



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis y diseño estructural aplicando el software Robot Structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 Niveles, Juliaca, Puno, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Mamani Laura Jose Angel (ORCID 0000-0002-4574-9467)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal Samir Augusto (ORCID 0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Y Estructural

Lima-Perú

2021

Dedicatoria

A Dios por cuidarme y guiarme en cada etapa de mi vida.

A mi padre y madre por todo su cariño, comprensión y apoyo incondicional que supieron educarme en mi formación personal y profesional.

A mis hermanas y abuelos por sus apoyos y consejos que siempre estuvieron ahí para apoyarme incondicionalmente

Jose Angel Mamani Laura.

Agradecimiento

Agradezco mi padre José y madre Mercedes, que me apoyaron incondicionalmente en la idea de convertirme en profesional.

A mi asesor el ing. Mg. Arévalo Vidal Samir Augusto, por sus recomendaciones durante la duración de la elaboración del presente tesis.

Jose Angel Mamani Laura.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA	29
III.1. Tipo y diseño de investigación	29
III.2. Variables y operacionalización	30
III.3. Población, muestra y muestreo	30
III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
III.5. Procedimientos	32
III.6. Método de análisis de datos	33
III.7. Aspectos éticos	33
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	48
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	57

Índice de tablas

Tabla 1 Pesos unitarios.....	20
Tabla 2 Cargas mínimas repartidas repartidas para viviendas.	20
Tabla 3 Factores de zona.	23
Tabla 4 <i>Resumen de los valores de tipos de perfiles de suelos.</i>	23
Tabla 5 Valores de factor Suelo.....	24
Tabla 6 Valores de Periodos T p y T l.....	24
Tabla 7 Categoría de edificaciones y factor “U”.....	24
Tabla 8 sistema estructural.....	25
Tabla 9 Distorsión del entrepiso.....	26
Tabla 10 Técnica e Instrumento de la Recopilación de Datos IN SITU.....	32
Tabla 11 Técnica e Instrumento de la Recopilación de Datos en Gabinete.....	32
Tabla 12 Fuerza Cortante en la base “X” y “Y”.	42
Tabla 13 Desplazamiento en dirección X-X para el cálculo de deriva.	44
Tabla 14 Desplazamiento en dirección Y-Y para el cálculo de deriva.	44
Tabla 15 matriz de consistencia.....	57
Tabla 16 Operacionalización de variables.	58
Tabla 17 Coordenadas del terreno.	60
Tabla 18 Tabla de predimensionamiento de columnas centrales.	85
Tabla 19 Tabla de predimensionamiento de columnas excéntricas y esquinadas.	85
Tabla 20 Valores de cargas distribuidas.....	91
Tabla 21 Valores de cargas aplicadas al programa.	92
Tabla 22 Valores de cargas en muros.	92
Tabla 23 Factor de zona	93
Tabla 24 Factor de suelo “S”.....	93
Tabla 25 Factor de uso “U”	93
Tabla 26 Cortante basal estático en las direcciones “X” y “Y”.....	97
Tabla 27 Valores de T vs Sa en X-X y en Y-Y. Del espectro de diseño.....	98
Tabla 28 Espectro de pseudo-aceleraciones X-X.....	99
Tabla 29 Espectro de pseudo-aceleraciones Y-Y.....	99

Tabla 30 Desplazamiento en dirección X-X para el cálculo de deriva.	103
Tabla 31 Desplazamiento en dirección Y-Y para el cálculo de deriva.	103
Tabla 32 Irregularidad de masas	104
Tabla 33 Iteración de área de acero para escaleras.....	106

Índice de figuras

Figura 1 Equipo de Corte directo.....	19
Figura 2 zonas sísmicas.....	22
Figura 3 Diseño de viga principal.....	34
Figura 4 Sección diseño de viga principal.....	35
Figura 5 Diseño de viga secundaria.....	35
Figura 6 Sección diseño de viga secundaria.....	36
Figura 7 Diseño de viga de amarre.....	36
Figura 8 Sección diseño de viga de conexión.....	37
Figura 9 Diseño de columnas central con el software.....	37
Figura 10 Diseño de columnas excéntrica 40x45cm con el software.....	38
Figura 11 Diseño de losa aligerada.....	38
Figura 12 Diseño de losa aligerada tramo 1.....	39
Figura 13 Diseño de zapata central.....	39
Figura 14 Diseño de zapata excéntrica.....	40
Figura 15 Diseño de zapata esquinera.....	40
Figura 16 Fuerza cortante en la base en la dirección “X”.....	41
Figura 17 Fuerza cortante en la base en la dirección “Y”.....	42
Figura 18 Valores de entre piso del análisis dinámico en dirección “Y”.....	43
Figura 19 Valores de entre piso del análisis dinámico en dirección “X”.....	43
Figura 20 Medición del terreno para el proyecto.....	59
Figura 21 Plano perimétrico.....	60
Figura 22 Plano de ubicación del terreno.....	61
Figura 23 Plano de distribución arquitectónica del primer nivel.....	62
Figura 24 Plano de distribución arquitectónica del segundo al quinto nivel.....	63
Figura 25 Plano en planta de azotea.....	64
Figura 26 Medición del terreno para excavación de calicata (1m x 1m).....	65
Figura 27 Excavación de calicata.....	66
Figura 28 Ubicación del nivel freático a 1.50m de profundidad.....	66
Figura 29 Extracción de muestra inalterada de 20cm x 20cm x 20xm.....	67
Figura 30 Muestra inalterada de 20cm x 20cm x 20cm para ensayo de corte directo.	67
Figura 31 Extracción de la muestra inalterada en los moldes.....	68

Figura 32	Colocado de la muestra a los moldes de corte directo.	68
Figura 33	Colocado de moldes al equipo de corte directo.	69
Figura 34	Rotura de muestra, después de realizado el ensayo de corte.	69
Figura 35	Resultados del estudio de suelos del laboratorio GEOTECNIA PUNO EIRL.	70
Figura 36	Configuración estructural del edificio.	81
Figura 37	Plano de distribución de áreas tributarias para columnas.	84
Figura 38	Propiedades de materiales de acero.	87
Figura 39	Propiedades de materiales de concreto.	88
Figura 40	Líneas de construcción.	88
Figura 41	Plantas de la estructura.	89
Figura 42	Secciones de columnas.	89
Figura 43	Secciones de vigas.	90
Figura 44	Dimensiones para losa aligerada y escaleras.	90
Figura 45	Modelo de la estructura 3D.	91
Figura 46	Cargas asignadas al programa.	92
Figura 47	Edición de del valor (Z.U.C.S)/R al programa.	95
Figura 48	Sismo estático en Y.	95
Figura 49	Sismo estático en X.	96
Figura 50	Distribución de cargas correctamente.	96
Figura 51	Centro de la gravedad de la planta y centro de rigidez.	97
Figura 52	Espectro en X.	100
Figura 53	Espectro en Y.	100
Figura 54	Cargas – conversión.	101
Figura 55	(Cargas – combinación) de cargas para sismo dinámico en X.	101
Figura 56	(Cargas – combinación) de cargas para sismo dinámico en Y.	102
Figura 57	Combinación de desplazamiento en dirección X.	102
Figura 58	Combinación de desplazamiento en dirección Y.	102
Figura 59	Tramo de escalera para diseño.	104
Figura 60	Diagrama de momento flector de la escalera.	105
Figura 61	Dimensiones de escaleras para diseño.	105
Figura 62	Parámetros para diseño de vigas.	107
Figura 63	Diseño de viga principal con el software.	108

Figura 64	Diseño de acero viga principal 30x60cm con el software.	108
Figura 65	Diseño de viga principal.	111
Figura 66	Sección diseño de viga principal.	111
Figura 67	Diseño de viga secundaria con el software.	112
Figura 68	Diseño de acero viga secundaria 30x45cm con el software.....	112
Figura 69	Cuadro de cantidad de varillas de acero.	113
Figura 70	Diseño de viga secundaria.	115
Figura 71	Diseño de viga secundaria tramo central.	115
Figura 72	Sección diseño de viga principal.	115
Figura 73	Diseño de viga e conexión con el software.	116
Figura 74	Diseño de viga de conexión.....	117
Figura 75	Sección diseño de viga de conexión.	117
Figura 76	Diseño de columnas central con el software.	118
Figura 77	Diseño de columnas central con el software.	119
Figura 78	Diseño de columnas excentrica con el software.....	120
Figura 79	Diseño de columnas excéntrica 40x45cm con el software.	121
Figura 80	Diseño de columnas excéntrica 45cm x 45cm con el software.....	121
Figura 81	Diseño de columnas excentrica 40x45cm con el software.....	122
Figura 82	Reporte Turnitin.....	123

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo principal analizar la aplicación del software robot structural analysis para mejorar el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno, 2021, la metodología de investigación es de tipo descriptivo – aplicativo y el diseño de investigación no experimental, el enfoque es cuantitativo y tiene un método científico los resultados fueron el buen comportamiento estructural dentro de los criterios establecidos por la norma técnica E. 030, aplicando el software Robot Structural Analysis, mejora el diseño de algunos elementos estructurales en cuanto al armado de acero automático, como son las vigas, columnas y zapatas, estas fueron diseñadas por el mismo software, así mismo las escaleras y losas aligeradas se diseñó en plantillas de Excel tomando en cuenta los valores del cálculo obtenidos por el software, estos resultados de las cantidades de acero fueron verificadas por las cuantías de acero donde la cuantía obtenida está en el rango de las cuantías permitidas, cabe resaltar que para el diseño se tomaron como referencia los elementos del primer nivel. Se concluye que el software robot structural analysis disminuye el tiempo de la creación del modelo, así mismo mejora el diseño de las vigas, columnas, zapatas en cuanto al dibujo automático del armado de acero, en cuanto al diseño de escaleras y losas aligeradas no se encontraron el dibujo del detalle del armado de acero.

Palabras claves: Análisis, Diseño, Concreto Armado, Estructura.

Abstract

The main objective of this thesis is to analyze the application of the robot structure analysis software to improve the structural design of a 5-level multifamily building, Juliaca, Puno, 2021, the research methodology is descriptive - applicative and the research design is not experimental, the approach is quantitative and has a scientific method, the results were the good structural behavior within the criteria established by the technical standard E. 030, applying the Robot Structural Analysis software, it improves the design of some structural elements in terms of the assembly of automatic steel, such as the beams, columns and footings, these were designed by the same software, thus the stairs and lightened slabs were designed in Excel templates taking into account the values of the calculation obtained by the software, these results of the quantities of steel were verified by the amounts of steel where the amount obtained is in the r Despite the amounts allowed, it should be noted that the elements of the first level were taken as a reference for the design. It is concluded that the robotstructural analysis software reduces the time of the creation of the model, likewise improves the design of the beams, columns, footings in terms of the automatic drawing of the steel reinforcement, in terms of the design of stairs and lightened slabs. the drawing of the detail of the steel reinforcement.

Keywords: Analysis, Design, Reinforced Concrete, Structure.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

El Perú a nivel internacional, está ubicado en una zona sumamente sísmica, específicamente sobre la placa Sudamericana, esta placa tiene contacto directo con la placa de Nazca y se encuentra ubicada en casi toda su totalidad del litoral peruano. Es por ello que las edificaciones como hospitales, colegios, centros comerciales, viviendas y todas las edificaciones deben realizarse los correctos diseños de estructuras cumpliendo el reglamento nacional de edificaciones. (Condori, J. y Contrao, D. 2020. p, 2). En la región de Puno y en casi todo el Perú se diseña y construye las edificaciones de forma informal y sin ningún tipo de asesoría técnica en proyectos de edificación para viviendas, debido a que en la etapa de diseño del proyectos no se realiza un buen diseño estructural ello da resultado erróneos en las edificaciones y su vez estas presentan vulnerabilidad sísmica colocando en peligro la integridad física de las habitantes, algunas veces no se realizan estudios previos, ocasionado posteriormente pésimos resultados en los cálculos estructurales, si en caso ocurriera un evento sísmico fallarían los elementos estructurales ocasionando pérdida de vidas humanas y grandes pérdidas económicas, siendo esta la situación más relevante que nos motiva a analizar y diseñar estructuralmente la edificación. (Colonia, Y. y Valentín, S. 2020. p, 1). Hoy en día existe una aceleración en la elaboración de proyectos de edificaciones, debido a la competencia de mercado. En cada avance de la tecnológico en el área de la Ingeniería civil se tiene una mayor eficiencia en el análisis, diseño y en la creación de los detalles estructurales, existen muchas opciones a la hora de elegir un software que realice el análisis estructural pero pocos que puedan realizar el análisis y el dibujo del diseño estructural. Una de las opciones para mejorar en la elaboración de los dibujos de detalles de acero de los elementos estructurales es el software Robot Structural Analysis Professional, el cual aumenta la productividad, eficacia y eficiencia. Es por ello que la presente tesis se realizó con la finalidad de conocer de qué manera mejora el software Robot Structural Analysis en la elaboración del proyecto. Así mismo porque este software es poco utilizado en nuestro medio.

Como formulación del **problema general**, tenemos: ¿De qué manera el uso del software robot structural Analysis mejorara el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, puno? y como formulación de los **problemas específicos** tenemos a: ¿Cuál es la fuerza cortante en la base del análisis estático aplicando el software robot structural Analysis, para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021?, ¿Cuál es la distorsión de entre piso del análisis dinámico aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021?, ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del software robot structural analysis, para el análisis y diseño estructural del edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021?.

Así mismo damos a conocer nuestras **Justificación de la investigación** para la elaboración de nuestra investigación, los cuales son: la Justificación en el **aspecto teórico**, se realizó con el propósito de buscar el aporte de conocimiento respecto al análisis y diseño estructural en edificaciones y fomentar el uso del programa robot structural Analysis, fundamentándose en la norma técnica (NTP). Justificación en el **aspecto Metodológico**, esta investigación se realiza el análisis y diseño estructural de la edificación, siguiendo un procedimiento que se realizara mediante una herramienta de cálculo estructural, denominado Robot Structural Analysis; la metodología utilizada servirá para investigaciones con aplicación a otros temas, justificación en el **aspecto práctico**, esta investigación se realizó para conocer el procedimiento del análisis y diseño estructural usando el programa Robot Structural Analysis en la edificación, Justificación en el **aspecto Social**, salvaguardar la integridad física de las persona que hagan uso de esta infraestructura, así mismo dar a conocer la importancia de utilizar el software robot structural. Justificación en el **aspecto personal**, la presente tesis es una excelente oportunidad para crecer en mi carrera profesional, adquiriendo conocimientos de análisis estructural así como también la utilización del software robot structural.

La presente tesis tiene como **Objetivo general**, Analizar la aplicación del software robot structural analysis para mejorar el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno, 2021. y como la formulación de los **Objetivos específicos** tenemos: Determinar la fuerza cortante en la base del análisis estático aplicando el software robot structural Analysis para el edificio

multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021, Determinar la distorsión de entrepiso del análisis dinámico aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021, Determinar las ventajas y desventajas del software robot structural analysis, para el análisis y diseño estructural del edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021.

Como formulación de la **Hipótesis general** se tiene: Mejora el diseño estructural aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021. Y como formulación de las **Hipótesis específicas** tenemos: La fuerza cortante en la base del análisis estático son iguales en la dirección “X” y “Y” aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021, La distorsión de entre piso del análisis dinámico aplicando el software robot structural Analysis es menor a 0.007 para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021, Utilizando el software robot structural Analysis presenta mayores ventajas para el análisis y diseño estructural del edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales**, tenemos a:

Según (Quinchiguango, M. y Taco, D. 2016) en su tesis de graduación titulada: “*Análisis estructural de una edificación de hormigón armado a través del software Robot Analysis Structural.*” por la Universidad Central De Ecuador, llego a las siguientes conclusiones:

En el trabajo de investigación tiene por objetivo elaborar un procedimiento adecuado del análisis estructural de una edificación utilizando el software Robot Structural, teniendo como metodología de investigación de tipo aplicada además presenta un procedimiento donde primeramente se hizo el predimensionamiento de la estructura, después de ello se realizó la modelación de la estructura de concreto armado de cinco niveles con el software Robot Structural (Autodesk), los resultados por el programa Robot Structural fueron mejores al ser comparado con el software más usado respecto al diseño estructural como es el Etabs, se concluye que el robot analysis está creada para estructuras que estén dentro del flujo BIM, debido que se conectan con los diferentes software y en diferentes campos: como en

arquitectura el software (Revit Structural), en el campo de tiempos el software (Naviswork), en las instalaciones eléctricas (Revit Electrical), y en el campo de instalaciones sanitarias (Revit M E P), indica también si existiera mayor información en el medio sería una potencia en tiempos y costos.

Según (Carrillo, J., Rubiano, A. y Hernández, H. 2014) en su artículo científico: “*Analysis of the Earthquake-Resistant Design Approach for Buildings in Mexico*.” por la Ingeniería Investigación y Tecnología, llego a las siguientes conclusiones:

La actualización de los reglamentos en el diseño estructural sismorresistente ha hecho posible que sean más confiables en el comportamiento de las edificaciones cuando son sometidas a eventos sísmicos, debido a ello es mejor que los reglamentos se actualicen constantemente respecto al diseño de edificaciones y así sean transparentes en cuanto a la variación de la resistencia y la forma de calcular los máximos desplazamientos laterales, de tal caso los encargados de realizar el diseño estructural pueden entender de manera sencilla el proceso de diseño, así mismo tiene por objetivo realizar el análisis con los parámetros de análisis y diseño estructural sismorresistente para estructuras en México, se llega a la conclusión que el reglamento de análisis, diseño estructural sismorresistente en México ha progresado en varios aspectos, así mismo se muestra el procedimiento solicitado en las normas que nos permite conocer el análisis y diseño así como los desplazamientos en una forma más coherente y clara, cabe resaltar que los reglamentos de EU no se tiene una claridad para el análisis sísmico de las edificaciones.

Según (Caycedo, P y Galvis, K. 2017) En su tesis “*Diseño arquitectónico y estructural de vivienda unifamiliar de tres niveles en sistema de muros de carga en estructura metálica de pórticos con diagonales dentro del marco de construcción sostenible*.” por la Universidad de Santander (Colombia), llego a las siguientes conclusiones:

La investigación tiene como objetivo dar a conocer la implementación del software robot structural en una edificación unifamiliar de 3 pisos que se ejecutara en el municipio de Málaga, Santander; así mismo se realizó el diseño

arquitectónico basado en los parámetros de Calidad Ambiental Interior donde se innovo el Diseño arquitectónico, con los requerimientos del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, que están vigentes en la actualidad en Colombia. Así mismo se tiene que cumple con los parámetros del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente 2010 (NSR10) y se implementó con la metodología BIM con los programas Robot Structural Analysis Professional, “AutoCAD, Revit”, realizando de manera más sencilla la elaboración del modelamiento y procesamiento de los cálculos.

Como **antecedentes nacionales**, tenemos a:

Según (Atto, J. y Estrella, K. 2019) en su tesis de grado titulada: “*Diseño estructural mediante el Software “Autodesk Robot Structural Analysis” para la ampliación del Hotel Cielo, Tarapoto 2019*”, por la Universidad Cesar Vallejo, llego a las siguientes conclusiones:

Se planteó como objetivo de estudio, diseñar estructuralmente con el programa Robot Structural Analysis para ampliar el hotel cielo de la ciudad de Tarapoto así mismo la metodología de investigación es aplicada, donde a través de fichas de exploración fueron llenadas las clasificaciones del suelo, también se hizo el ensayo de granulometría, límites de atterberg y ensayo directo siguiendo las normas E 050 suelos y cimentaciones, posterior a ello. Se realizó la modelación con el uso del programa robot estructural, para determinar el análisis sísmico se siguiendo el reglamento nacional de edificaciones E. 030 diseño sismorresistente. Los resultados que tiene esta investigación son datos favorables para el edificio con una altura considerable, las cuales fueron resistencia a la compresión mayores a lo indicado inicialmente, debido a ello el análisis sísmico tuvo como resultado la una configuración estructural discontinua ello conlleva condiciones desfavorables a la obtención de valores enmarcada en la norma técnica peruana, en conclusión se identificaron los suelos donde se tiene suelos granulares como grava arcillosa (GC) y grava arcillo limosa (GC-GM), así mismo presenta una capacidad portante de 1.30 kg/cm², la edificación cumple con los lineamientos establecidos por la E. 030 así mismo presenta derivas menores a lo establecido en la norma que tiene un valor de 0.007.

Según (Huaraca, A.2018) en su tesis de grado titulada: “*Análisis Comparativo Aplicando El Software Robot Structural Analysis Y Etabs Para Evaluar El Comportamiento Estructural De Viviendas Autoconstruidas*” por la Universidad Peruana Los Andes, llego a las siguientes conclusiones:

Esta investigación tiene como objetivo comparar el programa Robot Structural Analysis y el programa Etabs para determinar el comportamiento de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Pucará, Huancayo, el resultado presenta deficiencias en el análisis estructural (estático-dinámico) de la vivienda autoconstruida además no cumplen los parámetros mínimos de acuerdo a la norma técnica peruana. La metodología de la investigación es científica, de tipo aplicada, de nivel descriptivo - correlacional y tiene como diseño no experimental. Se tiene como conclusión que no tiene un buen comportamiento del análisis estático y dinámico estructural de la edificación autoconstruida utilizando el programa Robot Structural Analysis y el programa Etabs, así mismo no cumplen los parámetros mínimos de la norma técnica peruana (E.030, E.060, E.070).

Según (Paredes, E. 2018) en su tesis de grado titulada: “*Diseño estructural de un edificio de 8 niveles con disipadores de energía, Trujillo-La Libertad, 2018*”, por la Universidad Cesar Vallejo, llego a las siguientes conclusiones:

La tesis tiene como objetivo diseñar una edificación de ocho niveles en la ciudad de Trujillo a estas se añadieron un sistema de seguridad como son disipadores de energía, así como también se empleó la metodología experimental transversal descriptivo, se realizaron trabajos en campo como estudios de topográficos dando como resultado pendientes menores al 1%, posteriormente se realizó el diseño arquitectónico cumpliendo los requisitos mínimos de acuerdo a las normas A 010 Y A 020, posterior a ello se realizó el EMS donde realizaron tres calicatas a una profundidad de 3m cada una, obteniendo como resultado una capacidad admisible de 1.28kg/cm², para el análisis sismorresistente con disipadores de energía se utilizó con el programa Etabs, los resultados del diseño estructural del edificio fue utilizado con el programa SAP, Etabs y SAFE, así mismo las cuantías de acero fueron obtenidas de una forma rápida siguiendo los criterios mínimos permitidos. Se llegó a la conclusión que el análisis sismorresistente de la edificación de ocho pisos con disipadores de energía permitió minimizar el tiempo

de creación del modelado, así mismo, el desplazamiento en la dirección X y en la dirección Y se encuentra en el parámetro según lo establece en el reglamento nacional de edificaciones E. 030, para el análisis estático y dinámico.

Bases teóricas

La topografía en edificaciones es una ciencia aplicada, el objetivo es conocer los puntos sobre la tierra, la posición de los puntos ubicados en la superficie terrestre encima y por debajo, para ello se realizan mediciones de ángulos, elevaciones y distancias, el cual será representado en un plano. (Rincon M, Vargas W, y Gonzales, C. 2018, p.1).

Según (Rincon M, Vargas W, y Gonzales, C. 2018), el **levantamiento topográfico** tiene un conjunto de operaciones que tienen por objetivo conocer la ubicación del terreno y sus características para representarlas en un plano: método de levantamiento, elegir los equipos necesarios, ubicar posibles vértices de apoyo, realizar la medición del terreno, procesamiento de datos obtenidos del terreno y dibujo de planos. (p,3).

El diseño arquitectónico son consideraciones que deben ser cumplidas para favorecer al diseño de la edificación, se deben considerar lo siguiente: la topografía del terreno, las dimensiones, orientación cardinal y servicios. Cuando se solucionen los aspectos anteriores, se tienen que ver las necesidades de la edificación por ejemplo: superficie construida, altura de los niveles o plantas, relaciones entre los espacios, los usos, etc. (arquigrafico, 2016).

Los criterios arquitectónicos para el diseño son las correcta distribución de ambiente para un correcto diseño arquitectónico, deben cumplir los siguiente requisitos y/o cumplir las siguiente normas A.010 que plantea todo acerca de los parámetros para el diseño y en la norma A.020 que tiene criterios para vivienda.

La estructuración es el procedimiento de distribuir correctamente los elementos estructurales tomando en consideración criterios y plasmándolo en los planos de arquitectura, así mismo es lo primero que se debe diseñar en una edificación y uno de los más importantes, los resultados del análisis estructural depende de la estructuración. (Chavez, A. y Pilco, J. 2015, p.6).

Según (Norma Técnica E. 050, 2018 Art.5.33), el **estudio de mecánica de suelos** es la exploración que se realiza in situ, realizando las calicatas para poder obtener las muestras alteradas e inalteradas y luego estas llevado al laboratorio para realizar los ensayos en laboratorio.

Las calicatas son excavaciones que se realizan de muchas formas con el objetivo de realizar observaciones directas del terreno, como también la obtención de muestras alteradas e inalteradas, a la hora de realizar las calicatas se debe tener mucho cuidado a fin de evitar accidente. (Reglamento Nacional de Edificaciones E-050, 2018, Art.14.2.1).

La capacidad portante del terreno se puede determinar realizando el ensayo de corte directo, para realizar este ensayo se tiene que colocar una muestra inalterada al molde de (CD), a esta se aplica un esfuerzo normal determinado y consolidando el espécimen bajo el esfuerzo normal, ejerciendo la fuerza sobre el molde desplazando horizontalmente respecto al otro a una velocidad constante donde presenta deformación y se puede medir la fuerza de corte y los desplazamiento horizontales a medida que la muestra es llevada a la falla. (Universidad de las Americas Puebla).

Figura 1 Equipo de Corte directo.



Fuente: elaboración propia 2021.

Según (Norma Técnica E. 020, Cargas, 2006), para el análisis y diseño se tiene que considerar el metrado de cargas, las cargas son la fuerza y todo lo que pueda producir peso, entre ellos pueden ser los materiales de construcción, los ocupantes en las edificaciones, efectos que puedan producir el medio ambiente, y otros. (p.1).

La **carga muerta** según (Norma Técnica E. 020, Cargas, 2006), es el peso que producen los materiales, y todos los elementos que se encuentren empotrados en un edificio, agregando su peso, y todo elemento que sea empotrado.

Tabla 1 Pesos unitarios.

MATERIALES	PESO (KN/M3) (Kgf/m3)
albañilería de adobe	16.0 (1600)
albañilería de unidades de arcilla cocida solidas	18.0 (1800)
albañilería de unidades de arcilla cocida huecas	13.5 (1350)
concreto simple de cascote de ladrillo	18.0 (1800)
concreto simple de grava	23.0 (2300)
concreto simple de pómez	16.0 (1600)
Concreto Armado	agregar 1.0 (100) al peso de concreto simple

Fuente: Norma Técnica E. 020, Cargas. (2006)

La **carga viva** según (Reglamento Nacional de Edificaciones E 020, Cargas, 2006), es producido por el peso de todos los habitantes en la vivienda, como los muebles, materiales, y los elementos que se puedan mover y sean soportados por la edificación.

Tabla 2 Cargas mínimas repartidas repartidas para viviendas.

OCUPACION	CARGAS DISTRIBUIDA Kpa (Kgf/m2)
vivienda	2.00 (200)
corredores y escalera	2.00 (200)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones 020, Cargas. (2006).

El análisis estructural es un proceso para determinar resultados matemáticamente de resistencia de los elementos estructurales para así poder conocer los esfuerzos, las deformaciones y tensiones de la edificaciones, así mismo

deben ser calculadas los elementos estructurales que soportan cargas aplicadas en cada elemento estructural. (Sambrano, M. 2014).

Según (Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018. p.9), establece algunos procedimientos de manera general para poder hacer el análisis y son el análisis estático y dinámico modal espectral.

Según el (Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018. p.9), La fuerza Cortante en la base es la fuerza que actúa en de toda la estructura, correspondiente en la dirección ya sea en "X" o "Y", donde se calcula por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

Así mismo se tiene la fuerza cortante en la base de la edificación (V), peso de la edificación (P), factor de zona (Z), factor de uso (U), factor de amplificación sísmica C , perfil de suelo (S):, según Norma E.030.

El dato de C/R no se considera > que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Las fuerzas horizontales sísmicas que se aplican en el nivel que sea i , en una dirección determinada, se define con la siguiente expresión:

$$F_i = \alpha_i * v$$

$$\alpha = \frac{P_i (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n p_j * (h_j)^k}$$

El periodo fundamental de vibración, para cada tipo de dirección se estima con la siguiente fórmula.

$$T = \frac{h_n}{C T}$$

La altura de la estructura (H_n) se considera del nivel de terreno, para pórticos de concreto armado $C T = 35$; ascensores, escaleras y pórticos de acero arriostrados $C T = 45$, concreto armado duales y edificios de albañilería $C T = 60$.

El valor T obtenido se determinar siguiendo los parámetros estructurales y de la deformación de los elementos:

$$T = 2\pi * \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i * d_i^2)}{(g * \sum_{i=1}^n f_i * d_i)}}$$

Nota: el periodo T determinado, no tiene que ser > en 25% del T obtenido por el método aproximado.

Según (Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018. p.4), la **zonificación (Z)**, de nuestro territorio se encuentra repartido en 4 zonas, se basa en el ordenamiento de la sismicidad observada, según los registros de los sismos, la distancia de epicentro y la información neotectónica.

Figura 2 zonas sísmicas.



Fuente: Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018. p.4.

Tabla 3 Factores de zona.

FACTORES DE ZONA "Z"	
zona	Z
4	0.450
3	0.350
2	0.250
1	0.100

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018. p.5.

Según (Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018 p.6) El valor de la **Amplificación Sísmica (C)**, se considera los parámetros de sitio, se determina por las siguientes formulas:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 * (T_p/T)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 * (T_p * T_L / T^2)$$

Según (Norma Técnica E 030, Diseño Sismorresistente, 2018 p.5), Los **Perfiles de suelo (S)**, son cinco: suelo S0: Roca Dura; suelo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos; suelo S2: Suelos Intermedios; suelo S3: Suelos Blandos; suelo S4: Condiciones Excepcionales.

Tabla 4 Resumen de los valores de tipos de perfiles de suelos.

CLASIFICACIÓN DE PERFILES DE SUELO			
perfil	V ₁	N ₆₀	S _u
S 0	> 1500 m/s	-	-
S 1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S 2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S 3	< 180 m/s	<15	25 kPa a 50 kPa
S 4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018, p.5.

Según la (Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018 p.6), Los **parámetros de sitio (S, TP y TL)**, Se tendrán en consideración el tipo de perfil de suelo que mejor se parezca al terreno local, se considerara los valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados en las siguientes tablas.

Tabla 5 Valores de factor Suelo.

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.1
Z3	0.80	1.00	1.15	1.2
Z2	0.80	1.00	1.20	1.4
Z1	0.80	1.00	1.60	2.0

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018. p.6.

Tabla 6 Valores de Periodos T_p y T_l .

PERIODOS "TP" y "TL"				
	Perfiles de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_p (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
T_L (S)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018. P.6.

La categoría de edificación y el **valor de Uso (U)** cada tipo de edificación está clasificada con las categorías indicadas. Para edificios de una vivienda se puede tomar el valor de $U=1$.

Tabla 7 Categoría de edificaciones y factor "U".

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
C: edificios comunes	las edificación como vivienda	1

Fuente: Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018, p.6.

Según (Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018. p.7), los tipos de sistemas Estructurales y los **Coficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R0)**, se clasifican según el tipo material utilizado según corresponda en cada dirección "X" y "Y", se define un tipo de sistema estructural.

Tabla 8 sistema estructural.

Sistemas Estructurales	
sistema estructural	coeficiente básico de reducción Ro
Concreto Armado:	
pórticos	8.00
dual	7.00
de muros estructurales	6.00
muros de ductilidad limitada	4.00

Fuente: (Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018, p.7).

