibración LFP-399-2018.

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 341.001:2011.

4.0. RESULTADOS : Fecha de Ensayo : 17/05/2019

MUESTRA	ÁNGULO DE DOBLADO	OBSERVACIÓN
M1-BASALTO 12 mm	180°	Rotura de la varilla

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : A.A.G

L.R.



Dr. Javier Arrieta Freyre
 Responsable (a.i) del Laboratorio
 N° 1 de Ensayo de Materiales

NOTAS:
 1) Se prohíbe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.
 2) Este informe solo brinda resultados sobre las muestras que han sido ensayadas.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Figura 111. Ensayos de doblez para una varilla de basalto de 12mm.

Fuente: UNI-LEM.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : MAXIMO ACUÑA OLRTEGUI
Asunto : Ensayo de Tracción
Expediente N° : 19-1769
Recibo N° : 65596
Fecha de emisión : 13/05/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 01 varilla corrugado de fibra de basalto.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal ZWICK/ROELL
 Certificado de Calibración LFP-399-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 350.450.2015
 Procedimiento interno AT-PR-10.

Fecha de Ensayo : 13/05/2019

4.0. RESULTADOS

MUESTRA	SECCIÓN TRANSVERSAL NOMINAL	ÁREA (mm ²)	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (Kg)	TENSIÓN LÍMITE DE FLUENCIA (Kg/mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg/mm ²)	DEFORMACIÓN (mm)	ELONGACIÓN FINAL (%)
M1-BASALTO	12 mm	113	2.000	17.7	5.958	52.7	2	1.0

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : A.A.G.

L.J.A.



Má. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Se prohíbe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.
 2) Este informe solo brinda resultados sobre las muestras que han sido ensayadas.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Figura 112. Ensayos de resistencia a la tracción para una varilla de basalto de 12mm.

Fuente: UNI-LEM.

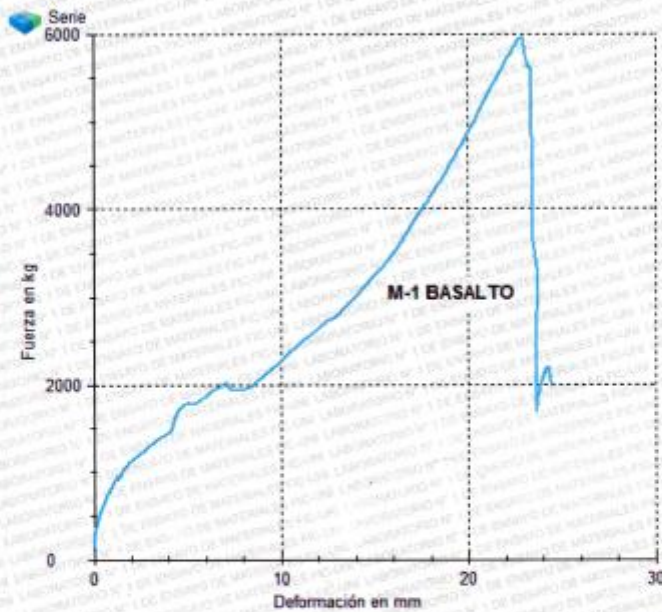


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



EXP : 19-1769



RESPONSABLE TÉCNICO
 Lic. José Basulto Pardo

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del Laboratorio



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Figura 113. Diagrama de carga vs deformación para una varilla de basalto de 12mm.
 Fuente: UNI-LEM.

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL NO INVASIVA

10. Anexos

10.1. Certificado de calibración del esclerómetro



Calibration Report

Sino Age Development Technology Ltd.

Registered No. : 06908Q10673R0S

Calibration Certificate No.: 2025238-12

Issue date June 18/2018

Model SADT HT- 225, Concrete Test Hammer

Serial No. 61705407

TEST	READING
1	80.2
2	80.8
3	80.5
4	80.4
5	80.6
Average	80.5

Traceability

The instrument above has been calibrated using calibration Anvil Serial No. GZ16-02 and SADT test instruction which meet national Standards GT/T 9138-1988.

This instrument bears traceability to National Standards via certificate No. JJG81796

Test carried out by

(Q.C. Manager)

Quality Department



Alisa

Figura 114. Calibración equipo esclerómetro

Fuente: CONSULTORES LJONEMICH

10.2. Especificaciones técnicas del escáner de concreto

JW-GY71
Integrated Rebar Scanner



Features

- Investigation depth could reach 180mm
- Single comprehensive probe.
- Peak scanning
- Automatic identification of rebar positions
- Laser positioning
- Automatic reading spacing of bars
- Machine software is complete. The report could be printed automatically connecting with computer
- Grid scan of the rebar position
- Profile scan of the rebar position

Technical Specification

Bar diameter application range(mm)	Φ6- 50	
Maximum permissible error of Bar diameter	< ±1	
Cover thickness measuring range		
The first measuring range (mm)	6 - 90	
The second measuring range (mm)	7-180	
The maximum error of cover thickness		
	The first measuring range (mm)	The second measuring range (mm)
	6 - 59	7 - 79
	60 - 89	80 - 119
	70 - 90	120 - 180
		< ±1
		< ±2
		< ±4

