

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Diseño estructural sismorresistente de la infraestructura de la Dirección
Regional de Salud Amazonas mediante análisis no lineal estático y
dinámico**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Gloria Adriana Bances Puerta

ASESOR

Jorge Enrique Alvarez Ruffran

<https://orcid.org/0000-0002-5321-8500>

Chiclayo, 2023

**Diseño estructural sismorresistente de la infraestructura de la
Dirección Regional de Salud Amazonas mediante análisis no lineal
estático y dinámico**

**PRESENTADA POR
Gloria Adriana Bances Puerta**

A la Facultad de Ingeniería Civil Ambiental de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Segundo Guillermo Carranza Cieza

PRESIDENTE

José Alberto Acero Martínez

SECRETARIO

Jorge Enrique Alvarez Ruffran

VOCAL

Dedicatoria

Dedico la presente investigación a mis padres, por el apoyo incondicional y la constancia para lograr mis objetivos, así mismo a mis seres queridos por motivarme a seguir adelante.

Agradecimientos

Agradezco en mi primer lugar a mi madre Nelly Puerta Valdivia y a mi padre Rodolfo Miguel Bances Chozo por su apoyo incondicional, así mismo a toda mi familia, presentes y a los que se partieron con Dios.

tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	vsip.info Fuente de Internet	1%
6	pt.scribd.com Fuente de Internet	1%
7	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%

Índice

Resumen.....	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de literatura	10
Materiales y Métodos	27
Resultados y discusión	228
Conclusiones.....	229
Recomendaciones	230
Referencias.....	231
Anexos	234

Resumen

El Perú es uno de los países con más alta actividad sísmica; debido a que geográficamente está comprendido en el cinturón de fuego del Pacífico; lugar donde la placa Oceánica de Nazca subduce bajo la placa Sudamericana; proceso que origina la liberación máxima de energía; ocasionando una gran cantidad de terremotos en nuestro territorio peruano con diferentes grados de magnitud; lo que ha originado enormes pérdidas de vidas; daños y colapsos estructurales. Ante esto esta investigación pretende demostrar la importancia de utilizar nuevas metodologías que permitan analizar y conocer el comportamiento estructural real de edificaciones ante sismos; empleando el análisis no lineal estático usando la técnica de “Pushover” y un análisis no lineal dinámico. Se realizará este tipo de análisis mencionado en edificaciones de concreto armado de la sede institucional de la Dirección Regional de Salud Amazonas; obteniendo un diseño estructural óptimo.

Palabras Clave: Pushover, comportamiento estructural, concreto armado, análisis no lineal dinámico.

Abstract

Peru is one of the countries with the highest seismic activity; because geographically it is comprised of the Pacific ring of fire; place where the Nazca Oceanic Plate subducts under the South American Plate; process that causes the maximum release of energy; causing many earthquakes in our Peruvian territory with different degrees of magnitude; which has resulted in enormous loss of life; structural damage and collapses. Given this, this research aims to demonstrate the importance of using new methodologies that allow analyzing and knowing the real structural behavior of buildings in the face of wedges, using static nonlinear analysis using the "Pushover" technique and dynamic nonlinear analysis. This type of analysis mentioned in reinforced concrete buildings of the institutional headquarters of the Regional Directorate of Health Amazonas will be carried out, obtaining an optimal structural design.

Keywords: Pushover, structural behavior, reinforced concrete, dynamic nonlinear analysis.

Introducción

Los terremotos han generado grandes pérdidas económicas y humanas a lo largo de la historia de la humanidad. Según la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres, recalca que en América Latina la repercusión de riesgo sísmico en los países dentro de su territorio, lo que ha ocasionado el colapso de infraestructuras, debido a que la mayoría de las viviendas y edificaciones no cumplen con una normativa antisísmica, así como también la pérdida de vidas humanas, en donde 7 de cada 10 [1] .

De la misma forma el Perú es uno de los países con más alta actividad sísmica; debido a que geográficamente está comprendido en el cinturón de fuego del Pacífico; lugar donde la placa Oceánica de Nazca subduce bajo la placa Sudamericana; proceso que origina la liberación máxima de energía; ocasionando una gran cantidad de eventos sísmicos en nuestro territorio peruano con diferentes grados de magnitud; que como consecuencia ha originado enormes pérdidas de vidas; daños y colapsos estructurales, puesto que la mayoría de las edificaciones no cuentan con un diseño estructural óptimo sismorresistente [2].

En la región de Amazonas a pesar de que la información acerca de sismos es limitada y escasa debido a la incomunicación de sus centros poblados y por la carencia de infraestructura que permita el transporte en la zona, ésta no es ajena a esta problemática; según Silgado en “Historia de Sismos más Notables Ocurridos en el Perú” desde el ciclo XIV describe eventos sísmicos de gran magnitud y escala de intensidad que tuvieron lugar en la región de Amazonas y provincias; en donde se resalta el terremoto de 1928 que con una magnitud de 7.3, Chachapoyas sufrió una destrucción total [3].

Así mismo en la región de Amazonas se evidencia la ineficiencia de las autoridades por no velar por las necesidades de la población, pues actualmente la Dirección Regional Amazona se quedó sin sede institucional ya que al requerirse más ambientes para pacientes COVID en el Hospital Regional Virgen de Fátima de Chachapoyas, se vieron con la necesidad de trasladarse al Hotel Villa París, a pesar de que ésta está cumpliendo un rol más que importante en la actualidad, por el tema de pandemia y es de vital importancia puesto que desempeña la loable labor de administrar las acciones sanitarias a través de redes de salud para el beneficio y bienestar de la población.

En consecuencia, a nivel internacional han surgido diversas investigaciones para poder aplicar un diseño por desempeño sísmico, puesto que debido a la información que originaron los terremotos de Kobe y Northridge en 1994, donde las estructuras de

concreto armado que colapsaron o presentaron daños estructurales, marcaron un antes y después en la ingeniería, puesto que permitieron la introducción del rango inelástico; para de esta manera garantizar un desempeño óptimo estructural ante sismos [4].

En el Perú en la actualidad; regularmente los edificios son diseñados con la filosofía de las Normas de Diseño Sismorresistente E030; cuyo fin es que dicha estructura sea más segura y conservadora; no obstante, ésta sólo se rige en un análisis elástico pese a que las estructuras ante un sismo severo presentan deformaciones inelásticas. Por consiguiente; es necesario aplicar los nuevos avances de la ingeniería estructural; ya que gracias al desarrollo de la tecnología; hoy en día existen diversos métodos para realizar un análisis no lineal y de esta manera optimizar los diseños estructurales.

Una forma de lograr diseños que se aproximen suficientemente a la solución óptima, consiste en establecer las condiciones requeridas para el desarrollo de criterios de diseño sísmico basados en desempeño “Análisis No Lineal”; con la finalidad de contribuir al control de daños, pérdidas económicas y proteger vidas [5]. De la misma forma dentro del análisis estático no lineal, se utiliza la técnica de Pushover, con la finalidad de obtener la curva de capacidad de la estructura, así como también el desempeño que genera, dentro de esta técnica ya mencionada se tiene en cuenta algunos parámetros que van a determinar la capacidad de la estructura, como por ejemplo el desplazamiento máximo lateral y la cortante basal [6]. Así mismo dentro del análisis no lineal encontramos también al análisis no lineal dinámico la cual representa una forma más exacta del comportamiento de una estructura ante sismos pues actúa de manera dinámica, lo que permite conocer la variabilidad de cualquier de la edificación a través del tiempo.

En este sentido analizando los conceptos mencionados; teniendo en cuenta la importancia de la evaluación sísmica en edificaciones y también que en la región de Amazonas no existe un estudio relacionado, se pretende diseñar la Sede Institucional de la Dirección Regional de Salud Amazonas mediante las metodologías estático y dinámico no lineal.

De este modo esta tesis planteo como objetivo general presentar el diseño estructural sismorresistente para la infraestructura de la Dirección Regional de Salud Amazonas – DIRESA AMAZONAS mediante el análisis no lineal estático y dinámico, ubicado en el distrito y provincia de Chachapoyas, región de Amazonas, así mismo se plantearon objetivos específicos, los cuales detallaremos a continuación, para el primer objetivo específico se obtuvo las características topográficas, geotécnicas y de diseño arquitectónico de la infraestructura a construir, aprobada por la DIRESA Amazonas, de igual manera como segundo objetivo específico se verificó los datos topográficos,

geotécnicos y de diseño arquitectónico en la zona de estudio, a continuación como tercer objetivo se planteó realizar el diseño estructural sismorresistente computarizado propuesto para la infraestructura, aplicando las normativas E.030 Diseño Sismorresistente y E.060 Concreto Armado del reglamento Nacional de Edificaciones y como cuarto objetivo se analizó el diseño estructural sismorresistente propuesto mediante el método no lineal estático “Pushover” y dinámico, aplicando las normativas internacionales ASCE 41-13, ATC 40 Y FEMA 440 y de esta forma como quinto objetivo específico evaluó la capacidad sísmica y respuesta tiempo historia del diseño estructural analizado, finalmente como sexto objetivo se pretende determinar el costo y tiempo de inversión del diseño estructural estudiado.

Revisión de literatura

Antecedentes del problema

Se han realizado investigaciones acerca del análisis no lineal estático y dinámico en edificaciones; dichas investigaciones se han obtenido a través de artículos científicos y tesis de pregrado y post grado

Tesis de Postgrado: “Comportamiento y análisis no lineal de edificios simétricos de concreto reforzado;2016

Pulido de la Peña, Juan Felipe en su investigación de postgrado de la Universidad de los Andes del año 2016; en Bogotá-Colombia; empleó una metodología basada en el análisis dinámico y estático no lineal en edificios simétricos de 5 y 10 pisos mediante Sap 200, se determinó que la problemática en Colombia existe una incertidumbre sísmica de las estructuras debido a los diferentes eventos sísmicos registrados en el pasado, por lo tanto se plantea como objetivo general, aplicar una metodología para conocer el comportamiento de estructuras con pórticos a través de los análisis estáticos y dinámicos no lineales en edificios simétricos, de la misma forma se concluyó que se debería implementar éstas metodologías en el diseño de edificios, puesto que permite conocer el comportamiento real de estructuras ante un sismo y finalmente se recomendó investigar acerca de los métodos para la selección de señales, tanto de suelo duro como para suelo blando basados en la amenaza sísmica de un sitio en específico [7].

Artículo Científico: “Determinación del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado en base a muros de hormigón armado y diseñado según normativa chilena”

Ricardo Medina y Juan Music en su investigación de pregrado para obras y proyectos de la Universidad Católica de Norte en el año 2018, en Antofagasta-Chile, emplearon la metodología basada en el Método de espectro de Capacidad la cual se obtuvo mediante el análisis estático no lineal Pushover, haciendo uso de ETABS(2015) , así mismo determinaron como problema que debido a que Chile es un país altamente sísmico y que por lo tanto las edificaciones ante cualquier terremoto o sismo deberán ser seguras, se prone necesariamente conocer el desempeño sísmico de una edificación de 20 pisos, con la finalidad de que este estudio contribuya a complementar la norma chilena vigente, por lo tanto se plantea como objetivo determinar el nivel de desempeño que alcanza un edificio estructurado en base a muros de hormigón armado diseñado con la normativa chilena, finalmente se concluye que el desempeño del edificio estudiado para sismos frecuentes es en su totalidad operacional ante sismos de gran intensidad [8].

Tesis de pregrado: “Diseño por desempeño de un edificio de hormigón armado utilizando el método de análisis tiempo-historia Ecuador”

Núñez Palacios Alba Beatriz, en su investigación de pregrado de la Universidad Técnica de Ambato, ubicado en Ecuador, ciudad de San Juan Bautista de Ambato, empleó la metodología del análisis no lineal dinámico Tiempo-Historia de una edificación de 5 pisos, la problemática surge debido a que Ecuador se localiza en las zonas de mayor peligrosidad sísmica , para el cual con la finalidad de determinar cómo se comporta una estructura ante cualquier evento sísmico se utilizaron Normas Ecuatorianas de la Construcción; FEMA 440 Y Comité VISION 2000. Así mismo para el modelamiento estructural y procesamiento se usó el programa ETABS 2016, así mismo se presenta como objetivo general determinar la aplicabilidad del método tiempo historia para el diseño basado en desempeño de un edificio de hormigón armado, de la misma manera se concluye que el análisis tiempo-historia es de gran utilidad para garantizar un adecuado diseño por desempeño, finalmente se recomendó que para la aplicación adecuada es necesario el conocimiento acerca de las características reales del suelo en donde se ubica la estructura [9].

Tesis de postgrado: Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de once pisos utilizando análisis estático y dinámico no-lineal-2017

Calcina Peña Ramón, en su investigación de postgrado de la Universidad Privada de

Tacna en el año 2017, ubicado en Perú, ciudad de Tacna, empleó el método de análisis estático y dinámico no lineal para una edificación de 11 pisos mediante ETABS, así mismo el diseño de la investigación es explicativo, la problemática se basa en que Perú es un país de alto riesgo sísmico y que por lo tanto es necesario aplicar los nuevos avances de la tecnología en la ingeniería, el objetivo de la investigación se basa en hacer una comparación del análisis estático y dinámico no lineal de la estructura de once pisos; la cual tuvo como finalidad conocer cómo se comportaría esta edificación ante un sismo. Se obtuvo como conclusiones que después de haber sometido al edificio ante diversas solicitaciones de cargas laterales, en donde aplicando ambas metodologías se pudo analizar a más profundidad las rótulas plásticas que se presentaban, las cuales indicarían el lugar o zona en donde el edificio llegaría a fallar ante un sismo. Así mismo para dicha investigación se obtuvieron como resultados finales, la curva de capacidad y punto de desempeño de la edificación, se recomendó utilizar los métodos más avanzados para el estudio de comportamiento de estos edificios, como el análisis no lineal pushover y análisis incremental dinámico [10].

Tesis de Pregrado: “Análisis estático y dinámico no lineal en el desempeño de un edificio de concreto armado diseñado bajo la norma e-030 en Puno;2017”.

Esteba Apaza, Abel, en su investigación de pregrado de la Universidad Nacional del Altiplano en el año 2017, ubicado en Perú, en la ciudad de Puno, utilizó la metodología de análisis dinámico y estático no lineal, siendo la investigación de tipo explicativo y descriptivo, así mismo la investigación proporcionó como objetivo general determinar mediante el análisis estático y dinámico no lineal el comportamiento y nivel de desempeño de un edificio de concreto armado, se concluye que la investigación muestra convergencia entre el análisis estático y dinámico no lineal, en donde la estructura se encuentra en un nivel de ocupación inmediata con una deformación máxima de 4.46cm, así mismo se recomendó tener una edificación adecuadamente estructurada, analizada y diseñada de acuerdo con la normativa [11].

Tesis de Pregrado: Análisis no lineal estático y dinámico de un edificio de concreto armado con disipadores de energía él en la ciudad de Chiclayo.

Chuquicahua Zelada, Dairy en su investigación de pregrado de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, ubicado en Perú, ciudad de Chiclayo, utilizó la metodología basada en el análisis no lineal y dinámico de una edificación en la ciudad de Chiclayo, en donde se utilizaron disipadores de energía SBD el cual se analizó con los métodos ya

mencionados del análisis no lineal, siendo una investigación aplicada del tipo descriptivo, así mismo se concluyó que después de haber realizado dicha metodología se obtiene como resultado el inadecuado comportamiento de la estructura en la dirección de Y, pues no logra alcanzar un desempeño considerable o mínimo para el sismo con el que se diseña, finalmente se concluye que resultó más conservador usar la metodología no lineal estática que el análisis no lineal dinámico y se recomendó contar con un estudio de suelos ,para escoger la aceleración acelerográfica con características al del lugar del proyecto [12].

Bases Teórico – Científicas

Infraestructura

Se define como infraestructura a todo sistema, estructura física, el cual hace referencias a una obra, red u organización, las cuales son necesarias para el eficiente desarrollo de la sociedad y su economía, el cual a su vez puede corresponder al sector público o privado, dentro de sus características ésta se divide en dos tipos, la primera como una infraestructura física, la cual promueve servicios básicos que necesita una ciudad o población, como por ejemplo, agua potable, energía eléctrica, saneamiento y redes de alcantarillado, por otro lado es la infraestructura social la que aumenta la calidad de vida de las personas, empleos, producción y consumo, como por ejemplo, los hospitales, edificios con diferentes fines, centros comerciales y parques [13].

Infraestructura para oficinas

Según la norma A.080 referida a oficinas, define a una oficina como aquella edificación destinada a la prestación de servicios administrativos, el cual puede ser de tipo independiente, cuando ésta se refiere a una edificación independizada o corporativa, cuya edificación, la cual puede ser de uno o más niveles, está destinada a prestar sus funciones a un solo usuario [14].

Diseño estructural sismorresistente

Se define a diseño estructural sismorresistente como a un conjunto de componentes que se acoplan para cumplir una función destinada. Según Ottazzi Pasino el objetivo o fin d un diseño estructural es alcanzar una estructura segura, económica y funcional para de esta manera satisfacer una función o necesidad, de manera que éste no presente fisuraciones durante su vida útil. [15].