La estimación del **Peso (P)**, para determina el peso se tomara en cuenta lo siguiente para edificaciones para edificaciones comunes “C”, se considera el 25 % de la carga viva, (Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018. p.9).

Según (Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018. p.10), el **análisis Dinámico**, la edificación puede ser diseñada utilizando los resultados de los análisis dinámicos por la combinación modal espectral.

La aceleración espectral, se considera el espectro inelástico de pseudoaceleraciones para las direcciones horizontales y está definido por:

$$Sa = \frac{ZUCS}{R} * g$$

Dónde: se tiene Sa = Aceleración espectral, los valores de ZUCSR se definieron anteriormente, g = 9.81 m/s² aceleración de gravedad.

Los **criterios de combinación**, se puede determinar las respuestas máximas elásticas, fuerzas internas, fuerza cortante en la base, cortantes de entre piso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso, de la estructura (Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018, p.10).

Se usa la siguiente formula de combinación cuadrática completa, calculados para cada momento.

$$r = \sqrt{\sum . \sum ri \rho ij rj}$$

Así mismo los coeficientes de correlación están dados de la siguiente manera.

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{3/2}}{(1-\lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

Alternativamente, la respuesta máxima se puede determinar con la siguiente manera:

$$r = 0.25 \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

La fuerza cortante mínima, se tiene que para estructuras regulares la fuerza cortante en el primer entrepiso de la edificación no debe ser menor que el 80% del valor calculado, y para estructuras irregulares no debe ser menor que el 90%. Si no cumple se puede escalar proporcionalmente los resultados obtenidos, más no el desplazamiento. (Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018. p.10).

Según (Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018, p.10), para determinar los **desplazamientos Laterales Relativos Admisibles**, los desplazamiento máximo relativo de entrepiso, no tienen que exceder lo que se indica en la siguiente Tabla.

Tabla 9 Distorsión del entrepiso

LIMITES PARA LA DISTORSION DEL ENTREPISO	
material predominante	(Δ_i/h_{ei})
concreto armado	0.007
acero	0.010
albañilería	0.005
madera	0.010
edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: (Norma Técnica E. 030, Diseño Sismorresistente, 2018, p.11).

El diseño estructural de un edificio es la unión de elementos estructurales que tiene una función que es cumplir todas las solicitaciones de diseño, y además tomando criterios tal como es el peso y el costo. (Morales, R. 2006, p.8).

Según (Norma Técnica E. 060, 2018 p.53), el diseño de elementos estructurales de la edificación deberán diseñarse para determinar las secciones de

acuerdo a las resistencias de diseño (ϕR_n) o iguales a las resistencias requeridas (R_u), se deberá cumplir lo siguiente.

$$\phi R_n \geq R_u$$

Los Requisitos de Resistencia y Servicio, para la resistencia requerida de (CM) y (CV) serán:

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

Y para el diseño se considera las cargas de sismo (CS):

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

$$U = 0,9 CM \pm CS$$

Para el refuerzo de acero mínimo en elementos estructurales sometidos a flexión. Se considerara la siguiente formula donde ninguna manera se considera menor a:

$$A_s \min = \frac{0.22 * \sqrt{f' * c}}{f_y} * b_w * d$$

Para el análisis y diseño se tomó en cuenta lo establecido en la norma E. 020 cargas, E. 030, diseños sismorresistente, E.050 Suelos y Cimentaciones, norma E.060 Concreto Armado.

La aplicación de software en el análisis y diseño estructural, en la actualidad los programas computarizados nos ayudan en realizar el análisis y diseño estructural, utilizando los métodos de elementos finitos que han permitido dar solución a problemas estructurales. Así mismo las etapas de análisis estructural son: el pre procesamiento (modelaje de estructura) en esta etapa se realizan las asignaciones de las propiedades mecánicas, propiedades geométricas así mismo las solicitaciones de cargas; Procesamiento (Procesamiento de los datos) en esta etapa se define el tipo de análisis como el análisis estático elástico, análisis dinámico lineal; Post Procesamiento (Análisis de los resultados) se pueden visualizar las reacciones en la base, fuerzas internas, distribución de fuerzas, desplazamientos, rotaciones, modos del edificio, curvas espectrales. Según (Taboada y De Izcue, 2009).

El software Autodesk Robot Structural Analysis Professional, según (Deusto Formación, 2021) Es un programa de análisis de elementos finitos que permite realizar el modelo, analizar y diseñar estructuras de acero y de concreto armado según códigos estadounidenses, estándares británicos y es modificable a normas nacionales.

Definición de términos

Análisis estructural: es crear un modelo y a partir de ello se insertan las fuerzas y estas interactúan en los elementos estructurales.

Análisis estático: son cargas que se aplican en la estructura que se expresan en fuerzas horizontales, en toda la estructura. Según (Canchanya, S. y Vargas, R. 2017).

Análisis dinámico: representa el análisis con las cargas en la edificación y estas varían con el tiempo debido a la participación de las fuerzas de inercia. Según (Canchanya, S. y Vargas, R. 2017).

Centro de rigidez: Es un punto ubicada en la edificación donde se aplica una fuerza cortante horizontal, Según (Canchanya, S. y Vargas, R. 2017).

Centro de masa: Es un lugar geométrico donde concentra la masa en cada piso.

Concreto Armado: Es una combinación de un concreto simple más un acero de refuerzo que soporta tensiones y compresiones.

Cortante en la base: es la fuerza lateral debido a las fuerzas de inercia. (Canchanya, S. y Vargas, R. 2017).

Comportamiento estructural: Es la manera la estructura reacciona la estructura ante la acción de una fuerza sísmica.

Desplazamiento: Es el movimiento de longitud que tiene la edificación entre una punto inicial y un punto final.

Diafragma rígido: Es una losa de estructura rígida que no experimentara deformación. (Canchanya, S. y Vargas, R. 2017).

Diseño estructural: es un proceso donde se analiza, y de acuerdo a ello se dimensiona componentes para el edificio de acuerdo a los requisitos requeridos.

Estructura: es un conjunto de elementos estructurales conectados y tiene por finalidad de resistir cargas de su propio peso como también soportar a cargas externas como de sismos, vientos etc.

Edificación sismorresistente: es cuando la edificación tiene una configuración estructural adecuada, con distribución y de dimensiones apropiadas y que tengan una resistencia para soportar las fuerzas causadas por sismos.

Excentricidades: es un parámetro que determina la desviación de una sección en sus ejes.

Irregular: Es una variación de la estructura en cuanto a rigidez, masa, altura.

III. METODOLOGÍA

III.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Descriptivo – Aplicado:

Según (Hernández, R, Fernández, C. y Baptista, M. 2014) el tipo de investigación descriptiva tiene por objeto dar a conocer el procedimiento de un objeto. El presente informe de investigación describe las características encontradas en el análisis basada en una metodología y aplicada porque se basa en diseñar la edificación, mediante el Software “Autodesk Robot Structural Analysis”. (p, 155).

Diseño de Investigación

No experimental

El proyecto tiene un diseño no experimental según (Hernández, R, Fernández, C. y Baptista, M. 2014), empleando el siguiente esquema:

M -----> O

Donde:

M: Edificio multifamiliar de 5 niveles de la urbanización taparachi manzana "E-10" L-7 del distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno.

O: Recolección de datos del proyecto.

III.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Software Robot Structural Analysis.

Definición conceptual:

Es un software de análisis y diseño estructural donde se puede modelar en 3d, y realizar el análisis estático y dinámico, así mismo el diseño estructural, bajo la norma ACI 318. Además de las normas internacionales, (Villarroel, 2016).

Definición operacional:

Esta investigación se realizó usando el software robot structural Analysis y se analizara el diseño estructural de la edificación.

Variable Dependiente: Diseño estructural.

Definición conceptual:

Generalmente al diseñar una edificación se inicia desde el predimensionamiento de la estructura, posterior a ello se realiza el análisis estructural. Para finalmente conocer el diseño estructural de la superestructura y la sub estructura. (Méndez y Díaz, 2019).

Definición operacional:

Se procederá a realizar los dibujos de los elementos estructurales a través del software computacional.

La matriz de consistencia se ubica en el Anexo 1.

La matriz operacional se Ubica en el Anexo 2.

III.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Según (Hernández, R, Fernández, C. y Baptista, M. 2014, p74). Nos indica que la población es un grupo donde poseen algunas características comunes.

En nuestro caso será los edificios multifamiliares de la ciudad de Juliaca.

Muestra:

Según (Fidias, 2006). Es una muestra representativa de la población de tamaño y características parecidas, donde permite concretar los resultados de la población. (p.83).

En el presente informe de investigación se seleccionó Edificio multifamiliar de 5 niveles de la urbanización taparachi manzana "E-10" L-7 del distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno.

Muestreo:

Según Antuna, (2015) la muestra no probabilística se determinara por el investigador el decide cómo se determinara la selección de la muestra. (p.47).

En la investigación se encuentra en el muestro No Probabilístico – Intencional por criterio.

III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente tesis se realizó la recopilación de los datos partiendo primeramente de la exploración del terreno donde se tomaron las dimensiones del terreno, luego se realizó la excavación de calicatas donde se extrajeron muestras inalteradas para conocer las características del terreno, posterior a ello se realizó la propuesta arquitectónica de la edificación, a partir de ello se realizó el modelado en el software y se desarrolló el análisis estructural sismorresistente.

Tabla 10 Técnica e Instrumento de la Recopilación de Datos IN SITU.

TIPO DE INVESTIGACION	TECNICA	INSTRUMENTOS
IN SITU	Observaciones	Cuaderno de campo.
	Técnicas para levantamiento topográfico	Instrumento topográficos
	Procedimiento de EMS	Herramientas para la excavación de Calicatas.
	Cumplimiento de la Norma	Norma técnica, E 050.

Fuente: Elaboración propia 2021.

Tabla 11 Técnica e Instrumento de la Recopilación de Datos en Gabinete.

GABINETE	Observación.	software (EXCEL, WORD)
	Obtención de Datos de Topografía	software AutoCAD
	Análisis de EMS	software (EXCEL, WORD)
	Análisis estructural sismorresistente Norma, E 020,E030	Software Robot Structural Analysis, Excel.
diseño estructural E 050,E 060	Software Robot Structural Analysis, Excel. AutoCAD.	

Fuente: Elaboración propia.

III.5. Procedimientos

- ✓ Se realizó el levantamiento topográfico para obtener información del terreno y posterior a ello se realizó los dibujos de los perímetros a través del software Autocad, además se utilizó las siguientes herramientas: wincha métrica de 50 m, un cuaderno de campo donde se tomaron todos los datos del terreno.
- ✓ Se realizó el diseño de arquitectura mediante el programa Autocad y siguiendo los criterios del reglamento.

- ✓ Se realizó la exploración y EMS, para determinar la capacidad admisible que tiene el terreno del proyecto, donde primeramente se realizó la excavación de la calicata para observar las características del terreno y también se extrajo una muestra inalterada donde se realizó el ensayo de corte directo.
- ✓ Para el análisis estructural se realizó el modelamiento con el software Robot Estructural Analysis en su versión estudiantil gratuita así mismo se utilizó las hojas de cálculo de Excel 2016, para determinar el análisis y diseño.
- ✓ Se realizó el diseño de la estructura aplicando software Robot Estructural Analysis y siguiendo los parametros establecidos en el norma tecnica E.060.

III.6. Método de análisis de datos

Exploración y ensayos:

A través de exploración de campo y excavación de calicatas para obtener muestra inalterada, para después realizar el ensayo de corte directo donde se obtuvo la capacidad admisible del terreno.

Modelación Digital

Se realizó mediante la aplicación del programa Robot Estructural Analysis, Excel, AutoCAD donde se realizó en análisis y el diseño del edificio siguiendo los criterios de la norma técnica vigente E. 030.

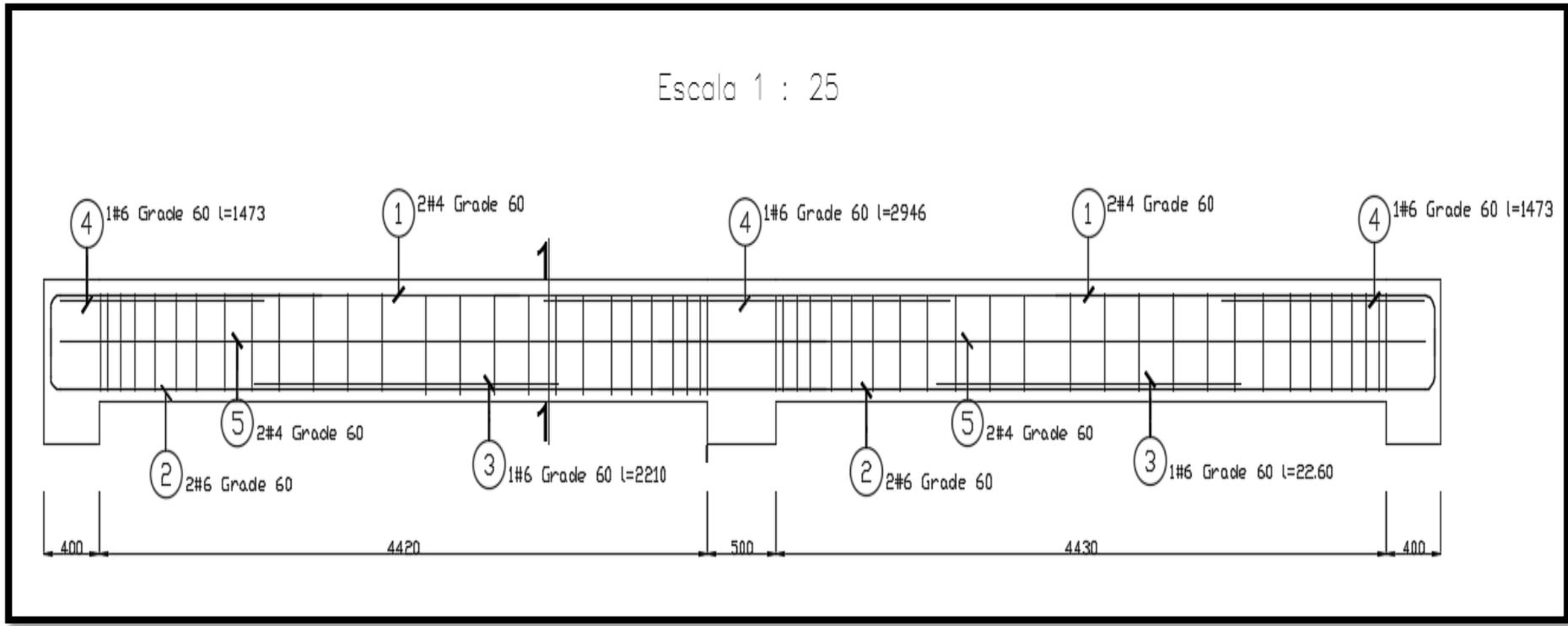
III.7. Aspectos éticos

En la presente tesis fue desarrollado cumpliendo los parámetros del reglamento nacional de edificaciones, las cuales son E.020 Cargas, E.030 Diseño Sismorresistente, E.050 Suelos y Cimentaciones y la E.060 Concreto armado, los resultados obtenidos fueron consultados por profesionales del área, así mismo se realizó esta investigación con mucha honestidad y responsabilidad.

IV. RESULTADOS
Diseño estructural

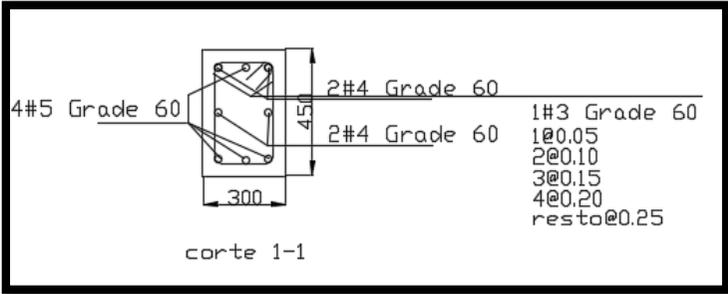
Diseño de viga principal

Figura 3 Diseño de viga principal.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

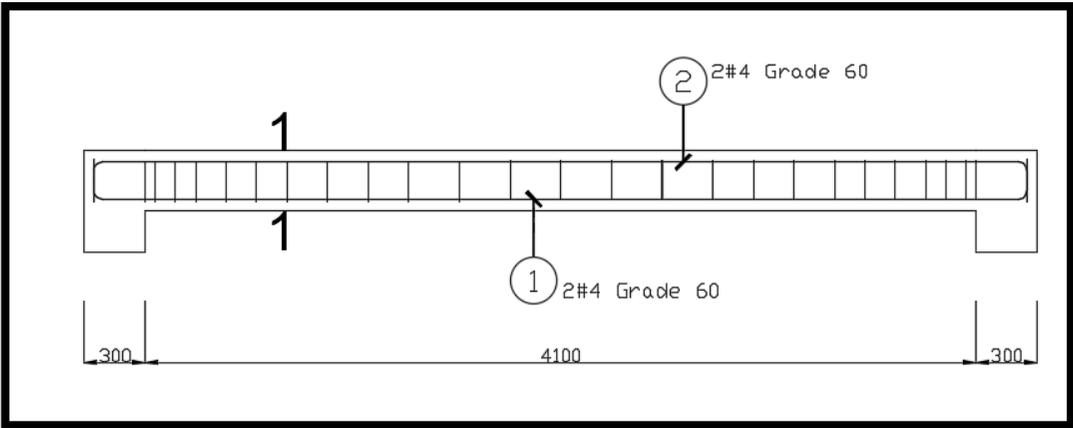
Figura 6 Sección diseño de viga secundaria.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

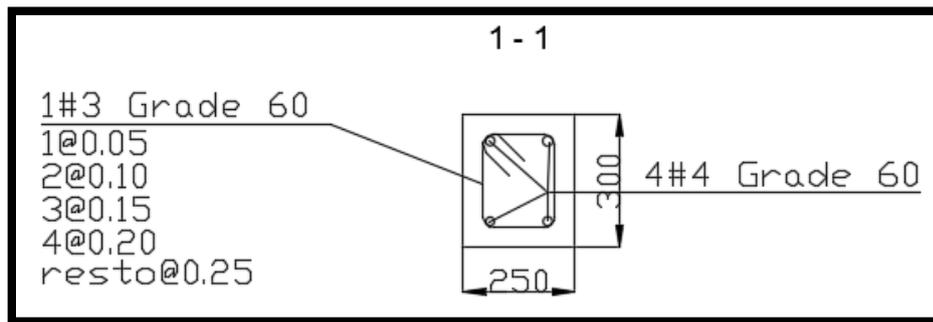
Diseño de viga de amarre

Figura 7 Diseño de viga de amarre.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

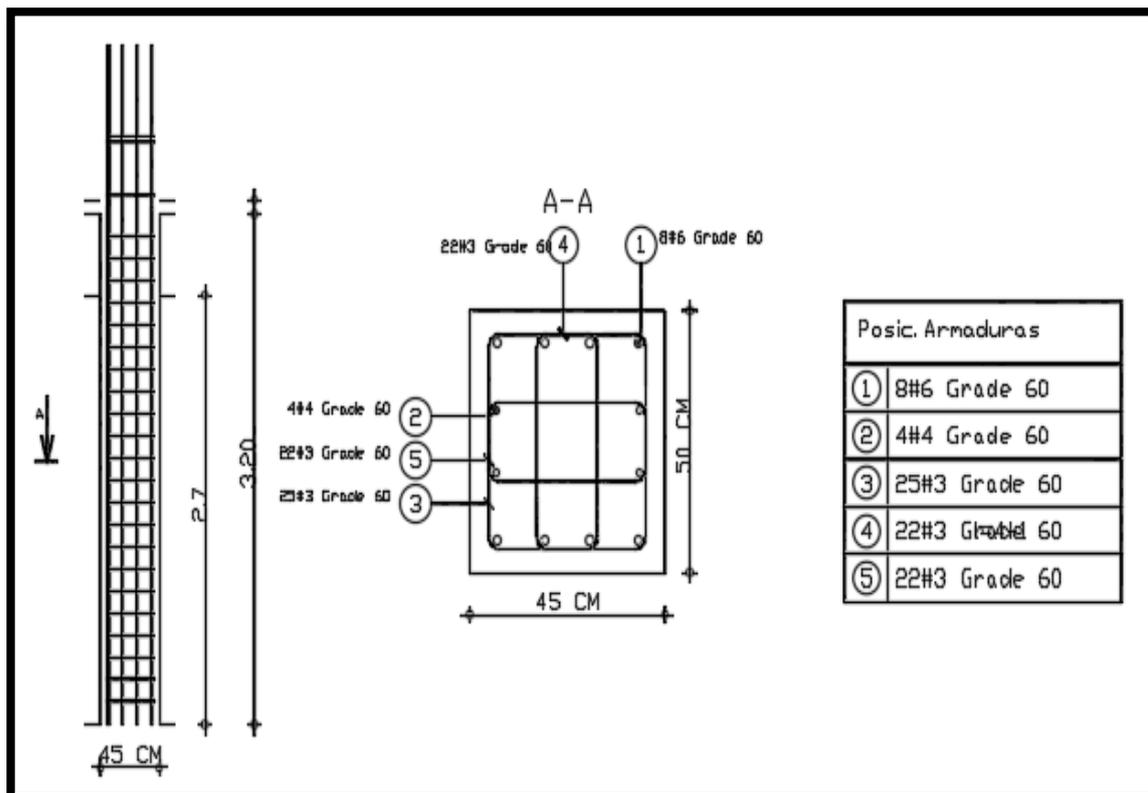
Figura 8 Sección diseño de viga de conexión.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Diseño de Columna central

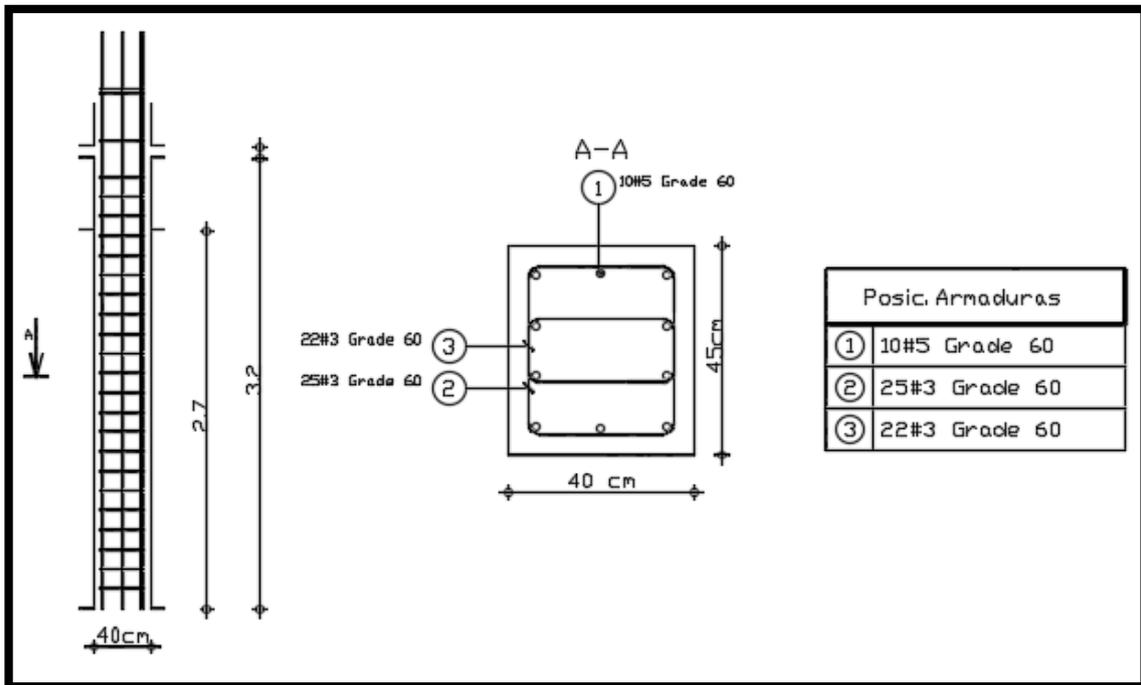
Figura 9 Diseño de columnas central con el software.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Diseño de Columna Excéntrica

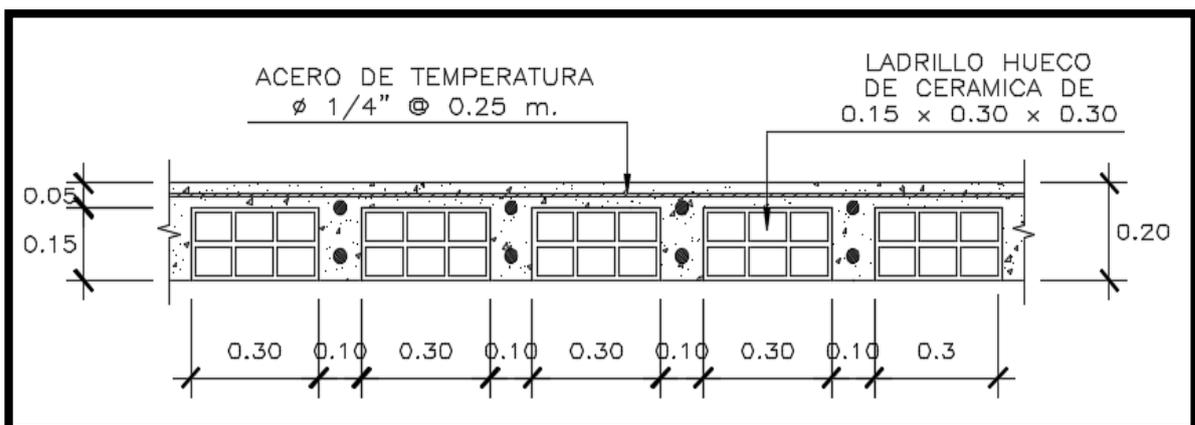
Figura 10 Diseño de columnas excéntrica 40x45cm con el software.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Diseño de losa aligerada

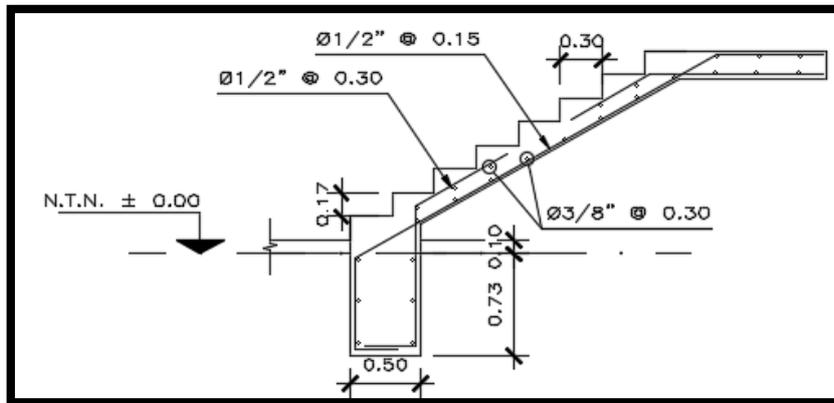
Figura 11 Diseño de losa aligerada.



Fuente: AutoCAD 2017.

Diseño de escalera

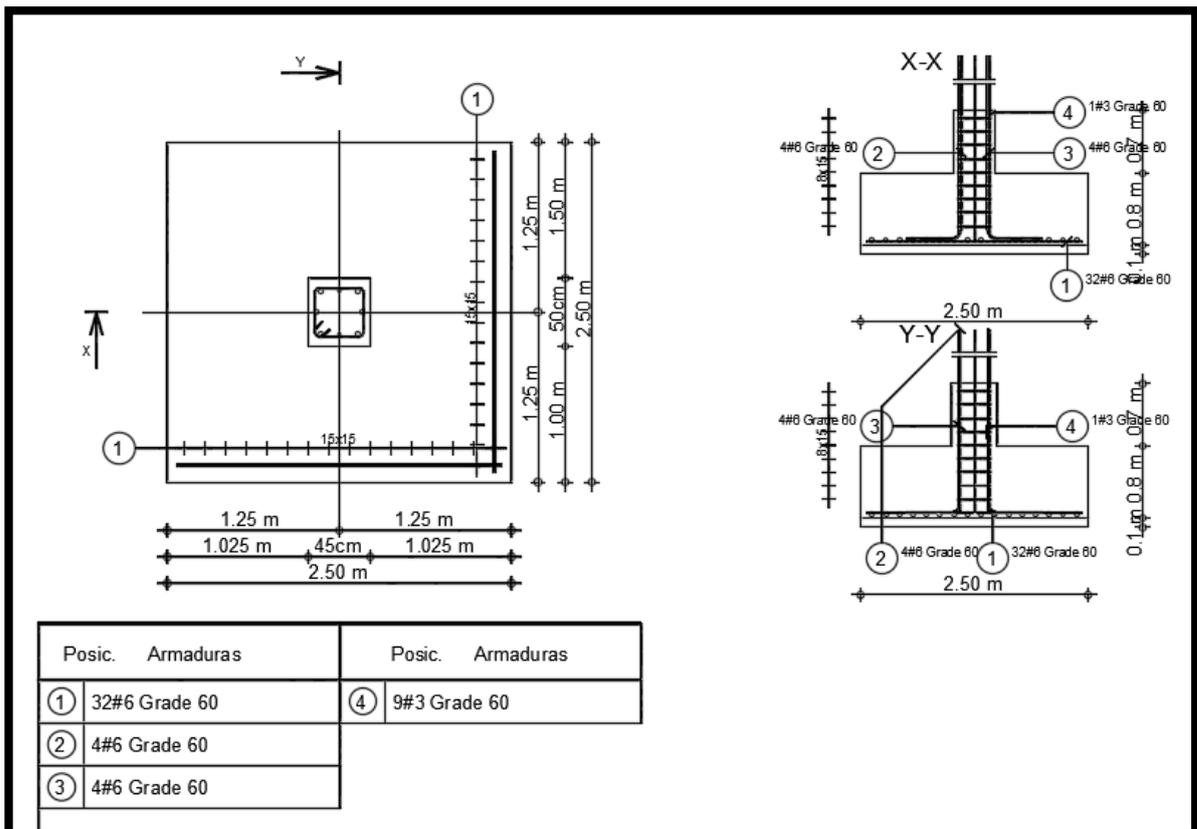
Figura 12 Diseño de losa aligerada tramo 1.



Fuente: AutoCAD 2017.