Standard Delivery

Main unit, Software	1
USB connecting cable	1
Power Charger	1
Manual	1
Warranty card	1
Carry case	1

Lima, 25 de Abril del 2019

Figura 115. Calibración equipo escáner de fierros
Fuente: CONSULTORES LIJONEMICH



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - 399 - 2018

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

Expediente	99772	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rimac	
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL	
Intervalo de Indicaciones	0 kgf a 101 972 kgf (0 kN a 1 000 kN) (*)	
Resolución	1 kgf	
Marca	ZWICK ROELL	
Modelo	SP 1000	
Número de Serie	57940	
Procedencia	ALEMANIA	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2018-09-14	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Area de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
 2018-09-19	 ALDO QUIROGA ROJAS Dirección de Metrología	 LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf. (01) 640-8820 Anexo 1001
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/06/verificar/>

Figura 116. Calibración equipo de ensayo uniaxial.

Fuente: UNI-LEM.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,5°C	22,0°C

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patron de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 036 Clase 0,5	63657 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-07

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
Utilizar el newton como unidad de medida de fuerza dentro del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

(*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 15 000 kgf a 50 000 kgf .

Figura 117. Calibración equipo de ensayo uniaxial.

Fuente: UNI-LEM.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-104-2018**

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera "
FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica

Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)

División de escala : 0.1 kN

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Modelo : 36-0650/06

N° de serie del equipo : 9913 Código UNI : PHEC-4

Lector digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL

N° de serie lector digital : 1887-1-00089

Procedencia : USA

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,6°C / 65%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,6°C / 64%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2018-09-28

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Seillo	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-10-01	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 RAÚL INGENIERO CIVIL REG. N° CIP. N° 8428F

CMC-104-2018

Página 1 de 2

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Hsachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

Figura 118. Calibración equipo de ensayo axial a compresión

Fuente: UNI-LEM.

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
9	100.0	99.5	99.3	99.9	99.6	0.4	0.1
18	200.0	199.2	199.6	199.6	199.5	0.3	0.1
27	300.0	298.9	299.1	298.9	299.0	0.3	0.1
36	400.0	399.1	398.7	399.2	399.0	0.3	0.1
45	500.0	499.1	498.9	499.8	499.3	0.1	0.1
54	600.0	599.1	598.6	598.7	598.8	0.2	0.1
63	700.0	699.2	698.7	698.6	698.9	0.2	0.1
72	800.0	798.4	798.2	798.5	798.4	0.2	0.1
81	900.0	898.8	898.6	899.0	898.8	0.1	0.1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.



Figura 119. Calibración equipo de ensayo axial a compresión



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ACUÑA ORTEGUI, MAXIMO FRANCISCO

INFORME TITULADO:

*INFLUENCIA DEL ENCAHISADO EN COLUMNAS DE CONCRETO
USANDO SEMAJO IP CON SUPERFOSFICANTES Y USADOS DE
BOZADO PARA INCREMENTAR NUMERO DE PISOS EN EDIFICACIONES
LIMA - 2019*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

09/07/2019

NOTA O MENCIÓN :

14 (CATORCE)



[Handwritten signature]

Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

Yo, Córdova Salcedo Felimon Domingo.....
 docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de
 la Universidad César Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis
 titulada

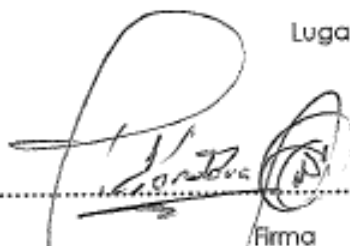
"Influencia del encausado en columnas de concreto usando
 Cemento I.P. con Superplastificantes y Vuillas de basalto para
 incrementar número de pisos en edificios Lima - 2019."

del (de la) estudiante Máxima Francisca Acuña Oleitegui.....

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14 % verificable
 en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
 coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la
 tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas
 por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha.....06/07/2019.....



Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Córdova Salcedo Felimon Domingo.....

DNI: 76647035.....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Avila, Ortega, Máximo, Francisco.....

identificado con DNI N.º 71286683....., egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

" Influencia de encamisado en columnas de concreto usando cemento I.e. con Superplastificante y vanilla de basalto para incrementar número de pisos en edificaciones Lima - 2019....."

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



FIRMA

DNI: 71.286.683.....

FECHA: 09 de Julio..... de 2019..

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Influencia del excentrado en columnas de concreto armado con elemento IP con superplasticantes y varillas de basalto para incrementar número de pisos en edificaciones Lima-2019"

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

AUTOR:

Acuña Olteaga, Mismao Francisco

ASESOR:

Dr. Carlos Sánchez, Federico Domingo

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico estructural

LIMA-PERÚ

2019



Resumen de coincidencias

16%

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

- 1 Entregado a Universidad... 2% >
- 2 Entregado a Universidad... 1% >
- 3 Entregado a University... 1% >
- 4 repositorio.unp.edu.pe 1% >
- 5 Entregado a Universidad... 1% >
- 6 Entregado a Universidad... 1% >
- 7 Entregado a Pontificia... 1% >
- 8 repositorio.unp.edu.pe 1% >
- 9 simcaakplus.com <1% >
- 10 no shiledone.net <1% >
- 11 es.scribd.com <1% >