En el Perú actualmente nos regimos de la Norma E030 en cuanto al Diseño Sismorresistente para edificaciones, el cual tiene como fin establecer los parámetros y

condiciones mínimas para un diseño sismorresistente; en donde también se deben de tomar precauciones ante desastres que podría ocasionar un sismo. De la misma forma el reglamento infiere que la estructura no debería de colapsar y tampoco debería ocasionar daños graves ante un sismo. Así mismo con el avance de la tecnología y nuevos softwares de computación se han implementado nuevas metodologías, para hacer obtener de manera más real el comportamiento de estas estructuras ante un evento sísmico, como el análisis estático y dinámico, análisis no lineal, diseño por desempeño, análisis tiempo historia, entre otros.

Criterios Sísmicos Riesgo sísmico

El riesgo sísmico es definido como las pérdidas económicas o repercusiones en la sociedad debido ante un fenómeno natural; el cual puede estar ligado a un sismo severo o terremoto, dicha problemática surge por la falla estructural, en donde la capacidad del edificio fue superada por el terremoto [16].

Vulnerabilidad sísmica

Según las experiencias ante sismos, ya sean severos o moderados; se ha observado que en edificaciones; algunas estructuras sufren más daño que otras; es decir que vulnerabilidad se refiere a la damnificación que una estructura experimenta por un evento sísmico.

También se define a la vulnerabilidad sísmica como la respuesta de una estructura ante un evento sísmico, donde el nivel de daño va a depender de sus características estructurales y físicas de diseño [17].

Peligrosidad sísmica

Peligrosidad Sísmica está definida como la posibilidad de que pueda acontecer un fenómeno físico por efecto de un sismo. En efecto este fenómeno va a originar consecuencias en las actividades humanas, además están ligadas a la falla del terreno, deformación tectónica, licuefacción de suelos, inundaciones, etc.

Por lo anterior mencionado es necesario conocer la caracterización de acuerdo con las zonas en el territorio peruano, la norma peruana E030 de diseño sismorresistente divide al territorio nacional en 4 zonas; en donde el territorio se divide de acuerdo con el grado de sismicidad, características generales de movimiento e información geotectónica [17] Así mismo cada zona es asignada con un factor Z ; el cual representa la aceleración máxima horizontal en el suelo rígido; cuya probabilidad es del 10% de ser extendida en

50 años [17], en tal caso la Región de Amazonas, provincia de Chachapoyas se encuentra en la zona 2 con un factor de 0.25.

Factores que intervienen en el comportamiento sísmico

La respuesta de una edificación ante un evento sísmico va a depender de sus características estructurales y de las propiedades dinámicas de la misma; entonces podemos decir que una edificación va a tener un comportamiento diferente según los siguientes factores:

Material

El material que compone una estructura será esencial para su comportamiento ante sismos, dentro de las características de este; son el peso volumétrico y el módulo de elasticidad (proporciona rigidez del material) unas de las más importantes en este aspecto.

Sistema estructural en concreto armado

De acuerdo con los diferentes tipos de sistemas estructurales; los cuales tienen ciertas ventajas y desventajas; por lo mismo la norma E030 de Diseño Sismorresistente nos detalla este sistema estructural en 4 tipos:

Pórticos: Califica como un sistema de pórticos si la fuerza cortante tomada por las columnas es mayor o igual 80% de la fuerza total [17].

Así mismo en este sistema a pesar de que posee gran ductilidad; puede presentar fallar puesto que depende sólo de la capacidad de flexión de vigas y columnas; lo que nos indica que este sistema sólo funcionaría para edificaciones de baja altura con la finalidad de que pueda controlar sus deformaciones.

Muros Estructurales: Califican como muros estructurales si la fuerza cortante que toman los muros es mayor o igual al 70% del cortante total.

Este sistema es el que mejor resiste las cargas sísmicas; en donde si la distribución es correcta se genera una gran rigidez en la estructura.

Dual: Califican como un sistema dual cuando la fuerza sísmica es resistida por los muros estructurales y pórticos, los muros resisten un porcentaje mayor al 20%, pero menos al 70% de la cortante basal.

Muros de ductilidad limitada: Califican como este tipo de sistema estructural a aquellos conformados por placas delgadas de concreto armado donde el refuerzo se da en una sola capa. En zonas no sísmicas se recomienda una altura máxima en edificaciones de 8 niveles

Irregularidad en la edificación

Este aspecto es importante para el comportamiento estructural sísmico de una edificación. Entonces es de vital importancia la simetría de la edificación, así como también las esquinas entrantes que pueda presentar. Por otro lado, es importante evaluar la estructura en cuanto a forma, elevación, además de mantener la simplicidad, regularidad y simetría [18].

La norma E030 nos proporciona ciertas evaluaciones tanto en planta como en altura para verificar si es que la edificación es una estructura regular.

Características de la zona

Se refiere a que la ubicación de la edificación va a determinar los parámetros básicos para el comportamiento de la estructura; en donde el tipo de suelo va a determinar la velocidad de la zona sísmica [17].

Tabla 1: Clasificación de perfiles de suelo

TABLA N°1: CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	VS	N60	Su
S0	>1500 m/s	-	-
S1	500m/s a 1500m/s	>50	>100 kPa
S2	180m/s a 500m/s	15 a 50	50 kpa a 100kPa
S3	<180 m/s	<15	25 kPa a 50 Kpa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Nota: En la tabla número 1 se detalla la clasificación de suelos. [38]

Comportamiento de edificios ante acciones laterales

En el Perú el diseño sismorresistente de edificaciones esta dado por dos niveles de diseño; éste nos indica que ante un sismo moderado o severo la estructura no tendría que colapsar ni provocar daños importantes en los individuos.

De lo anterior resulta importante medir el comportamiento estructural de las edificaciones de concreto armado de una manera más real, considerando en el mismo desplazamiento laterales, ya que son estos los que originan daños en la estructura [19].

Así mismo es importante en estructuras de concreto reconocer de manera más minuciosa

las propiedades y características de los elementos que la conforman, y de manera más rigurosa si está sometida a cargas, es así como dentro de estas propiedades encontramos las relaciones esfuerzo-deformación del material, el cual se usa para la construcción de esta. Para alcanzar un resultado inelástico de la estructura se emplean dos conceptos; las cuales se basan en curvas de histéresis o comportamiento histórico, es en el mismo donde se delimita las secciones de concreto armado reforzado ante la colocación de cargas cíclicas, produciendo deformaciones ya en el rango plástico. Dichas cargas cíclicas pueden ocasionar daños estructurales mediante fases de carga, descarga y recarga, lo que origina que los componentes de la estructura fallen por tracción y compresión [20].

Ensayos experimentales de acciones laterales

Estos ensayos se basan en someter a desplazamientos laterales a una estructura que cambia de manera lenta durante el ensayo, en donde que las fuerzas de inercia no aparecen, por lo que es posible estudiar directamente las relaciones fuerza restitutiva vs el desplazamiento lateral. Dichos ensayos se rigen mediante desplazamientos que va experimentando el modelo; los cuales pueden ser de desplazamientos incrementales en un solo sentido o ensayos monotónicos y de acciones cíclicas incrementales. En la Ilustración 4 se observa un ensayo con desplazamiento incremental monotónico en un solo sentido, el cual es sometido a un juego de desplazamientos laterales que crecen en un solo sentido. Debido a este proceso se obtiene la curva de capacidad del modelo, determinada por la fuerza cortante en la base vs el desplazamiento de techo, originados por las fuerzas y desplazamientos que se producen durante el ensayo [19].

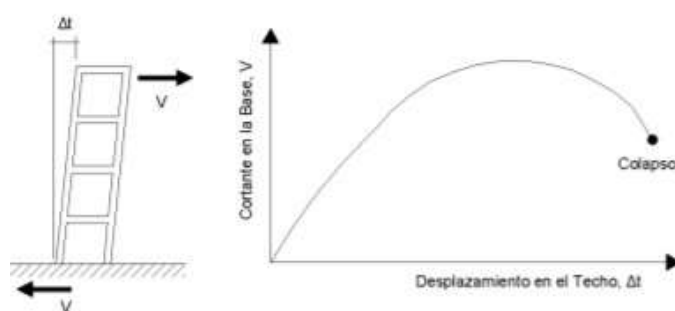


Figura 1 Ensayo monotónico y curva de capacidad. [19]

Análisis No Lineal

Un análisis no lineal implica a la aproximación más real en cuanto al comportamiento estructural de edificaciones, de esta forma se podría evaluar los mecanismos de falla y el

probable colapso gradual. Así mismo este análisis no lineal se puede determinar de dos maneras, ya sea de una forma estática o dinámica [21].

Análisis estático no lineal

El análisis estático no lineal es un modelo matemático, en donde en la estructura se insertan las características no lineales de carga -deformación, donde dicho modelo va a ser sometido a una progresión de cargas laterales monotónicamente de manera incremental, estas representan fuerzas inerciales, ocasionadas por su propia masa, ante un potencial evento sísmico hasta obtener un desplazamiento objetivo [21].

Este desplazamiento objetivo en el análisis va a representar el desplazamiento máximo ante un movimiento sísmico, es decir el modelo matemático va a representar de forma directa los efectos de la respuesta inelástica del material; así mismo las fuerzas internas calculadas serán aproximadas a las esperadas durante un evento sísmico [21].

Análisis estático no lineal “Pushover”

El análisis estático no lineal es un método pronosticar la fuerza sísmica y demanda de deformación de una edificación, ya que con este método se toma en cuenta la redistribución de las fuerzas internas que sucede cuando la estructura sujeta a fuerzas inerciales supera su límite elástico [22].

La finalidad del análisis estático no lineal “Pushover” es estimar a través de una secuencia de análisis estáticos el comportamiento de un sistema estructural, en donde se obtiene su demanda de resistencia y deformación. Se considera a este análisis como un método que nos admite predecir la demanda de deformación y la fuerza sísmica de una edificación, en donde esta metodología considera la redistribución de las fuerzas internas que sucede cuando la estructura supera su límite plástico [23]. En la figura 1, podemos observar la curva de capacidad que genera el procedimiento de “Pushover”, en donde se obtiene la relación de cortante basal vs desplazamiento; en donde la formación de las rótulas plásticas aparece debido a la aplicación de cargas laterales en un solo sentido de manera monótonica en la estructura y de esta manera se genera se va generando el desarrollo de la curva de capacidad.

Utilizando este procedimiento, es posible identificar la secuencia del agrietamiento, cedencia, fallo, estados límites de servicio, así mismo la historia de deformaciones y cortantes en la estructura, que pertenecen a la curva de capacidad (Ilustración 3) [24].

En cuanto al procedimiento; en un primer instante se aplica una carga real, luego ésta va

incrementándose monotónicamente; en donde el patrón de cargas debe ser semejante a las fuerzas inerciales esperadas en el edificio durante un sismo o al primer modo de vibración de la estructura.

Procedimiento del Análisis No Lineal “Pushover”

El procedimiento de este método se basa en llevar al colapso a la estructura, en donde aplica un patrón de cargas laterales incrementales y bajo cargas gravitacionales constantes, las cuales son aplicadas a la estructura, la cual puede ser hasta que la estructura colapse o hasta el valor de carga que se requiera [3].

Se puede observar en la ilustración 2; la cortante basal, la cual es representada como la sumatoria de las fuerzas para cada piso, como está representado, en donde la estructura alcanza un desplazamiento máximo (d_s) y de esta manera dicho proceso se repite, pero haciendo un incremento de cargas hasta el colapso [20]. Las cargas iniciales consideradas en el proceso se consiguen de los códigos regionales, en donde las mismas que son incrementadas en el proceso, así mismo se considera que el patrón de cargas a usar debe ser aproximado deberá aproximarse a las fuerzas inerciales del sismo.

Según Paredes [20] menciona que en la técnica de “Pushover” existen dos grupos de distribución, los cuales son los más usados en esta metodología, dichos grupos son planteados por la Agencia Federal para el manejo de emergencias (FEMA), el primero trata acerca de un patrón de carga uniforme el cual será proporcional a la masa de cada nivel, el segundo se refiere a la colocación de fuerzas proporcionalmente al producto de la masa y la deformación modal afín con el primer modo de vibración del edificio.

Curva de Capacidad

La curva de capacidad representa la fuerza cortante basal y desplazamiento para cada incremento. En esta curva se realiza con la finalidad de mostrar la deformación lateral de la estructura y la respuesta del primer modo de vibración de la estructura el cual se basa en el supuesto de que el modo fundamental de vibración es el que prevalece en la respuesta estructural. Dicha suposición sólo se considera permitida para estructuras cuyo periodo fundamental de vibración esté en torno de un segundo. En el caso de edificaciones más flexibles con un periodo fundamental mayor a un segundo, se considera en el análisis los efectos de los modos de vibración más altos [22].

Demanda sísmica

La demanda sísmica va a estar representada por un espectro de respuesta, en donde se muestra la máxima respuesta de los sistemas de un grado de libertad basada en la función

de sus frecuencias. Los diseños estructurales actuales sólo se ha utilizado un espectro de respuesta el cual consiste en aceleraciones el cual consiste en el diseño y análisis de estructuras basadas en fuerzas. No obstante, conforme han pasado los años y la tecnología ha avanzado se ha determinado que las medidas más importantes en el diseño estructural son las deformaciones y desplazamientos, puesto que van a generar una mejor respuesta de estructuras ante sismos. De la misma forma impulsado al uso de espectros de respuesta en forma de aceleración- desplazamiento para diseños basados en el desempeño sísmico [25].

Métodos para estimar el punto de desempeño

El punto de desempeño se estima como el desplazamiento máximo de un sismo de diseño calculado, en el último piso del techo de la estructura. En donde medir el estado de daño de la estructura será el resultado del punto de desempeño y de acuerdo con las deficiencias que presente el mismo se plantearán soluciones con las medidas necesarias, así mismo también se contrastará con el objetivo del desempeño esperado, según esta metodología “Pushover” presenta dos métodos en desempeño los cuales están representados por: El Método de Espectro de Capacidad y el Método de Coeficientes [26].

Método de Coeficientes

Es aquel método primario estático no lineal, el cual está representado en FEMA 440. Este enfoque va a modificar la respuesta elástica lineal del equivalente sistema de 1GDL multiplicándolo por una serie de coeficientes C0 a C3 para generar una estimación del desplazamiento global máximo, elástico e inelástico, que se denominadesplazamiento del objetivo [27].

Método de Espectro Capacidad

Este método espectro capacidad resulta similar al método de coeficientes propuesto por el FEMA 356, cuyo método inicia cuando se genera una relación de fuerza deformación para la estructura estudiada pero la diferencia radica en que los resultados son representados gráficamente en forma de aceleración de formato espectro respuesta de desplazamiento. Este formato es la transformación de la relación cortante vs techo, en donde se utilizan las propiedades dinámicas dadas en el sistema y el resultado es designado como curva de capacidad para la estructura.

Análisis No Lineal Dinámico

El análisis dinámico no lineal es la manera de llevar a la estructura a su comportamiento

más exacto ante un sismo severo, en donde en el caso de este análisis es indispensable contar con un registro de aceleraciones, que puede ser del terreno; el cual debería ser real o solo simulado; para llevar a cabo este proceso se necesitan programas adecuados y la operación meticulosa de los datos [11].

El modelamiento para este tipo de análisis es parecido a la que se utiliza en el análisis estático no lineal, la diferencia radica en que en este método el movimiento sísmico se va a modelar con acelogramas reales o simulados, de la misma forma se considera que este procedimiento es el más exacto para predecir fuerzas y desplazamientos de cierta edificación la cual es sometida a un sismo.

Comportamiento de la estructura ante cargas laterales

Se considera acorde a la tesis de Dandy Roca [28] que a partir de una relación de esbeltez mayor a 2 la deformación a flexión gobierna el comportamiento, si la esbeltez es mayor a 5, la contribución por cortante es inferior al 5%. En el caso del muro analizado se obtiene que la longitud es de 1.5m, la altura de 10.3m, por lo que la esbeltez es de 6.87.

En la formulación de la plasticidad tipo fibra se realiza por flexocompresión, es decir, se toma en cuenta la no linealidad tanto por carga axial como por flexión y no se considera una no linealidad debido al corte. Debido a que el aporte por corte es mínimo, se asume que el modelo de plasticidad tipo fibra es válido.