Diseño de zapatas central

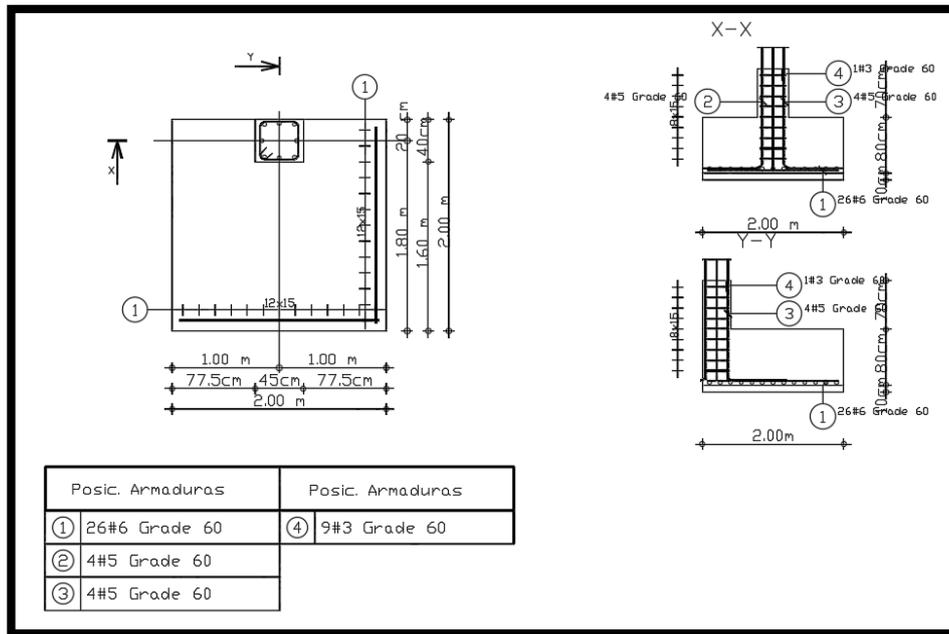
Figura 13 Diseño de zapata central.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Diseño de zapatas excéntrica

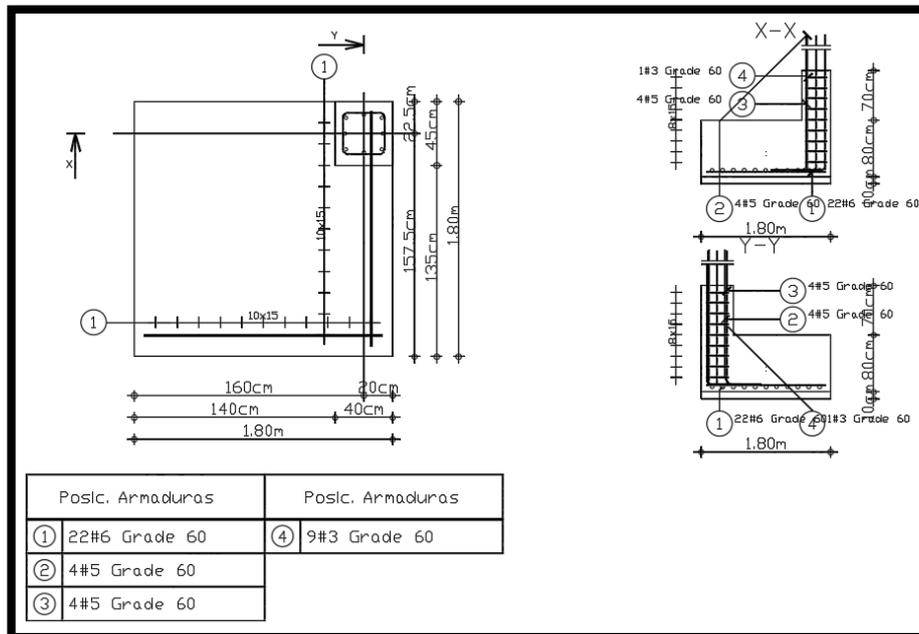
Figura 14 Diseño de zapata excéntrica.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Diseño de zapatas esquinera

Figura 15 Diseño de zapata esquinera.



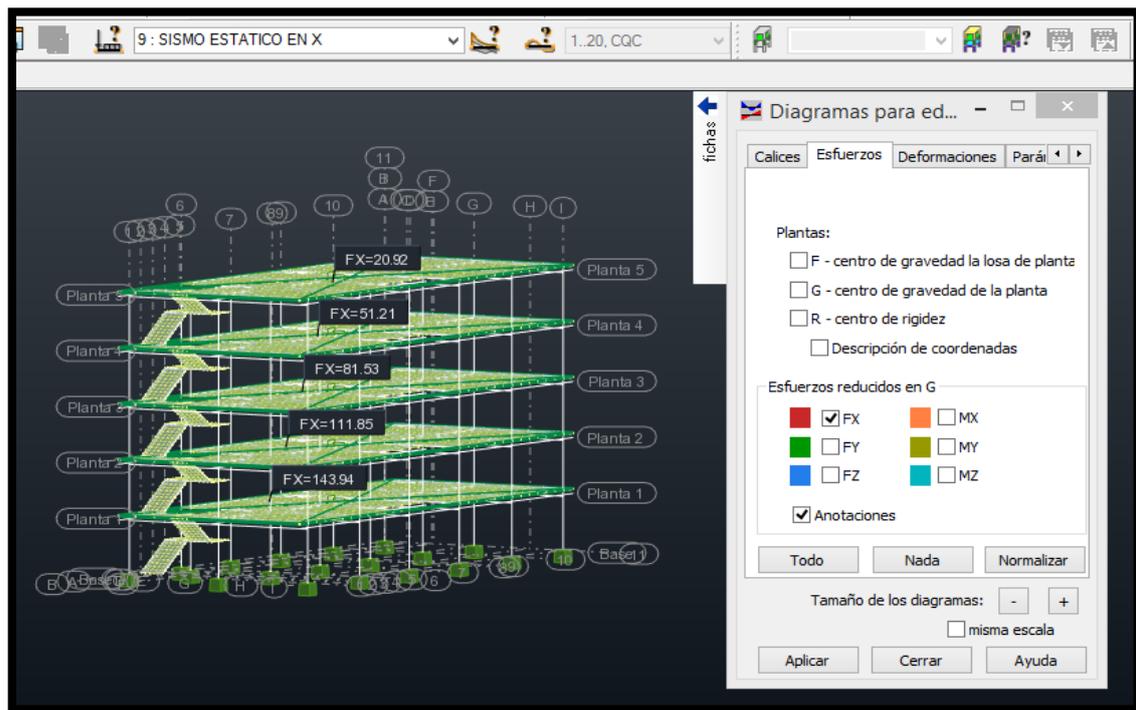
Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Interpretación:

El software robot structural Analysis mejora el diseño de algunos elementos estructurales en cuanto al dibujo de armado de acero automático, como son las vigas, columnas y zapatas, estas fueron diseñadas por el mismo software, así mismo las escaleras y losas aligeradas se diseñó en plantillas de Excel tomando en cuenta los valores del cálculo obtenidos por el software, estos resultados de las cantidades de acero fueron verificadas por las cuantías de acero donde la cuantía obtenida está en el rango de las cuantías permitidas, cabe resaltar que para el diseño se tomaron como referencia los elementos del primer nivel.

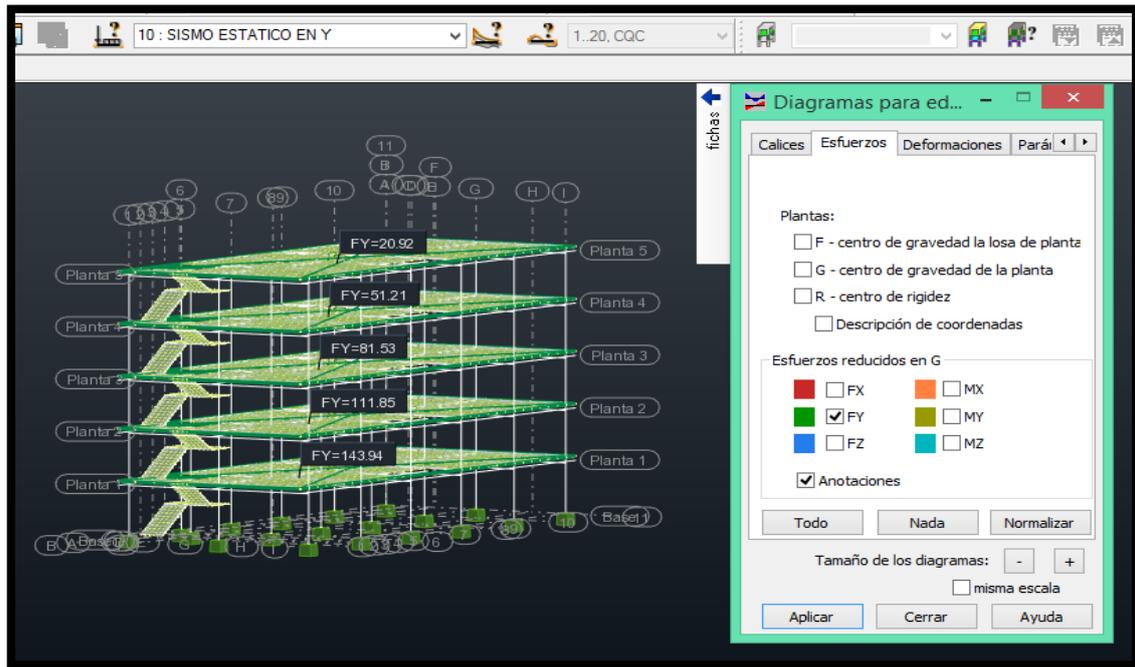
Fuerza cortante en la base del análisis estático.

Figura 16 Fuerza cortante en la base en la dirección "X".



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Figura 17 Fuerza cortante en la base en la dirección “Y”



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Tabla 12 Fuerza Cortante en la base “X” y “Y”.

NIVEL	Fx (tn)	Fy (tn)
5	20.92	20.92
4	51.21	51.21
3	81.53	81.53
2	111.85	111.85
1	143.94	143.94

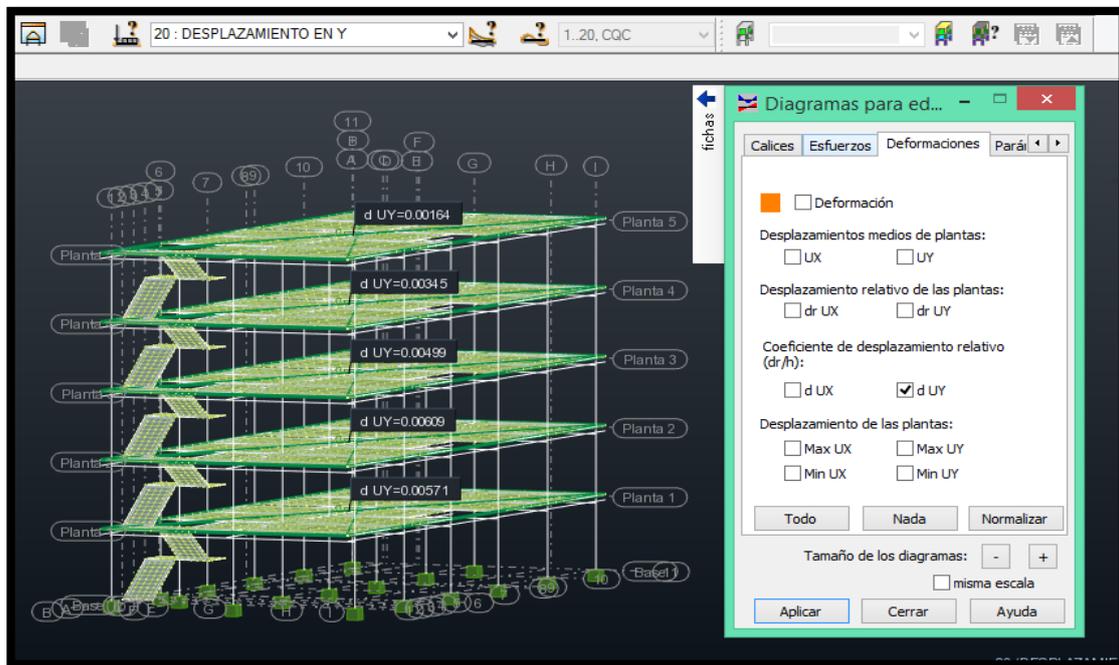
Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Interpretación:

Se tiene que los resultados del análisis del fuerza cortante en la base en la dirección “X” y “Y” los valores son iguales para el primer nivel $F_{x,y}=143.94$ tn, para el segundo nivel $F_{x,y}=111.85$ tn, para el tercer nivel se tiene $F_{x,y}= 81.53$ tn, para el cuarto nivel $F_{x,y}=51.21$ tn, para el quinto nivel $F_{x,y}=20.92$ tn. Esto debido a que el sistema estructurales en ambas direcciones tienen el mismo coeficiente básico de reducción $R_o=8$ por ser pórticos de concreto armado.

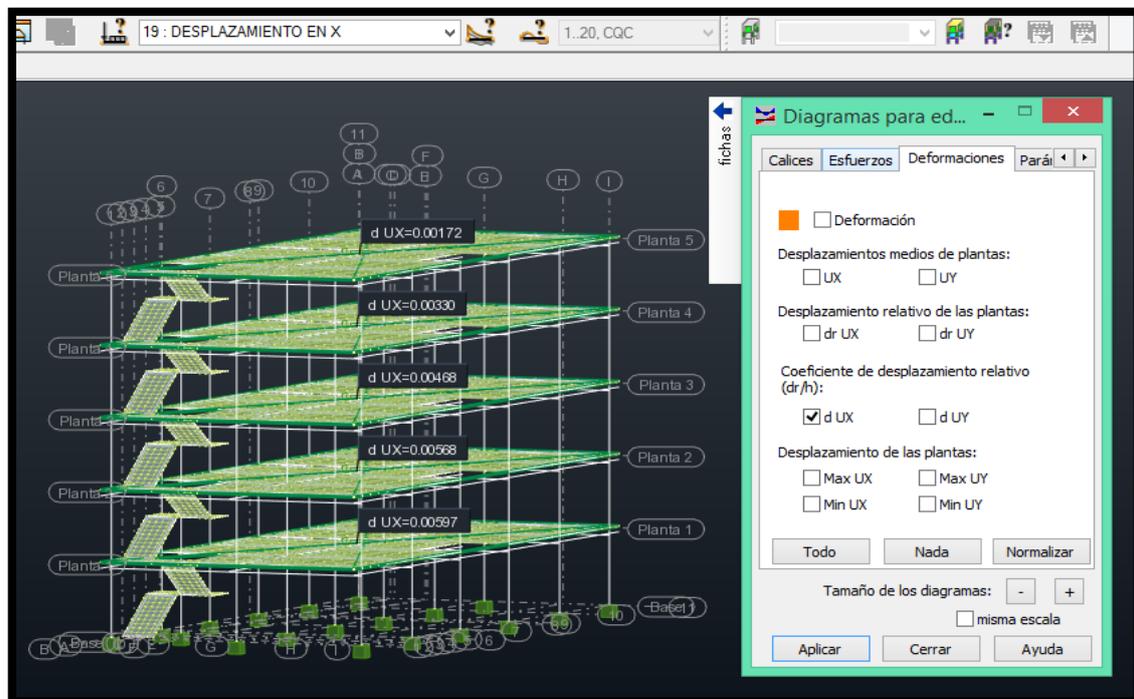
Distorsión de entre piso del análisis dinámico

Figura 18 Valores de entre piso del análisis dinámico en dirección "Y".



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Figura 19 Valores de entre piso del análisis dinámico en dirección "X".



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Tabla 13 Desplazamiento en dirección X-X para el cálculo de deriva.

DESPLAZAMIENTO X-X				
PISO	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO (DERIVA-C.M)	DESP SEGÚN RNE	
	m	m	C °A m (D/Hi)	
5	2.8	0.00172	0.007	OK
4	2.8	0.0033	0.007	OK
3	2.8	0.00468	0.007	OK
2	2.8	0.00569	0.007	OK
1	3	0.00597	0.007	OK

Fuente: elaboración propia 2021.

Tabla 14 Desplazamiento en dirección Y-Y para el cálculo de deriva.

DESPLAZAMIENTO Y-Y				
PISO	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO (DERIVA-C.M)	DESP SEGÚN RNE	
	m	m	C °A m (D/Hi)	
5	2.8	0.00164	0.007	OK
4	2.8	0.00345	0.007	OK
3	2.8	0.00499	0.007	OK
2	2.8	0.00609	0.007	OK
1	3	0.00571	0.007	OK

Fuente: elaboración propia 2021.

Interpretación:

Se tiene que los resultados del análisis de distorsión de entre piso del análisis dinámico en dirección “Y” los cuales tienen los siguientes valores para el primer piso $d_{UY} = 0.00571$, para el segundo piso se tiene $d_{UY} = 0.00609$, para el tercer piso se tiene $d_{UY} = 0.00499$, para el cuarto piso se tiene $d_{UY} = 0.00345$, para el quinto piso se tiene $d_{UY} = 0.00164$, para los resultados del análisis de distorsión de entre piso del análisis dinámico en dirección “X” los cuales tienen los siguientes valores para el primer piso $d_{UX} = 0.00597$, para el segundo piso se tiene $d_{UX} = 0.00568$, para el tercer piso se tiene $d_{UX} = 0.00468$, para el cuarto piso se tiene $d_{UX} = 0.00330$, para el quinto piso se tiene $d_{UX} = 0.00172$, todos estos valores son menores a 0.007 y es lo que establece en la norma técnica E. 030.

Ventajas y desventajas

Ventajas

- ✓ El software Robot Structural Analysis tiene ventajas en cuanto al diseño de vigas se puede realizar los diseños por flexión o corte en tiempo real y adicionando a ello el dibujo del armado de la sección de la viga automáticamente y así nos permite mejorar el tiempo en el diseño de acero.
- ✓ En cuanto al diseño de columnas mediante el software Robot Structural Analysis, nos permite hacer el diseño por flexocompresión, así mismo nos proporciona el dibujo del armado de acero en columnas automáticamente.
- ✓ En cuanto al diseño de zapatas mediante el software Robot Structural Analysis, nos proporciona el dibujo del armado de acero automático en zapatas.
- ✓ Así mismo tiene la ventaja de realizar la exportación de los dibujos de armaduras de acero de los elementos estructurales anteriormente mencionados al software AutoCAD y Revit, especializados para la generación de detalles tanto en concreto armado y de acero, disminuyendo así el tiempo de entrega de los proyectos.

Desventajas

- ✓ Las desventajas que se tiene en cuanto al diseño de losas aligeradas y escaleras es la no proporción del dibujo del armado automático de acero.
- ✓ Los parámetros de los diseños de los elementos estructurales no son editables.
- ✓ Una de las desventajas es la demora al momento de realizar el análisis de cálculo de la estructura, esto depende de la distancia del mallado, si se tiene para un mallado a una distancia de 1 metro tiene un promedio de demora de cálculo de 2 min, para un mallado a cada 0.50 m. tiene un promedio de demora de cálculo de 6 min, para un mallado a cada 0.25 m tiene un promedio de cálculo de 22 min. Este último tiene los cálculos más exactos debido a la menor distancia de mallado.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1

Según (Chipana, E y Huillca, E 2019) en su tesis nos indica que software robot structural Analysis proporciona el armado automático de las vigas, columnas, placas. Y verifica si el armado es correcto, La verificación se basó en la utilización de hojas de Excel y las fórmulas que le proporcionaron la norma peruana E060-2016. En nuestra investigación se pudo verificar que el software robot structural Analysis mejora el diseño de las vigas, columnas, zapatas en cuanto al dibujo automático del armado de acero, así mismo el diseño de escaleras y losas aligeradas no se encontraron el dibujo del detalle del armado de acero, estos resultados de las cantidades de acero fueron verificadas por las cuantías de acero donde la cuantía obtenida está en el rango de las cuantías permitidas. Se concluye el software si mejora en el diseño en cuanto al dibujo del armado automático de las vigas, columnas, placas, zapatas y estos resultados pueden ser verificados por las normas actuales.

Discusión 2

Según (Huaraca, A. 2018) en su tesis, indica que el análisis estático se obtiene la cortante estática en la base; donde se observa que los valores obtenidos en el software Robot Structural es de 305.91 Ton-f y que son iguales en ambas direcciones "X" y "Y" donde no indica por qué los valores son iguales en ambas direcciones. Para nuestra investigación se verifico en la fuerza cortante en la dirección "X" y "Y", los resultados fueron para el primer nivel $F_{x,y}=143.94$ tn, para el segundo nivel $F_{x,y}=111.85$ tn, para el tercer nivel se tiene $F_{x,y}= 81.53$ tn, para el cuarto nivel $F_{x,y}=51.21$ tn, para el quinto nivel $F_{x,y}=20.92$ tn. Son iguales debido a que en el sistema estructurales en ambas direcciones tienen el mismo coeficiente básico de reducción $R_o=8$ por ser pórticos de concreto armado, se concluye que los resultados son iguales en ambas direcciones con ello se verifica que se realizó un buen análisis, debido que en ambas direcciones tienen el mismo coeficiente básico de reducción.

Discusión 3

Según (Atto, J. y Estrella, K. 2019) En su tesis, se realizó la verificación de la edificación en el quinto nivel, se obtuvo los siguientes valores 0.00680 y 0.00698 para las direcciones de análisis X e Y respectivamente, verificando con la norma E.030 Diseño Sismorresistente, donde para un sistema aporticado las derivas deben ser menores a 0.007 donde cumple. Para nuestro proyecto de investigación se obtuvo la distorsión de entre piso del análisis dinámico para la dirección "Y" en el primer piso d UY = 0.00571, segundo piso d UY = 0.00609, tercer piso d UY = 0.00499, cuarto piso d UY = 0.00345, quinto piso d UY = 0.00164; en la dirección "X" los cuales tienen los siguientes valores para el primer piso d UX = 0.00597, segundo piso d UX = 0.00568, tercer piso d UX = 0.00468, cuarto piso d UX = 0.00330, quinto piso d UX = 0.00172, donde los valores son menores a 0.007 lo establecido en la norma, se concluye que se cumplieron con lo que establece la norma donde indica que la distorsión de entre piso del análisis dinámico debe ser menor a 0.007.

Discusión 4

Según (Quinchiguango, M. y Taco, D. 2016) en su tesis el software Robot Structural Analysis tiene ventajas en el mayor flujo de trabajo por su parecido al software CAD, la posibilidad de cambiar el idioma en el software en las opciones de menú, notas de cálculo, generación del mallado más adecuado, la Interconexión con softwares de tecnología BIM, la exportación de las armaduras de acero de los elementos estructurales a softwares especializados para detallar tanto en concreto armado y de acero, y la desventaja al ser un software relativamente nuevo e innovador, presenta poca información y capacitación en nuestro medio. En nuestra investigación el software Robot Structural Analysis tiene ventajas en cuanto al diseño de vigas, columnas, zapatas, puede realizar el dibujo del armado de las secciones automáticamente y así nos permite disminuir el tiempo en los detalles de acero en las vigas, zapatas y columnas; así mismo la exportación de los dibujos de armaduras de acero a otros software como AutoCAD y Revit especializados en realizar detalles tanto en concreto armado y de acero, disminuyendo así el tiempo de entrega de los proyecto, se concluye que el software Robot Structural Analysis tiene ventajas favorables al realizar el análisis y diseño estructural de las edificaciones.

VI. CONCLUSIONES

CONCLUSION 1

Objetivo General. Analizar la aplicación del software robot structural analysis para mejorar el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno, 2021.

Se concluye que el software robot structural analysis mejora en el diseño estructural del edificio multifamiliar de 5 niveles, se puede decir que disminuye en el tiempo de creación del modelo, así mismo mejora el diseño de las vigas, columnas, zapatas en cuanto al dibujo automático del armado de acero, así mismo cuanto al diseño de escaleras y losas aligeradas no se encontraron el dibujo del detalle del armado de acero.

CONCLUSION 2

Objetivo específico 1. Determinar la fuerza cortante en la base del análisis estático aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021.

Se concluye que la fuerza cortante en la base del análisis estático en la dirección "X" y "Y" los valores son iguales para todos los niveles, para el primer nivel $F_{x,y}=143.94$ tn, para el segundo nivel $F_{x,y}=111.85$ tn, para el tercer nivel se tiene $F_{x,y}= 81.53$ tn, para el cuarto nivel $F_{x,y}=51.21$ tn, para el quinto nivel $F_{x,y}=20.92$ tn. Esto debido a que el sistema estructurales en ambas direcciones tienen el mismo coeficiente básico de reducción $R_o=8$ por ser pórticos de concreto armado, con ello se verifica que se realizó un buen análisis.

CONCLUSION 3

Objetivo específico 2. Determinar la distorsión de entrepiso del análisis dinámico aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021.

Se concluye que el análisis de distorsión de entre piso del análisis dinámico en dirección "X" y en la dirección "Y" los valores más elevados son $d_{UY} = 0.00609$, $d_{UX} = 0.00597$ donde cumplieron con lo que establece en la norma técnica E. 030, donde indica que deben ser menores a 0.007, así mismo estos datos cumplieron

debido a que se aumentaron la dimensiones de columnas para que pudieran cumplir con lo establecido con la norma.

CONCLUSION 4

Objetivo específico 3. Determinar las ventajas y desventajas del software robot structural analysis, para el análisis y diseño estructural del edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021.

Se concluye que las ventajas del software Robot Structural Analysis en cuanto al diseño de vigas, columnas, zapatas, nos proporciona el dibujo del armado de las secciones automáticamente y así nos permite disminuir el tiempo en los detalles de acero en las vigas, zapatas y columnas; así mismo la exportación de los dibujos de armaduras de acero a otros software como AutoCAD y Revit especializados en realizar detalles tanto en concreto armado y de acero, disminuyendo así el tiempo de entrega de los proyectos. Las desventajas que se tiene en cuanto al diseño de losas aligeradas y escaleras es la no proporción del dibujo del armado automático de acero, Una de las desventajas es la demora al momento de realizar el análisis de cálculo de la estructura.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda seguir la secuencia del pre procesamiento, procesamiento y pos procesamiento, para tener un buen comportamiento y análisis de la estructura, así mismo al momento del diseño con el software tener buen criterio siguiendo lo que indica el reglamento nacional de edificaciones en las normas E 020, E 030, E 050, y la E 060, los resultados obtenidos por el software Robot Structural Analysis deben ser comprobados de forma manual para asegurar un buen análisis y diseño estructural.

- ✓ Se recomienda para el análisis estático cumplir con lo que indica en la norma E 030, así mismo para determinar la fuerza cortante en la base se deben verificar los parámetros como peso total de la estructura, factores de zona, factor de suelo, factor de uso, coeficiente básico de reducción, factor de ampliación sísmica, para obtener los resultados correctos.

- ✓ Se recomienda que si los datos de las derivas no cumplen con lo establecido en la norma E 030, que indica que la deriva debe ser menor al 0.007, se deben aumentar las secciones de las columnas y analizarlos nuevamente con el fin de cumplir con lo establecido en dicha norma.

- ✓ Se recomienda utilizar software Robot Structural Analysis ya que presenta ventajas en cuanto al análisis y diseño de edificaciones, así mismo es compatible con otros software y estos ayudan a mejorar la elaboración de proyectos.

REFERENCIAS

- Acero, J. (2020). *predimensionamiento de elementos estructurales de concreto armado*. Lima: Universidad de Lima. Obtenido de <https://www.ulima.edu.pe/pregrado/ingenieria-civil/noticias/predimensionamiento-de-elementos-estructurales-de-concreto-armado>.
- Arapa, R. (08 de Setiembre de 2017). *Análisis y diseño estructural en concreto armado del edificio multifamiliar de siete niveles en el Centro Poblado de Jayllihuaya* [Tesis de Grado - Universidad Nacional del Altiplano]. Obtenido de Repositorio Institucional UNAP: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5883>.
- arq.com.mx. (2020). *¿Qué tanto sabes acerca de la simetría?* Obtenido de <https://noticias.arq.com.mx/Detalles/23408.html#.YJS31NUzblU>.
- Atto, J, y Estrella, K. (10 de Diciembre de 2019). *Diseño estructural mediante el Software “Autodesk Robot Structural Analysis” para la ampliación del Hotel Cielo, Tarapoto 2019* [Tesis de Grado-Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de Repositorio Digital Institucional UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47026>.
- Bazan, E., y Meli, R. (1999). *Diseño Sísmico de Edificios*. Obtenido de https://www.academia.edu/36401028/Diseno_Sismico_de_Edificios_Bazan_y_Meli.
- Canchanya, S., y Vargas, R. (2017). *Estudio comparativo entre el análisis sísmico estático y el dinámico, del nuevo aulario de ingeniería civil de la Universidad Científica del Perú-UCP-Tarapoto-2017*. Universidad Científica del Perú.
- Carrillo, J., Rubiano, A., y Hernández, H. (2014). Analysis of the Earthquake-Resistant Design Approach. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XV, 151-162. doi:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432014000100013&lng=es&tlng=.

- Caycedo, P., y Galvis., K. (2017). *Diseño arquitectónico y estructural de vivienda unifamiliar de tres niveles en sistema de muros de carga en estructura metálica de pórticos con diagonales dentro del marco de construcción sostenible*. Obtenido de Universidad de Santander (Colombia): <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/4010>.
- Chavez, A., y Pilco, J. (2015). *Propuesta de diseño estructural para una edificación sismorresistente de cuatro niveles ubicado en la localidad de Chachapoyas - 2015* [Tesis de grado - Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Obtenido de Repositorio Digital UNTRM: <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1040>.
- Chevarria, D. (27 de Octubre de 2014). *Análisis y diseño estructural sismorresistente por el método de elementos finitos: pabellón de aulas I.E.S. Charamaya - Mañazo* [Tesis de Grado - Universidad Nacional del Altiplano]. Obtenido de Repositorio Institucional UNAP: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4552>.
- Chipana, E., y Huillca, E. (2019). *Análisis y diseño del edificio montoya salazar de concreto armado de 1 semisótano + 6 pisos en arequipa interactuando los programas revit y robot analysis*. Arequipa: Universidad Nacional De San Agustin De Arequipa.
- Choquehuanca, K. (2017). *Análisis y Diseño Estructural de una Edificación en Concreto Armado de 5 pisos y 1 semisótano* [Tesis de Grado]. Obtenido de Repositorio Digital Institucional UNSA: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3299/ICchmakp04.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Colonia, Y., y Valentin, S. (2020). *Implementación De La Metodología BIM En El Diseño Estructural Sismorresistente En La Construcción Del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de Repositorio Digital Institucional UCV: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48327/Colonia_VYR-Valentin_DSA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Condori, J., y Conrao, D. (25 de Noviembre de 2020). *Analisis y diseño estructural de una edificación de 5 pisos de concreto armado mediante la aplicacion de la metodologia BIM en el distrito de Tacna* [tesis de grado, Universidad Privada de Tacna]. Obtenido de Repositorio Digital Institucional UTP: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/1567>.
- Cumpa, B. (2019). *Diseño estructural sismorresistente del edificio nivel primaria, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas, Amazonas, 2017* [Tesis de grado-Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de Repositorio Digital Inatitucional UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40640>.
- DAS, B. (2001). *fundaméntos de ingeniería geotécnica*. mexico: internacional thomson editores s.a.
- De Dios, J. (2016). *edificion multifamiliares y hoteles*. Obtenido de <http://multifamiliares2016juandediosperez.blogspot.com/2016/09/tipologia-y-definicion-de-vivienda.html>.
- Deusto Formacion. (2021). Obtenido de <https://www.deustoformacion.com/blog/disenio-arquitectonico/que-es-para-que-sirve-autodesk-robot#:~:text=Autodesk%20Robot%20Structural%20es%20una,muchos%20Otros%2C%20con%20las%20grandes>.
- Domínguez Hurtado, N. R., y Moreno Minaya, A. E. (13 de Diciembre de 2018). *Diseño estructural sismorresistente de un edificio de siete niveles bajo la metodologia bim en la provincia de Pomabamba, Ancash, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de Repositorio Digital Institucional UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26694>.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodologia de la Investigacion 6ta edicion*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.

- Huaraca, A. (2018). *Análisis Comparativo Aplicando El Software Robot Structural Analysis Y Etabs Para Evaluar El Comportamiento Estructural De Viviendas Autoconstruidas*. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes.
- Manual De Ensayo De Materiales (Em 2000). (s.f.). *ensayo de penetración s.p.t*. Obtenido de Instituto de la Construcción y Gerencia: <https://docplayer.es/49655294-Ensayo-de-penetracion-s-p-t-mtc-e.html>.
- Mapa Sísmico del Perú periodo 1960- 2017*. (15 de Mayo de 2018). Obtenido de Ministerio del Ambiente: <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-sismico-peru-periodo-1960-2017>.
- Mendez, K., y Diaz, O. (2019). *Diseño estructural sismorresistente de un edificio de cuatro niveles en concreto armado* [Tesis de grado, Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion]. Obtenido de Repositorio Institucional Digital de la UNJFSC: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2950/MENDEZ%20LEON%20y%20DIAZ%20SIESQUEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Morales, R. (s.f.). *Deformaciones de las estructuras*. Obtenido de revista de la universidad de mendoza: <https://core.ac.uk/download/pdf/268219527.pdf>.
- Neira, G. (2017). *Diseño de un Edificio de Dieciocho Pisos Estructurado* [Tesis de Grado-Universidad Tecnica Federico Santa Maria]. Obtenido de Repositorio USM: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/23418>.
- Obeso, C. (2020). *Diseño Estructural en concreto armado de una Vivienda Multifamiliar de 8 niveles en el distrito de Víctor Larco Herrera - Trujillo*. Obtenido de Repositorio Digital Institucional UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47189>.
- Paredes, E. (2018). *Diseño estructural de un edificio de 8 niveles con disipadores de energía, Trujillo-La Libertad, 2018* [Tesis de grado - Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de Repositorio Digital Institucional UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32609>.
- Plan de contingencias por sismo*. (s.f.). Obtenido de Gobierno Regional Puno: http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Plan_de_

contingencia_por_sismo_Puno.pdf#:~:text=SISMICIDAD%20EN%20LA%20OREGI%C3%93N%20PUNO&text=Esto%20debido%20a%20la%20presencia,%2C%20Ma%C3%B1azo%20(Figura%202).

Quinchiguango, M., y Taco, D. (25 de Julio de 2016). *Análisis estructural de una edificación de hormigón armado a través del software Robot Analysis Structural [Trabajo de Graduacion-Universidad Central del Ecuador]*. Obtenido de Repositorio Digital UCE: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6931>.

Reglamento Nacional de Edificacion. (2021). *A. 020 Vivienda*. Obtenido de Instituto de Construcción y Gerencia: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.

Reglamento Nacional de Edificacion. (2006). *E. 020 Cargas*. Obtenido de Instituto de Construcción y Gerencia: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.

Reglamento nacional de edificaciones. (2018). *E.030 diseño sismorresistente*. Obtenido de Instituto de Construcción y Gerencia: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018). *E.050 Suelos y Cimentaciones*. Obtenido de Instituto de Construcción y Gerencia: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). *E.060 Concreto Armado*. Obtenido de Instituto de Construcción y Gerencia: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.

Rincon, M., Vargas, W., y Gonzales, C. (2018). *Topografía conceptos y aplicaciones*. Ecoeediciones. Obtenido de <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2018/02/Topograf%C3%ADa-Conceptos-y-aplicaciones-ebook.pdf>.

Sambrano, M. (Julio de 2014). *Introducción al análisis estructural*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/mikelitox/introduccion-al-analisis-estructural>

Taboada, J., y De Izcue, A. (2009). *Análisis y diseño de edificios asistido por computadoras*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Universidad de las Americas Puebla. (s.f.). *Ensayo de corte directo*. Puebla.
Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/patino_r_ca/capitulo3.pdf

Villarroel, C. (2016). *Análisis y diseño de estructuras con Autodesk Robot Structural Analysis (Primera)*. Santa Cruz - Bolivia.

**ANEXOS
ANEXO 1**

Tabla 15 matriz de consistencia.

"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PARA EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES, JULIACA, PUNO"							
TITULO:							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION
Problema general:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable Independiente Software Robot Structural Analysis	Análisis Estático	Fuerza Cortante En La Base.	software robot structural Analysis	Método: Científico Tipo: Aplicado Diseño: No experimental Enfoque: Científico Cuantitativo
¿De qué manera el uso del software robot structural Analysis mejorara el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, puno?	Analizar la aplicación del software robot structural analysis para mejorar el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno, 2021.	Mejora el diseño estructural aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021.		Análisis Dinámico	Distorsión De Entre Piso		
Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Variable Dependiente Diseño Estructural	elementos estructurales	Columnas	Software Robot Structural Analysis	Población: los edificios multifamiliares de la ciudad de Juliaca. Muestra: Edificio multifamiliar de 5 niveles de la urbanización taparachi manzana "E-10" L-7 del distrito de Juliaca-Puno. Técnicas: Toma de datos IN - SITU Trabajos en gabinete Instrumentos: software robot structural Analysis
¿Cuál es la fuerza cortante en la base del análisis estático aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021?	Determinar la fuerza cortante en la base del análisis estático aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021.	La fuerza cortante en la base del análisis estático son iguales en la dirección "X" y "Y" aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021.			Vigas		
¿Cuál es la distorsión de entre piso del análisis dinámico aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021?	Determinar la distorsión de entre piso del análisis dinámico aplicando el software robot structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021.	La distorsión de entre piso del análisis dinámico aplicando el software robot structural Analysis es menor a 0.007 para el edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021			Losa Aligerada		
¿Cuáles son las ventajas y desventajas del software robot structural analysis, para el análisis y diseño estructural del edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021?	Determinar las ventajas y desventajas del software robot structural analysis, para el análisis y diseño estructural del edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021.	Utilizando el software robot structural Analysis presenta mayores ventajas para el análisis y diseño estructural del edificio multifamiliar de 5 niveles, Juliaca, Puno 2021.			Escalera		
					Zapatas		

FUENTE: Elaboración propia 2021.

ANEXO 2

Tabla 16 Operacionalización de variables.

Variable De Estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
software robot structural Analysis (independiente)	Es un software de análisis y diseño estructural donde se puede modelar en 3d, y realizar el análisis estático y dinámico, así mismo el diseño estructural, bajo la norma ACI 318. Además de las normas internacionales, (Villarreal, 2016).	Esta investigación se realizara aplicando el software robot structural Analysis y se analizara el diseño estructural de la edificación.	Análisis estático.	Fuerza cortante en la base.	Razón.
			Análisis dinámico.	Distorsión de entre piso	Razón.
			software robot structural Analysis	Ventajas y Desventajas	Razón.
dependiente diseño estructural (dependiente)	Generalmente al diseñar una edificación se inicia desde el predimensionamiento de los elementos estructurales, posterior a ello se realiza el análisis estructural. Para finalmente conocer el diseño estructural de la superestructura y la sub estructura. (Méndez y Díaz, 2019)	Se procederá a realizar los dibujos de los elementos estructurales a través del software computacional.	Elementos estructurales.	Columnas Vigas Losa aligerada Escalera Zapatas	Razón.

FUENTE: Elaboración propia 2021.

ANEXO 3

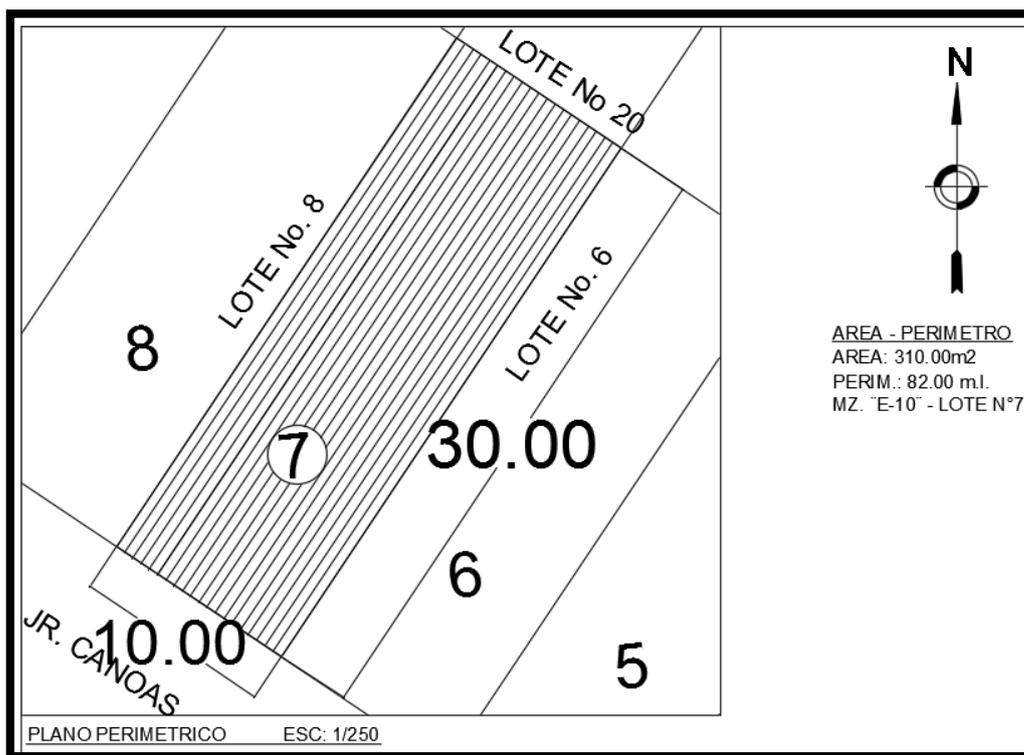
Estudios topográficos

Figura 20 Medición del terreno para el proyecto.



Fuente: Elaboración propia 2021.

Figura 21 Plano perimétrico.



Fuente: Elaboracion propia 2021.

Tabla 17 Coordenadas del terreno.

CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VERTICES						
VTC	NORTE (m)	ESTE (m)	ANG. INT.	DISTANCIA		
				LADOS	LONGITUD	
1	8283523.79	379040.628	90°00'00"	1--2	30.00 ml	
2	8283549.53	379057.901	90°00'00"	2--3	10.00 ml	
3	8283543.96	379066.205	90°00'00"	3--4	30.00 ml	
4	8283518.21	379048.931	90°00'00"	4--1	10.00 ml	
		SUM.ANG.INT.	360°00'00"	PERIM.:	80.00 ml	

Fuente: elaboracion propia 2021.

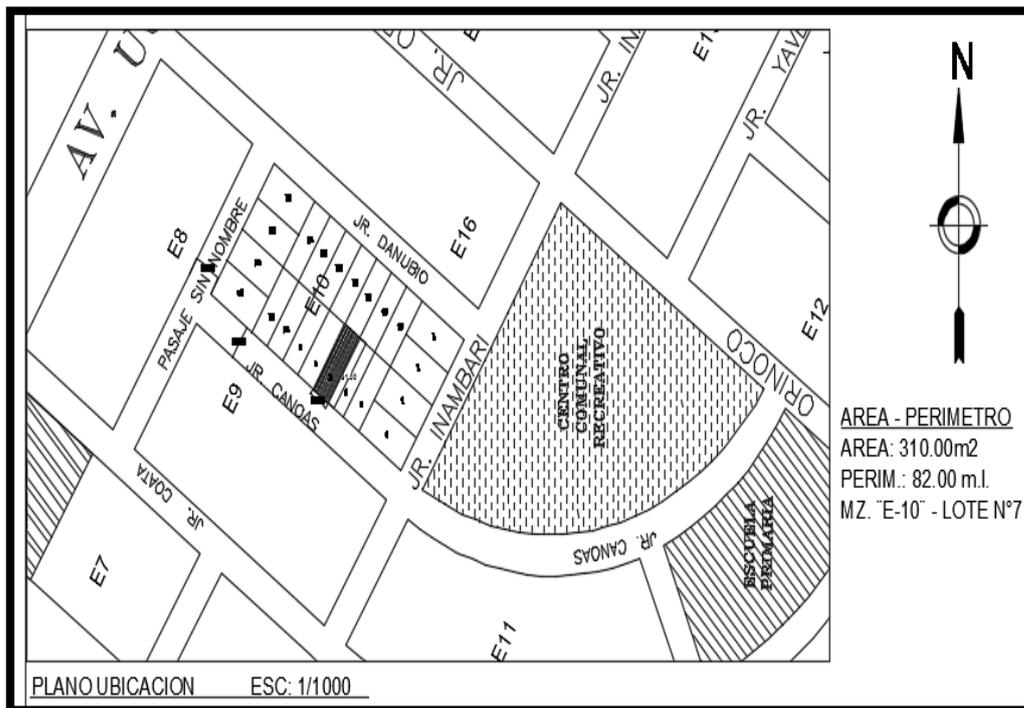
ANEXO 4

Diseño Arquitectónico

Ubicación del terreno

El terreno está ubicado en el Jr. Canoas de la Mz. E-10 LT-7 de la Urbanización Taparachi III Etapa del distrito de Juliaca provincia de San Román región de puno.

Figura 22 Plano de ubicación del terreno.



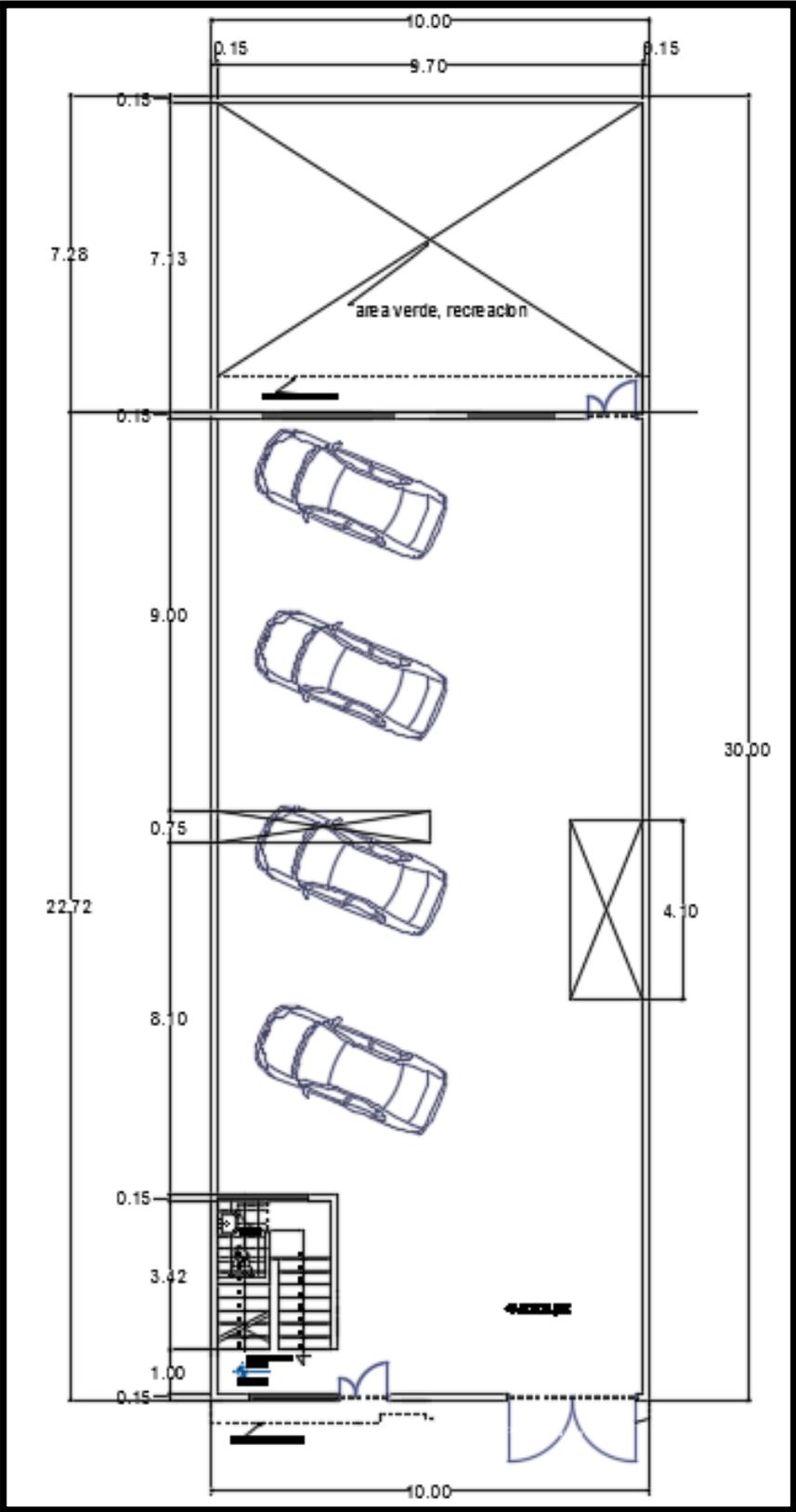
Fuente: Elaboracion propia 2021.

Descripción arquitectónica

El diseño arquitectónico de la edificación de 5 niveles contiene planos de planta, esta edificación multifamiliar está proyectada sobre un terreno de forma regular que tiene un área de 300 m², ubicada en la ciudad de Juliaca.

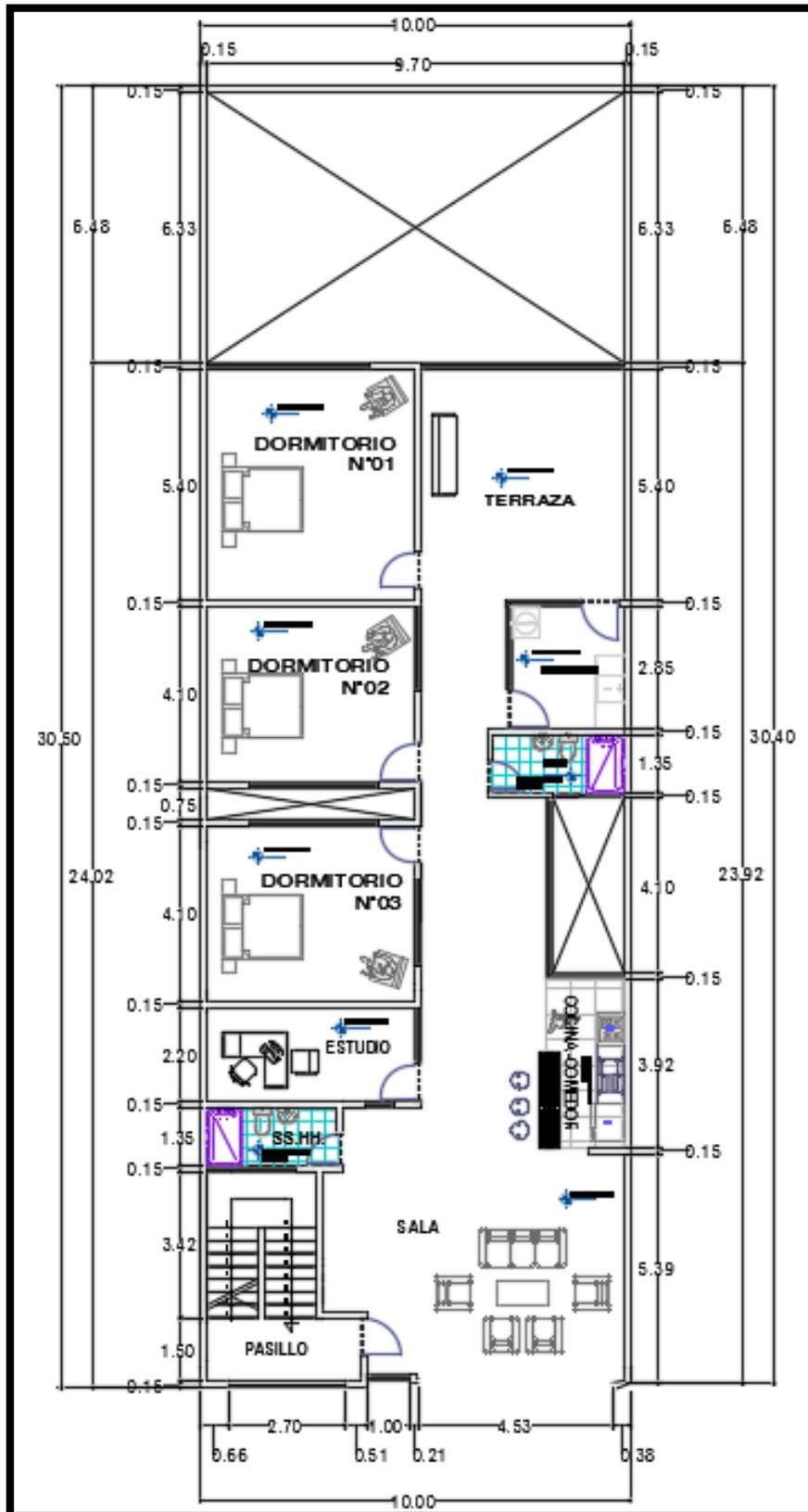
El primer nivel consta de un estacionamiento para 4 vehículos y un área verde y/o entretenimiento, en el segundo nivel al quinto se encuentra departamentos donde cuentan con un área de 235 m² aproximadamente cada uno.

Figura 23 Plano de distribución arquitectónica del primer nivel.



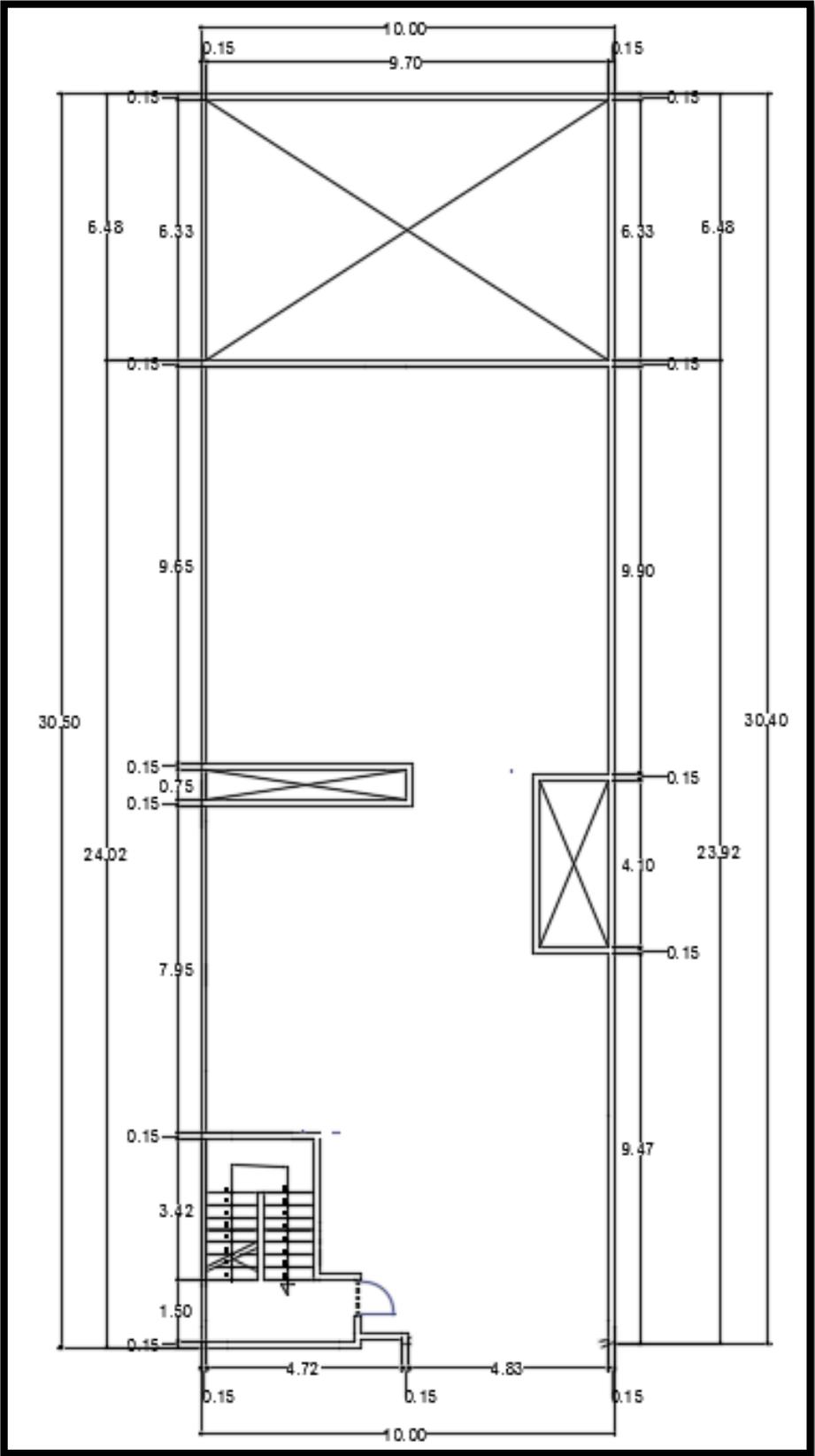
Fuente: Elaboracion propia 2021.

Figura 24 Plano de distribución arquitectónica del segundo al quinto nivel.



Fuente: Elaboracion propia 2021.

Figura 25 Plano en planta de azotea.



Fuente: Elaboracion propia 2021.

Cada departamento de la edificación consta con tres dormitorios, dos baños, una sala, una cocina, un comedor, un estudio, una lavandería, hall y un área libre (terraza). Así mismo la edificación tiene 5 niveles, a partir del segundo nivel hasta el quinto se encuentran los departamentos. La altura del primer nivel es de 3.00 m y a partir del segundo al sexto nivel la altura de entrepiso es de 2.80 m.

. ANEXO 5

Estudio de Mecánica de Suelos

Trabajos realizados en campo

Se realizó los estudios de suelos para obtener la capacidad admisible del terreno, se realizó 1 calicata de 1m x 1m y con una profundidad de 1.5m de altura debido a que a esa profundidad se encontró en nivel freático, así mismo se extrajo una muestra inalterada de 20cm x 20cm x 20cm.

Figura 26 Medición del terreno para excavación de calicata (1m x 1m).



Fuente: Elaboración propia 2021.

Figura 27 Excavación de calicata.



Fuente: Elaboración propia 2021.

Figura 28 Ubicación del nivel freático a 1.50m de profundidad.



Fuente: Elaboración propia 2021.

Figura 29 Extracción de muestra inalterada de 20cm x 20cm x 20cm.



Fuente: Elaboración propia 2021.

Figura 30 Muestra inalterada de 20cm x 20cm x 20cm para ensayo de corte directo.



Fuente: Elaboración propia 2021.

Ensayos y laboratorio

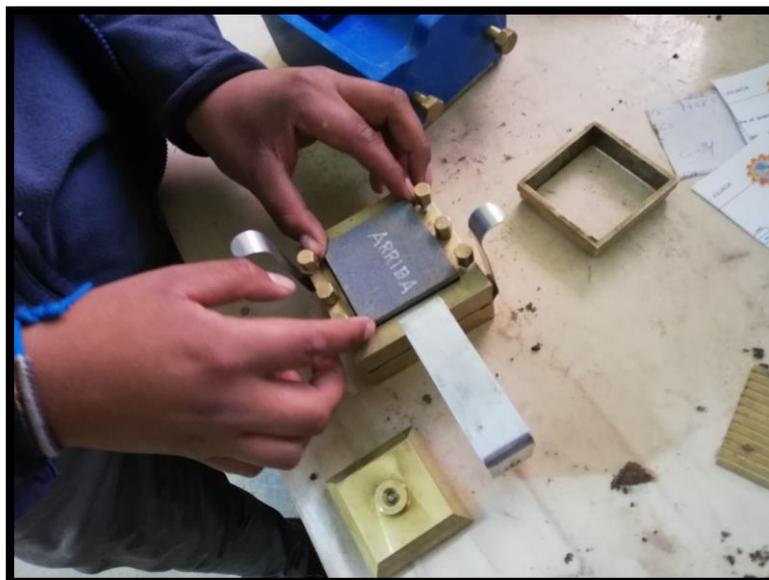
El EMS para determinar la capacidad admisible del terreno se realizó el ensayo de Corte Directo en el laboratorio de mecánica de suelos GEOTECNIA PUNO EIR.

Figura 31 Extracción de la muestra inalterada en los moldes.



Fuente: Elaboración propia 2021.

Figura 32 Colocado de la muestra a los moldes de corte directo.



Fuente: elaboración propia 2021.

Figura 33 Colocado de moldes al equipo de corte directo.



Fuente: elaboración propia 2021.

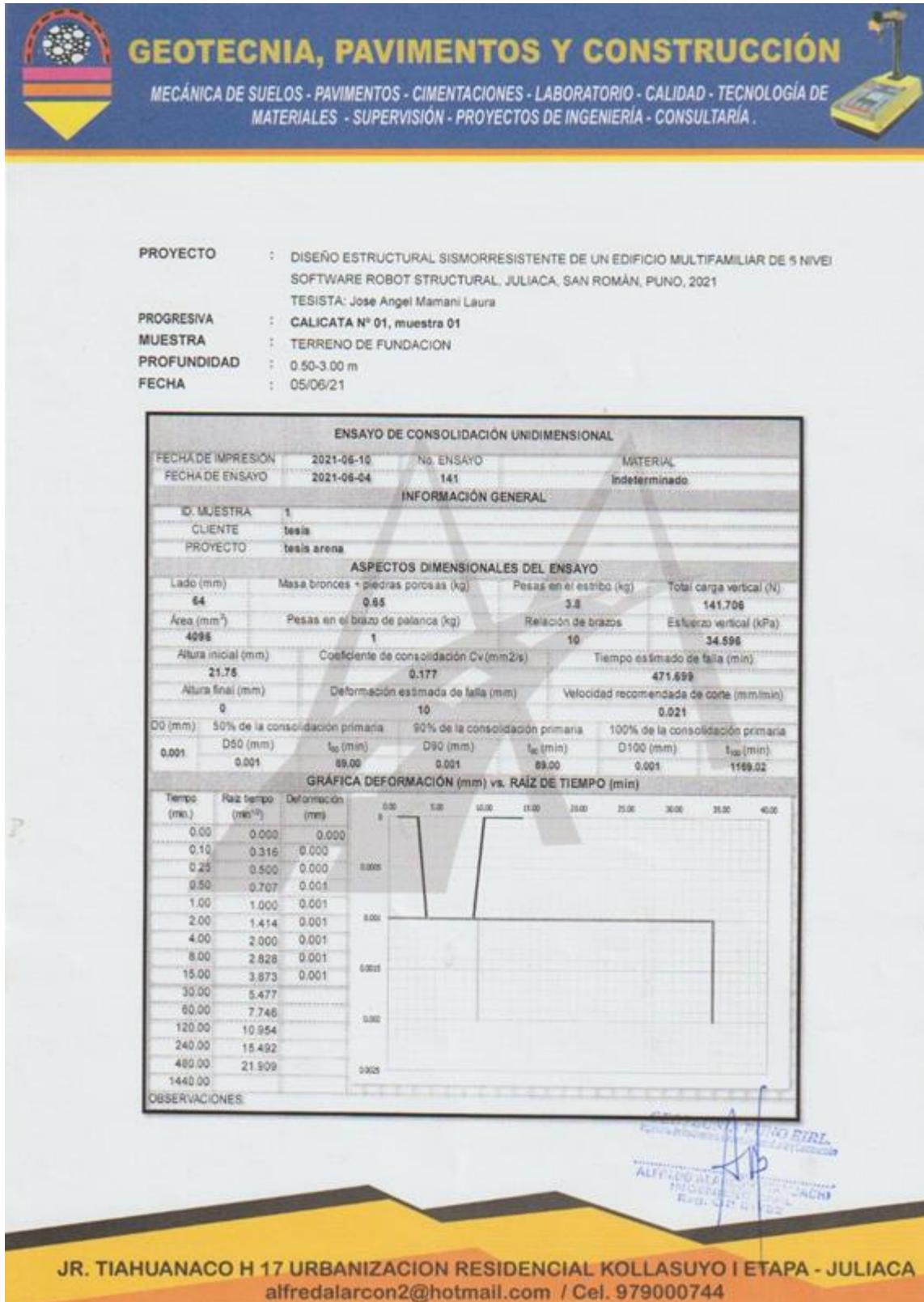
Figura 34 Rotura de muestra, después de realizado el ensayo de corte.



Fuente: elaboración propia 2021.

ANEXO 6

Figura 35 Resultados del estudio de suelos del laboratorio GEOTECNIA PUNO EIRL.