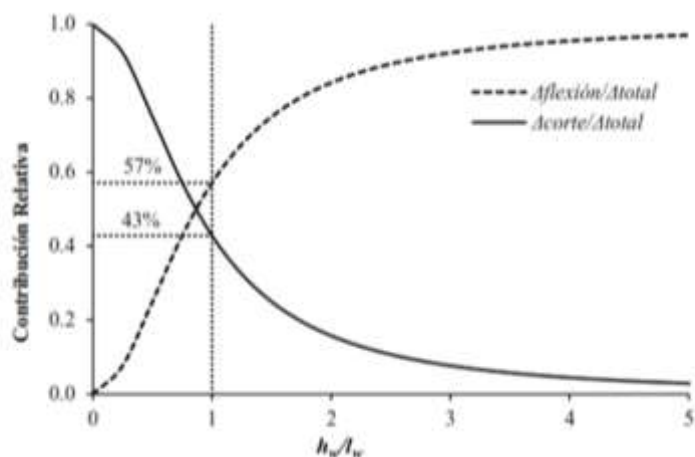


Figura 2 Contribución relativa de la deformación a flexión y a cortante en la deformación total del muro

Existen diferentes tipos de plasticidades, pero principalmente se dividen en dos tipos: las plasticidades concentradas y las plasticidades distribuidas. Dentro de la plasticidad

concentrada existe la rótula plástica y la rótula no lineal tipo resorte, donde estas consideran la no linealidad solo en un punto del elemento, en el caso que se visualiza, en los extremos del elemento estructural, mientras que la plasticidad distribuida considera la no linealidad a lo largo del elemento estructural. La plasticidad tipo fibra es la que se utilizará en el presente documento y considera la no linealidad de la sección dividida en varias fibras, donde la fibra se considera acorde al material, en caso de ser concreto armado, se considera fibras tanto de concreto como de acero de refuerzo

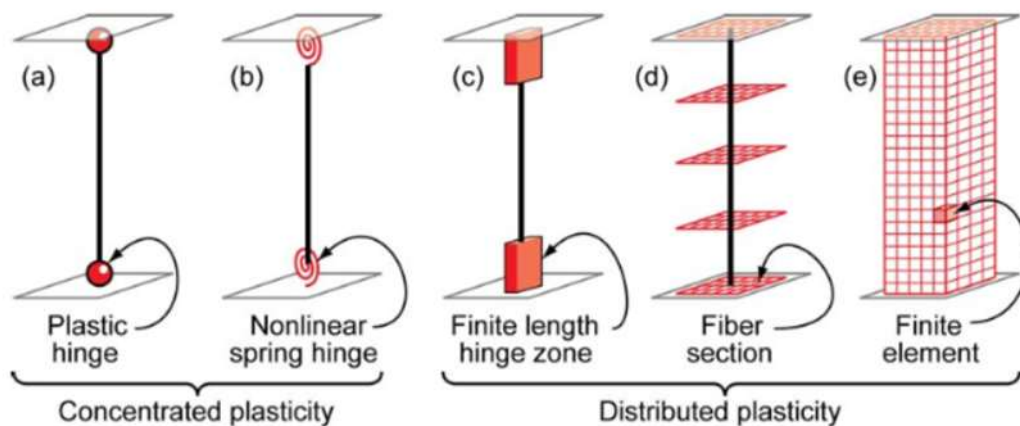


Figura 3 Tipos de plasticidades. [29]

En el presente documento [29] se muestran las fibras de concreto y acero de refuerzo, cada cuadrado que se muestra en la figura representa a una fibra que va a ser representada por un material, asociada a un esfuerzo y deformación unitaria. El comportamiento de cada fibra es acorde al diagrama constitutivo de cada material

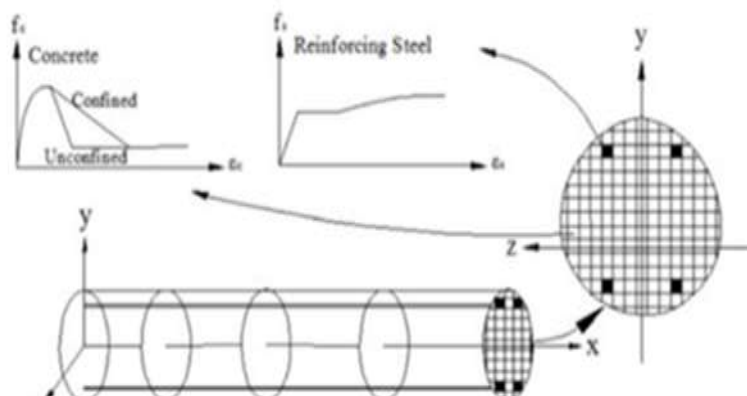


Figura 4 Representación de fibras de concreto y acero de refuerzo [29]

La metodología al trabajar con plasticidad tipo fibra radica en la compatibilidad de deformaciones, las leyes constitutivas y el equilibrio. Si se define un valor de deformación

" ϵ_c " entonces se puede obtener las deformaciones para toda la sección, si además se cumple con el equilibrio. Las fibras del concreto están asociadas a una deformación, por lo tanto, se puede calcular un esfuerzo acorde a su diagrama constitutivo y calcular una fuerza al multiplicarse por el área al cual se encuentra asociada. Al sumar las fuerzas axiales debe de resultar a la carga axial asociada al elemento, en caso de vigas, por ejemplo, usualmente debería de ser 0. El momento flector es calculado al realizar sumatoria de momentos al brazo de palanca hacia el centro de cada fibra y ser multiplicado por la fuerza asociada a cada fibra.

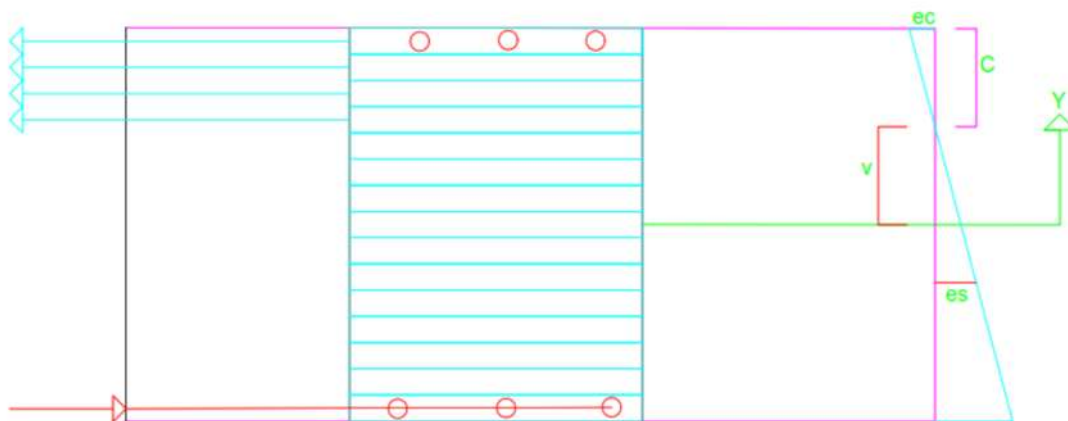


Figura 5 Plasticidad tipo fibra. Fuente: Elaboración propia

Desempeño Sísmico

Diseño sísmico basado en el desempeño

El PBSO (Performance Based Seismic Design) propuesta por el Comité Visión 2000, provee criterios y una posibilidad de diseñar edificios, el cual tenga un comportamiento adecuado ante la presencia de un sismo. El proceso se inicia con la selección de uno o más objetivos de desempeño, en la que cada uno es un riesgo aceptable de incurrir daño o pérdida por un sismo. En edificios existentes, la información básica del edificio ya está definida, pero se debe desarrollar medidas preliminares de modernización si es necesario. En la evaluación de desempeño, se realiza análisis estructurales para predecir las respuestas del edificio frente a sismos, se evalúa la cantidad probable de daño y se determina las consecuencias. Luego, se compara la capacidad de desempeño prevista con los objetivos de desempeño deseado. Si el desempeño evaluado es igual o mejor que los objetivos de desempeño establecidos, el diseño es adecuado. En caso contrario el diseño debe revisarse, en un proceso iterativo, hasta que el rendimiento evaluado y los objetivos deseados coincidan [28].

Propuesta Visión 2000

La propuesta del Comité Visión 2000 plantea cuatro niveles: Totalmente Operacional, donde los daños no acontecen y la estructura persiste segura; de la misma forma otro nivel propuesto es Operacional ; en donde ocurren ligeros daños estructurales y moderados en cuanto a elementos no estructurales, es decir que la edificación se encuentra apta para llevar a cabo sus funciones , también el tercer nivel de Seguridad ; en donde se presentan daños moderados estructurales y no estructurales , por lo tanto va a requerir de reparaciones formidables; el Pre-Colapso en donde surge la pérdida de la rigidez lateral y la capacidad y por lo tanto ocasiona que la estructura se aproxime al colapso [28].

Niveles de desempeño según el ASCE/SEI 41-13

Según el ASCE/SEI 41-13 el nivel de desempeño de un edificio consiste en la combinación de un nivel de desempeño estructural y un no estructural [29].

Niveles y Rangos de desempeño estructural

El ASCE/SEI 41-13 define seis niveles discretos: Ocupación inmediata, la estructura posterior al sismo se mantiene segura, conserva su rigidez y resistencia; Control de daño; Seguridad de vida, daños estructurales, pero conserva un margen de seguridad contra el inicio del colapso; Seguridad limitada; Prevención de colapso, la estructura soporta cargas de gravedad, pero no cuenta con ningún margen de seguridad; No considerado, además cuenta con dos rangos de desempeño estructural intermedios: Rango de seguridad mejorado y Rango de seguridad reducido.

Niveles y Rangos de desempeño no estructural

Cuenta con 4 niveles: Operacional, siguen cumpliendo sus funciones; Retención de posición, se mantienen en su lugar para evitar el daño causado por la caída o volteo; Seguridad de vida, sufren daños, pero no representan una amenaza para la seguridad de la vida; Peligros reducidos.

Niveles de desempeño del edificio objetivo

Los estados de daño esperado posterior a un sismo son los siguientes: Operacional (1-A), muy pocos daños; Ocupación Inmediata (1-B), la estructura es segura y existen reparaciones leves; Seguridad de Vida (3-C), estabilidad en la estructura, el daño no

estructural peligroso está controlado; Prevención de Colapso (5-D), el edificio se encuentra cerca al colapso.

Tabla 2: Niveles de desempeño y del edificio objetivo -ASCE. [31]

	S-1 Ocupación inmediata	S-2 Control de daño	S-3 Seguridad de vida	S-4 Seguridad Limitada	S-5 Prevención de colapso	S-6 No considerado
N-A Operacional	1-A Operacional	2-A	NR	NR	NR	NR
N-B Retención de Posición	1-B Inmediata ocupación	2-B	3-B	NR	NR	NR
N-C Seguridad de Vida	1-C	2-C	3-C Seguridad de vida	4-C	5-C	6-C
N-D No considerado	NR	NR	3-D	4-D	5-D Prevención de colapso	No evaluación

Nota: En la tabla 2 se visualiza los niveles de desempeño según SEAOC

Objetivos de Desempeño

La selección de los objetivos basados en el desempeño estará hecha por el cliente, el cuál será sugerido por un profesional de diseño, ello se basará en el peligro sísmico, ámbito económico y riesgo aceptable, en su mayoría van desde el mínimo, basado en la seguridad de vida para sismo raro, a operacional en sismo muy raro [26].

Propuesta del Comité Vision 2000

Visión 2000 menciona los siguientes objetivos:

Objetivos mínimos: El objetivo básico es aceptable para edificios comunes nuevos, los objetivos que son esenciales y de seguridad crítica son para hospitales y plantas nucleares.

Lo explicado anteriormente se puede observar en la ilustración 6.

Objetivos mejorados: Estos objetivos proporcionan un desempeño más seguro y representan menos riesgo que los objetivos mínimos.

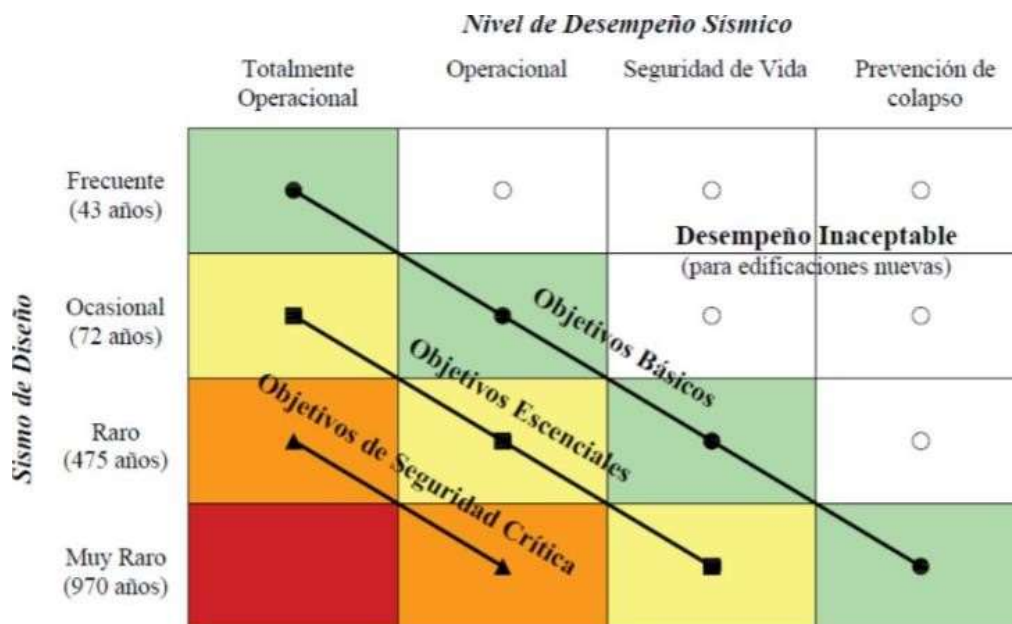


Figura 6 Objetivos del desempeño sísmico (SEAOC) [31].

Propuesta del ATC40

La propuesta del ATC40 nos dice que una extensa diversidad de niveles de desempeño para edificios se puede relacionar los niveles de sismo para obtener varios objetivos de desempeño [30].

Sismo frecuente o de servicio (SE): Tiene el 50 % de probabilidad de ser excedido en un periodo de 50 años, con un periodo de retorno de 75 años.

Sismo de Diseño (DE): Tiene un 10 % de probabilidad de ser excedido en un periodo de 50 años, con un periodo aproximado de 500 años.

Sismo Máximo (ME): Tiene un 5 % de probabilidad de ser excedido en un periodo de 50 años, con un periodo aproximado de 1000 años

Tabla 3 Objetivos de desempeño de seguridad básica para estructuras convencionales [33]

Nivel de amenaza sísmica	Nivel de desempeño de la estructura			
	Operacional	Ocupación inmediata	Seguridad de vida	Estabilidad estructural
Servicio (SE)	-	-	-	-
Diseño (DE)	-	-	-	-
Máximo (ME)	-	-	-	-

Nota: En la tabla 3 se detallan los objetivos de desempeño según ATC40

Materiales y Métodos

Tipo y nivel de investigación

Según Humberto Ñaupas Paitán la investigación aplicada o tecnológica se basa en resolver objetivamente los procesos de producción, circulación, consumo de bienes y servicios de cualquier actividad humana, de tipo industrial, infraestructural, comercial, etc. Así mismo se considera de tipo tecnológica porque está ligada a que su producto tiende a un conocimiento tecnológico, de la misma forma define el nivel de investigación descriptivo como una investigación de segundo nivel, en donde la principal característica se basa en la recopilación de datos para probar una hipótesis, estos datos hacen referencia a características, propiedades, dimensiones, personas [31].

El tipo de investigación en relación con el propósito de la presente tesis es de tipo aplicativa debido a que está orientada a optimizar el diseño estructural de la Sede Institucional de la Dirección Regional de Salud Amazonas, es decir que tiene como propósito resolver un problema de tipo infraestructural, así mismo también es de tipo tecnológica, puesto que se pretende aplicar metodologías innovadoras en estructuras como lo es el análisis dinámico y estático no lineal y de esta manera aplicar un conocimiento tecnológico.

El nivel de investigación es descriptivo ya que tiene como finalidad describir acerca de cómo la estructura de concreto armado se comporta ante cargas laterales o sollicitaciones sísmicas producto del análisis estático y dinámico no lineal.

Diseño de investigación

Según Roberto Hernández Sampieri el diseño transeccional descriptivo tiene como objetivo indagar acerca de una o más variables en una población, objetos, fenómenos,

situaciones y proporcionar una descripción de cifras o valores [32].

Para la investigación mencionada, el tipo de diseño es transeccional descriptivo, puesto que se presente describir el comportamiento de la estructura ante un análisis estático y dinámico no lineal, a través de valores o cifras, con el fin de conocer el verdadero comportamiento de las estructuras ante sismos.

Población, muestra, muestreo

La unidad de estudio será el comportamiento estructural de la edificación ante sollicitaciones sísmicas o cargas laterales, la población está referida a la Sede Institucional de la Dirección Regional Amazonas, comprendida en un área de terreno de 2504.1571m² y con un perímetro de 204.8960 y la muestra está conformada por 2 edificaciones de 3 pisos de concreto armado, el muestreo estará dado por un muestreo no probabilístico, según criterio de selección.

Criterios de selección

El criterio de selección está dado de acuerdo con las características de las edificaciones, es decir el material que compone a la estructura, el sistema estructural que rige en cada una de éstas, de la misma manera la regularidad en la edificación tanto en planta como en elevación, así como también la simetría, continuidad estructural, forma, elevación, de acuerdo con la edificación a evaluar.

Operacionalización de variables

Se define a operacionalización de variables como el procedimiento para transformar variables teóricas en variables intermedias o dimensiones, luego éstas en indicadores y finalmente en índices [32].

Variable dependiente: Es aquella variable representa el fenómeno que se estudia.

Variable Independiente: Es aquella en donde influye la variable dependiente y no depende de otra variable.

Variable Interviniente: Es aquella variable que puede afectar a la variable independiente y dependiente.

Variable dependiente: Infraestructura.

Variable independiente: Diseño estructural sismorresistente.

Variable interviniente: Análisis no lineal estático, análisis no lineal dinámico.

Tabla 4 Cuadro de operacionalización variable

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICION
VD. INFRAESTRUCTURA	Regularidad Estructural	En Plana	Observación	Ficha de Observación	Nomina 1
		Elevación	Observación	Ficha de Observación	Nomina 2
		Simetria	Observación	Ficha de Observación	Nomina 3
		Material	Observación	Ficha de Observación	Nomina 4
VI. DISEÑO SÍSMICO ESTRUCTURAL	Sistema Estructural	Tipo Estructural	Análisis de la Informacion	Guía de Revisión	Razón
	Resistencia del Suelo	Capacidad Portante del Suelo	Análisis de la Informacion	Guía de Revisión	Razón
		Asentamiento del Suelo	Análisis de la Informacion	Guía de Revisión	Razón
	Capacidad Estructural	Curva de Capacidad	Análisis de la Informacion	Guía de Revisión	Ordinal
	Punto Desempeño	Espectro de Capacidad	Análisis de la Informacion	Guía de Revisión	Ordinal
V. INTERVINIENTE - ANALISIS NO LINEAL ESTATICO - ANALISIS NO LINEAL DINAMICO	Daño de Edificación	Objetivo de Edificación	Análisis de Documentación	Guía de Revisión	Ordinal
		Límites de Deformación	Análisis de Documentación	Guía de Revisión	Ordinal
		Condición Estructural	Análisis de Documentación	Guía de Revisión	Ordinal

Nota: Se detalla en la tabla 4 la operacionalización de variables. Fuente propia

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos se refieren a los procedimientos o herramientas mediante los cuales se van a recoger los datos o información necesaria para probar la hipótesis de investigación [32].

La observación directa como una técnica de recolección cualitativa está mediada por instrumentos de observación para completar la observación

El análisis de contenido como una técnica de recolección de datos descriptiva, se basa en métodos o procesamientos estadísticos, los cuales se encargan procesamiento, análisis de datos [32].

Observación directa: Observación directa de las variables notando el fenómeno de estas.

Técnica descriptiva-Análisis de contenido: Analizar según las metodologías y normativas internacionales, nacionales los datos o información conseguida.

Procedimientos

Para el desarrollo del presente proyecto en primer lugar se realizó la topografía de la zona en estudio, el cual está comprendida en un área total de 5000 m², con un área construida de 2504.1571 m², con la finalidad de conocer de manera gráfica la superficie del terreno, el cual será necesario para el diseño de las infraestructuras, así mismo se realizaron calicatas para el estudio de suelos, con la finalidad de conocer la capacidad y condiciones del suelo de la zona asignada para el proyecto, así mismo de acuerdo con el estudio topográfico con el que actualmente la DIRESA cuenta, se verificó la desarrollada en campo con la misma y también se verificó el estudio de suelos y arquitectura del lugar. En seguida se procedió a desarrollar el diseño estructural sismorresistente de las edificaciones, teniendo en cuenta las características y tipo estructural de cada edificación, acorde a las normativas E.030 Diseño Sismorresistente y E.060 Concreto Armado del reglamento Nacional de Edificaciones, obteniendo así las dimensiones estructurales del mismo.

Así mismo después de haber diseñado estructuralmente las edificaciones mencionadas, se procedió a analizar dichas edificaciones con el método de pushover, el cual representa al análisis estático no lineal, además se realizó el análisis no lineal dinámico de las estructuras en el tiempo, para de esta manera demostrar el comportamiento real de dichas edificaciones en el tiempo.

Finalmente se evaluó la capacidad sísmica y respuesta tiempo historia del diseño

estructural analizado y se obtuvo el costo y tiempo de inversión de dicho diseño estructural.

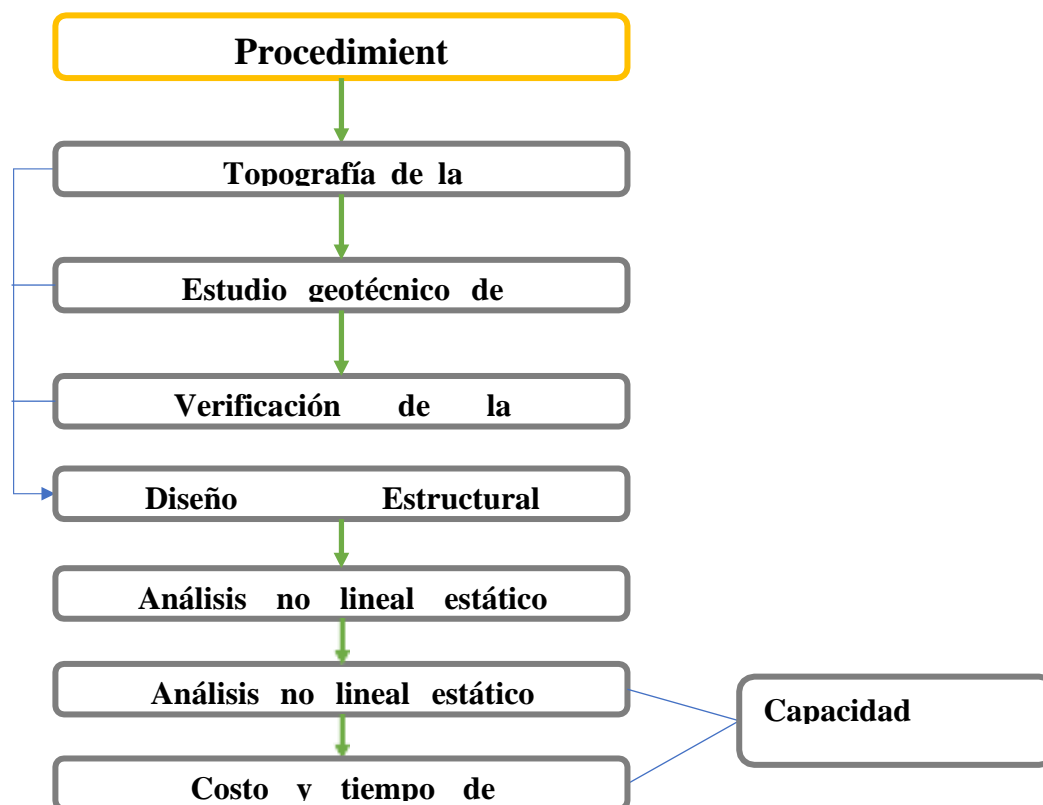


Figura 7 Fuente propia-Diagrama flujo

Plan de procesamiento y análisis de datos

El plan y procesamiento de datos se desarrolló de la siguiente manera:FASE I:

Recopilación de la información bibliográfica y revisión de la literatura del proyecto en mención.

Estudio de la normativa nacional e internacional.

Análisis de las metodologías que se emplearon, como el análisis estático y dinámico no lineal.

Estudio acerca del análisis dinámico y estático no lineal

FASE II:

Realización de la topografía de la zona. Realización de los estudios de Mecánica de Suelos.

Análisis de la topografía y estudio de suelos de la zona en mención.Verificación de la topografía y estudio de mecánica de suelos.

Realización del diseño estructural sismorresistente de la DRSA mediante hojas de cálculo y un software computacional.

FASE III:

Evaluación de las edificaciones mediante el análisis estático “pushover” y dinámico no lineal mediante un software computacional, aplicando las normativas internacionales ASCE 41-13, ATC 40 Y FEMA 440

Evaluación de la capacidad sísmica y respuesta tiempo historia del diseño estructural analizado.

FASE IV:

Determinar el costo y tiempo de inversión del diseño estructural estudiado. Análisis de los resultados finales.

Matriz de consistencia

Tabla 5 Matriz de consistencia

Diseño estructural sismorresistente de la infraestructura de la Dirección Regional de Salud Amazonas mediante análisis no lineal estático y dinámico					
Título	Objetivos	Hipótesis	Tipo y diseño	Variables	Población y muestra
¿Cuál es el diseño sismorresistente de la infraestructura de la Dirección Regional de Salud Amazonas mediante el análisis no lineal estático y dinámico?	Objetivo General Presentar el diseño estructural sismorresistente para la infraestructura de la Dirección Regional de Salud Amazonas mediante el análisis no lineal estático y dinámico, ubicado en el distrito y provincia de Chachapoyas, región de Amazonas.	El análisis estático y dinámico no lineal permitirá conocer el comportamiento real de las edificaciones ante sismos y por lo tanto un diseño óptimo.	Tipo y diseño de la investigación: Aplicativa	Variable dependiente: Infraestructura.	Población: Está determinada por la Sede Institucional de la Dirección Regional de Salud Amazonas
¿Cuáles son las características arquitectónicas, topográficas y geotécnicas de la zona?	Objetivo Específico 1: Obtener las características topográficas, geotécnicas y de diseño arquitectónico de la infraestructura a construir, aprobada por la DIRESA Amazonas.	-Se obtuvieron las características topográficas, geotécnicas y arquitectónicas de la DIRESA Amazonas.	Descriptiva	Variable independiente: Diseño estructural sismorresistente.	Muestra: Conformada por 5 edificaciones de 3 pisos de concreto armado.
¿Los resultados de la verificación de los datos topográficos, geotécnicos y arquitectónicos son aceptables?	Objetivo Específico 2: Verificar los datos topográficos, geotécnicos y de diseño arquitectónico en la zona de estudio.	-Se verificaron los datos topográficos. -Se verificó el diseño arquitectónico, siendo óptimo para el diseño estructural. -Se verificó el estudio geotécnico, el cual cumple con las características requeridas.	Diseño de la investigación: Transeccional descriptivo	Variable interviniente: Análisis no lineal estático, análisis no lineal dinámico.	
¿Cuál será el diseño estructural sismorresistente para la DIRESA Amazonas?	Objetivo Específico 3: Realizar el Diseño estructural sismorresistente computarizado propuesto para la infraestructura, aplicando las normativas E.030 Diseño Sismorresistente y E.060 Concreto Armado del reglamento Nacional de Edificaciones.	El diseño estructural sismorresistente resulta óptimo y seguro, cumpliendo con las normativas de diseño.			
¿Cuál será el comportamiento sísmico de la infraestructura mediante el análisis estático y dinámico no lineal?	Objetivo Específico 4: Analizar el diseño estructural sismorresistente propuesto mediante el método no lineal estático "Pushover" y dinámico, aplicando las normativas internacionales ASCE 41-13, ATC 40 Y FEMA 440.	El comportamiento de la infraestructura analizada a través del análisis estático y dinámico no lineal es óptimo según normativas internacionales ASCE 41-13, ATC 40 Y FEMA 440.			
¿Cuál será la capacidad sísmica y respuesta tiempo historia para la infraestructura de la DIRESA Amazonas?	Objetivo Específico 5: Evaluar la capacidad sísmica y respuesta tiempo historia del diseño estructural analizado.	La capacidad sísmica y respuesta tiempo historia permiten conocer de manera real el comportamiento sísmico de edificaciones ante un sismo.			
¿Cuáles serán los costos y tiempo de inversión del diseño estructural de la DIRESA Amazonas?	Objetivo Específico 6: Determinar el costo y tiempo de inversión del diseño estructural estudiado	El costo y tiempo de inversión resultan económicos y tiempo eficaz.			

Consideraciones éticas

La ética en la investigación es una rama de la ética, que trata acerca de la conducta humana y los principios morales desde el campo de la ciencia, en donde los investigadores deberán regirse a un código de ética [34]:

Imparcialidad: El proyecto de investigación deberá apuntar a lograr la verdad con imparcialidad a través de su metodología, bases teóricas, hipótesis y planteamiento del problema.

Respeto a la dignidad humana

Autonomía

Responsabilidad

Objetividad

Confidencialidad

Beneficencia

No maleficencia

No al fraude

Resultados

Estudios básicos.

De acuerdo con la investigación realizada, se verificó los estudios geotécnicos, topográficos, con ensayos en laboratorio y trabajo en campo para la topografía.

Estudio de Mecánica de suelos

Los trabajos que comprenden el Estudio de los Suelos se han venido desarrollando con la finalidad de brindar una investigación con las características del suelo para que permitan establecer los criterios del diseño de la cimentación.

Los trabajos se desarrollaron en tres etapas; inicialmente los trabajos correspondientes al relevamiento de información, ejecutados directamente en el campo; posteriormente los trabajos que evalúan las características de los materiales involucrados en el proyecto; y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada que permita establecer los parámetros de diseño de la cimentación.

Los trabajos de campo se orientaron a explorar la superficie y el subsuelo mediante la ejecución de una calicata distribuida dentro de la zona del proyecto. En el área de estudio. Se tomaron muestras disturbadas de las calicatas ejecutadas, las mismas que fueron remitidas al laboratorio especializado.

Los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y

mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, las que sirvieron de base para determinar las características de diseño. Además, se realizaron ensayos de sales solubles de muestras seleccionadas, con el fin de determinar la agresividad de los suelos.

Ubicación del área de estudio

El terreno destinado para la ejecución del proyecto: “Diseño estructural sismorresistente de la infraestructura de la dirección regional de salud Amazonas mediante análisis no lineal estático y dinámico”

La provincia de Chachapoyas limita por el Norte con la provincia de Bongará y el departamento de San Martín; por el Este, con la Provincia de Rodríguez de Mendoza; por el Sur, con los departamentos de la Libertad y San Martín, y por el Oeste con la provincia de Luya y departamento de Cajamarca. Dada su respectiva capital Chachapoyas con una altitud de 2 335 m.s.n.m.

La provincia de Chachapoyas limita por el Norte con la provincia de Bongará y el departamento de San Martín; por el Este, con la Provincia de Rodríguez de Mendoza; por el Sur, con los departamentos de la Libertad y San Martín, y por el Oeste con la provincia de Luya y departamento de Cajamarca. Dada su respectiva capital Chachapoyas con una altitud de 2 335 m.s.n.m.

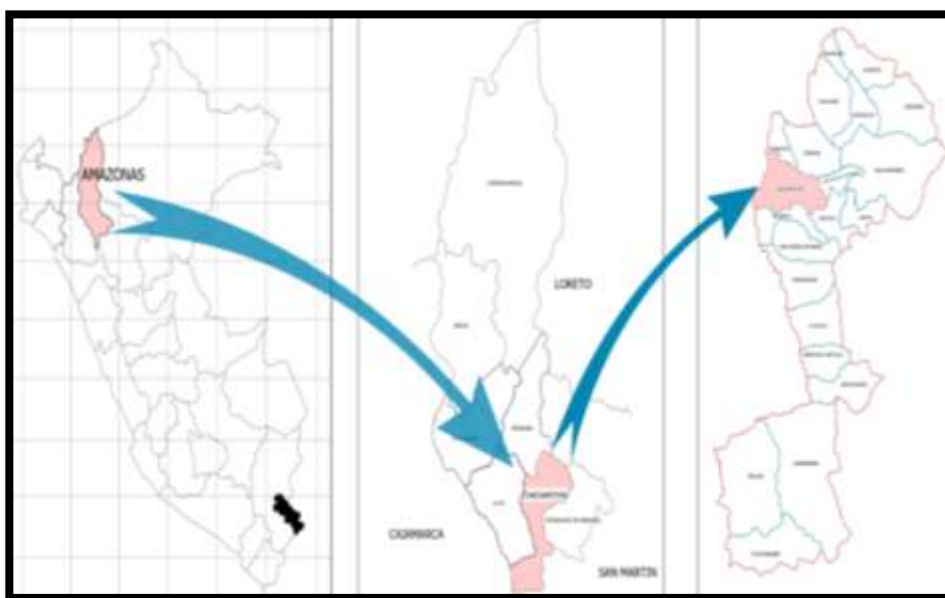


Figura 8 Mapa Departamental, Provincial y Distrital. Fuente: Elaboración propia

Acceso al área de estudio

a) Distrito de Chachapoyas

Partiendo del Peje. San Pablo Cdra. 1 hacia el área de estudio, hay un tiempo de 6 min.

La distancia que existe entre el Laboratorio de Suelos Grupo Dasat hacia el área de estudio es de 2.20 km.



Figura 9: Mapa de distancia entre el Laboratorio de suelos y el área de estudio. Fuente: Elaboración propia

Objetivos del estudio:

El objetivo principal de este presente informe es el determinar las características físicas y de resistencia del material muestreado, debiéndose realizar la clasificación unificada de suelos y obtener la capacidad admisible del suelo a nivel de Cimentación en la zona de estudio. Para ello, se cuenta con el informe de resultados de Ensayos que se adjunta en el anexo.

Limites

Por el norte: Provincia de Bongará (Amazonas)

Por el sur: Distrito de Chiquin (Amazonas)

Por el Este: Distrito de Olleros (Amazonas)

Por el Oeste: Distrito de Chiquin y Distrito de Quinjalca (Amazonas).