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 NIVEI
SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL, JULIACA, SAN ROMÁN, PUNO, 2021
TESISTA: Jose Angel Mamani Laura

PROGRESIVA : CALICATA N° 01, muestra 02

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDIDAD : 0.50-3.00 m

FECHA : 05/06/21

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL						
FECHA DE IMPRESIÓN	2021-06-10	No. ENSAYO	MATERIAL			
FECHA DE ENSAYO	2021-06-04	144	Indeterminado			
INFORMACIÓN GENERAL						
ID. MUESTRA	2					
CLIENTE	tesis					
PROYECTO	tesis arena					
ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO						
Lecho (mm)	Masa bronceo + piedras porosas (kg)	Pesas en el estribo (kg)	Total carga vertical (N)			
84	0.65	3.8	239.773			
Area (mm ²)	Pesas en el brazo de palanca (kg)	Relación de brazos	Esfuerzo vertical (kPa)			
4096	2	10	66.538			
Altura inicial (mm)	Coeficiente de consolidación Cv (mm ² /s)		Tiempo estimado de falla (min)			
21.75	0.177		471.699			
Altura final (mm)	Deformación estimada de falla (mm)		Velocidad recomendada de corte (mm/min)			
0	10		0.021			
D0 (mm)	50% de la consolidación primaria	90% de la consolidación primaria	100% de la consolidación primaria			
0.001	D50 (mm)	t ₅₀ (min)	D90 (mm)	t ₉₀ (min)	D100 (mm)	t ₁₀₀ (min)
	0.001	89.00	0.001	89.00	0.001	1169.02
GRÁFICA DEFORMACIÓN (mm) vs. RAÍZ DE TIEMPO (min)						
Tempo (min)	Raíz tiempo (min ^{0.5})	Deformación (mm)				
0.00	0.000	0.000				
0.10	0.316	0.000				
0.25	0.500	0.000				
0.50	0.707	0.001				
1.00	1.000	0.001				
2.00	1.414	0.001				
4.00	2.000	0.001				
8.00	2.828	0.001				
15.00	3.873	0.001				
30.00	5.477	0.002				
60.00	7.746					
120.00	10.954					
240.00	15.492					
480.00	21.909					
1440.00	37.947					
OBSERVACIONES						

GEOTECNIA PUNO SRL.
Registra. R. PUNO 001, C. PUNO 001, L. PUNO 001

ALFREDO ALARCÓN TAYACHA
INGENIERO CIVIL
R. PUNO C. PUNO 001

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO | ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 NIVEI
SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL, JULIACA, SAN ROMÁN, PUNO, 2021
TESISTA: Jose Angel Mamani Laura

PROGRESIVA : CALICATA N° 01, muestra 03

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDIDAD : 0.50-3.00 m

FECHA : 05/06/21

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL						
FECHA DE IMPRESIÓN	2021-06-10	NO. ENSAYO		MATERIAL		
FECHA DE ENSAYO	2021-06-04	148		Indeterminado		
INFORMACIÓN GENERAL						
ID. MUESTRA	3					
CLIENTE	tesis					
PROYECTO	tesis arena					
ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO						
Lado (mm)	Masa broncees + piedras porosas (kg)	Pesas en el estribo (kg)		Total carga vertical (N)		
64	0.65	3.8		435.908		
Área (mm ²)	Pesas en el brazo de palanca (kg)	Relación de brazos		Esfuerzo vertical (kPa)		
4096	4	10		106.422		
Altura inicial (mm)	Coeficiente de consolidación Cv (mm ² /s)		Tiempo estimado de falla (min)			
21.75	0.177		471.699			
Altura final (mm)	Deformación estimada de falla (mm)		Velocidad recomendada de corte (mm/min)			
0	10		0.021			
D0 (mm)	50% de la consolidación primaria		90% de la consolidación primaria		100% de la consolidación primaria	
0.002	D90 (mm)	t ₉₀ (min)	D90 (mm)	t ₉₀ (min)	D100 (mm)	t ₁₀₀ (min)
	0.002	89.00	0.002	89.00	0.002	1169.02
GRÁFICA DEFORMACIÓN (mm) vs. RAÍZ DE TIEMPO (min)						
Tiempo (min)	Raíz tiempo (min ^{0.5})	Deformación (mm)				
0.00	0.000	0.000				
0.10	0.316	0.000				
0.25	0.500	0.000				
0.50	0.707	0.000				
1.00	1.000	0.002				
2.00	1.414	0.002				
4.00	2.000	0.002				
8.00	2.828	0.002				
15.00	3.873	0.002				
30.00	5.477					
60.00	7.746					
120.00	10.954					
240.00	15.492					
480.00	21.909					
1440.00						
OBSERVACIONES:						

ALFREDO ALARCÓN ATANUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 11732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES CON EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL, JULIACA, SAN ROMÁN, PUNO, 2021
TESISTA: Jose Angel Mamani Laura
PROGRESIVA : CALICATA Nº 01
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION
PROFUND. : 0.00 - 3.00m (M-1)
TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORAT.
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.
FECHA : 04/06/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 1632 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : Grs
2"	50.000						Grava : 0.00 %
1 1/2"	37.500						Arena : 59.99 %
1"	25.000						Fino : 40.01 %
3/4"	19.000				100.00		W natural : 28.40 %
1/2"	12.500				100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		LL : 47.01 %
No.10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LP : 32.70 %
No.20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00		IP : 14.32 %
No.40	0.425	8.00	0.49	0.49	99.51		
No.100	0.150	291.00	17.83	18.32	81.68		CLASIFICACION
No.200	0.075	690.00	41.67	59.99	40.01		SUCS : SC
<No.200		653.00	40.01	100.0			AASHTO : -

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO SRL.
 Ingeniería y Construcción
 ALFREDO ALARCON A.
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: 01732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES CON EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL, JULIACA, SAN ROMÁN, PUNO, 2021
 TESISISTA: Jose Angel Mamani Laura

PROGRESIVA : CALICATA Nº 01

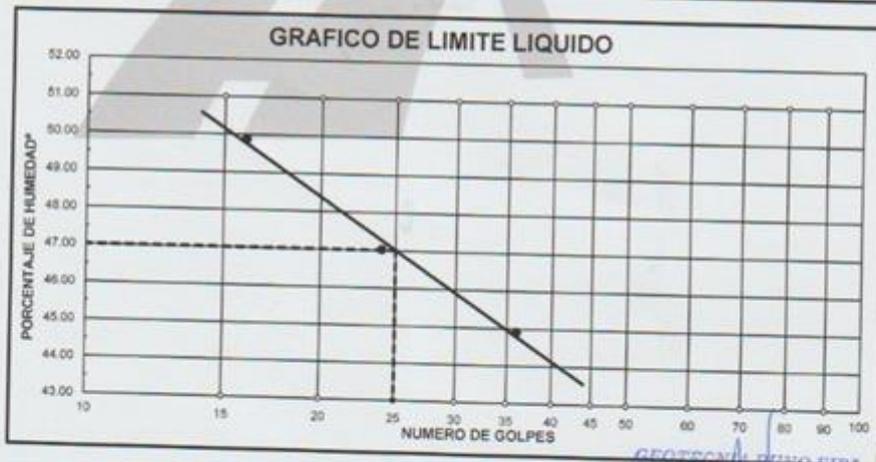
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUND. : 0.00 - 3.00m (M-1)

TECN. RESP.: PERSONAL LABORAT.
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
FECHA : 04/06/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	No. DE GOLFES	24	30	33T	45T
01. No. DE GOLFES	36	24	16		
02. TARRO No.	15	24	30		
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	23.15	24.35	28.89	23.62
04. SUELO SECO * TARRO	g	19.45	20.16	23.05	18.93
05. PESO DEL AGUA	g	3.70	4.19	5.84	4.89
06. PESO DEL TARRO	g	11.21	11.25	11.34	4.58
07. PESO DEL SUELO SECO	g	8.24	8.91	11.71	14.35
08. HUMEDAD	%	44.90	47.03	49.87	32.68
				32.68	32.71
L.L.=	47.01 %	L.P.=	32.70 %	I.P.=	14.32 %



GEOTECNIA PUNO SRL
 Ingesta de Peritos, Ingenieros y Arquitectos

ALFREDO ALARCON ATANJACHI
 INGENIERO CIVIL
 R.º Nº. 10.110

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES CON EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL, JULIACA, SAN ROMÁN, PUNO, 2021
 TESISISTA: Jose Angel Mamani Laura

PROGRESIVA : CALICATA N° 01
 MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION
 PROFUNDIDAD : 0.50-3.00 m
 FECHA : 04/06/21

Estado de la muestra : Inalterada
 Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5
 Clasificación SUCS : SC

ESPECIMEN 01 0.50 kg/cm²				ESPECIMEN 02 1.00 kg/cm²				ESPECIMEN 03 2.00 kg/cm²			
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	7.00	0.981	0.050	0.10	8.00	1.122	0.057	0.10	25.00	3.505	0.179
0.20	9.00	1.292	0.064	0.20	14.00	1.963	0.100	0.20	35.00	4.907	0.250
0.30	12.00	1.652	0.086	0.30	20.00	2.804	0.143	0.30	46.00	6.578	0.335
0.40	14.00	1.983	0.100	0.40	23.00	3.225	0.164	0.40	52.00	7.436	0.379
0.60	17.00	2.383	0.121	0.60	30.00	4.206	0.214	0.60	61.00	8.723	0.444
0.80	19.00	2.694	0.136	0.80	37.00	5.291	0.269	0.80	67.00	9.581	0.488
1.00	21.00	2.944	0.150	1.00	43.00	6.149	0.313	1.00	71.00	10.260	0.523
1.25	24.00	3.365	0.171	1.25	46.00	6.578	0.335	1.25	77.00	11.127	0.567
1.50	28.00	3.926	0.200	1.50	51.00	7.293	0.371	1.50	82.00	11.849	0.603
1.75	30.00	4.206	0.214	1.75	53.00	7.579	0.386	1.75	87.00	12.572	0.640
2.00	33.00	4.627	0.236	2.00	56.00	8.008	0.408	2.00	90.00	13.005	0.662
2.25	32.00	4.486	0.228	2.25	54.00	7.722	0.393	2.25	89.00	12.861	0.655
2.50	30.00	4.206	0.214	2.50	50.00	7.436	0.379	2.50	87.00	12.572	0.640
2.75	28.00	3.926	0.200	2.75	51.00	7.293	0.371	2.75	85.00	12.283	0.626
3.00	27.00	3.785	0.193	3.00	50.00	7.150	0.364	3.00	84.00	12.138	0.616
3.50	25.00	3.505	0.179	3.50	48.00	6.864	0.350	3.50	82.00	11.849	0.603
4.00	24.00	3.365	0.171	4.00	46.00	6.578	0.335	4.00	80.00	11.580	0.589
4.50	23.00	3.225	0.164	4.50	44.00	6.292	0.320	4.50	78.00	11.271	0.574
5.00	22.00	3.084	0.157	5.00	42.00	6.006	0.306	5.00	75.00	10.838	0.552
5.50	21.00	2.944	0.150	5.50	40.00	5.720	0.291	5.50	73.00	10.549	0.537
6.00	20.00	2.804	0.143	6.00	37.00	5.291	0.269	6.00	71.00	10.260	0.523
6.50	18.00	2.524	0.129	6.50	34.00	4.787	0.243	6.50	70.00	10.115	0.515

GEOTECNIA PUNO SRL.
 Especialidad: Mecánica de Suelos y Construcción

ALFREDO ALVARADO ATAHUACHI
 INGENIERO DE CIVIL
 Reg. N.º 17132

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES CON EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL, JULIACA, SAN ROMÁN, PUNO, 2021
TESISTA: Jose Angel Mamani Laura

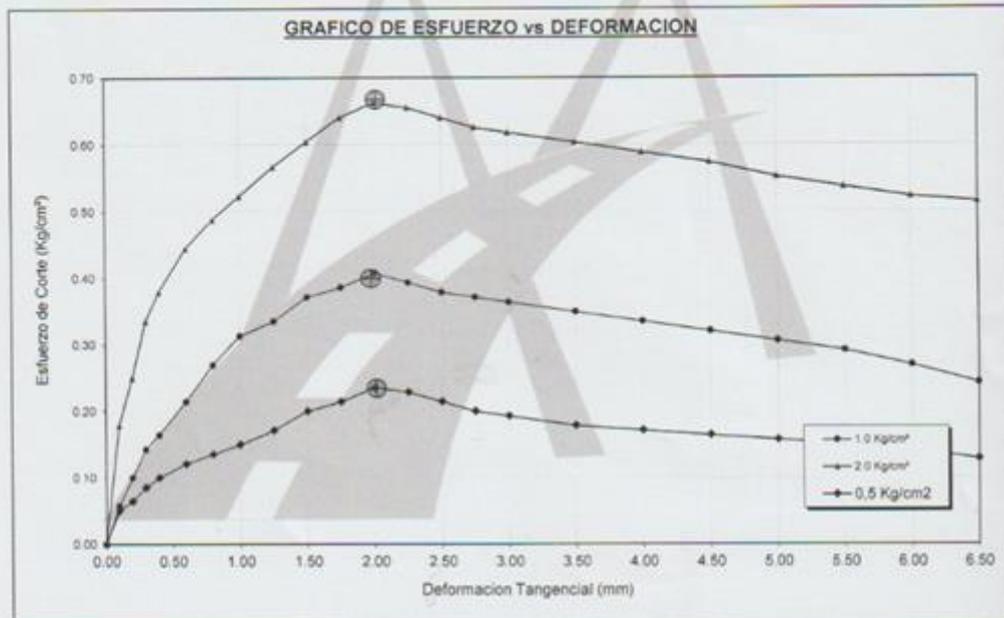
PROGRESIVA : CALICATA N° 01

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDIDAD : 0.50-3.00 m

FECHA : 04/06/21

Estado de la muestra : Inalterada
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5
Clasificación SUCS : SC



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Suelos, Pavimentos, Puentes y Construcción

ALFREDO ALFONSO ATANUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES
SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL, JULIACA, SAN ROMÁN, PUNO, 2021
TESISTA: Jose Angel Mamani Laura

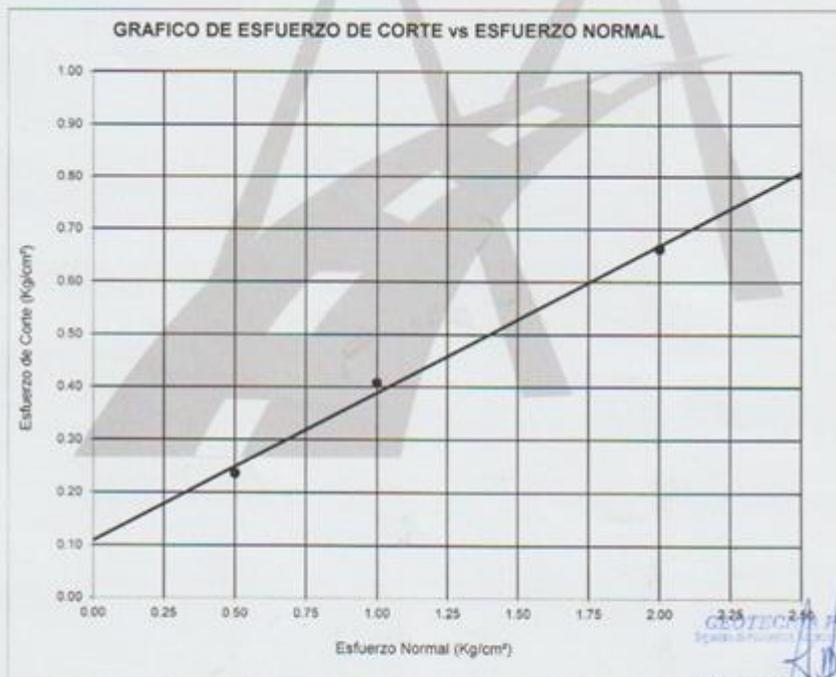
PROGRESIVA : CALICATA N° 01

MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION

PROFUNDIDAD : 0.50-3.00 m

FECHA : 04/06/21

Estado de la muestra : Inalterada
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5
Clasificación SUCS : SC



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Suelos y Pavimentos
CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS 1003
PUNO - PERU
TEL: 051 979 000 744

Especimen	I	II	III
Esfuerzo normal (Kg/cm²)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte (Kg/cm²)	0.2356	0.4078	0.6623
Humedad (%)			
Densidad (Kg/cm³)			

Resultados:	
Angulo de Fricción Interna:	15.65
Cohesión (Kgs/cm²):	0.108

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE. POR NIVEL DE AGUAS FREATICAS

Parámetros e hipótesis de Cálculo para capacidad de carga último, por las modificaciones efectuadas por Terzaghi para la cimentación cuadrada es como sigue:

$$q_u = 0.867cN'_c + qN'_q + 0.4YBN'_y$$

Donde :

c	:	Cohesión
Y	:	Peso específico del suelo
Df	:	Profundidad de desplante
B	:	Ancho de zapata.
N'c, N'q, N'y	:	Factores de capacidad de carga.

Si el nivel freático se localiza encima de la zapata, el factor de sobrecarga efectiva "q" tomará la forma:

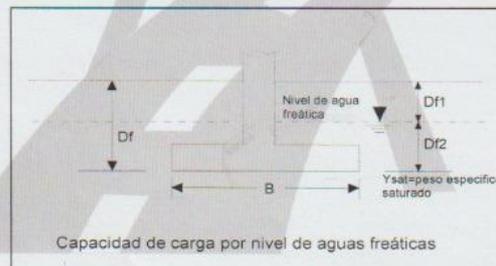
$$q = Df1 \cdot Y + Df2(Y')$$



$$q = Df1 \cdot Y + Df2 (Y_{sat} - Y_w)$$

Donde :

Y _{sat}	:	Peso específico saturado del suelo
Y _w	:	Peso específico del agua



La capacidad de carga admisible del suelo esta dado por :

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde :

q _a	:	capacidad de carga admisible
q _u	:	capacidad de carga última
FS	:	Factor de seguridad.

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALFARÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. Cof. 81722



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



Para el Factor de Seguridad tomaremos los siguientes valores:
Existe las variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.

Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo. Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir un suelo cuando éste está próximo a la carga de rotura por corte.

Por lo expuesto adoptaremos FS = 2.50 establecido para estructuras permanentes.

Para Zapatas Cuadradas:

A partir del ensayo se tiene los siguientes valores:

Cohesión	:	0.108	Kg/cm ²
Ø	:	15.65	°
Df	:	200	cm
B	:	200	cm
Y	:	1.623	g/cm ³
Y _{sat}	:	1.736	g/cm ³
N _c	:	9.9235	
N _q	:	2.854	
N _y	:	0.635	

El nivel freático se encuentra a un nivel de

Cuando el nivel freático se encuentra encima de la zapata, se tiene:

Para Df= 0 cm Df1: 100 cm Df2: -100 cm	Para Df= 110 cm Df1: 100 cm Df2: 10 cm
Para Df= 10 cm Df1: 100 cm Df2: -90 cm	Para Df= 120 cm Df1: 100 cm Df2: 20 cm
Para Df= 20 cm Df1: 100 cm Df2: -80 cm	Para Df= 130 cm Df1: 100 cm Df2: 30 cm
Para Df= 30 cm Df1: 100 cm Df2: -70 cm	Para Df= 140 cm Df1: 100 cm Df2: 40 cm
Para Df= 40 cm Df1: 100 cm Df2: -60 cm	Para Df= 150 cm Df1: 100 cm Df2: 50 cm
Para Df= 50 cm Df1: 100 cm Df2: -50 cm	Para Df= 160 cm Df1: 100 cm Df2: 60 cm
Para Df= 60 cm Df1: 100 cm Df2: -40 cm	Para Df= 170 cm Df1: 100 cm Df2: 70 cm

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Perforación, Geotecnia, Construcción y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.R. 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



Para Df= 100 cm
Df1: 100 cm
Df2: -30 cm

Para Df= 100 cm
Df1: 100 cm
Df2: 80 cm

Para Df= 80 cm
Df1: 100 cm
Df2: -20 cm

Para Df= 190 cm
Df1: 100 cm
Df2: 90 cm

Para Df= 90 cm
Df1: 100 cm
Df2: -10 cm

Para Df= 200 cm
Df1: 100 cm
Df2: 100 cm

Para Df= 100 cm
Df1: 100 cm
Df2: 0 cm

Los valores para cada profundidad tenemos:

PROF. Df (cm)	qu (Kg/cm2)	qa (Kg/cm2)
0	1.27	0.51
10	1.29	0.52
20	1.31	0.52
30	1.33	0.53
40	1.35	0.54
50	1.37	0.55
60	1.39	0.56
70	1.42	0.57
80	1.44	0.57
90	1.46	0.58
100	1.48	0.59
110	1.50	0.60
120	1.52	0.61
130	1.54	0.62
140	1.56	0.62
150	1.58	0.63
160	1.60	0.64
170	1.63	0.65
180	1.65	0.66
190	1.67	0.67
200	1.69	0.68

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Suelos, Pavimentos, Estructuras, Construcción y Construcción

ALFRED ALARCÓN ATANUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

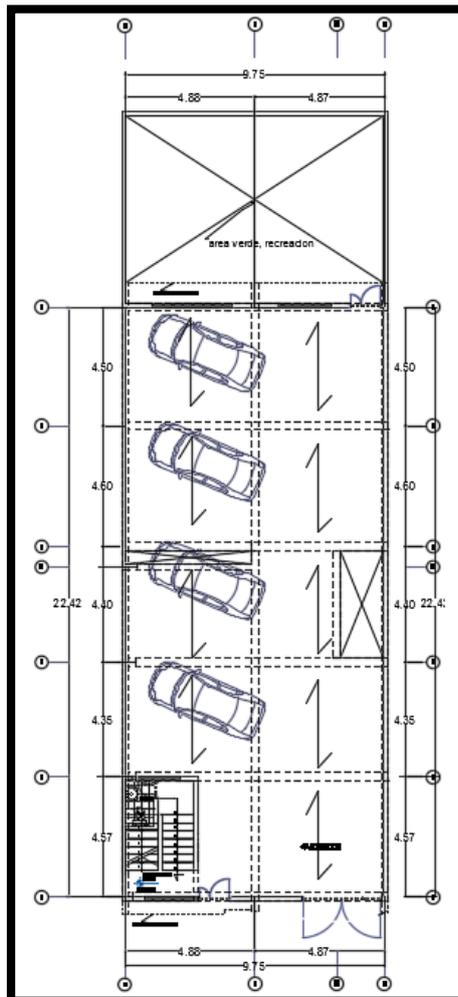
ANEXO 7

Estructuración

Planteamiento estructural

Para realizar la estructuración de la edificación depende de la distribución de la geometría del terreno, debido a ello se analizó los planos de arquitectura donde se tuvo por conveniente utilizar losas aligeradas y estas tendrán la dirección hacia las vigas principales, así mismo se proyectan las vigas principales en la dirección X-X en los y las vigas secundarias en la dirección Y-Y así mismo se consideró escaleras en la edificación.

Figura 36 Configuración estructural del edificio.



Fuente: Elaboracion propia 2021.

ANEXO 8

Predimensionamiento de elementos estructurales

Para el **predimensionamiento de losa aligerada** se consideró la mayor longitud paralela a las vigas secundarias y esta es de 4.60m. Así mismo las vigas principales y estas se ubican en el eje X-X, para determinar la altura de la losa se consideró la siguiente formula.

$$h = \frac{\text{luz libre}}{25}$$

$$h = \frac{4.60}{25}$$

$$h = 0.18 \text{ m}$$

Por lo tanto se considerara un espesor de 0.20m.

Predimensionamiento de viga principal

Se tomó la dimensión mayor entre los apoyos de las columnas en el eje X-X, así mismo estas vigas son las que soportan el peso de la losa donde se distribuyen las cargas vivas y cargas muertas.

$$h = \frac{l}{9 \dots 12} \text{ m}$$

La luz mayor de la viga se encuentra en el eje X-X y tiene una dimensión de 4.88m.

$$h = \frac{4.88}{9} \text{ m}$$

$$h = 0.54 \text{ m}$$

Entonces se considerara un peralte de $h = 0.55\text{m}$.

El ancho de la viga principal se determinara de la siguiente manera:

$$b = \frac{1}{20} \text{ ancho tributario}$$

$$b = \frac{h}{2}$$

$$b = \frac{4.55}{20} \text{ m}$$

$$b = \frac{55}{2}$$

$$b = 0.23 \text{ m}$$

$$b = 0.28 \text{ m}$$

$$b = 0.30 \text{ m}$$

Entonces se trabajara con una sección de viga de 0.30 x 0.55 m.

Predimensionamiento de viga secundaria

Se considera la mayor dimensión entre los apoyos que se encuentra en el eje Y-Y, Donde se tiene una longitud de 4.60

$$h = \frac{4.60}{11} \text{ m}$$

$$h = 0.41 \text{ m}$$

Se considerara un peralte de $h = 0.45 \text{ m}$.

Para el ancho de la viga secundaria

$$b = \frac{1}{20} \text{ ancho tributario}$$

$$b = \frac{h}{2}$$

$$b = \frac{4.87}{20} \text{ m}$$

$$b = \frac{45}{2}$$

$$b = 0.24 \text{ m}$$

$$b = 0.23 \text{ m}$$

Entonces se considerara un peralte de $b = 0.25 \text{ m}$.

Entonces se trabajara con una sección de viga de 0.25 x 0.45 m.

Predimensionamiento de columnas

Para realizar el predimensionamiento de columnas es necesario conocer la resistencia a la comprensión del concreto, el número de pisos, el ara tributaria de cada columna de acuerdo a la ubicación de las columnas de la estructura. Para dimensionar las columnas se empleó las siguiente formulas

- ◆ Para columnas céntricas

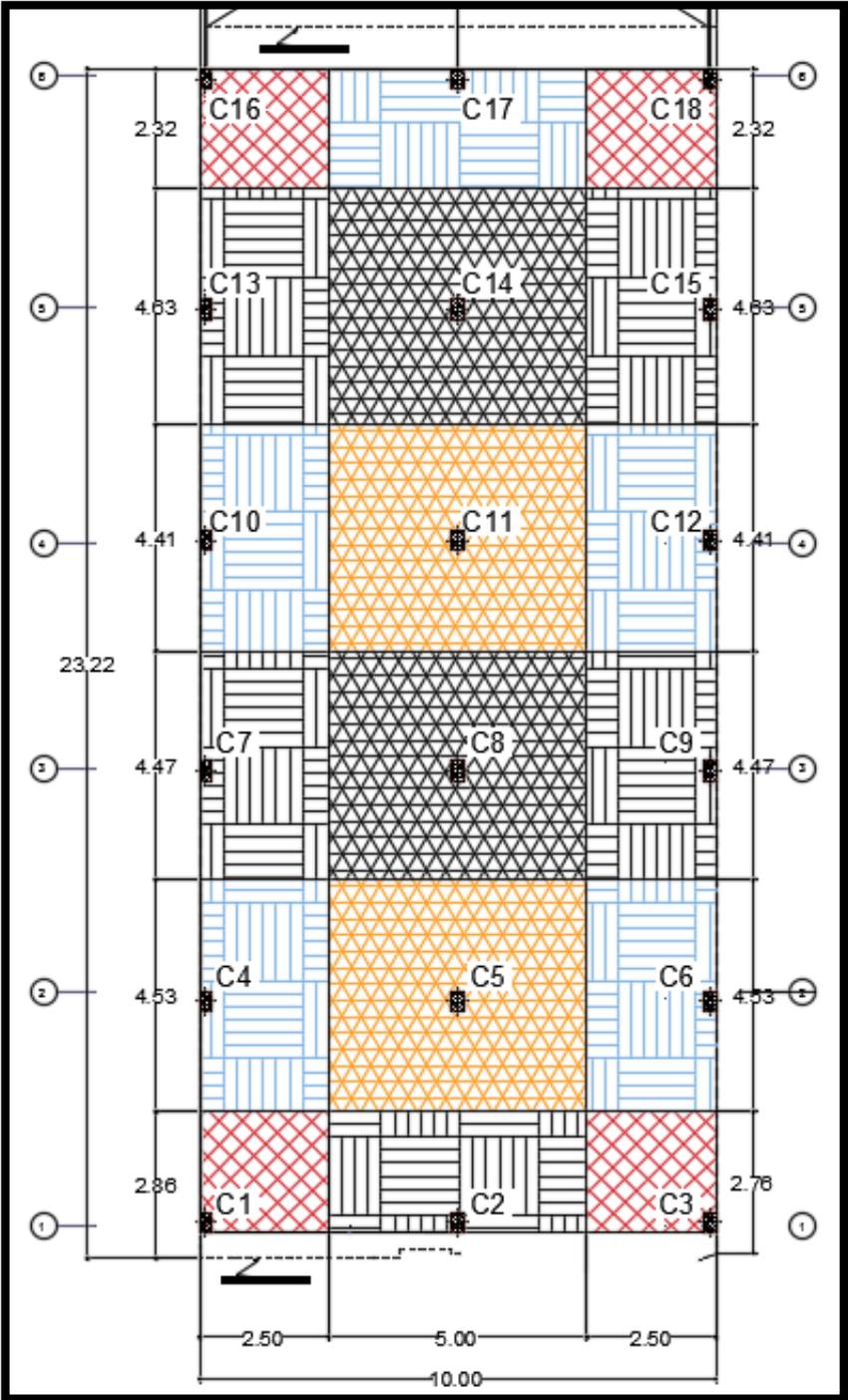
$$area = \frac{P}{0.45 * f'c}$$

- ◆ Para columnas excéntricas y esquinadas

$$area = \frac{P}{0.35 * f'c}$$

Datos para considerar las dimensiones de las columnas, se tendrá el peso por metro cuadrado de 1000kg/m², el número de pisos 5 y la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$.

Figura 37 Plano de distribución de áreas tributarias para columnas.



Fuente: Elaboracion propia 2021.

Se realizó el predimensionamiento de las columnas centrales utilizando las formulas ya antes mencionadas.

Tabla 18 Tabla de predimensionamiento de columnas centrales.

PRESIMENCIONAMIENTO DE COLUMNAS CENTRALES								
Numero de columnas	Área tributaria (m2)			Carga de servicio en el primer piso (tn)	Área de columna necesaria (cm2)	b (cm)	h (cm)	Área colocado (cm2)
	L	B	LXB					
C5	4.53	5	22.65	113.25	1198.41	30	45	1350
C8	4.47	5	22.35	111.75	1182.54	30	45	1350
C11	4.41	5	22.05	110.25	1166.67	30	45	1350
C14	4.63	5	23.15	115.75	1224.87	30	45	1350

Fuente: Elaboracion propia 2021.

Se realizó el predimensionamiento de las columnas excéntricas y esquinadas utilizando las formulas ya antes mencionadas.

Tabla 19 Tabla de predimensionamiento de columnas excéntricas y esquinadas.

PRESIMENCIONAMIENTO DE COLUMNAS EXCENTRICAS Y ESQUINADAS								
Numero de columnas	Área tributaria (m2)			Carga de servicio en el primer piso (tn)	Área de columna necesaria (cm2)	b (cm)	h (cm)	Área colocado (cm2)
	L	B	LXB					
C1	2.86	2.5	7.15	35.75	486.39	25	30	750
C2	2.76	5	13.8	69	938.78	25	40	1000
C3	2.76	2.5	6.9	34.5	469.39	25	30	750
C4	4.53	2.5	11.33	56.63	770.41	25	40	1000
C6	4.53	2.5	11.33	56.63	770.41	25	40	1000
C7	4.47	2.5	11.18	55.88	760.2	25	40	1000
C9	4.47	2.5	11.18	55.88	760.2	25	40	1000
C10	4.41	2.5	11.03	55.13	750	25	40	1000
C12	4.41	2.5	11.03	55.13	750	25	40	1000
C13	4.63	2.5	11.58	57.88	787.41	25	40	1000
C15	4.63	2.5	11.58	57.88	787.41	25	40	1000
C16	2.32	2.5	5.8	29	394.56	25	30	750
C17	2.32	5	11.6	58	789.12	25	40	1000
C18	2.32	2.5	5.8	29	394.56	25	30	750

Fuente: Elaboracion propia 2021.

Para columnas esquinadas tendrá una sección de 25x30cm.

Para columnas céntricas tendrá una sección de 30x45cm.

Para columnas excéntricas tendrá una sección de 25x40cm.

Predimensionamiento de escaleras

Para el predimensionamiento de escaleras, se obtendrá el espesor con la siguiente fórmula.

$$t = \frac{l}{25} \text{ cm}$$

Se tiene una longitud $L = 212 \text{ cm}$

$$t = \frac{342}{25} \text{ cm}$$

$$t = 13.68 \text{ cm}$$

Se trabajara con un espesor de 15cm de escaleras.

ANEXO 9

Análisis Sísmico

El presente análisis se realizó para conocer el comportamiento de la estructura sísmicamente y cumplir con la norma sismorresistente E.030.

Modelo del análisis

Para el análisis del edificio se utilizó el software ROBOT STRUCTURAL, donde sirvió para el realizar el análisis tridimensional de la estructura. A continuación se presentan algunos aspectos importantes con respecto al modelamiento:

Se definió las propiedades de los materiales de la siguiente manera:

Acero:

- Módulo de elasticidad (E) = 2 100 000 kg/m²
- Módulo de Poisson (μ) = 0.3
- Coeficiente de Kirchhoff (G) = $\frac{E}{2(1+\mu)}$

$$G = 8076923.0 \text{ tf/m}^2$$

- Fluencia del acero = 4200 kg/cm²
- Peso específico = 7.85 tf/m³

Concreto

- Módulo de elasticidad (E) = $15000 * \sqrt{F'c} \text{ kg/cm}^2$

$$E=2173706.5 \text{ tf/m}^2$$

- Coeficiente de poisson (μ) = 0.20

- Coeficiente de Kirchhoff (G) = $\frac{E}{2(1+\mu)}$

$$G=905711.04 \text{ tf/m}^2$$

- Peso específico = 2.4 tf/m³
- $F'c$ = 210kg/cm²

Se procedió a subir los datos al programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017 para el respectivo análisis.

Figura 38 Propiedades de materiales de acero.

Definición del material

Acero Hormigón Aluminio Madera Otros

Nombre: Fy=4.2tn/cm2 Descripción: ACERO GRADO 60

Elasticidad

módulo de Young, E: 21000000. (tf/m²)

coeficiente de Poisson, v: 0.3

coeficiente de Kirchoff, G: 8076923.0 (tf/m²)

Resistencia

Característico: 42000.00 (tf/m²)

reducción para el cortante: 1.5

límite de tracción: 46000.00 (tf/m²)

Peso específico (densidad): 7.85 (tf/m³)

Dilatación térmica: 0.000012 (1/°C)

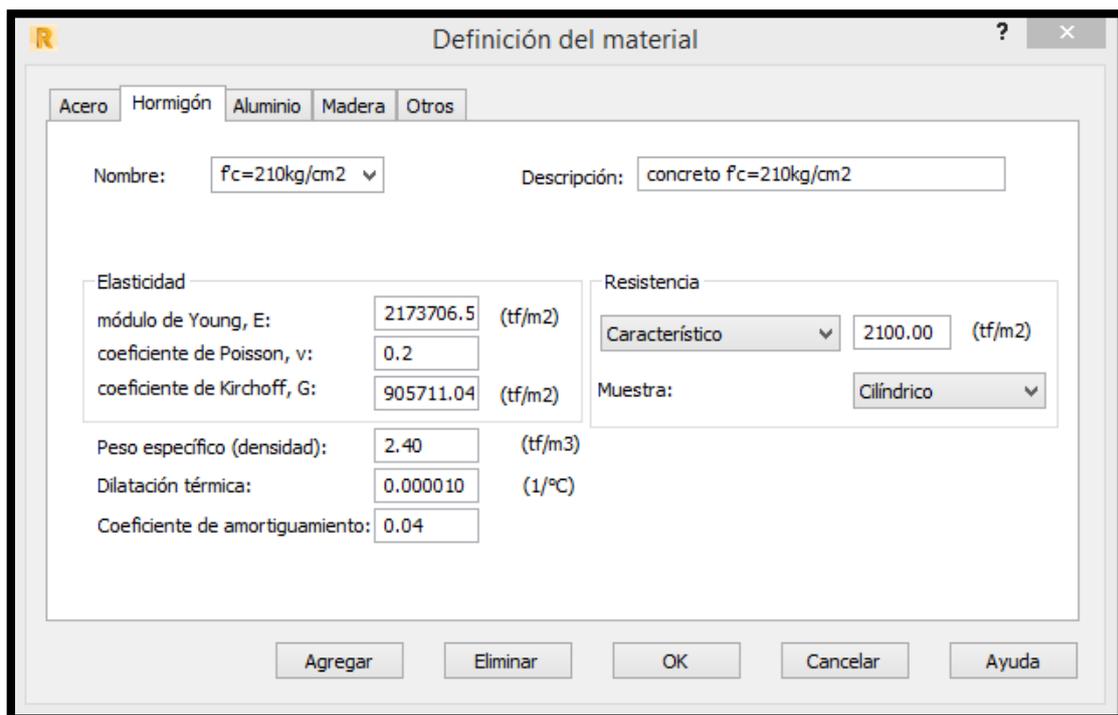
Coeficiente de: 0.04

Tratamiento térmico

Agregar Eliminar OK Cancelar Ayuda

Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

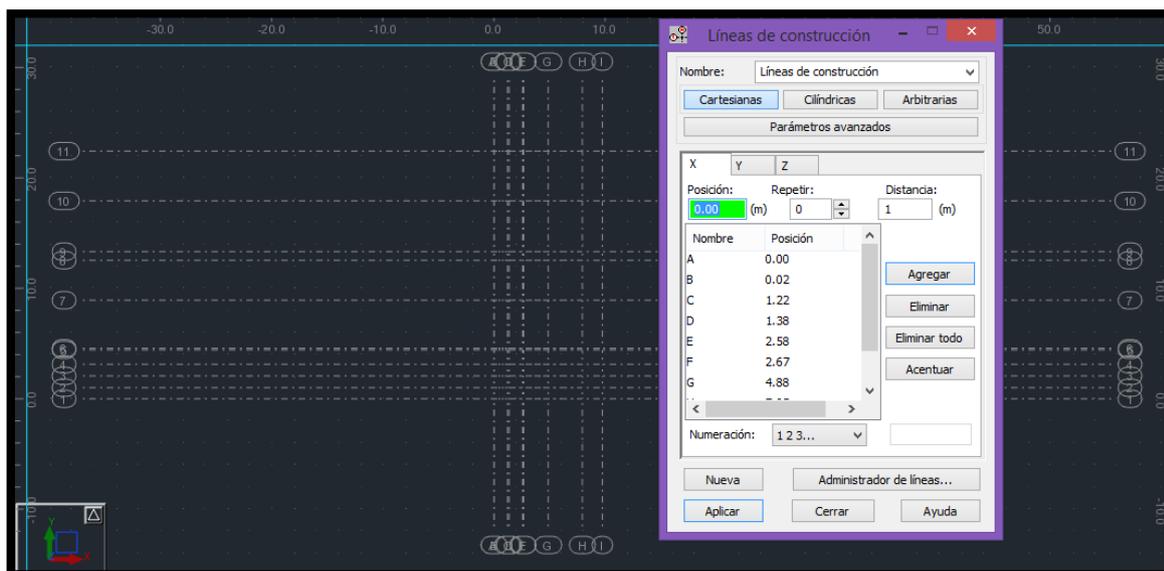
Figura 39 Propiedades de materiales de concreto.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

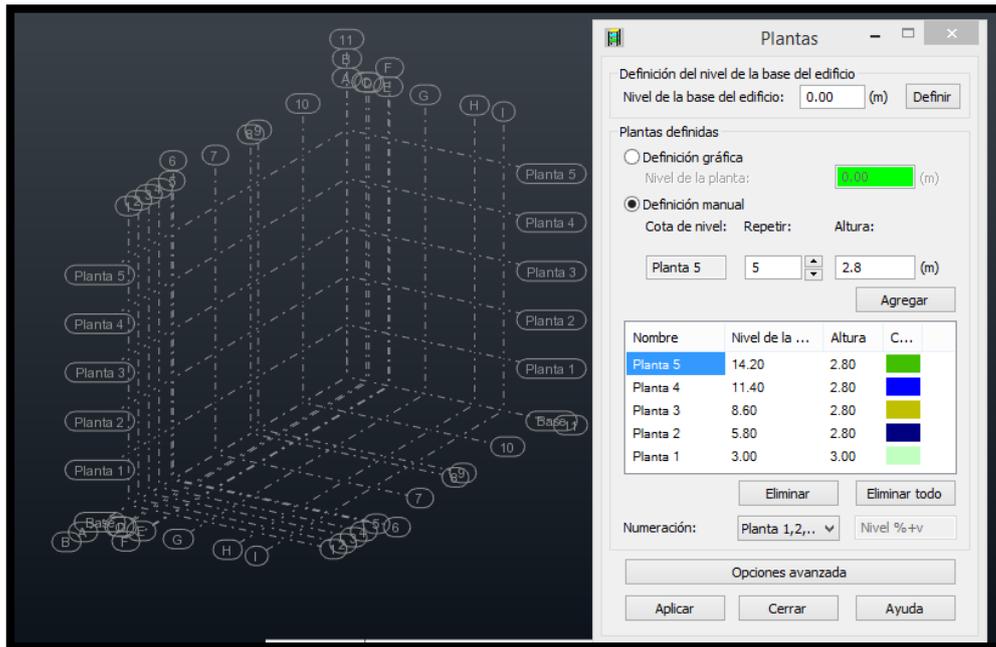
Una vez colocado los datos al programa se procede a definir las grillas de acuerdo a la estructuración.

Figura 40 Líneas de construcción.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

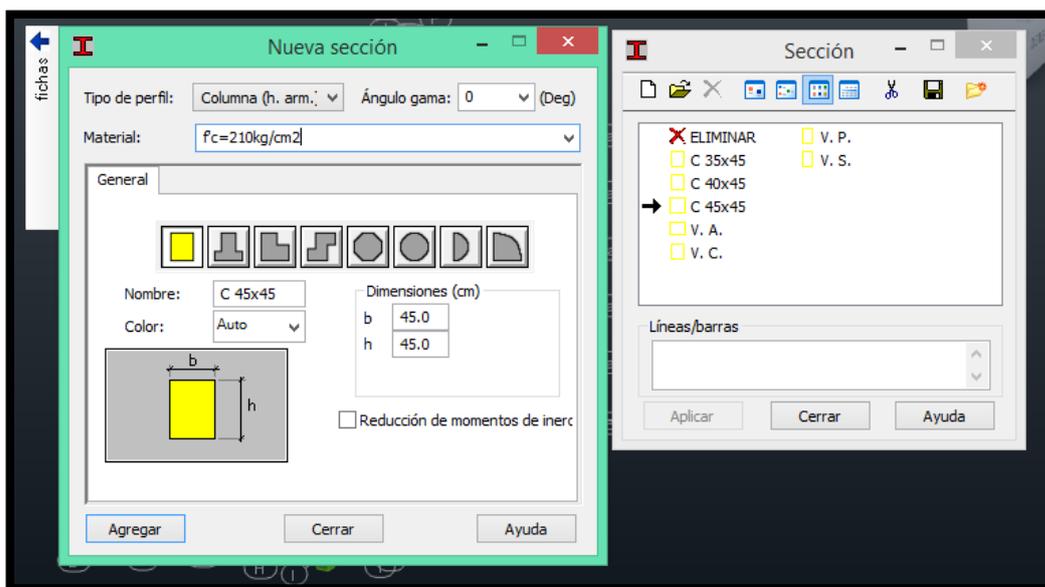
Figura 41 Plantas de la estructura.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Se procedió a insertar las dimensiones de las columnas al programa, anteriormente predimensionadas las cuales fueron de 45X45, 35X45 Y 40X45.

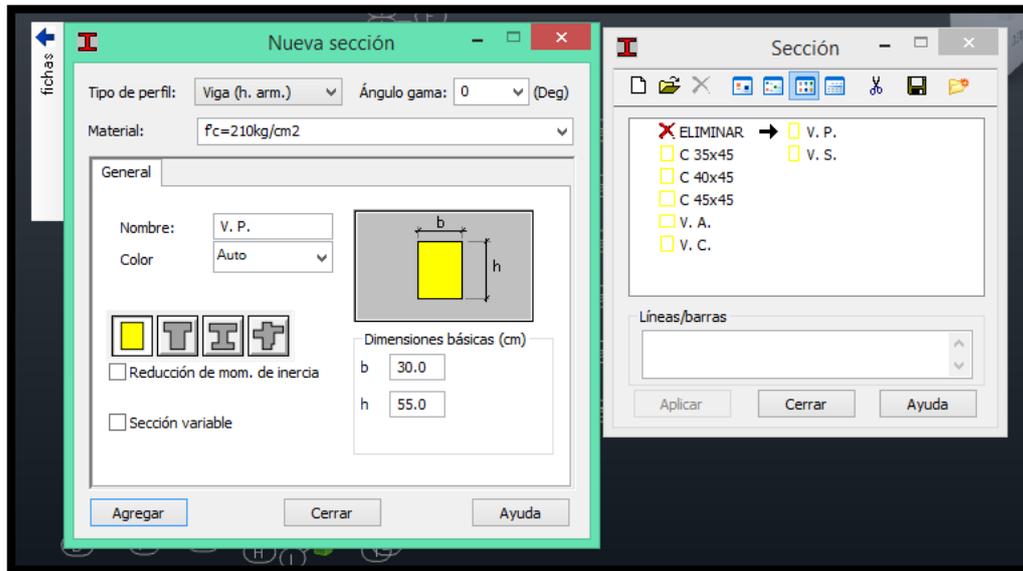
Figura 42 Secciones de columnas



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

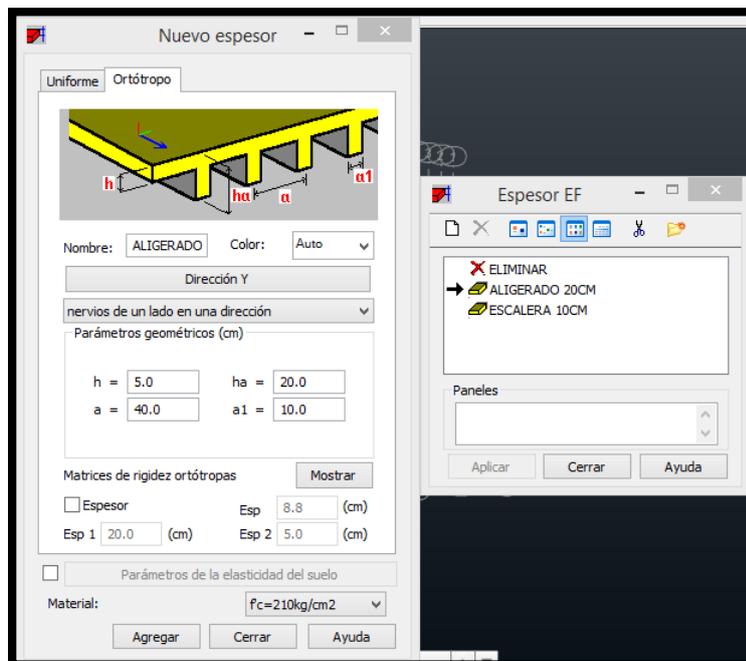
Se insertaron las dimensiones de las vigas al programa, anteriormente predimensionadas las cuales fueron: Vigas principales de 30X55, vigas secundarias 25X45.

Figura 43 Secciones de vigas



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

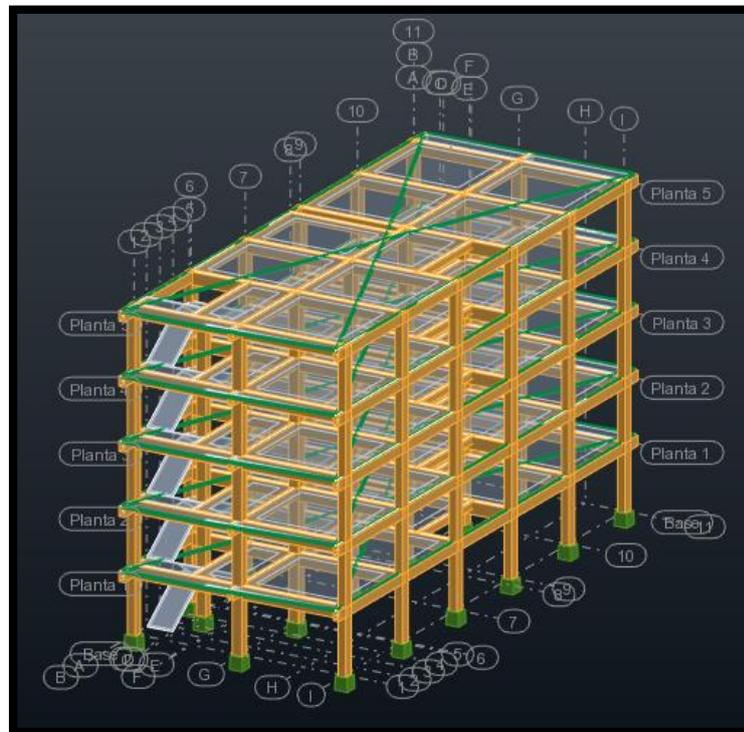
Figura 44 Dimensiones para losa aligerada y escaleras.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Ya insertados las dimensiones de las columnas, vigas, losas y escaleras se procedió a realizar el modelo de la estructura.

Figura 45 Modelo de la estructura 3D



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Ya obtenido el modelo de la estructura se procedió a insertar las cargas sobre la edificación las cuales se detallan a continuación: Carga muerta, Carga viva, Carga muerta en azotea, carga viva en azotea, carga viva en escaleras, carga muerta en escaleras, cargas muerta en muros.

Los valores de las cargas se consideraron de la siguiente manera:

Tabla 20 Valores de cargas distribuidas.

DESCRIPCION	CANTIDAD POR M2	CARGA MUERTA Kg/m2	CARGA VIVA kg/m2	CARGA VIVA AZOTEA kg/cm2	PESO kg
Peso de acabados		100			
Peso tab. Móvil		120			
peso de ladrillo de techo 30x30x15	8.33				8.5
Sobre carga			200		
sobre carga azotea				100	

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones E. 020.

Tabla 21 Valores de cargas aplicadas al programa.

CARGAS PARA APLICAR AL PROGRAMA	cargas por Kg/m ²	cargas por ton/m ²	
CARGA MUERTA C.M	290.81	0.29	Ton/m ²
SOBRE CARGA C.V	200	0.2	Ton/m ²
SOBRE CARGA AZOTEA C.V.A	100	0.1	Ton/m ²
CARGA MUERTA AZOTEA C.M.A	170.805	0.17	Ton/m ²
CARGA MUERTA C.M (escaleras)	100	0.1	Ton/m ³
SOBRE CARGA C.V (escaleras)	200	0.2	Ton/m ⁴

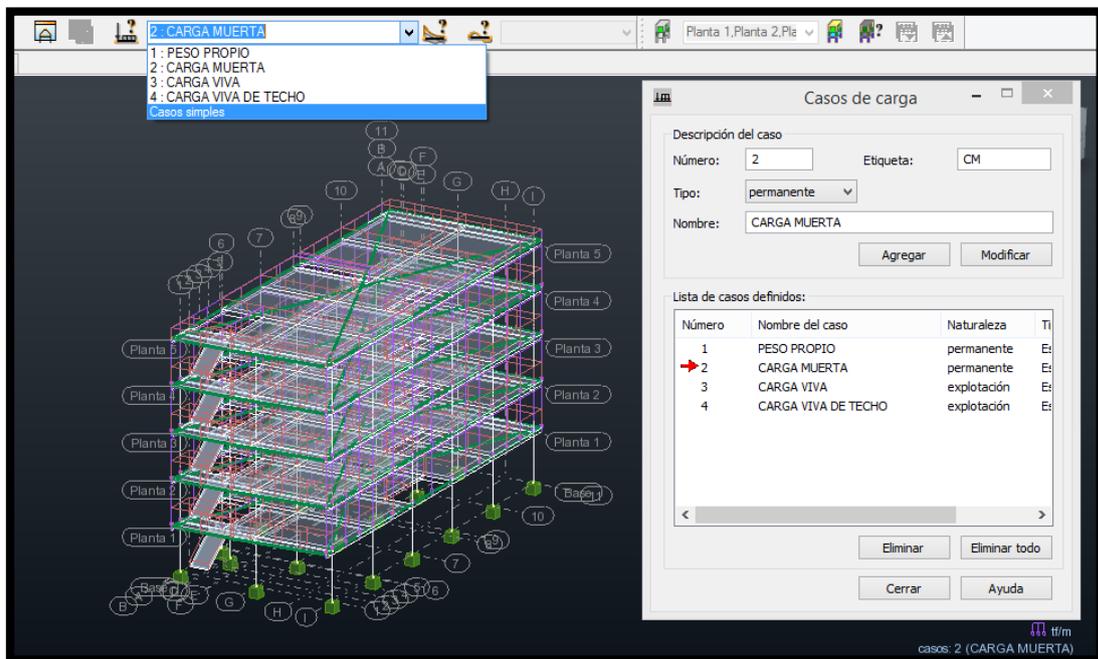
Fuente: Elaboración propia 2021.

Tabla 22 Valores de cargas en muros.

alturas de muros	espesor (m)	altura (m)	P.e. muro (tn/m ³)	P. muro tn/m
para h=2.8m	0.13	2.8	1.9	0.69
para h=0.9 m	0.13	0.9	1.9	0.22

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones E. 020

Figura 46 Cargas asignadas al programa.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Análisis estático

Fuerza cortante en la base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z.U.C.S.}{R} \cdot P$$

Factor de zona (Z)

La estructura se ubicará en Juliaca, por lo tanto se tendrá lo siguiente:

Tabla 23 Factor de zona

FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z
	3	0.35

Fuente: reglamento nacional de edificaciones E 030.

Factor de suelo (s)

Se considerara un tipo de suelo s2

Tabla 24 Factor de suelo "S"

FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	Tp	Tl
	S2	Suelos Intermedios	1.15	0.6	2

Fuente: reglamento nacional de edificaciones E 030.

Factor de uso (U)

El presente proyecto se encuentra dentro de las edificaciones comunes entonces tenemos:

Tabla 25 Factor de uso "U"

FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U
	"C" edificaciones comunes	1

Fuente: reglamento nacional de edificaciones E 030.

Factor de amplificación sísmica "C"

Según la Norma E.030, se considerara C=2.5

Coefficiente básico de reducción. “R”

Debido a la presencia de columnas se consideró como pórticos de concreto armado por lo que $R_0 = 8$, luego este valor se verifica.

Entonces se tiene lo siguiente:

$$V_{x,y} = \frac{0.35 * 1 * 2.5 * 1.5}{8} \cdot P$$

$$V_x = 0.12578 * P$$

$$V_y = 0.12578 * P$$

Así mismo según el reglamento nacional de edificaciones E 030 nos indica que el valor de C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

$$\frac{2.5}{8} \geq 0.11$$

$$0.3125 \geq 0.11 \text{ Cumple lo indicado en la norma}$$

Para el cálculo en el programa el peso se consideró un 100% de la carga muerta y para la carga viva de acuerdo a norma se consideró el 25% del total.

Cabe resaltar que el peso no se puede modificar en el programa, debido a ello se modificara el valor $(Z.U.C.S)/R$ multiplicándolo por el 25% para la carga viva, de acuerdo a lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones E 030.

Entonces se considera de la siguiente manera:

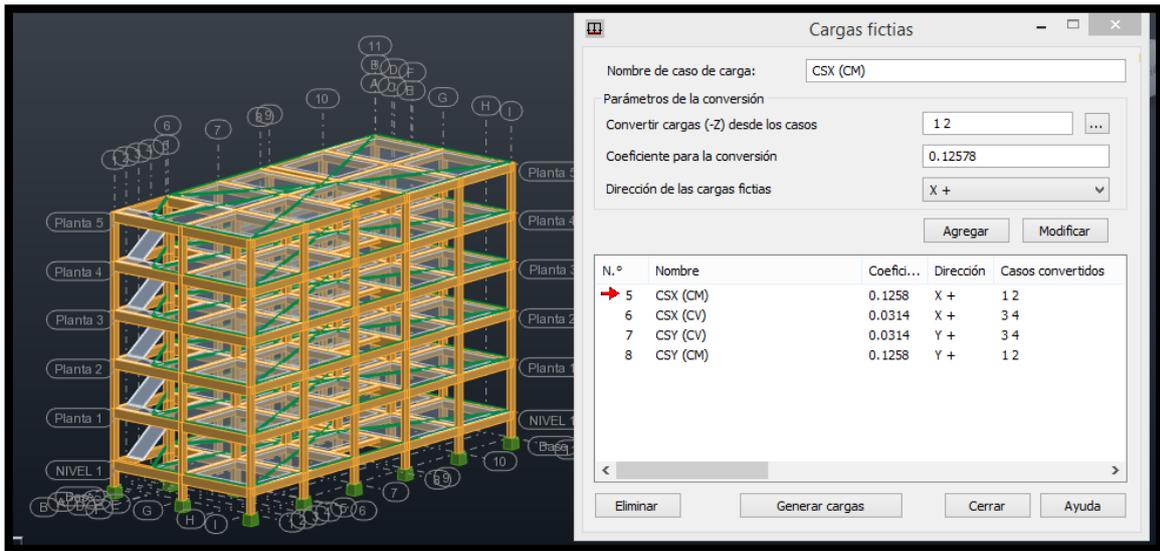
Para carga muerta:

$$V_{x,y} = 0.12578 * P$$

Para carga viva:

$$V_{x,y} = 0.03145 * P$$

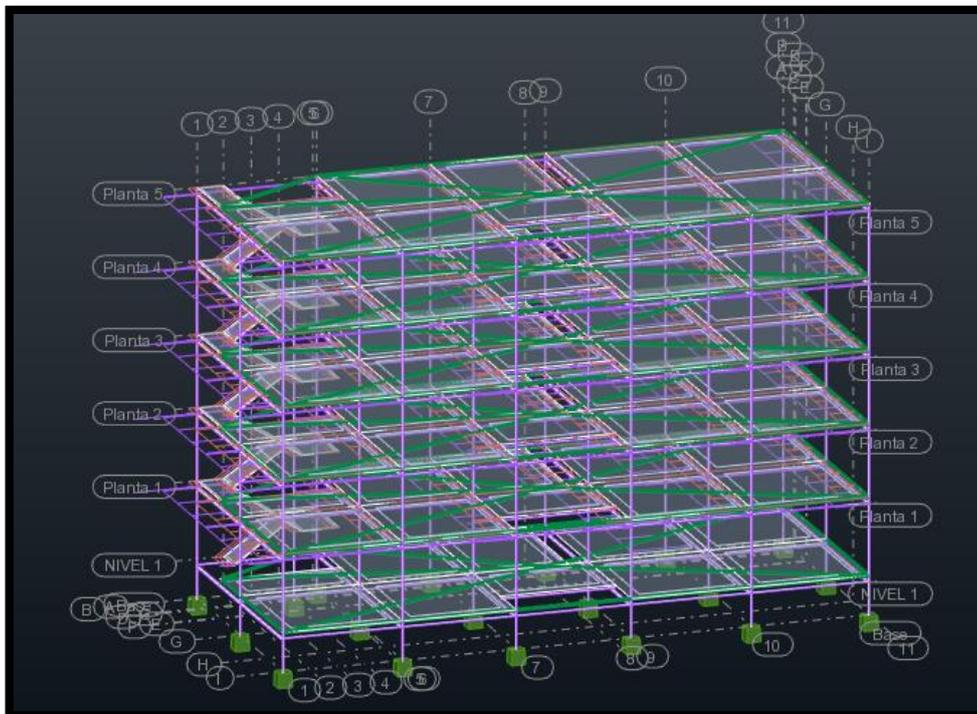
Figura 47 Edición de del valor (Z.U.C.S)/R al programa



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

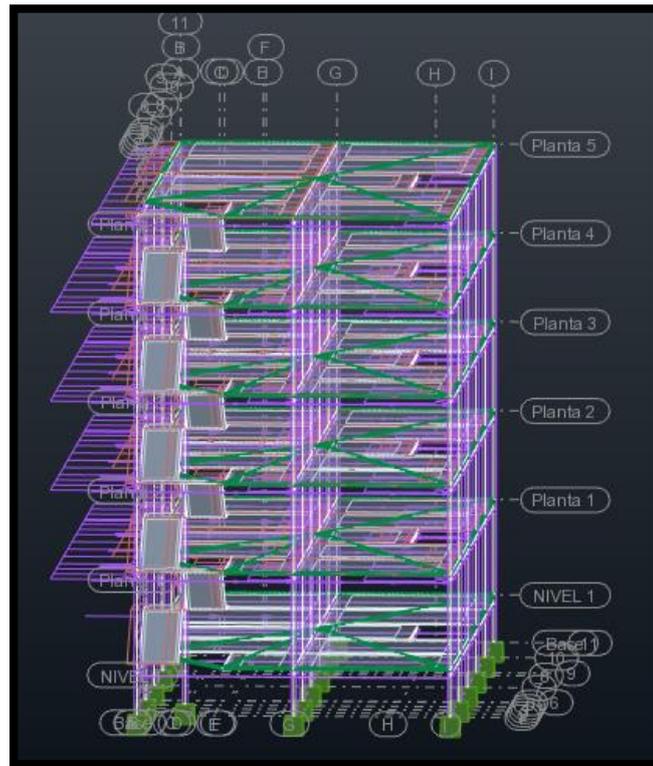
Se procede a calcular el programa, se obtendrán los siguientes resultados.

Figura 48 Sismo estático en Y.



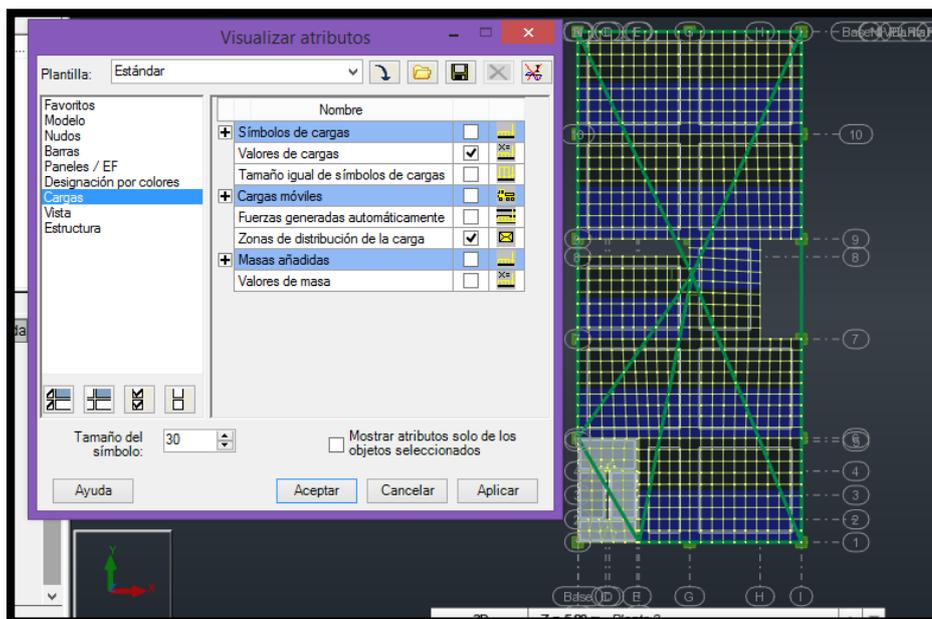
Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Figura 49 Sismo estático en X.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Figura 50 Distribución de cargas correctamente.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Se procede a verificar la fuerza Cortante en la base en la dirección “X” y “Y”

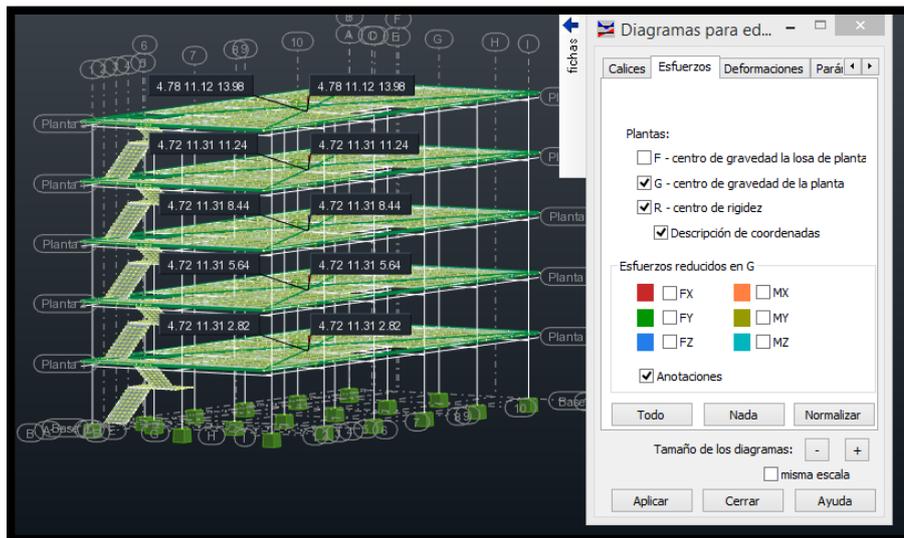
Tabla 26 Cortante basal estático en las direcciones “X” y “Y”

NIVEL	Fx (tn)	Fy (tn)
5	20.92	20.92
4	51.21	51.21
3	81.53	81.53
2	111.85	111.85
1	143.94	143.94

Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Así mismo se obtuvo del programa el centro de gravedad de la planta y el centro de rigidez, se puede apreciar que tienen los mismos valores.