Parámetros de sitio (S , T_P y T_L)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los periodos T_P y T_L dados en las tablas correspondientes:

De acuerdo con la **NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE”**, tomando como base el presente estudio de suelos se recomienda adoptar los siguientes parámetros:

Z=Factor de uso de la zona	Z=	0.25
U= Factor de uso de la importancia	U=	1
S= Factor del suelo	S=	1.2
C=Coeficiente Sísmico	R=	6
R=Factor de ductilidad	T_p=	0.6
T=Periodo de Vibración fundamental de la estructura	T_L=	2

Investigaciones en Campo

Calicatas

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del área de estudio se han realizado 04 excavaciones a cielo abierto o calicatas, localizadas de forma conveniente con la siguiente profundidad:

Tabla 6: Profundidad de Calicatas

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)
C-01	0.20 – 1.50
C-02	0.20 – 1.50
C-03	0.20 – 1.50
C-04	0.20 – 1.50

Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados (Mab), en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de descripción e identificación de suelos, siguiendo los procedimientos de la Norma A.S.T.M D2488.

Registro de Excavación

Paralelo a la excavación se realizó el registro de las calicatas, anotándose las características de los tipos de suelos similares, tales como espesor, color, olor, condición de humedad, angulosidad, forma, consistencia o compacidad, cementación, estructura, tamaño máximo de partículas, etc. De acuerdo con la Norma A.S.T.M D 2488.

Preservación Y Transporte de Suelos

Ya a lo último, se procedieron a realizar las practicas normalizadas para la preservación y transporte de los suelos, con destino hacia el laboratorio de la Empresa, para los posteriores ensayos, teniendo en cuenta la Norma A.S.T.M D 4220.

Trabajos de laboratorio

Los trabajos de laboratorio incluyeron las siguientes actividades:

Métodos para reducción de muestras de campo a tamaño de muestras de ensayo, de acuerdo con la Norma A.S.TM C702.

Ensayos de Laboratorio

Los ensayos estándar de laboratorio se realizaron en el laboratorio de suelos y pavimentos DATAS., y el análisis químico de sales agresivas, bajo las Normas A.S.T.M. (American Society For Testing and Materials).

Ensayos Estándar

Se realizaron los siguientes ensayos:

04 ensayos de Análisis Granulométrico, se utilizó tamices calibrados, con certificados de la calibración de V2021892, ver Anexo N°07

04 ensayos de Limite Líquido, Límite Plástico, e índice de Plasticidad de Suelos, se utilizó copa de Casa Grande, con certificados de la calibración de V1821036.

04 ensayos de Clasificación SUCS.

04 ensayos de Clasificación AASHTO.

Ensayos Especiales

Fueron realizados los siguientes ensayos especiales de campo:

04 ensayos de Contenido de Sales.

04 ensayos De Corte Directo, con certificado de la calibración de PT-LF069-2022, ver Anexo N°07.

Clasificación de Suelos del Terreno de Fundación

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), bajo la Norma A.S.T.M. D 2487.

Tabla 7: Clasificación de suelos

CALICATA	C - 01	C - 02	C - 03	C - 04
Muestra	M - 1	M - 1	M - 1	M - 1
Profundidad (m)	0.20 – 1.50	0.20 – 1.50	0.20 – 1.50	0.20 – 1.50
% Para Tamiz N°4	99.67	99.76	77.59	99.71
% Para Tamiz N° 200	13.88	13.24	23.81	32.05
Límite Líquido (%)	54.82	44.60	34.76	54.03
Índice Plasticidad (%)	17.62	18.42	13.58	17.25
Coefficiente Uniformidad (Cu)	-	-	-	-
Coefficiente Curvatura (Cc)	-	-	-	-
Diámetro Efectivo (D₁₀)	-	-	-	-
Contenido de Humedad	15.67	16.34	17.05	16.29
Clasificación de Suelos “SUCS”	SM	SC	SC	SM
Clasificación de Suelos “AASHTO”	A-2-7 (0)	A-2-7 (0)	A-2-6 (0)	A-2-7 (1)

Tabla 8: Capacidad portante según calicata Perfil estratigráfico

CALICATA	MUESTRA	CAPACIDAD PORTANTE (kg/cm²)	PROFUNDIDAD (m)
C-01	M-01	0.74	1.50
C-02	M-01	0.78	1.50
C-03	M-01	0.77	1.50
C-04	M-01	0.73	1.50

Descripción del Perfil Estratigráfico

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce la siguiente conformación:

Calicata c – 1

De 0.00 m a 0.20 m, suelo conformado por materia orgánica (Material de relleno)

De 0.20 m a 1.50 m.

Se tiene la presencia de un estrato de arena limosa, con clasificación de suelo según AASHTO como un suelo A-2-7 (0), y de mediana plasticidad.

Calicata c – 2

De 0.00 m a 0.20 m, suelo conformado por materia orgánica (Material de relleno)

De 0.20 m a 1.50 m.

Se tiene la presencia de un estrato de arena arcillosa, con características de suelo de partículas gruesas mezclado con finas, de mediana plasticidad, con clasificación de suelo según AASHTO como un suelo A-2-7 (0).

Calicata c – 3

De 0.00 m a 0.20 m, suelo conformado por materia orgánica (Material de relleno)

De 0.20 m a 1.50 m.

Se tiene la presencia de un estrato de arena arcillosa con moderado contenido de gravas, con características de suelo de partículas gruesas con finos, de mediana plasticidad, con clasificación de suelo según AASHTO como un suelo A-2-6 (0).

Calicata c – 4

De 0.00 m a 0.20 m, suelo conformado por materia orgánica (Material de relleno)

De 0.20 m a 1.50 m.

Se tiene la presencia de un estrato de arena limosa, con características de suelo de partículas gruesas con finas, de mediana plasticidad, con clasificación de suelo según AASHTO como un suelo A-2-7 (1).

Contenido de sales

El resultado del Análisis Físico Químico efectuado con muestras representativas del estrato que conforma el subsuelo de fundación presenta los siguientes valores:

Tabla 9: Contenido de sales

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (M)	CONTENIDO DE SALES (%)
C – 1	M – 1	1.50	0.036
C – 2	M – 1	1.50	0.034
C – 3	M – 1	1.50	0.035
C – 4	M – 1	1.50	0.034

Tabla 10: Reacciones químicas

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	PARTES POR MILLÓN (ppm)	GRADO DE ALTERACIÓN	OBSERVACIONES
*SULFATOS	0 - 1,000	Insignificante	No ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación.
	1,000 - 2,000	Moderado	
	2,000 - 20,000	Severo	
	>20,000	Muy Severo	
**CLORUROS	<6,000	Insignificante	No ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
** SALES SOLUBLES	<15,000	Insignificante	No ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación

Tabla 11: Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, (%peso)	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua – material cementante (en peso) para concretos	f'c mín (MPa), concreto peso normal y ligero
Insignificante	$0.0 \leq \text{SO}_4 < 0,1$	$0 \leq \text{SO}_4 < 150$	–	–	–
Moderada**	$0,1 \leq \text{SO}_4 < 0,2$	$150 \leq \text{SO}_4 < 1\ 500$	II, IP (MS), IS (MS), P (MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0.50	28
Severa	$0,2 \leq \text{SO}_4 < 2$	$1\ 500 \leq \text{SO}_4 < 1000$	V	0.45	31
Muy severa	$\text{SO}_4 < 2$	$100000.0 < \text{SO}_4$	Tipo V más puzolana ***	0.45	31

Topografía

Para la topografía se usó el método directo en donde se hizo el levantamiento topográfico por radiación con estación total, cuyo terreno está ubicado en el Sector Ochante, con un área de 5000 m² y un perímetro de 283.53ml, el cual se detalla en el anexo 07.

Descripción del Diseño Estructural

El diseño estructural estará conformado por dos estructuras de concreto armado, cuyo diseño cumple con los parámetros establecidos de la E030, como se muestra a continuación.

Análisis modal espectral

Parámetros sísmicos bloque 1

Especificaciones Técnicas:

Ubicación: Chachapoyas

Uso: Oficinas

Suelo: S2-Suelos Intermedios

Nº de pisos: 3

F'c: 280 kg/cm²

-F'y: 4200 kg/cm²

Análisis modal espectral

Parámetros sísmicos bloque 1

El edificio se encuentra en Z2S2 y es del tipo común (C), además los periodos son inferiores al Tp por lo que el valor del C es de 2.5. El valor de R considerado es 6 que significa de muros.

Tabla 12 Consideraciones para la edificación

Z	0.25
U	1
C	2.5
S	1.2
R	6

13 Consideraciones para la edificación

Txx	0.456
Tyy	0.427
Tp	0.6
Tl	2

14 Consideraciones para la edificación

ZUCS/R	0.125
W	720
ZUCS/R*W	90

15 Consideraciones para la edificación

DERIVA 0.75R
4.5

Comprobación del R=6

Se calcula la cortante que se llevan los muros para corroborar si es superior al 70% para ser considerados de muros.

Tabla 16 Cortante total y del muro

Dirección	Cortante Total	Cortante muro	% Muro
XX	76.1	63.7	0.8370565
YY	76.3	60.6	0.79423329

Corroboración de la irregularidad por torsión

Se observan las ratios por torsión en ambas direcciones.

Tabla17 Ratios por torsión dirección X

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
					m	m	
Story4	SISMO YY	LinRespSpec	Max	Y	0.001517	0.001334	1.137
Story3	SISMO YY	LinRespSpec	Max	Y	0.002525	0.002291	1.102
Story2	SISMO YY	LinRespSpec	Max	Y	0.003275	0.003009	1.088
Story1	SISMO YY	LinRespSpec	Max	Y	0.002868	0.00266	1.078
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
					m	m	
Story4	SISMO XX	LinRespSpec	Max	X	0.001583	0.001437	1.101
Story3	SISMO XX	LinRespSpec	Max	X	0.002457	0.002438	1.008
Story2	SISMO XX	LinRespSpec	Max	X	0.00313	0.003115	1.005
Story1	SISMO XX	LinRespSpec	Max	X	0.002752	0.002736	1.006

Se observa que en ningún caso excede de 1.3, por lo que no hay irregularidad por torsión, sin embargo, se observa que en la dirección XX es completamente simétrico, pero en la dirección YY no hay una simetría completa.

Cálculo de la cortante basal y derivas

Se calcula la cortante modal y se verifica si es inferior al 80% de la cortante al ser un edificio regular. Al ser el V_{modal} superior al $0.8V_{est}$, no se amplifica y el factor es de 1.

Tabla 18 Cortante Basal, estática y modal.

	Vest	0.8Vest	Vmodal	Factor
XX	90	72	76.1	1
YY	90	72	76.3	1

Se calcula las derivas al multiplicar los resultados por 0.75R que es 4.5, pero al ser los resultados /1000, se multiplican por 4500 para ser un número entero.

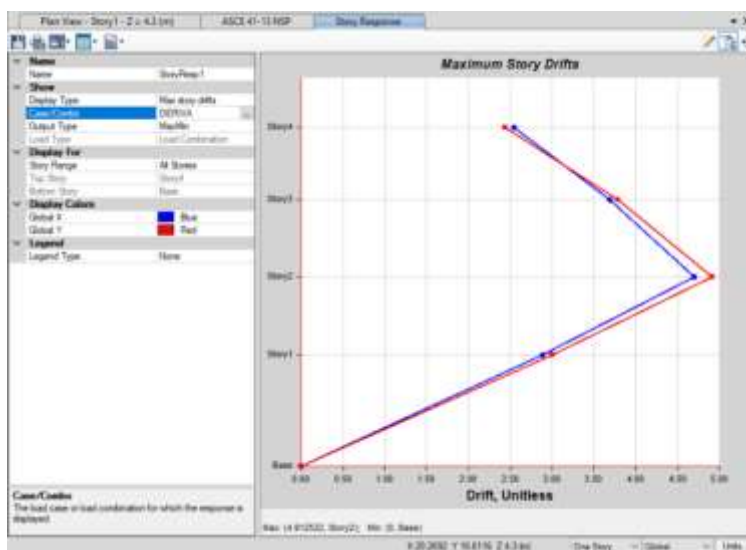


Figura 10: Derivas en la dirección X y Y

La deriva máxima se da en la dirección YY de 4.9/1000 y de 4.7/1000 en la dirección XX, en ambos casos inferiores a la deriva máxima de 7/1000.

Parámetros sísmicos bloque 2

El edificio se encuentra en Z2S2 y es del tipo común (C), además los periodos son inferior al T_p por lo que el valor del C es de 2.5. El valor de R considerado es 6 que significa de muros.

Tabla 19 Consideraciones para la edificación

Z	0.25
U	1
C	2.5
S	1.2
R	6

Tabla 20 Consideraciones para la edificación

Txx	0.506
Tyy	0.46
Tp	0.6
Tl	2

Tabla 21 Consideraciones para la edificación

ZUCS/R	0.125
W	836
ZUCS/R*W	104.5

Tabla 22 Consideraciones para la edificación

DERIVA 0.75R
4.5

Comprobación del R=6

Se calcula la cortante que se llevan los muros para corroborar si es superior al 70% para ser considerados de muros.

Tabla 23 Cortante total y de muro

Dirección	Cortante Total	Cortante muro	% Muro
XX	90.6	72.1	0.79580574
YY	89.7	69.4	0.77369008

Corroboración de la irregularidad por torsión

Se observan las ratios por torsión en ambas direcciones

Tabla 24 Ratios por torsión

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
					m	m	
Story4	SISMO YY	LinRespSpec	Max	Y	0.009588	0.009576	1.001
Story3	SISMO YY	LinRespSpec	Max	Y	0.010611	0.009512	1.115
Story2	SISMO YY	LinRespSpec	Max	Y	0.007541	0.00681	1.107
Story1	SISMO YY	LinRespSpec	Max	Y	0.003537	0.00322	1.098

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
					m	m	
Story4	SISMO XX	LinRespSpec	Max	X	0.011541	0.011406	1.012
Story3	SISMO XX	LinRespSpec	Max	X	0.010227	0.010183	1.004
Story2	SISMO XX	LinRespSpec	Max	X	0.007498	0.007473	1.003
Story1	SISMO XX	LinRespSpec	Max	X	0.003616	0.003603	1.004

Se observa que en ningún caso excede de 1.3, por lo que no hay irregularidad por torsión, sin embargo, se observa que en la dirección XX es completamente simétrico, pero en la dirección YY no hay una simetría completa.

Diferencias de resultados entre bloque 1 y 2

Los bloques 1 y 2 tienen los mismos elementos estructurales, sin embargo, el bloque 2 tiene mayor área, por lo que es más afectado por fuerzas laterales y por ello se visualizan mayores derivas. La deriva máxima del bloque 2 es de 6/1000 y en el bloque 1 es de 4.9/1000.

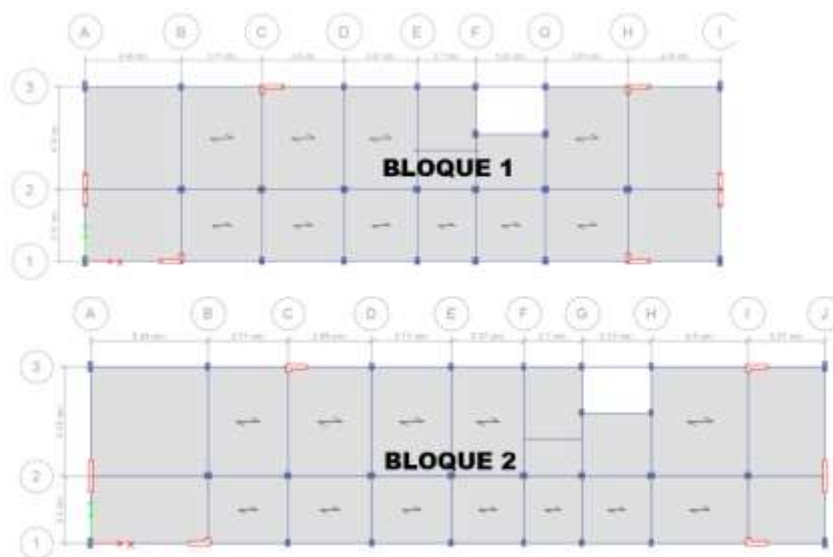


Figura 11: Bloque 1 y 2

Así mismo el bloque 2 posee mayor peso que el bloque 1 y se sustenta a continuación:

Bloque 1 Peso sísmico

Tabla 25 Masa de la edificación por piso

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m
Story4	D1	2.10774	2.10774	17.6534	6.0244
Story3	D1	18.60281	18.60281	14.6542	3.9979
Story2	D1	26.0335	26.0335	14.5688	4.0478
Story1	D1	26.6635	26.6635	14.5845	4.0434

ÁREA DE LA EDIFICACIÓN	246
MASA	73.40755
PESO SÍSMICO	720.128066

Bloque 2

Tabla 26 Masa de la edificación por piso

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m
Story4	D1	1.87089	1.87089	22.5436	6.2191
Story3	D1	22.46827	22.46827	17.1296	4.129
Story2	D1	30.0989	30.0989	17.1434	4.1247
Story1	D1	30.77974	30.77974	17.1669	4.1199

ÁREA DE LA EDIFICACIÓN	300
MASA	85.2178
PESO SÍSMICO	835.98662

El peso sísmico de la edificación 1 es de 720.128 Ton y de la edificación 2 es de 835.98662 Ton.

Diseño Estructural Bloque 1

Diseño de columnas-Edificación 1

Para el diseño de columnas se usó la metodología de Bresler

C1: 25x35

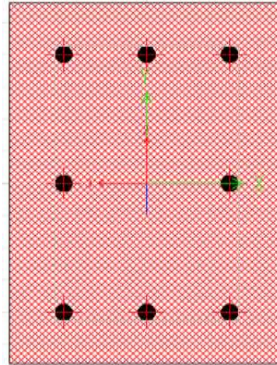


Figura 12 Distribución de acero de refuerzo

- Usar 3 de 5/8"
- Usar 3 de 5/8"
- 2 más de 5/8 por simetría (proceso constructivo)

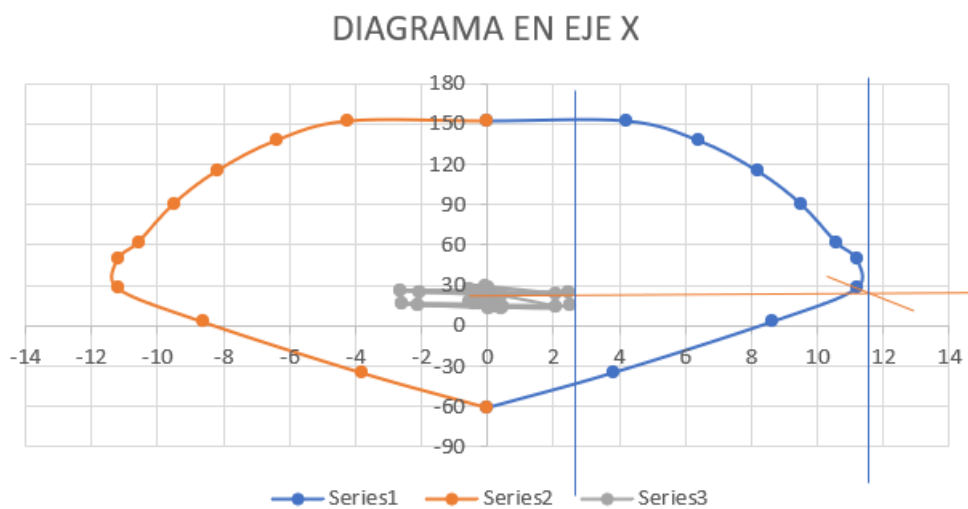


Figura 13 Diagrama de Interacción para columna C1 en X

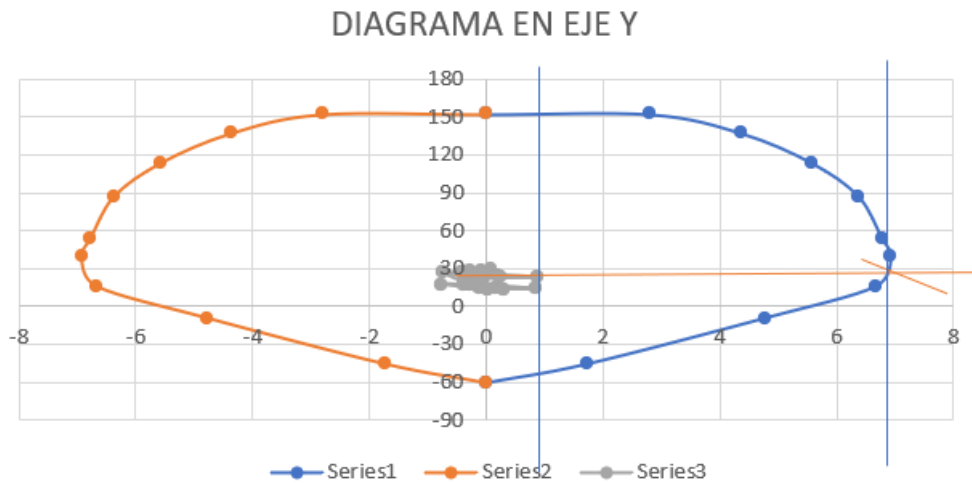


Figura 14 Diagrama de Interacción para columna C1 en Y

Distribución Final: Usar estribos de 3/8", 1 @ 0.05, 8@ 0.10, rito. @ 0.14 a/e

C2: 30x30

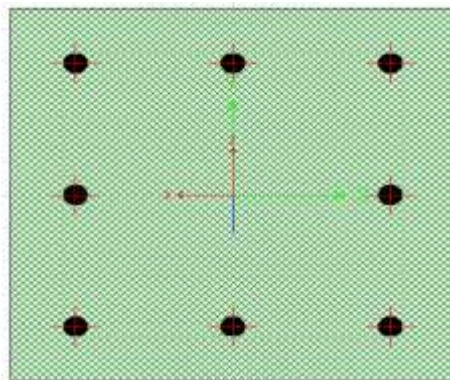


Figura 15 Distribución de acero de refuerzo

- Usar 3 de 3/4"
- Usar 3 de 3/4"
- 2 más de 3/4 por simetría (proceso constructivo)

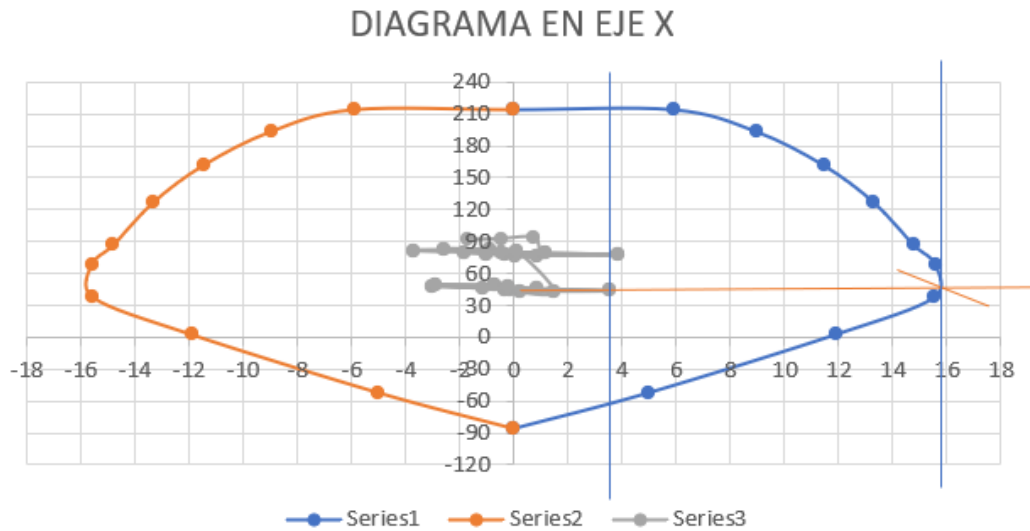


Figura 16 Diagrama de interacción para columna C2 en X

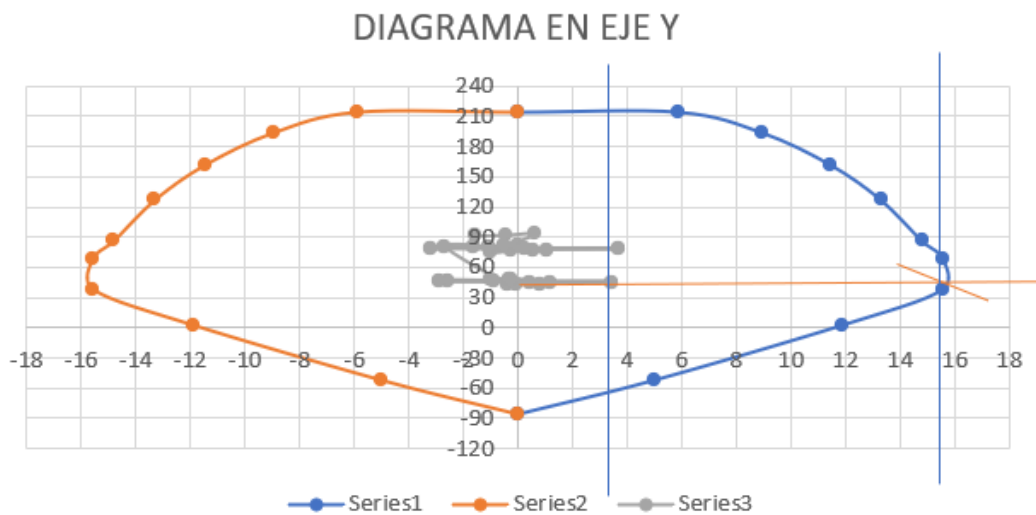


Figura 17 Diagrama de interacción para columna C2 en Y

Distribución Final: Usar estribos de 3/8", 1 @ 0.05, 8@ 0.10, rito. @ 0.14 a/e

Diseño de Viga- Edificación 1

Viga de 25x40 (Placa-Columna)

DATOS GENERALES		
F'c=	280	kg/cm ²
Fy=	4200	kg/cm ²
φ=	0.9	-
Recubr=	4	cm
β1=	0.85	-
L=	3.21	m

V1 25X40		
M1(+)	281850 kgf-cm	abajo
M2(-)	540770 kgf-cm	arriba
M3(+)	69350 kgf-cm	abajo
M4(-)	78480 kgf-cm	arriba
M5(+)	499760 kgf-cm	abajo
M6(-)	576540 kgf-cm	arriba

Cálculo del momento último de diseño

M1(+)	281850 kgf-cm
M2(-)	540770 kgf-cm
M3(+)	267731 kgf-cm
M4(-)	267731 kgf-cm
M5(+)	499760 kgf-cm
M6(-)	576540 kgf-cm

Cálculo de acero en el nudo:

NUDO

M1(+)	281850 kgf-cm
	2.82 Tn-m

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$$

$$d = 33.78 \text{ cm}$$

$$a = 1.60 \text{ cm}$$

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

$$As(\text{requerido}) = 2.26 \text{ cm}^2$$

1.6 Propuesta de armado :

#de varillas :	2
Varilla:	5/8
(Refuerzo) #de varillas :	0
Varilla:	5/8
AS(Asignado):	3.96 cm ²
%AS (EXC/DEF):	175%
ρ(ASIGNADA):	0.0047

1.7 Culminado propuesta de armado

$$\text{Nuevo a : } a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$$

$$a = 2.79 \text{ cm}$$

$$\text{Nuevo d' : } 34.26 \text{ cm}$$

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	4.92 Tn-m
Mactuante=	2.82 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)=	0.0046
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$\rho_{min} < \rho_{asignado} =$	Ok
1.10 ρBAL=	0.0289
1.11 ρMAX=	0.0217

1.12 Revisión de la Cuantía Máxima

$\rho_{asignado} < \rho_{max} =$	Ok
----------------------------------	----

1.10 Revisión del ancho mínimo

$$b_{min} = 15.62 \text{ cm}$$

$$b_{min} < b = \text{Ok}$$

M2(-)	540770 kgf-cm
	5.41 Tn-m

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$$

$$d = 33.78$$

$$a = 3.13 \text{ cm}$$

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

$$As(\text{requerido}) = 4.44 \text{ cm}^2$$

1.6 Propuesta de armado :

(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	5/8
(Refuerzo) #de varillas :	1
Varilla:	5/8
AS(Asignado):	5.94 cm ²
%AS (EXC/DEF):	134%
ρ(ASIGNADA):	0.0070

1.7 Culminado propuesta de armado

$$\text{Nuevo a : } a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$$

$$a = 4.19 \text{ cm}$$

$$\text{Nuevo d' : } 34.26 \text{ cm}$$

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	7.22 Tn-m
Mactuante=	5.41 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)=	0.0069
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$\rho_{min} < \rho_{asignado} =$	Ok
ρBAL=	0.0289
ρMAX=	0.0217

1.10 Revisión de la Cuantía Máxima

$\rho_{asignado} < \rho_{max} =$	Ok
----------------------------------	----

1.10 Revisión del ancho mínimo

$$b_{min} = 15.62 \text{ cm}$$

$$b_{min} < b = \text{Ok}$$

Cálculo de acero en el claro:

CLARO			
M3(+)	267731 kgf-cm 2.68 Tn-m	M4(-)	267731 kgf-cm 2.68 Tn-m
$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 + 0.85 * f'c * b}}$		$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 + 0.85 * f'c * b}}$	
d=	33.78	d=	33.78
a=	1.51 cm	a=	1.51 cm
$As = \frac{0.85 * f'c * b * a}{fy}$		$As = \frac{0.85 * f'c * b * a}{fy}$	
As(requerido)=	2.14 cm ²	As(requerido)=	2.14 cm ²
1.6 Propuesta de armado :		1.6 Propuesta de armado :	
#de varillas :	2	(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	5/8	Varilla:	5/8
#de varillas :	0	(Refuerzo) #de varillas :	0
Varilla:	5/8	Varilla:	5/8
AS(Asignado):	3.96 cm ²	AS(Asignado):	3.96 cm ²
%AS (EXC/DEF):	185%	%AS (EXC/DEF):	185%
ρ(ASIGNADA):	0.0047	ρ(ASIGNADA):	0.0047
1.7 Culminado propuesta de armado		1.7 Culminado propuesta de armado	
Nuevo a : $a = \frac{As * Fy}{0.85 * f'c * b * d}$		Nuevo a : $a = \frac{As * Fy}{0.85 * f'c * b * d}$	
a=	2.79 cm	a=	2.79 cm
Nuevo d' :	34.26 cm	Nuevo d' :	34.26 cm
1.8 Cálculo del Momento último		1.8 Cálculo del Momento último	
$U = As(Asignado) * 0.90 * fy * (d - \frac{a}{2})$		$MU = As(Asignado) * 0.90 * fy * (d - \frac{a}{2})$	
MR=	4.92 Tn-m	MR=	4.92 Tn-m
Mactuante=	2.68 Tn-m	Mactuante=	2.68 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo	Comprobar=	ok refuerzo
ρ(ASIGNADA)=	0.0046	ρ(ASIGNADA)=	0.0046
ρ(MÍNIMO)=	0.0028	ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²	AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²
1.9 Revisión de la Cuantía Mínima		1.9 Revisión de la Cuantía Mínima	
$pmin < passignado =$	Ok	$pmin < passignado =$	Ok
ρBAL=	0.0289	ρBAL=	0.0289
ρMAX=	0.0217	ρMAX=	0.0217
1.10 Revisión de la Cuantía Máxima		1.10 Revisión de la Cuantía Máxima	
$passignado < pmax =$	Ok	$passignado < pmax =$	Ok
1.10 Revisión del ancho mínimo		1.10 Revisión del ancho mínimo	
bmin=	15.62 cm	bmin=	15.62 cm
$bmin < b =$	Ok	$bmin < b =$	Ok

Cálculo de acero en el nudo:

NUDO			
M5(+)	499760 kgf-cm	M6(-)	576540 kgf-cm
	5.00 Tn-m		5.77 Tn-m
$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$		$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$	
d=	33.78	d=	33.78
a=	2.89 cm	a=	3.35 cm
$As = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot a}{fy}$		$As = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot a}{fy}$	
As(requerido)= 4.09 cm ²		As(requerido)= 4.75 cm ²	
1.6 Propuesta de armado :			
(Largo) #de varillas :	2	(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	5/8	Varilla:	5/8
(Refuerzo) #de varillas :	1	(Refuerzo) #de varillas :	1
Varilla:	5/8	Varilla:	5/8
AS(Asignado):	5.94 cm ²	AS(Asignado):	5.94 cm ²
%AS (EXC/DEF):	145%	%AS (EXC/DEF):	125%
ρ(ASIGNADA):	0.0070	ρ(ASIGNADA):	0.0070
1.7 Culminado propuesta de armado			
Nuevo a :	$a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$	Nuevo a :	$a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$
a=	4.19 cm	a=	4.19 cm
Nuevo d' :	34.26 cm	Nuevo d' :	34.26 cm
1.8 Cálculo del Momento último			
$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$		$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$	
MR=	7.22 Tn-m	MR=	7.22 Tn-m
Mactuante=	5.00 Tn-m	Mactuante=	5.77 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo	Comprobar=	ok refuerzo
ρ(ASIGNADA)=	0.0069	ρ(ASIGNADA)=	0.0069
ρ(MÍNIMO)=	0.0028	ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²	AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²
1.9 Revisión de la Cuantía Mínima			
$pmin < pasignado = \text{Ok}$		$pmin < pasignado = \text{Ok}$	
ρBAL=	0.0289	ρBAL=	0.0289
ρMAX=	0.0217	ρMAX=	0.0217
1.10 Revisión de la Cuantía Máxima			
$pasignado < pmax = \text{Ok}$		$pasignado < pmax = \text{Ok}$	
1.10 Revisión del ancho mínimo			
bmin=	15.62 cm	bmin=	15.62 cm
$bmin < b = \text{Ok}$		$bmin < b = \text{Ok}$	

Distribución final:

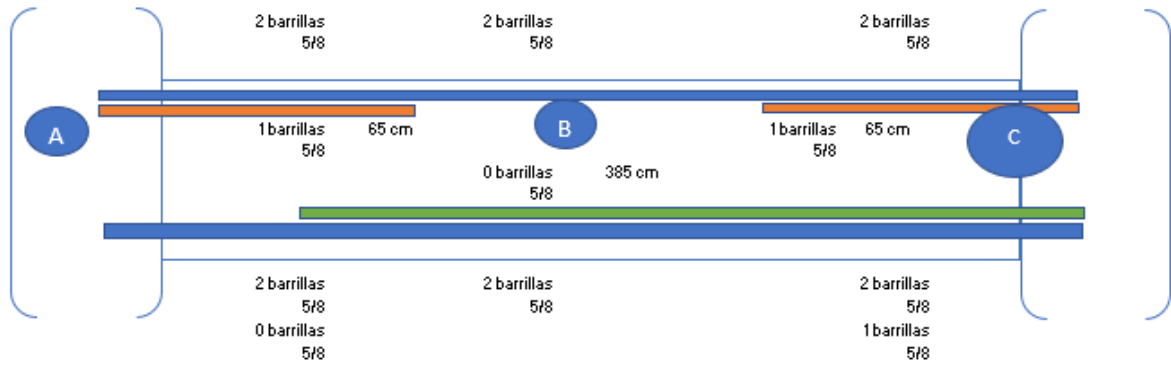


Figura 18 Distribución de acero

Resumen de estribos:

ESTRIBOS :		
1	@	0.05 m
8	@	0.10 m
Rto	@	0.17 m

Viga de 25x40 (Columna-Columna)

DATOS GENERALES		
F'c=	280	kg/cm ²
Fy=	4200	kg/cm ²
φ=	0.9	-
Recubr=	4	cm
β1=	0.85	-
L=	3.23	m

V1 25X40		
M1(+)	304000 kgf-cm	abajo
M2(-)	212430 kgf-cm	arriba
M3(+)	14000 kgf-cm	abajo
M4(-)	37190 kgf-cm	arriba
M5(+)	263300 kgf-cm	abajo
M6(-)	220440 kgf-cm	arriba

Momento último de diseño:

M1(+)	267731 kgf-cm
M2(-)	267731 kgf-cm
M3(+)	267731 kgf-cm
M4(-)	267731 kgf-cm
M5(+)	267731 kgf-cm
M6(-)	267731 kgf-cm

Cálculo de acero en el nudo:

NUDO

M1(+)	267731 kgf-cm
	2.68 Tn-m

M2(-)	267731 kgf-cm
	2.68 Tn-m

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 * 0.85 * f'c * b}}$$

$$d = 33.78 \text{ cm}$$

$$a = 1.51 \text{ cm}$$

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

$$\text{As(requerido)} = 2.14 \text{ cm}^2$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 * 0.85 * f'c * b}}$$

$$d = 33.78$$

$$a = 1.51 \text{ cm}$$

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

$$\text{As(requerido)} = 2.14 \text{ cm}^2$$

1.6 Propuesta de armado :

#de varillas :	2
Varilla:	5/8
(Refuerzo) #de varillas :	0
Varilla:	1/2
AS(Asignado):	3.96 cm ²
%AS (EXC/DEF):	185%
ρ(ASIGNADA):	0.0047

1.6 Propuesta de armado :

(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	5/8
(Refuerzo) #de varillas :	0
Varilla:	1/2
AS(Asignado):	3.96 cm ²
%AS (EXC/DEF):	185%
ρ(ASIGNADA):	0.0047

1.7 Culminado propuesta de armado

$$\text{Nuevo a : } a = \frac{As * Fy}{0.85 * f'c * b * d}$$

$$a = 2.79 \text{ cm}$$

$$\text{Nuevo d' : } 34.26 \text{ cm}$$

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) * 0.90 * fy * (d - \frac{a}{2})$$

$$\text{MR} = 4.92 \text{ Tn-m}$$

$$\text{Mactuante} = 2.68 \text{ Tn-m}$$

$$\text{Comprobar} = \text{ok refuerzo}$$

ρ(ASIGNADA)=	0.0046
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²

1.7 Culminado propuesta de armado

$$\text{Nuevo a : } a = \frac{As * Fy}{0.85 * f'c * b * d}$$

$$a = 2.79 \text{ cm}$$

$$\text{Nuevo d' : } 34.26 \text{ cm}$$

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) * 0.90 * fy * (d - \frac{a}{2})$$

$$\text{MR} = 4.92 \text{ Tn-m}$$

$$\text{Mactuante} = 2.68 \text{ Tn-m}$$

$$\text{Comprobar} = \text{ok refuerzo}$$

ρ(ASIGNADA)=	0.0046
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$$\rho_{min} < \rho_{asignado} = \text{Ok}$$

$$1.10 \rho_{BAL} = 0.0289$$

$$1.11 \rho_{MAX} = 0.0217$$

1.12 Revisión de la Cuantía Máxima

$$\rho_{asignado} < \rho_{max} = \text{Ok}$$

1.10 Revisión del ancho mínimo

$$b_{min} = 15.62 \text{ cm}$$

$$b_{min} < b = \text{Ok}$$

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$$\rho_{min} < \rho_{asignado} = \text{Ok}$$

$$\rho_{BAL} = 0.0289$$

$$\rho_{MAX} = 0.0217$$

1.10 Revisión de la Cuantía Máxima

$$\rho_{asignado} < \rho_{max} = \text{Ok}$$

1.10 Revisión del ancho mínimo

$$b_{min} = 15.62 \text{ cm}$$

$$b_{min} < b = \text{Ok}$$

Cálculo de acero en el claro:

CLARO

M3(+)	267731 kgf-cm
	2.68 Tn-m

M4(-)	267731 kgf-cm
	2.68 Tn-m

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$$

$$d = 33.78$$

$$a = 1.51 \text{ cm}$$

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

As(requerido)= 2.14 cm2

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$$

$$d = 33.78$$

$$a = 1.51 \text{ cm}$$

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

As(requerido)= 2.14 cm2

1.6 Propuesta de armado :

(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	5/8
(Refuerzo) #de varillas :	0
Varilla:	1/2
AS(Asignado):	3.96 cm2
%AS (EXC/DEF):	185%
ρ(ASIGNADA):	0.0047

1.6 Propuesta de armado :

(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	5/8
(Refuerzo) #de varillas :	0
Varilla:	1/2
AS(Asignado):	3.96 cm2
%AS (EXC/DEF):	185%
ρ(ASIGNADA):	0.0047

1.7 Culminado propuesta de armado

Nuevo a : $a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$

$$a = 2.79 \text{ cm}$$

Nuevo d' : **34.26 cm**

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(Asignado) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	4.92 Tn-m
Mactuante=	2.68 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)= 0.0046

ρ(MÍNIMO)= 0.0028

AS(MÍNIMO)= **2.36 cm2**

1.7 Culminado propuesta de armado

Nuevo a : $a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$

$$a = 2.79 \text{ cm}$$

Nuevo d' : **34.26 cm**

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(Asignado) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	4.92 Tn-m
Mactuante=	2.68 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)= 0.0046

ρ(MÍNIMO)= 0.0028

AS(MÍNIMO)= **2.36 cm2**

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$\rho_{min} < \rho_{asignado} = \text{Ok}$

ρBAL= 0.0289

ρMAX= 0.0217

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$\rho_{min} < \rho_{asignado} = \text{Ok}$

ρBAL= 0.0289

ρMAX= 0.0217

1.10 Revisión de la Cuantía Máxima

$\rho_{asignado} < \rho_{max} = \text{Ok}$

1.10 Revisión del ancho mínimo

bmin= 15.62 cm

$b_{min} < b = \text{Ok}$

1.10 Revisión de la Cuantía Máxima

$\rho_{asignado} < \rho_{max} = \text{Ok}$

1.10 Revisión del ancho mínimo

bmin= 15.62 cm

$b_{min} < b = \text{Ok}$

Cálculo de acero en el nudo:

NUDO			
M5(+)	267731 kgf-cm	M6(-)	267731 kgf-cm
	2.68 Tn-m		2.68 Tn-m
$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$		$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$	
d=	33.78	d=	33.78
a=	1.51 cm	a=	1.51 cm
$As = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot a}{fy}$		$As = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot a}{fy}$	
As(requerido)= 2.14 cm ²		As(requerido)= 2.14 cm ²	

1.6 Propuesta de armado :

#de varillas :	2
Varilla:	5/8
#de varillas :	0
Varilla:	1/2
AS(Asignado):	3.96 cm ²
%AS (EXC/DEF):	185%
ρ(ASIGNADA):	0.0047

1.6 Propuesta de armado :

(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	5/8
(Refuerzo) #de varillas :	0
Varilla:	1/2
AS(Asignado):	3.96 cm ²
%AS (EXC/DEF):	185%
ρ(ASIGNADA):	0.0047

1.7 Culinado propuesta de armado

$$\text{Nuevo a : } a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$$

a= 2.79 cm

Nuevo d' : 34.26 cm

1.7 Culinado propuesta de armado

$$\text{Nuevo a : } a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$$

a= 2.79 cm

Nuevo d' : 34.26 cm

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	4.92 Tn-m
Mactuante=	2.68 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)=	0.0046
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	4.92 Tn-m
Mactuante=	2.68 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)=	0.0046
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$$p_{min} < p_{asignado} = \text{Ok}$$

ρBAL=	0.0289
ρMAX=	0.0217

1.10 Revisión de la Cuantía Máxima

$$p_{asignado} < p_{max} = \text{Ok}$$

1.10 Revisión del ancho mínimo

bmin= 15.62 cm

$$b_{min} < b = \text{Ok}$$

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$$p_{min} < p_{asignado} = \text{Ok}$$

ρBAL=	0.0289
ρMAX=	0.0217

1.10 Revisión de la Cuantía Máxima

$$p_{asignado} < p_{max} = \text{Ok}$$

1.10 Revisión del ancho mínimo

bmin= 15.62 cm

$$b_{min} < b = \text{Ok}$$

Distribución final:

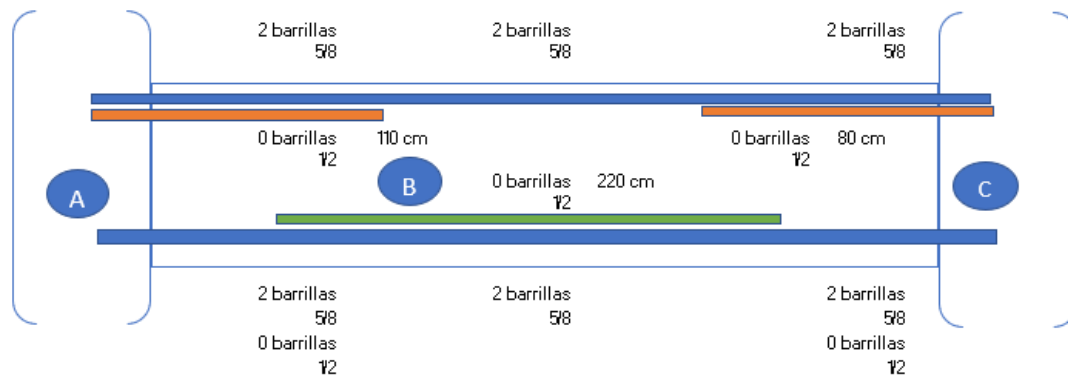


Figura 19 Distribución de acero

Resumen de estribos:

ESTRIBOS :		
1	@	0.05 m
8	@	0.10 m
Rto	@	0.17 m

Viga de 25x40 (Columna-Rotulado)

DATOS GENERALES		
F'c=	280	kg/cm ²
Fy=	4200	kg/cm ²
φ=	0.9	-
Recubr=	4	cm
β1=	0.85	-
L=	4.76	m

M1(+)	235637 kgf-cm
M2(-)	989230 kgf-cm
M3(+)	810800 kgf-cm
M4(-)	266600 kgf-cm
M5(+)	25170 kgf-cm
M6(-)	9640 kgf-cm

Momento último de diseño

M1(+)	329743 kgf-cm
M2(-)	989230 kgf-cm
M3(+)	810800 kgf-cm
M4(-)	267731 kgf-cm
M5(+)	267731 kgf-cm
M6(-)	267731 kgf-cm

Cálculo de acero en el nudo:

NUDO

M1(+)	329743 kgf-cm
	3.30 Tn-m

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$$

d = 33.78 cm

a = 1.88 cm

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

As(requerido)= 2.66 cm²

1.6 Propuesta de armado :

#de varillas :	2
Varilla:	3/4
(Refuerzo) #de varillas :	0
Varilla:	5/8
AS(Asignado):	5.70 cm ²
%AS (EXC/DEF):	215%
ρ(ASIGNADA):	0.0068

1.7 Culminado propuesta de armado

Nuevo a : $a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$

a = 4.02 cm

Nuevo d' : 34.10 cm

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	6.91 Tn-m
Mactuante=	3.30 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)=	0.0067
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$p_{min} < p_{asignado} =$	Ok
1.10 ρBAL=	0.0289
1.11 ρMAX=	0.0217

1.12 Revisión de la Cuantía Máxima

$p_{asignado} < p_{max} =$	Ok
----------------------------	----

1.10 Revisión del ancho mínimo

bmin = 16.25 cm

$b_{min} < b =$ Ok

M2(-)	989230 kgf-cm
	9.89 Tn-m

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$$

d = 33.78 cm

a = 6.00 cm

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

As(requerido)= 8.50 cm²

1.6 Propuesta de armado :

(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	3/4
(Refuerzo) #de varillas :	2
Varilla:	5/8
AS(Asignado):	9.66 cm ²
%AS (EXC/DEF):	114%
ρ(ASIGNADA):	0.0114

1.7 Culminado propuesta de armado

Nuevo a : $a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$

a = 6.82 cm

Nuevo d' : 34.10 cm

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	11.20 Tn-m
Mactuante=	9.89 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)=	0.0113
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$p_{min} < p_{asignado} =$	Ok
ρBAL=	0.0289
ρMAX=	0.0217

1.10 Revisión de la Cuantía Máxima

$p_{asignado} < p_{max} =$	Ok
----------------------------	----

1.10 Revisión del ancho mínimo

bmin = 16.25 cm

$b_{min} < b =$ Ok

Cálculo de acero en el claro:

CLARO

M3(+)	810800 kgf-cm	M4(-)	267731 kgf-cm
	8.11 Tn-m		2.68 Tn-m
$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$		$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$	
d=	33.78	d=	33.78
a=	4.83 cm	a=	1.51 cm
$As = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot a}{fy}$		$As = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot a}{fy}$	
As(requerido)=	6.84 cm²	As(requerido)=	2.14 cm²

1.6 Propuesta de armado :

(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	3/4
(Refuerzo) #de varillas :	2
Varilla:	5/8
AS(Asignado):	9.66 cm²
%AS (EXC/DEF):	141%
ρ(ASIGNADA):	0.0114

1.6 Propuesta de armado :

(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	3/4
(Refuerzo) #de varillas :	0
Varilla:	5/8
AS(Asignado):	5.70 cm²
%AS (EXC/DE):	266%
ρ(ASIGNADA):	0.0068

1.7 Culminado propuesta de armado

Nuevo a :
$$a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$$

a= 6.82 cm

Nuevo d' : **34.10 cm**

1.7 Culminado propuesta de armado

Nuevo a :
$$a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$$

a= 4.02 cm

Nuevo d' : **34.10 cm**

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	11.20 Tn-m
Mactuante=	8.11 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)=	0.0113
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	6.91 Tn-m
Mactuante=	2.68 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)=	0.0067
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm ²

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$p_{min} < p_{asignado} =$ **Ok**

ρBAL= 0.0289

ρMAX= 0.0217

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$p_{min} < p_{asignado} =$ **Ok**

ρBAL= 0.0289

ρMAX= 0.0217

1.10 Revisión de la Cuantía Máxima

$p_{asignado} < p_{max} =$ **Ok**

1.10 Revisión del ancho mínimo

bmin= 16.25 cm

$b_{min} < b =$ **Ok**

1.10 Revisión de la Cuantía Máxima

$p_{asignado} < p_{max} =$ **Ok**

1.10 Revisión del ancho mínimo

bmin= 16.25 cm

$b_{min} < b =$ **Ok**

Cálculo de acero en el nudo:

NUDO			
M5(+)	267731 kgf-cm	M6(-)	267731 kgf-cm
	2.68 Tn-m		2.68 Tn-m
$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$		$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{0.90 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$	
d=	33.78	d=	33.78
a=	1.51 cm	a=	1.51 cm
$As = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot a}{fy}$		$As = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot a}{fy}$	
As(requerido)=	2.14 cm2	As(requerido)=	2.14 cm2

1.6 Propuesta de armado :

(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	3/4
#fuerzo) #de varillas :	0
Varilla:	5/8
AS(Asignado):	5.70 cm
%AS (EXC/DEF):	266%
ρ(ASIGNADA):	0.0068

1.6 Propuesta de armado :

(Largo) #de varillas :	2
Varilla:	3/4
(Refuerzo) #de varillas :	0
Varilla:	5/8
AS(Asignado):	5.70 cm2
%AS (EXC/DEF):	266%
ρ(ASIGNADA):	0.0068

1.7 Culminado propuesta de armado

Nuevo a :
$$a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$$

a= 4.02 cm

Nuevo d' : 34.10 cm

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	6.91 Tn-m
Mactuante=	2.68 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)=	0.0067
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm2

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$p_{min} < p_{asignado} =$ Ok