Figura 51 Centro de la gravedad de la planta y centro de rigidez.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Análisis dinámico

Aceleración espectral

La norma establece que para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudoaceleraciones definido por:

Valores T vs Sa del espectro de diseño.

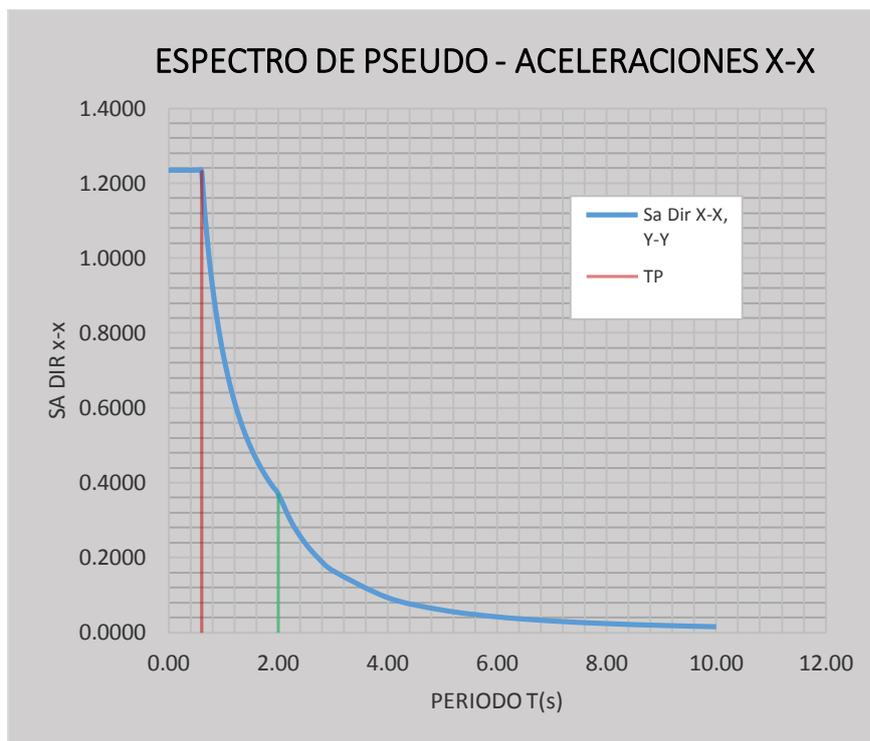
$$Sa = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Tabla 27 Valores de T vs S_a en X-X y en Y-Y. Del espectro de diseño

T	Sa Dir X-X, Y-Y	Sa Dir Y-Y
0	1.2339	1.2339
0.02	1.2339	1.2339
0.04	1.2339	1.2339
0.06	1.2339	1.2339
0.08	1.2339	1.2339
0.1	1.2339	1.2339
0.12	1.2339	1.2339
0.14	1.2339	1.2339
0.16	1.2339	1.2339
0.18	1.2339	1.2339
0.2	1.2339	1.2339
0.25	1.2339	1.2339
0.3	1.2339	1.2339
0.35	1.2339	1.2339
0.4	1.2339	1.2339
0.45	1.2339	1.2339
0.5	1.2339	1.2339
0.55	1.2339	1.2339
0.6	1.2339	1.2339
0.65	1.139	1.139
0.7	1.0576	1.0576
0.75	0.9871	0.9871
0.8	0.9254	0.9254
0.85	0.871	0.871
0.9	0.8226	0.8226
0.95	0.7793	0.7793
1	0.7403	0.7403
1.1	0.673	0.673
1.2	0.617	0.617
1.3	0.5695	0.5695
1.4	0.5288	0.5288
1.5	0.4936	0.4936
1.6	0.4627	0.4627
1.7	0.4355	0.4355
1.8	0.4113	0.4113
1.9	0.3897	0.3897
2	0.3702	0.3702
2.25	0.2925	0.2925
2.5	0.2369	0.2369
2.75	0.1958	0.1958
3	0.1645	0.1645
4	0.0925	0.0925
5	0.0592	0.0592
6	0.0411	0.0411
7	0.0302	0.0302
8	0.0231	0.0231
9	0.0183	0.0183
10	0.0148	0.0148

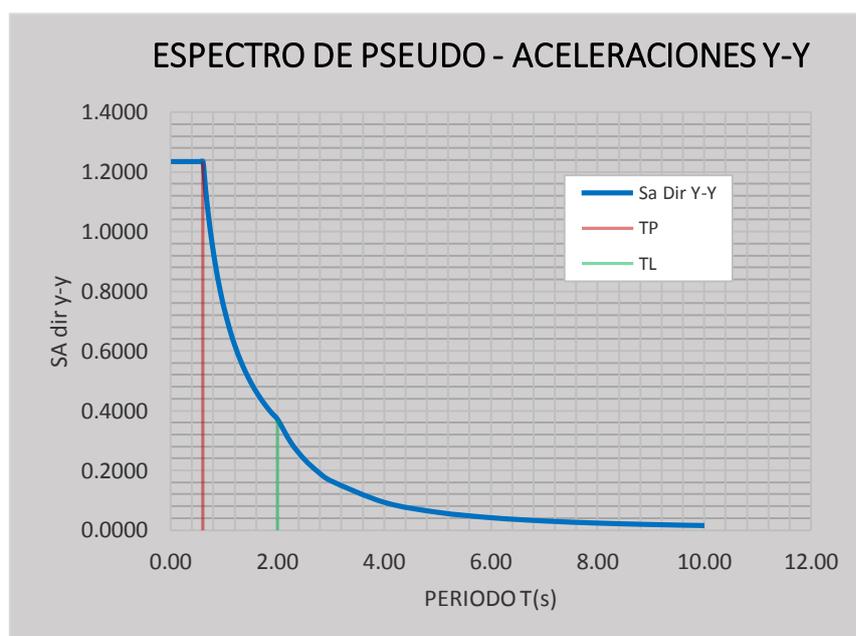
Fuente: Elaboración propia 2021.

Tabla 28 Espectro de pseudo-aceleraciones X-X.



Fuente: Elaboración propia 2021.

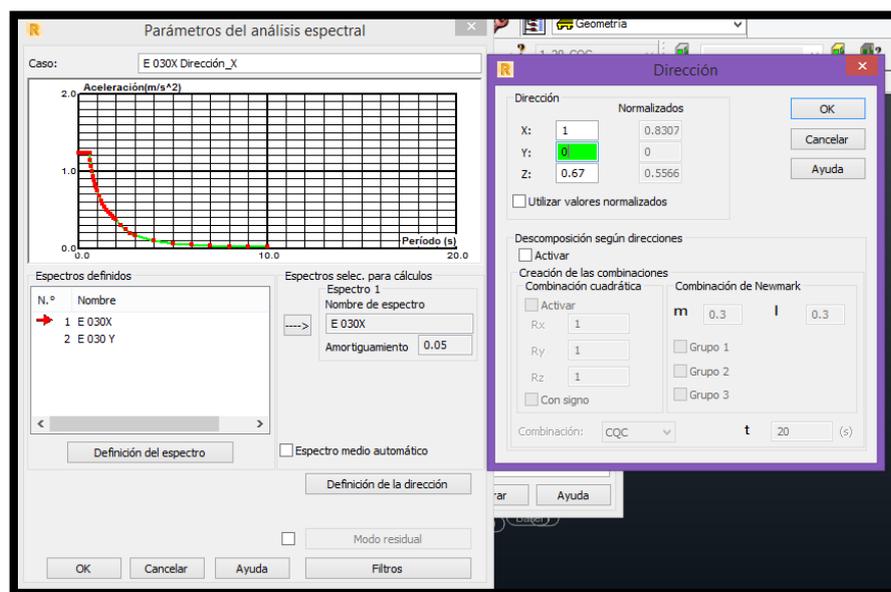
Tabla 29 Espectro de pseudo-aceleraciones Y-Y.



Fuente: Elaboración propia 2021.

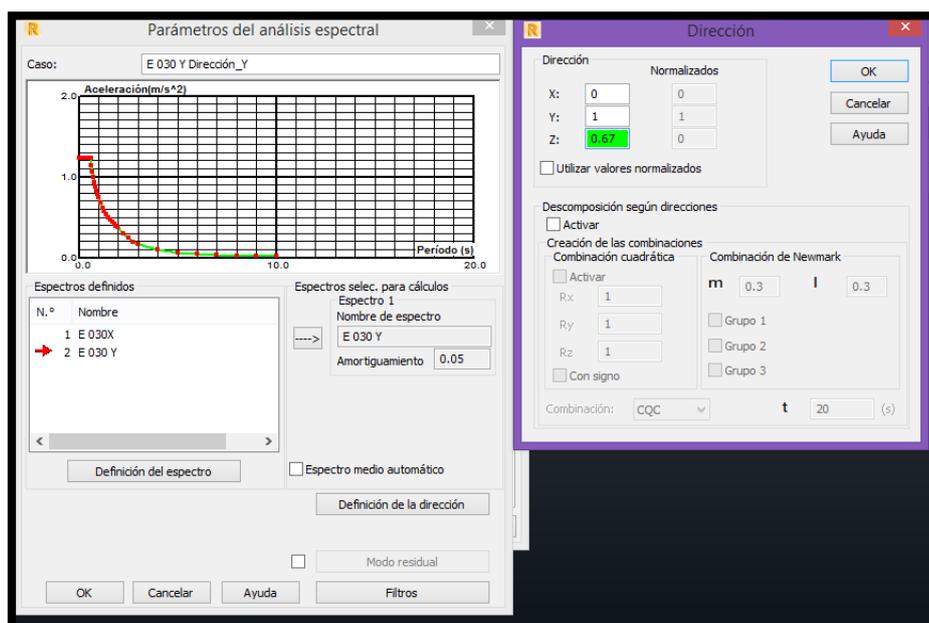
Se procedió a subir los datos del espectro pseudo-aceleraciones al programa tanto en X y en Y, en donde para el espectro en X se consideró en la dirección $x=1$, en la dirección $y=0$ y en la dirección $y=2/3$, así mismo para el espectro Y en la se dirección $x=0$, en la dirección $y=1$ y en la dirección $y=2/3$.

Figura 52 Espectro en X.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

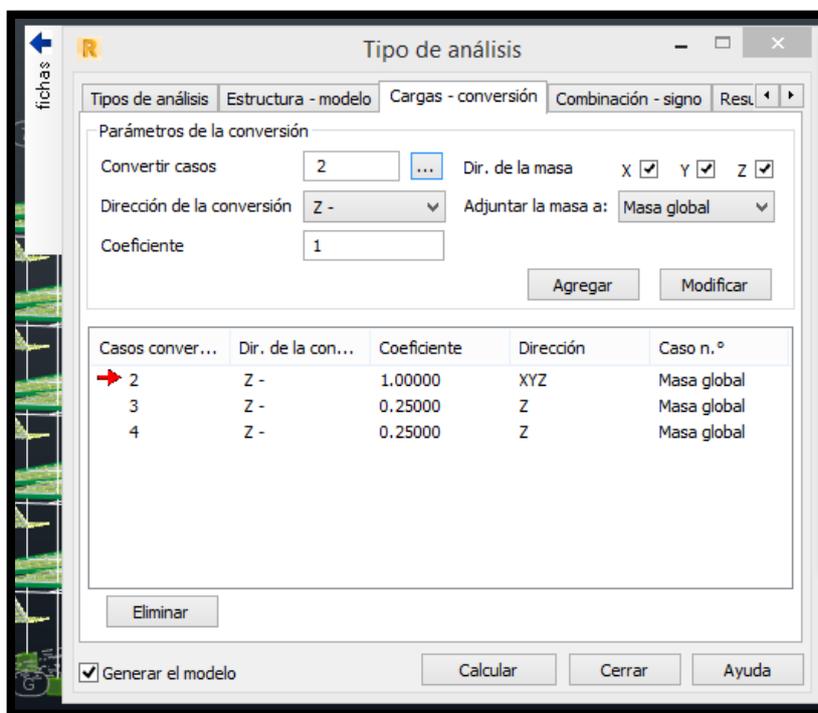
Figura 53 Espectro en Y.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Así mismo se procedió a subir las cargas en el software donde nos indica en el RNE-E030, el 100% de la carga muerta más el 25% de la carga viva.

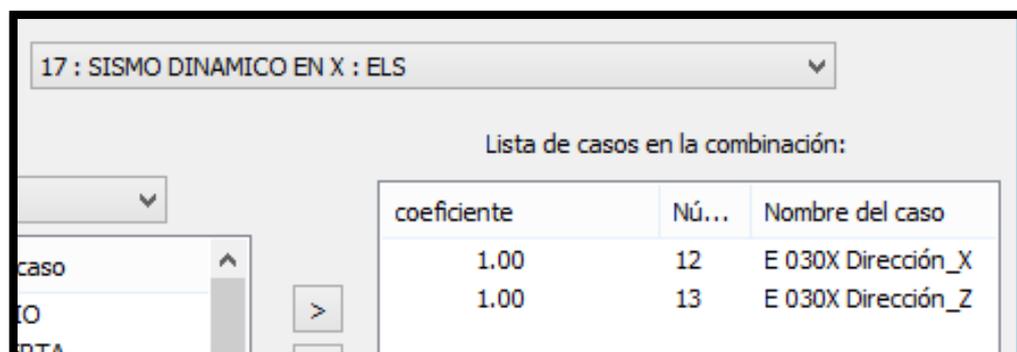
Figura 54 Cargas – conversión.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Ya obtenido la conversión de cargas se procede a la combinación de estas para determinar los sismos dinámicos en X y Y, en función a los espectros en X (xz) y Y (yz), en el software.

Figura 55 (Cargas – combinación) de cargas para sismo dinámico en X



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Figura 56 (Cargas – combinación) de cargas para sismo dinámico en Y



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Para determinar los límites de la distorsión (deriva) se consideró lo establecido en el RNE-E030 que para estructuras regulares debe ser 0.75 R, para ello se asignó lo siguiente en el software.

Para desplazamiento en dirección X = $0.75 \cdot R \cdot \text{sismo dinámico en X}$.

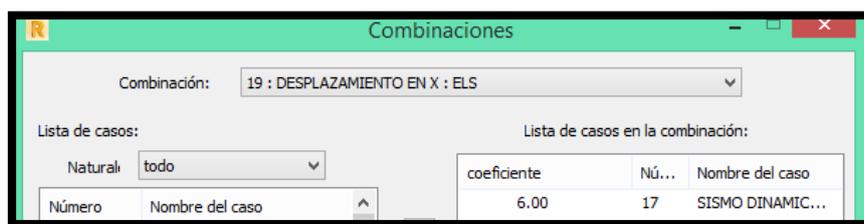
Para desplazamiento en dirección Y = $0.75 \cdot R \cdot \text{sismo dinámico en Y}$.

Como se tiene un sistema estructural de pórticos tanto en X y Y se tiene que $R=8$, entonces se debe considerar en el programa lo siguiente:

Para desplazamiento en dirección X = $0.6 \cdot \text{sismo dinámico en X}$.

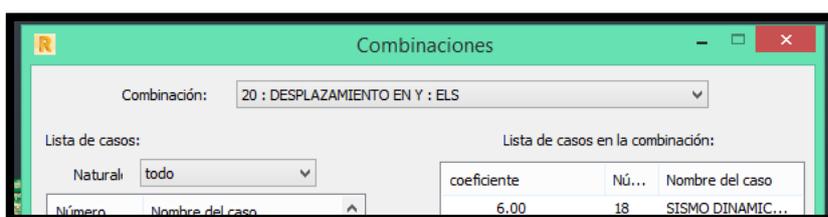
Para desplazamiento en dirección Y = $0.6 \cdot \text{sismo dinámico en Y}$.

Figura 57 Combinación de desplazamiento en dirección X.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Figura 58 Combinación de desplazamiento en dirección Y.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Una vez proporcionados todos los datos al software se realizó el cálculo donde se verifico la fuerza cortante mínima donde se escaló en la dirección X, mas no en la dirección Y, de acuerdo en lo establecido en la RNE E030.

Desplazamiento lateral

En relación a la NTE E.030 los desplazamientos que se obtuvo del análisis dinámico se multiplicaron por 0.75 R, por ser una estructura regular con el fin de obtener los máximos desplazamientos del edificio, estos valores no deberán superar la deriva máxima de 0.007 para concreto armado establecida en la norma, en las siguientes tablas se muestran todas las derivas obtenidas del programa:

Tabla 30 Desplazamiento en dirección X-X para el cálculo de deriva.

DESPLAZAMIENTO X-X				
PISO	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO (DERIVA-C.M)	DESP SEGÚN RNE	
	m	m	C °A m (D/Hi)	
5	2.8	0.00172	0.007	OK
4	2.8	0.0033	0.007	OK
3	2.8	0.00468	0.007	OK
2	2.8	0.00569	0.007	OK
1	3	0.00597	0.007	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 Desplazamiento en dirección Y-Y para el cálculo de deriva.

DESPLAZAMIENTO Y-Y				
PISO	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO (DERIVA-C.M)	DESP SEGÚN RNE	
	m	m	C °A m (D/Hi)	
5	2.8	0.00164	0.007	OK
4	2.8	0.00345	0.007	OK
3	2.8	0.00499	0.007	OK
2	2.8	0.00609	0.007	OK
1	3	0.00571	0.007	OK

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32 Irregularidad de masas

IRREGULARIDAD DE MASAS			
PISO	PESO KG	> 1.5	VERFCACON
PISO 1	246420.29		
PISO 2	244619.14	0.99	OK
PISO 3	244619.14	1	OK
PISO 4	244619.14	1	OK
PISO 5	180207.34	0.74	OK

Fuente: Elaboración propia.

Para el cumplimiento de derivas se incrementó las dimensiones de las columnas y vigas teniendo las siguientes dimensiones.

Columna Tipo 1. = 45 x 50 cm

Columna Tipo 2 = 40 x 45 cm

Columna Tipo 3 = 45 x 45 cm

Viga Principal = 30 x 60 cm

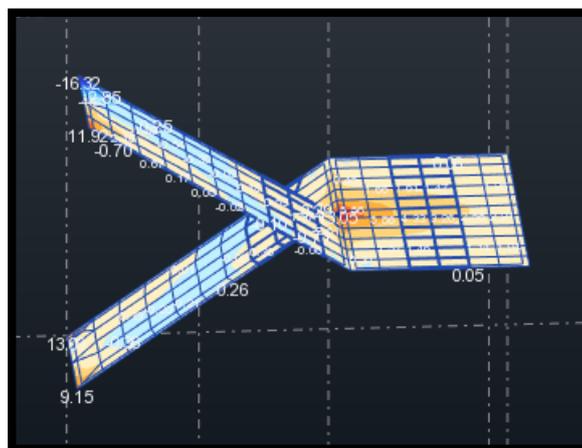
Viga secundaria = 30 x 45 cm

Diseño de elementos estructurales

Diseño de escaleras

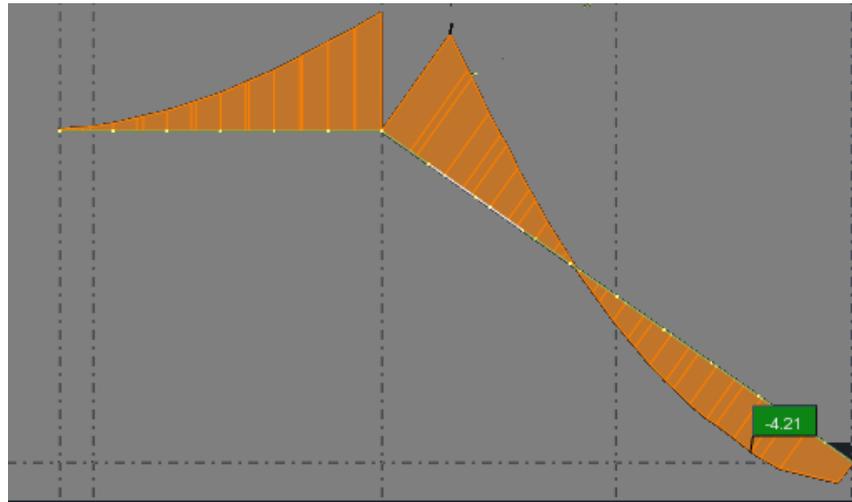
Para diseñar la escalera se tendrá que separar el tramo para poder ser diseñada.

Figura 59 Tramo de escalera para diseño.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

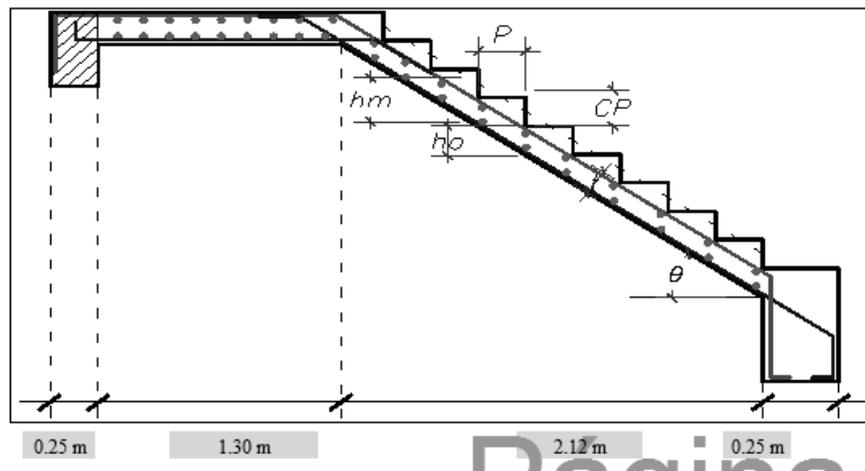
Figura 60 Diagrama de momento flector de la escalera.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Entonces se trabajara con un momento de 4.21tn/m obtenidas del software.

Figura 61 Dimensiones de escaleras para diseño.



Fuente: Elaboración propia.

Diseño de acero

Datos para el diseño de acero positivo:

$$M_u = 4210 \text{ kg/m}$$

$$\phi = 0.90$$

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

$$R = 3.00 \text{ cm}$$

$$D = 12.00 \text{ cm}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 120.00 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{\phi * Fy(d - \frac{a}{2})}$$

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

Tabla 33 Iteración de área de acero para escaleras.

AS	a
	2.4
10.31	2.02
10.14	1.99
10.12	1.98
10.12	1.98
10.12	1.98
10.12	1.98

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene un área de acero requerido de $Ac+=10.12\text{cm}^2$

Entonces se usara 8 varillas de acero de $\Phi = 1/2$ “donde tiene $Ac = 10.32\text{cm}^2$

Para determinar el acero mínimo:

$$As \text{ min} = (14/Fy)*b*d$$

$$As \text{ min} = 5.20 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto usar 8 $\Phi 1/2 @ 15\text{cm}$.

Datos para el diseño de acero negativo:

$$As-=5.06\text{cm}^2$$

$$As \text{ min} = 5.20 \text{ cm}^2$$

Entonces se trabajara con el $As \text{ min} = 5.20 \text{ cm}^2$

Entonces se usara 4 varillas de acero de $\Phi = 1/2$ “donde tiene $As = 5.16\text{cm}^2$

Por lo tanto usar 4 $\Phi 1/2 @ 30\text{cm}$.

Datos para el As por temperatura:

As temp. = $0.0018 \times b \times d$, donde b se consideró a 1m

As temp. = 2.34 cm²

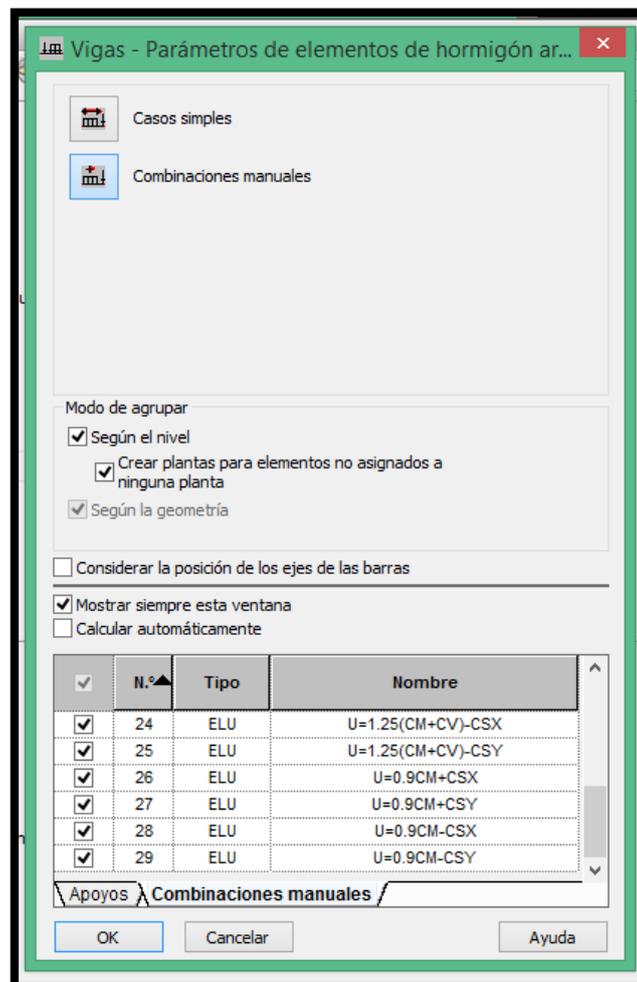
Entonces se usara 3 varillas de acero de $\Phi = 3/8$ "donde tiene As = 2.16cm²

Por lo tanto usar 3 $\Phi 3/8 @ 30$ cm.

Diseño de viga principal

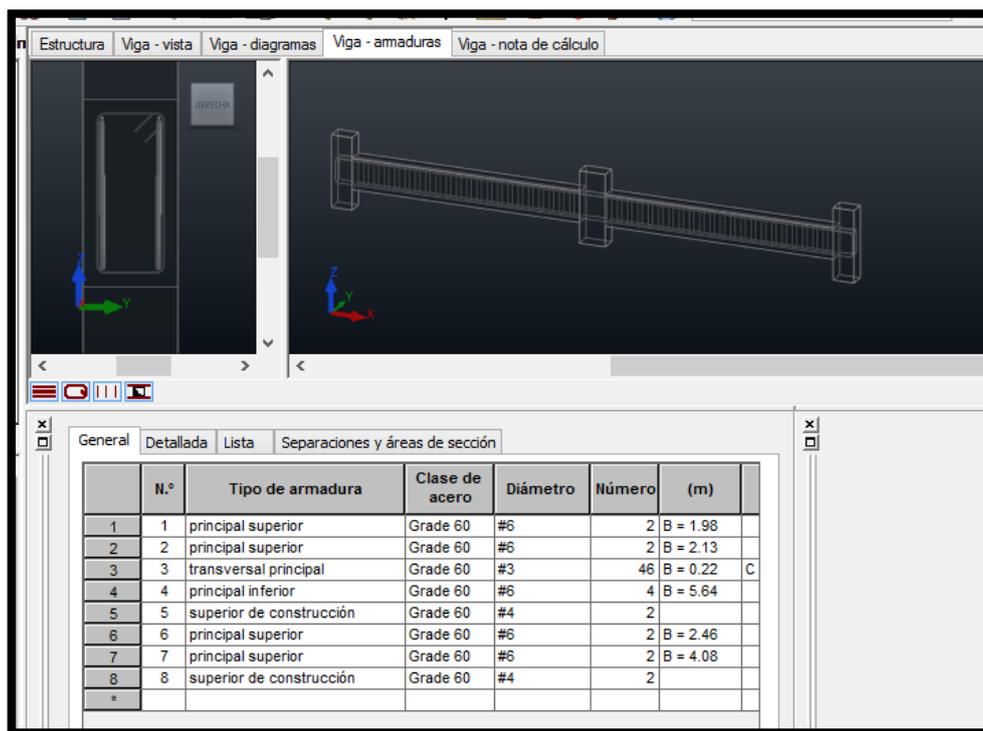
En el diseño de vigas se realizara por el software para ello se seleccionó la viga más crítica y se consideró todas las combinaciones de cargas para realizar el diseño con la mayor carga.

Figura 62 Parámetros para diseño de vigas



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

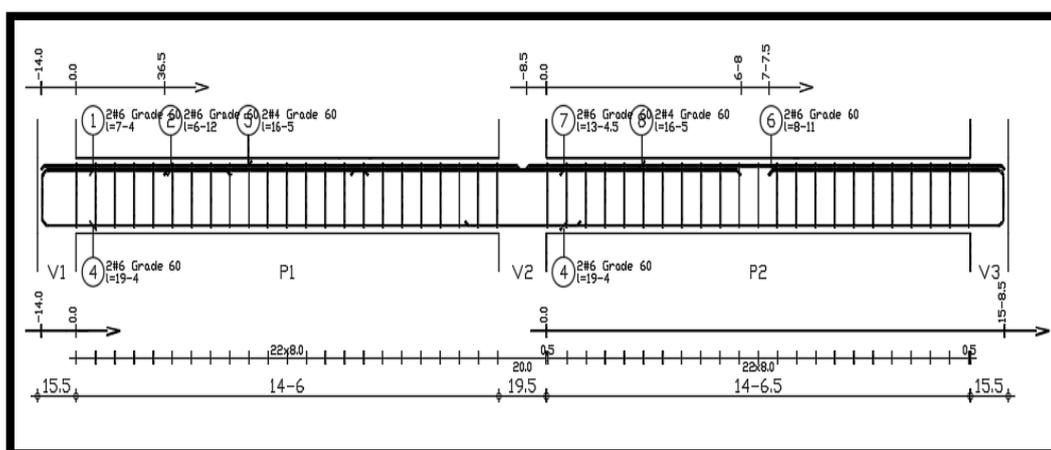
Figura 63 Diseño de viga principal con el software.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

El programa realizó los cálculos de acero de la viga los cuales se detallan a continuación,

Figura 64 Diseño de acero viga principal 30x60cm con el software.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

La cantidad de varillas de acero calculadas por el software se muestra a continuación:

Armaduras inferiores (Grade 60)

$$2 \quad \#6 \quad l = 5.90$$

Armaduras de montaje (encima) (Grade 60)

$$2 \quad \#4 \quad l = 5.0$$

Tramo (Grade 60)

$$2 \quad \#6 \quad l = 2.24$$

$$2 \quad \#6 \quad l = 2.13$$

Armaduras transversales (Grade 60)

$$\text{Estribos} \quad 23 \quad \#3$$

Se realizará la verificación por el cálculo de cuantías.

Cuantía balanceada

$$\rho_{Bal} = B1 * 0.85 * \frac{f'c}{fy} * \left(\frac{6000}{6000 + fy} \right)$$

Cuantía máximas

$$\rho_{\max \text{ zona sismica}} = 0.50 * \rho_{Bal}$$

$$\rho_{\max \text{ zona normal}} = 0.75 * \rho_{Bal}$$

Cuantía real

$$\rho = As/bd$$

Cuantía mínima

$$\rho_{min} = 14/F'y$$

Para acero positivo se tiene un área de acero de:

$$As+ = 5.68 \text{ cm}^2$$

Cuantía balanceada

$$\rho_{Bal} = 0.0213$$

$$As_{Bal} = 0.0213 * 30 * 55$$

Cuantía máximas $A_{sBal} = 35.145 \text{ cm}^2$

$$\rho_{\text{max zona sismica}} = 0.0107$$

$$A_{s\text{max}} = 0.0107 * 30 * 55$$

$$A_{s\text{max}} = 17.66 \text{ cm}^2$$

Cuantía

$$\rho = 5.68 / 30 * 55$$

$$\rho = 0.00344$$

Cuantía mínima

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

$$\rho_{\text{max}} > \rho > \rho_{\text{mín.}}$$

$$0.0107 > 0.00344 > 0.0033$$

Cumple con las cuantías requeridas pero es muy poca la diferencia con la cuantía mínima por ello se modificara el acero + de la viga principal.

Armaduras inferiores (Grade 60)

3 #6

Armaduras de montaje (encima) (Grade 60)

2 #4

Intermedio (Grade 60)

2 #4

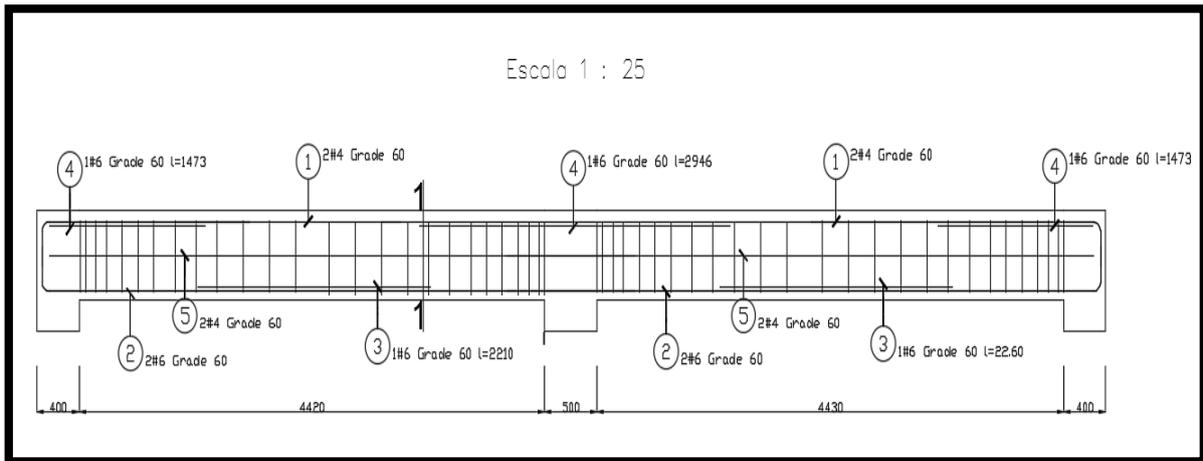
Refuerzo + y - (Grade 60)

2 #6

Armaduras transversales (Grade 60)

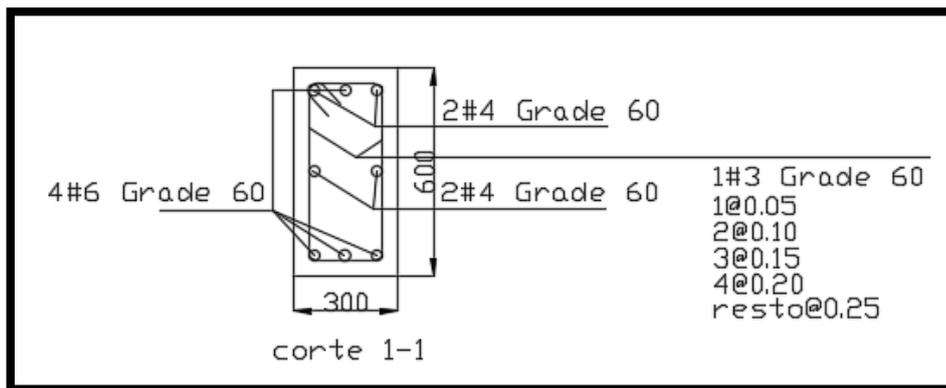
Estribos #3

Figura 65 Diseño de viga principal.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Figura 66 Sección diseño de viga principal.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

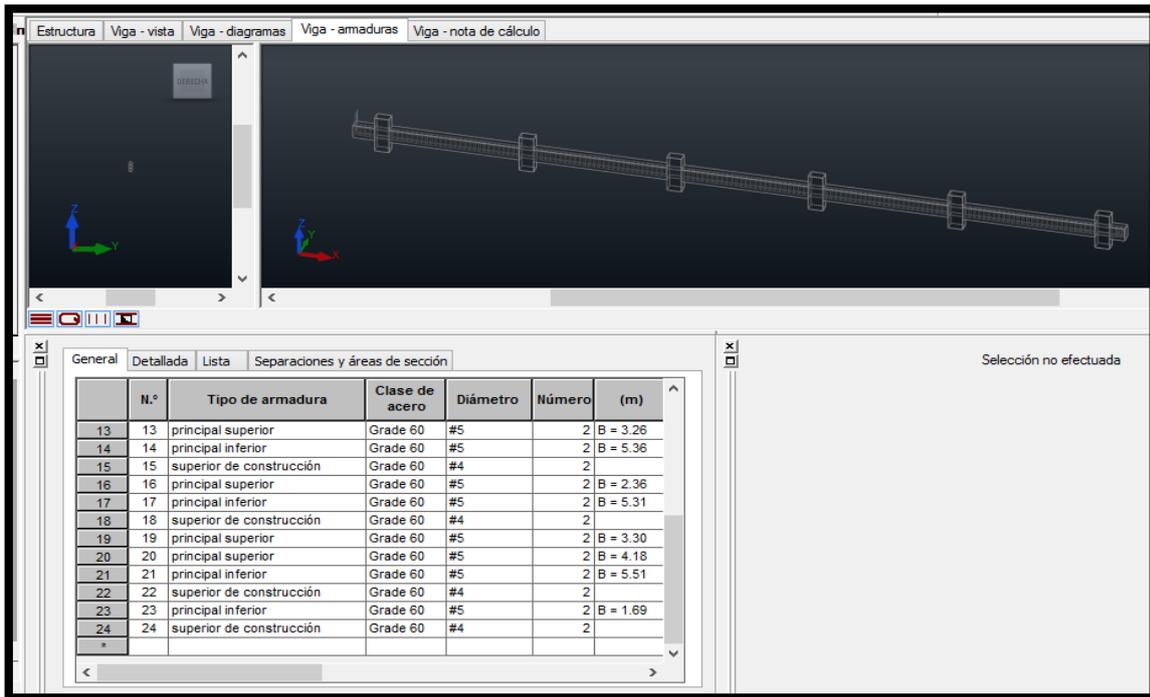
$$\rho_{max} > \rho > \rho_{min}$$

$$0.0107 > 0.00516 > 0.0033$$

Diseño de viga secundaria

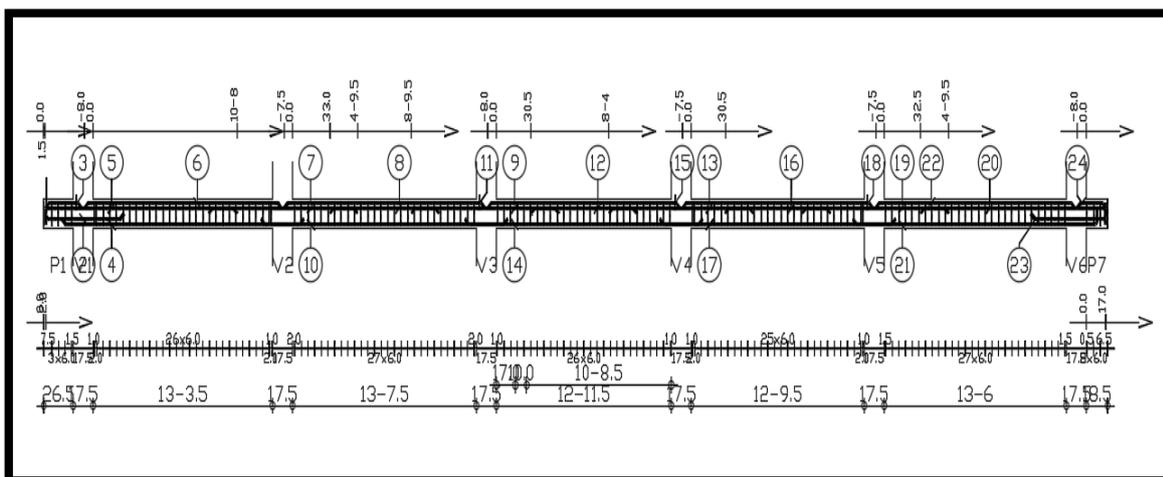
En el diseño de vigas se realizara por el software para ello se seleccionó la viga más crítica y se consideró todas las combinaciones de cargas para realizar el diseño con la mayor carga.

Figura 67 Diseño de viga secundaria con el software.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Figura 68 Diseño de acero viga secundaria 30x45cm con el software.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Figura 69 Cuadro de cantidad de varillas de acero.

Posic.	Armaduras	Forma	Posic.	Armaduras	Forma	Posic.	Armaduras	Forma
①	147#3	Grade 60	⑩	2#5	Grade 60	⑲	2#5	Grade 60
②	2#5	Grade 60	⑪	2#4	Grade 60	⑳	2#5	Grade 60
③	2#4	Grade 60	⑫	2#5	Grade 60	㉑	2#5	Grade 60
④	2#5	Grade 60	⑬	2#5	Grade 60	㉒	2#4	Grade 60
⑤	2#5	Grade 60	⑭	2#5	Grade 60	㉓	2#5	Grade 60
⑥	2#4	Grade 60	⑮	2#4	Grade 60	㉔	2#4	Grade 60
⑦	2#5	Grade 60	⑯	2#5	Grade 60			
⑧	2#5	Grade 60	⑰	2#5	Grade 60			
⑨	2#5	Grade 60	⑱	2#4	Grade 60			

Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

La cantidad de varillas de acero calculadas por el software se muestra el más crítico el cual está en el tramo 5.62 a 9.77 (m).

P3: Tramo de 5.62 a 9.77 (m)

Armaduras longitudinales:

Armaduras inferiores (Grade 60)

2 #5

Armaduras de montaje (encima) (Grade 60)

2 #4

Tramo (Grade 60)

2 #5

2 #5

2 #5

Armaduras transversales (Grade 60)

Estribos 28 #3

Se realizará la verificación por el cálculo de cuantías.

Para acero positivo se tiene un área de acero de:

$$A_{s+} = 6 \text{ cm cm}^2$$

Cuantía balanceada

$$\rho_{Bal} = 0.0213$$

$$A_{sBal} = 0.0213 * 30 * 40$$

$$A_{sBal} = 25.56 \text{ cm}^2$$

Cuantía máximas

$$\rho_{\text{max zona sismica}} = 0.0107$$

$$A_{smax} = 0.0107 * 30 * 40$$

$$A_{smax} = 12.84 \text{ cm}^2$$

Cuantía

$$\rho = 6 / 30 * 40$$

$$\rho = 0.005$$

Cuantía mínima

$$\rho_{min} = 0.0033$$

$$\rho_{max} > \rho > \rho_{min}$$

$$0.0107 > 0.005 > 0.0033$$

Cumple con las cuantías requeridas por lo tanto se consideró lo siguiente:

Armaduras inferiores (Grade 60)

$$3 \quad \#5$$

Armaduras de montaje (encima) (Grade 60)

$$2 \quad \#4$$

Armaduras intermedio (Grade 60)

$$2 \quad \#4$$

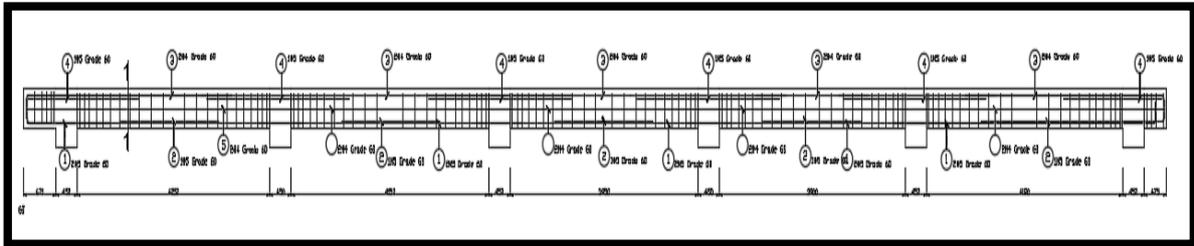
Refuerzo + y - (Grade 60)

$$2 \quad \#5$$

Armaduras transversales (Grade 60)

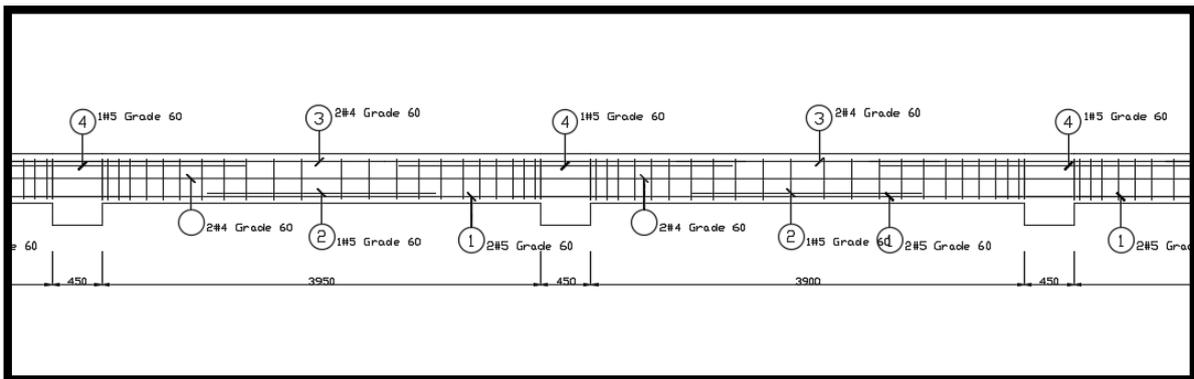
Estribos #3

Figura 70 Diseño de viga secundaria.



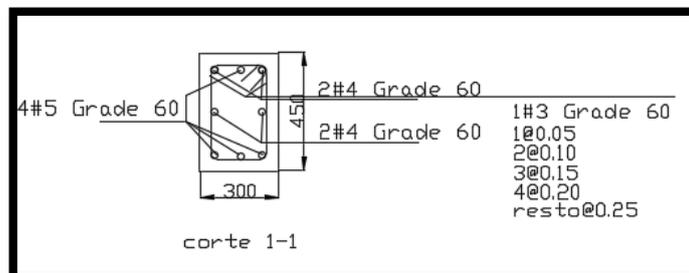
Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Figura 71 Diseño de viga secundaria tramo central.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Figura 72 Sección diseño de viga principal.

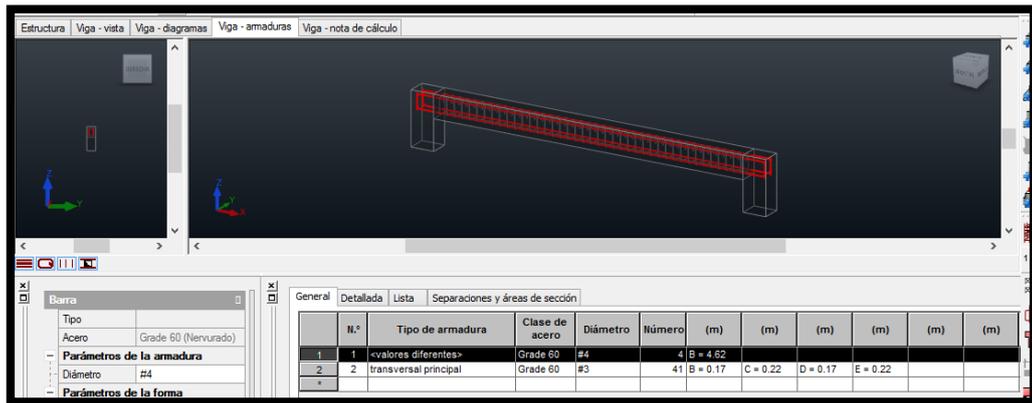


Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Diseño de viga de conexión

En el diseño de vigas se realizara por el software para ello se seleccionó la viga de conexión más crítica y se consideró todas las combinaciones de cargas para realizar el diseño con la mayor carga.

Figura 73 Diseño de viga e conexión con el software.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

La cantidad de varillas de acero calculadas por el software se muestra.

Armaduras longitudinales:

Armaduras inferiores (Grade 60)

2 #4

Tramo (Grade 60)

2 #4

Armaduras transversales (Grade 60):

Estribos #3

Para acero positivo se tiene un área de acero de:

$$A_{s+} = 2.58 \text{ cm cm}^2$$

Cuantía balanceada

$$\rho_{Bal} = 0.0213$$

$$A_{sBal} = 0.0213 * 25 * 26$$

$$A_{sBal} = 13.85 \text{ cm}^2$$

Cuantía máximas

$$\rho_{\text{max zona sismica}} = 0.0107$$

$$A_{s\text{max}} = 0.0107 * 25 * 26$$

$$A_{s\text{max}} = 6.955 \text{cm}^2$$

Cuantía

$$\rho = 2.58 / 25 * 26$$

$$\rho = 0.004$$

Cuantía mínima

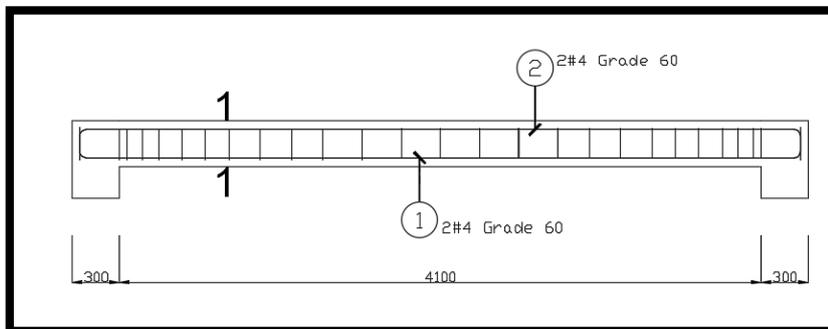
$$\rho_{\text{min}} = 0.0033$$

$$\rho_{\text{max}} > \rho > \rho_{\text{min}}$$

$$0.0107 > 0.004 > 0.0033$$

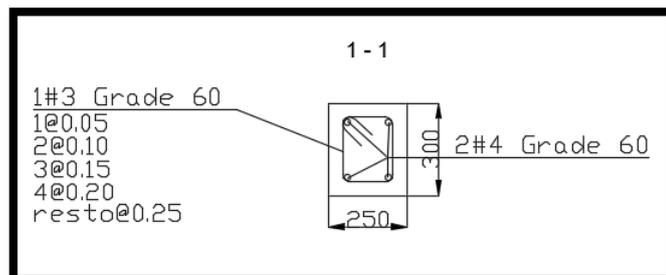
Cumple con las cuantías requerida.

Figura 74 Diseño de viga de conexión.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Figura 75 Sección diseño de viga de conexión.

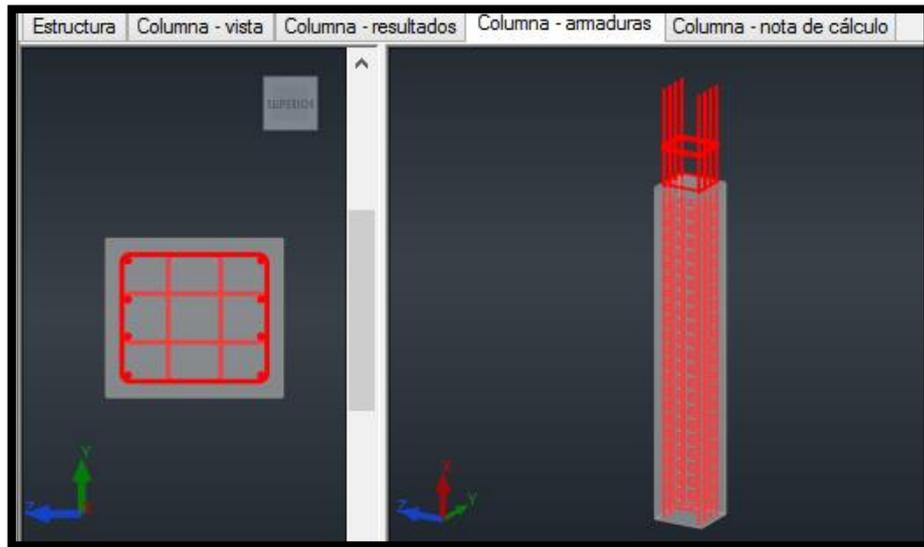


Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.

Diseño de columnas central 45cm x 50cm

En el diseño de columnas se realizara por el software para ello se seleccionó la columna más crítica y se consideró todas las combinaciones de cargas para realizar el diseño con la mayor carga.

Figura 76 Diseño de columnas central con el software.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Como el diseño se realizó con el software se verificara si cumplen con las cuantías necesarias.

Cuantías mínimas

$$1\% \leq \rho_s$$

Cuantías máxima

$$\rho_s \leq 8\%$$

Cuantía

$$\rho_s \leq A_s/A_c$$

De acuerdo a los resultados se tiene

$$\text{Área de acero } A_s = 27.88$$

Barras principales (Grade 60):

8 #6

Barras de construcción (Grade 60):

4 #4

Área de concreto

$$Ac=45 \times 50 \text{ cm}$$

$$Ac=2250.00 \text{ cm}^2$$

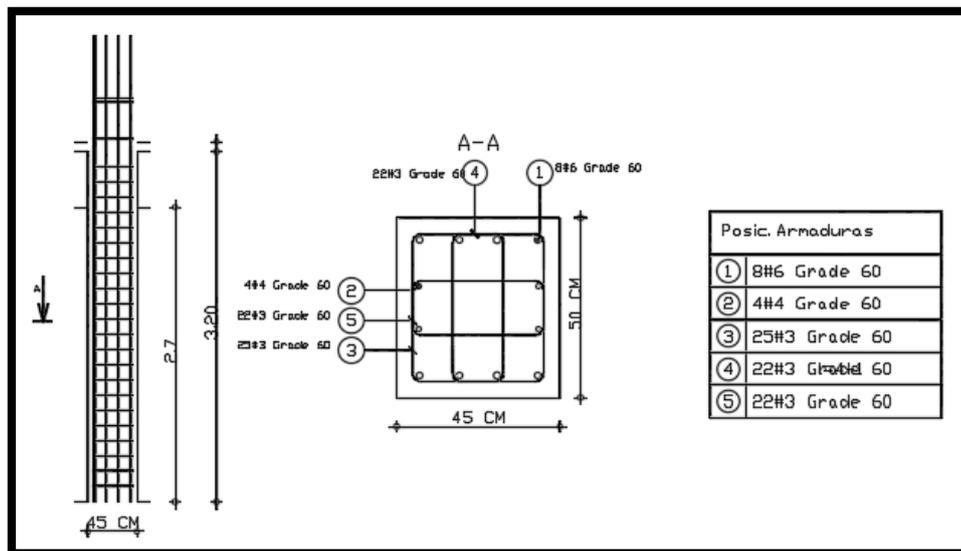
Obteniendo el dato de Ac y As se obtiene lo siguiente:

$$\rho_s \leq \frac{27.88}{45 \times 50}$$

$$\rho_s \leq 1.24$$

Por lo tanto cumple la cuantía establecida por el software

Figura 77 Diseño de columnas central con el software.

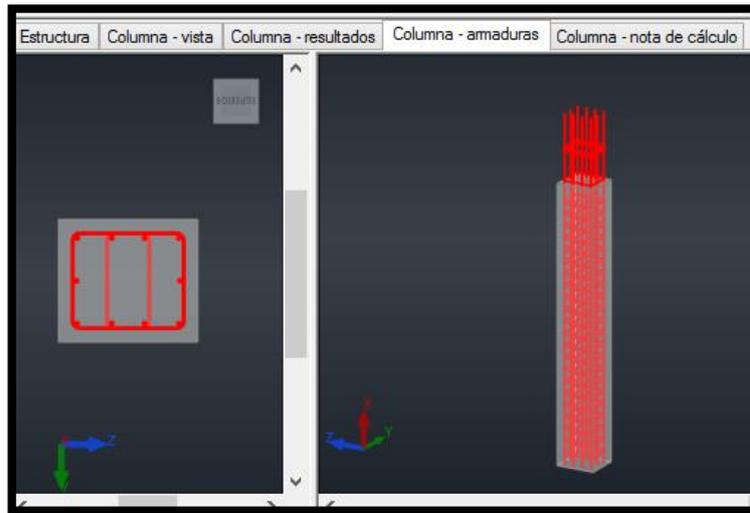


Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Diseño de columnas excéntrica 40cm x 45cm

En el diseño de columnas se realizara por el software para ello se seleccionó la columna más crítica y se consideró todas las combinaciones de cargas para realizar el diseño con la mayor carga.

Figura 78 Diseño de columnas excéntrica con el software.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Como el diseño se realizó con el software se verificara si cumplen con las cuantías necesarias

De acuerdo a los resultados se tiene

$$\text{Área de acero } A_s = 20 \text{ cm}^2$$

Barras principales (Grade 60):

10 #5

Área de concreto

$$A_c = 40 \times 45 \text{ cm}$$

$$A_c = 1800 \text{ cm}^2$$

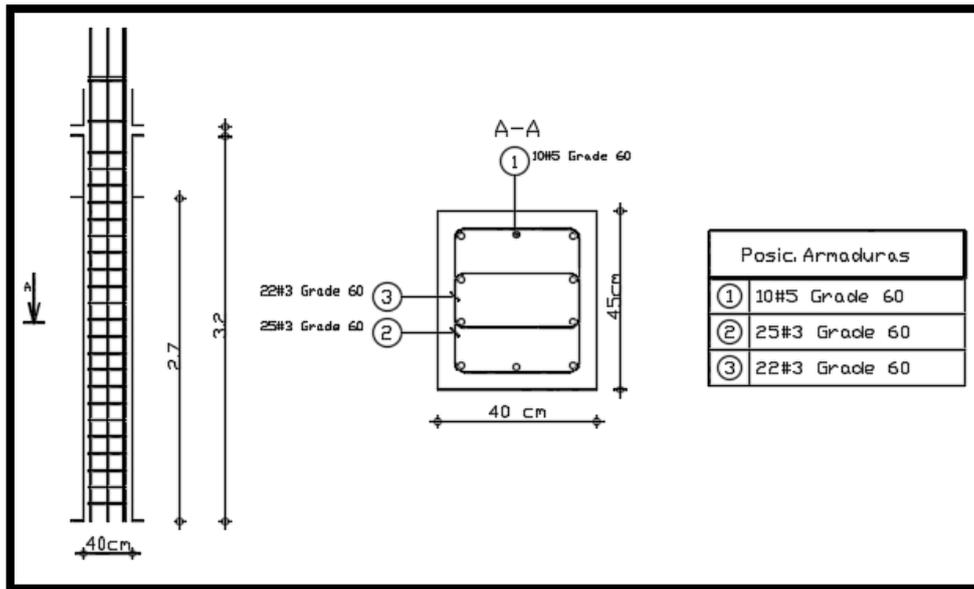
Obteniendo el dato de A_c y A_s se obtiene lo siguiente:

$$\rho_s \leq \frac{20}{1800}$$

$$\rho_s \leq 1.11$$

Por lo tanto cumple la cuantía establecida por el software

Figura 79 Diseño de columnas excéntrica 40x45cm con el software.

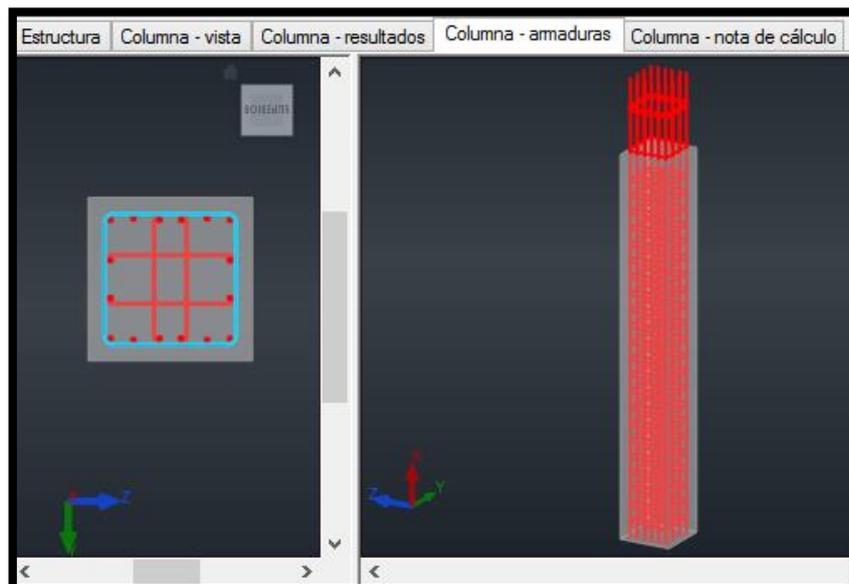


Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Diseño de columnas excéntrica 45cm x 45cm

En el diseño de columnas se realizara por el software para ello se seleccionó la columna más crítica y se consideró todas las combinaciones de cargas para realizar el diseño con la mayor carga.

Figura 80 Diseño de columnas excéntrica 45cm x 45cm con el software.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017

Como el diseño se realizó con el software se verificara si cumplen con las cuantías necesarias

De acuerdo a los resultados se tiene

$$\text{Área de acero } A_s = 32 \text{ cm}^2$$

Barras principales (Grade 60):

16 #5

Área de concreto

$$A_c = 45 \times 45 \text{ cm}$$

$$A_c = 2025 \text{ cm}^2$$

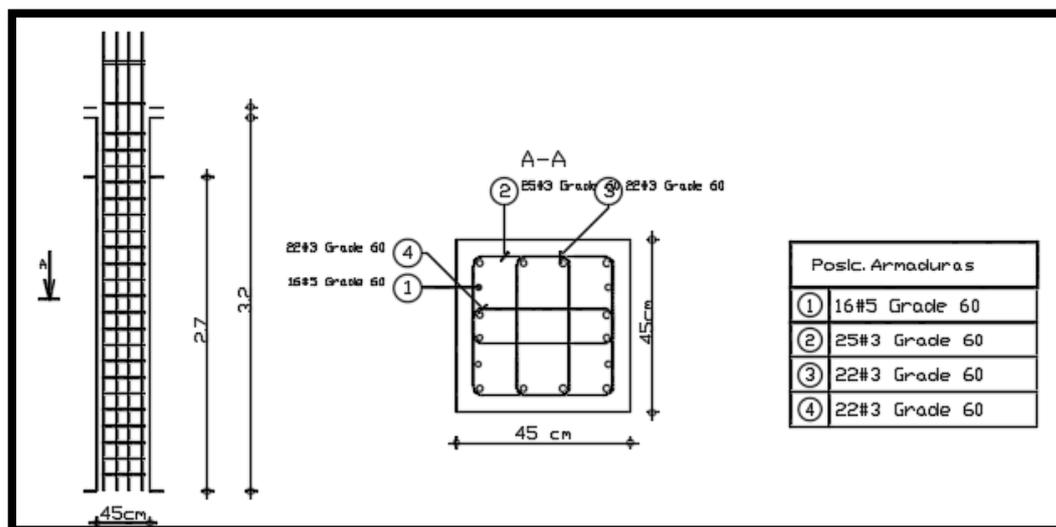
Obteniendo el dato de A_c y A_s se obtiene lo siguiente:

$$\rho_s \leq \frac{32}{2025}$$

$$\rho_s \leq 1.58$$

Por lo tanto cumple la cuantía establecida por el software

Figura 81 Diseño de columnas excentrica 40x45cm con el software.



Fuente: Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017.