ρBAL= 0.0289

ρMAX= 0.0217

1.10 Revisión de la Cuantía Máxima

$p_{asignado} < p_{max} =$ Ok

1.10 Revisión del ancho mínimo

bmin= 16.25 cm

$b_{min} < b =$ Ok

1.7 Culminado propuesta de armado

Nuevo a :
$$a = \frac{As \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}$$

a= 4.02 cm

Nuevo d' : 34.10 cm

1.8 Cálculo del Momento último

$$MU = As(\text{asignado}) \cdot 0.90 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

MR=	6.91 Tn-m
Mactuante=	2.68 Tn-m
Comprobar=	ok refuerzo

ρ(ASIGNADA)=	0.0067
ρ(MÍNIMO)=	0.0028
AS(MÍNIMO)=	2.36 cm2

1.9 Revisión de la Cuantía Mínima

$p_{min} < p_{asignado} =$ Ok

ρBAL= 0.0289

ρMAX= 0.0217

1.10 Revisión de la Cuantía Máxima

$p_{asignado} < p_{max} =$ Ok

1.10 Revisión del ancho mínimo

bmin= 16.25 cm

$b_{min} < b =$ Ok

Distribución final:

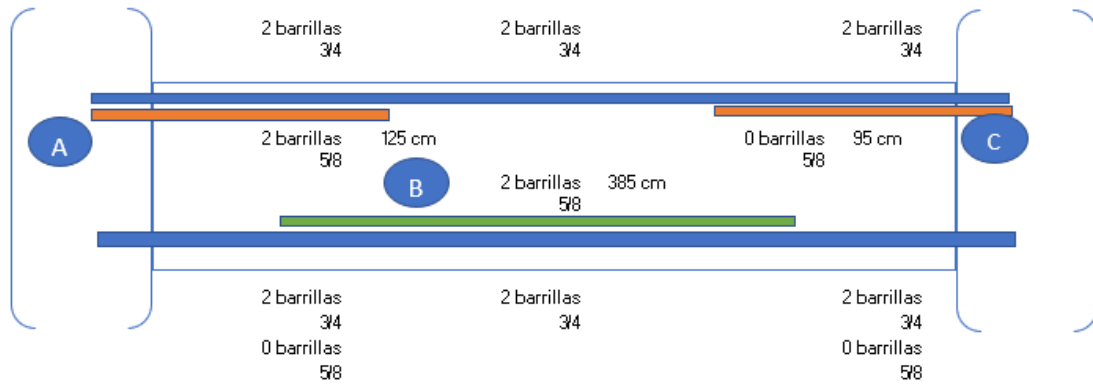


Figura 20 Distribución de acero

Resumen de estribos:

Tabla 23 Resumen de estribos

ESTRIBOS :		
1	@	0.05 m
8	@	0.10 m
Rto	@	0.17 m

PLACAS EDIFICIO 1**PLACA MC01****DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC01****1) Datos de la sección.-**

b= 25.00 cm

h= 50.00 cm

Ag= 1250 cm²

2) Datos de los materiales.-

f'c= 210 kgf/cm²

fy= 4200 kgf/cm²

Es= 2100000 kgf/cm²

εc= 0.003

εs= 0.0021

d1= 6.22 cm

d2= 0.00 cm

d3= 27.00 cm

d4= 0.00 cm

d5= 45.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos

rec= 4.00 cm

Øestr= 3/8 in

β1= 0.85

4) Centroide Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 25.31 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:**5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura**

Pnmax= 240.53 tnf

Mmax= 0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 45.00 cm
Cb= 27.00 cm
ab= 22.95 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

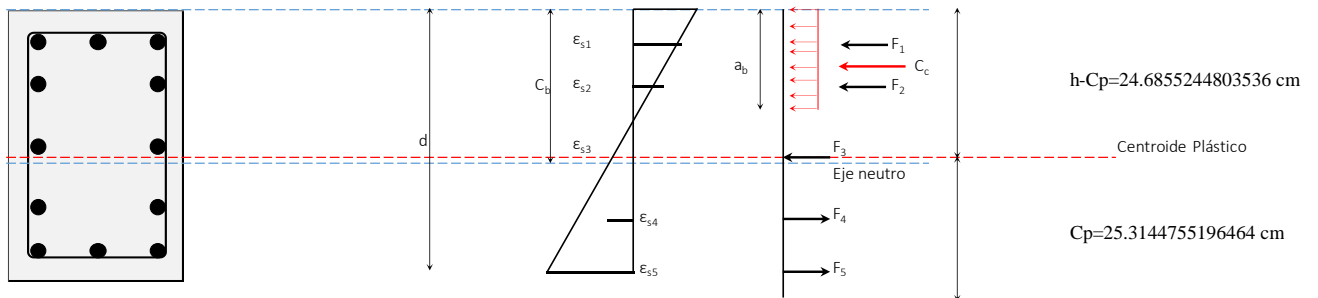


Figura 21 Representación de placa

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm			cm ²			
F1	20.78	5.68	0.0023089	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	0.00	7.92	0.0000000	0.00	0.00	-1.69	0.00
F4	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-18.00	5.68	-0.0020000	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				102.41	13.84	14.17

Pb= 102.41 tnf
Mb= 23.42 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 43.78 cm
Cb= 4.38 cm
ab= 3.72 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm			cm ²			
F1	-1.84	5.68	-0.0012622	-2650.66	-15.06	19.09	-2.87
F2	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-22.62	7.92	-0.0155016	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-40.62	5.68	-0.0278360	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				16.61	23.45	3.89

P= -55.57 tnf
M= 6.28 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.20d

d= 43.78 cm
Cb= 8.76 cm
ab= 7.44 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	2.54	5.68	0.0008689	1824.67	10.36	19.09	1.98
F2	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-18.24	7.92	-0.0062508	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-36.24	5.68	-0.0124180	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85fc*ab				33.21	21.59	7.17

P= -13.54 tnf
M= 14.41 tnf-m

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

d= 43.78 cm
Cb= 13.13 cm
ab= 11.16 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	6.91	5.68	0.0015793	3316.45	18.84	19.09	3.60
F2	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-13.87	7.92	-0.0031672	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-31.87	5.68	-0.0072787	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85fc*ab				49.82	19.73	9.83

P= 11.54 tnf
M= 18.68 tnf-m

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

d= 43.78 cm
Cb= 17.51 cm
ab= 14.89 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	11.29	5.68	0.0019344	4062.33	23.07	19.09	4.41
F2	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-9.49	7.92	-0.0016254	-3413.34	-27.03	-1.69	0.46
F4	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-27.49	5.68	-0.0047090	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85fc*ab				66.43	17.87	11.87

P= 38.61 tnf
M= 21.43 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 43.78 cm
Cb= 30.65 cm
ab= 26.05 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	24.43	5.68	0.0023911	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	3.65	7.92	0.0003569	749.52	5.94	-1.69	-0.10
F4	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-14.35	5.68	-0.0014051	-2950.80	-16.76	-19.69	3.30
Cc	Cc=0.85f _c *ab				116.24	12.29	14.29

P= 129.28 tnf
M= 22.04 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 43.78 cm
Cb= 35.02 cm
ab= 29.77 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	28.80	5.68	0.0024672	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	8.02	7.92	0.0006873	1443.33	11.43	-1.69	-0.19
F4	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-9.98	5.68	-0.0008545	-1794.45	-10.19	-19.69	2.01
Cc	Cc=0.85f _c *ab				132.85	10.43	13.86

P= 157.95 tnf
M= 20.22 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 43.78 cm
Cb= 39.40 cm
ab= 33.49 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	33.18	5.68	0.0025264	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	12.40	7.92	0.0009443	1982.96	15.71	-1.69	-0.26
F4	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-5.60	5.68	-0.0004262	-895.07	-5.08	-19.69	1.00
Cc	Cc=0.85f _c *ab				149.46	8.57	12.81

P= 183.93 tnf
M= 18.10 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

d= 43.78 cm
 Cb= 43.78 cm
 ab= 37.21 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm			cm ²			
F1	37.56	5.68	0.0025738	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	16.78	7.92	0.0011498	2414.66	19.12	-1.69	-0.32
F4	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-1.22	5.68	-0.0000836	-175.56	-1.00	-19.69	0.20
Cc	Cc=0.85f _c *ab				166.06	6.71	11.14

P= 208.05 tnf
 M= 15.57 tnf-m

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

P_{nmax}= -80.98 tnf
 M_{nmax}= 0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

P_{tran}= 37.5 tnf
 φP_n= 26.25 tnf
 ØP_b= 102.41 tnf

Inicio de la transición del φ

Punto	Mn	Pn	φ	Mu	Pu	Mn(-)	Mu(-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	240.53	0.70	0.00	168.37	0.00	0.00
1d	15.57	208.05	0.70	10.90	145.63	-15.57	-10.90
0.9d	18.10	183.93	0.70	12.67	128.75	-18.10	-12.67
0.8d	20.22	157.95	0.70	14.16	110.56	-20.22	-14.16
0.7d	22.04	129.28	0.70	15.43	90.49	-22.04	-15.43
0.6d	23.37	98.25	0.70	16.36	68.77	-23.37	-16.36
Pb	23.42	102.41	0.70	16.40	71.69	-23.42	-16.40
0.5d	22.74	71.38	0.70	15.92	49.97	-22.74	-15.92
0.4d	21.43	38.61	0.70	15.00	27.03	-21.43	-15.00
0.3d	18.68	11.54	0.84	15.67	9.67	-18.68	-15.67
0.2d	14.41	-13.54	0.90	12.97	-12.19	-14.41	-12.97
0.1d	6.28	-55.57	0.90	5.65	-50.01	-6.28	-5.65
Tmax	0.00	-80.98	0.90	0.00	-72.88	0.00	0.00

Referencia: Libro de Diseño de Concreto Armado.

Ing. Gianfranco Otazzi Pasino

SISMO YY	COMBINACIONES	P	M2	M3
	1.4CM+1.7CV	24.985	0.5768	-0.02
	1.25CM+1.25CV+SX	18.349	1.6357	0.6228
	1.25CM+1.25CV-SY	18.349	1.6357	0.6228
	1.25CM+1.25CV+SY	4.9851	6.7487	0.0969
	1.25CM+1.25CV-SY	4.9851	6.7487	0.0969
	0.9CM+SX	10.097	1.4305	0.6293
	0.9CM-SX	10.097	1.4305	0.6293
	0.9CM+SY	-3.268	6.5435	0.1034
	0.9CM-SY	-3.268	6.5435	0.1034

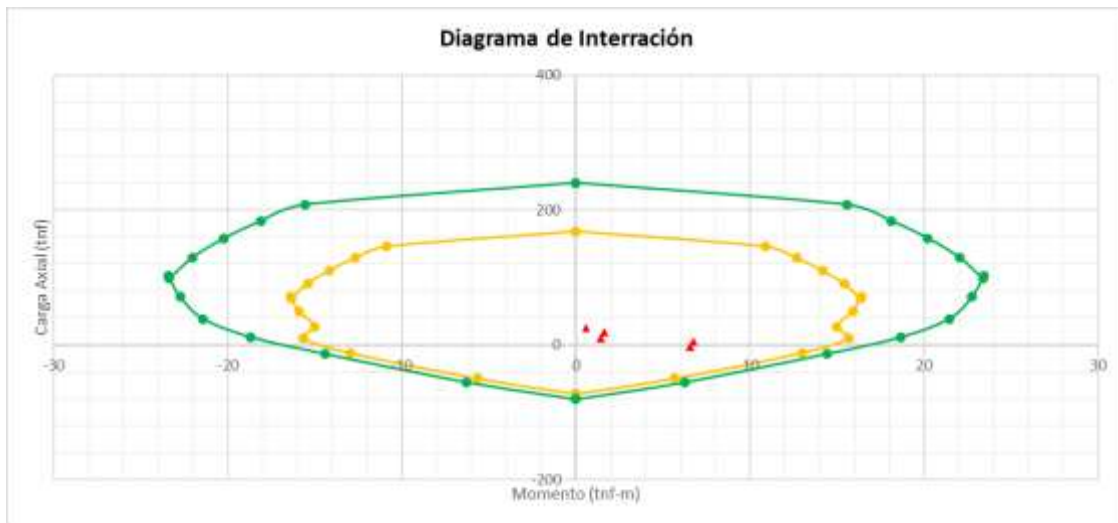


Figura 22 Diagrama de Interacción MC01, Fuente: Elaboración propia

7. Determinación de la Longitud de Confinamiento

d= 43.78 cm
Cb= 55.13 cm
ab= 46.86 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²					
F1	48.91	5.68	0.0026615	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	55.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	28.13	7.92	0.0015308	3214.69	25.46	-1.69	-0.43
F4	55.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	10.13	5.68	0.0005513	1157.81	6.58	-19.69	-1.29
Cc	Cc=0.85fc*ab				209.12	1.88	3.94

P= 265.02 tnf
M= 6.77 tnf-m

MC02**DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC02****1) Datos de la sección.-**

b= 20.00 cm

h= 150.00 cm

Ag= 3000 cm²

2) Datos de los materiales.-

f_c= 210 kgf/cm²

f_y= 4200 kgf/cm²

E_s= 2100000 kgf/cm²

ε_c= 0.003

ε_s= 0.0021

d1= 20.00 cm

d2= 50.00 cm

d3= 75.00 cm

d4= 100.00 cm

d5= 130.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos

rec= 4.00 cm

Øestr= 3/8 in

β1= 0.85

4) Centroide Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 75.00 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:**5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura**

P_{nmax}= 585.40 tnf

M_{max}= 0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 130.00 cm
Cb= 78.00 cm
ab= 66.30 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	58.00	17.04	0.0022308	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	28.00	1.42	0.0010769	2261.54	3.21	25.00	0.80
F3	3.00	11.88	0.0001154	242.31	2.88	0.00	0.00
F4	-22.00	1.42	-0.0008462	-1776.92	-2.52	-25.00	0.63
F5	-52.00	17.04	-0.0020000	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85f'c*ab				236.69	41.85	99.06

Pb= 240.26 tnf

Mb= 179.21 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 143.78 cm
Cb= 14.38 cm
ab= 12.22 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	-5.62	17.04	-0.0011730	-2463.39	-41.98	55.00	-23.09
F2	-35.62	1.42	-0.0074326	-4200.00	-5.96	25.00	-1.49
F3	-60.62	11.88	-0.0126489	-4200.00	-49.90	0.00	0.00
F4	-85.62	1.42	-0.0178652	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-115.62	17.04	-0.0241248	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85f'c*ab				43.63	68.89	30.06

P= -131.74 tnf

M= 46.33 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

$d = 143.78 \text{ cm}$
 $C_b = 28.76 \text{ cm}$
 $ab = 24.44 \text{ cm}$

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = j$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	8.76	17.04	0.0009135	1918.31	32.69	55.00	17.98
F2	-21.24	1.42	-0.0022163	-4200.00	-5.96	25.00	-1.49
F3	-46.24	11.88	-0.0048245	-4200.00	-49.90	0.00	0.00
F4	-71.24	1.42	-0.0074326	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-101.24	17.04	-0.0105624	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85f _c *ab				87.26	62.78	54.78

$P = -13.44 \text{ tnf}$
 $M = 112.12 \text{ tnf-m}$

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

$d = 143.78 \text{ cm}$
 $C_b = 43.13 \text{ cm}$
 $ab = 36.66 \text{ cm}$

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = j$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	23.13	17.04	0.0016090	3378.87	57.58	55.00	31.67
F2	-6.87	1.42	-0.0004775	-1002.82	-1.42	25.00	-0.36
F3	-31.87	11.88	-0.0022163	-4200.00	-49.90	0.00	0.00
F4	-56.87	1.42	-0.0039551	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-86.87	17.04	-0.0060416	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85f _c *ab				130.89	56.67	74.17

$P = 59.61 \text{ tnf}$
 $M = 146.34 \text{ tnf-m}$

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

$d = 143.78 \text{ cm}$
 $C_b = 57.51 \text{ cm}$
 $ab = 48.89 \text{ cm}$

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = j$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	37.51	17.04	0.0019567	4109.15	70.02	55.00	38.51
F2	7.51	1.42	0.0003918	822.88	1.17	25.00	0.29
F3	-17.49	11.88	-0.0009122	-1915.68	-22.76	0.00	0.00
F4	-42.49	1.42	-0.0022163	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-72.49	17.04	-0.0037812	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85f _c *ab				174.52	50.56	88.23

$P = 145.42 \text{ tnf}$
 $M = 167.89 \text{ tnf-m}$

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 143.78 cm
Cb= 71.89 cm
ab= 61.11 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	51.89	17.04	0.0021654	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	21.89	1.42	0.0009135	1918.31	2.72	25.00	0.68
F3	-3.11	11.88	-0.0001298	-272.54	-3.24	0.00	0.00
F4	-28.11	1.42	-0.0011730	-2463.39	-3.50	-25.00	0.87
F5	-58.11	17.04	-0.0024250	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85f _c *ab				218.15	44.45	96.96

P= 214.14 tnf
M= 177.24 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 143.78 cm
Cb= 86.27 cm
ab= 73.33 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	66.27	17.04	0.0023045	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	36.27	1.42	0.0012612	2648.59	3.76	25.00	0.94
F3	11.27	11.88	0.0003918	822.88	9.78	0.00	0.00
F4	-13.73	1.42	-0.0004775	-1002.82	-1.42	-25.00	0.36
F5	-43.73	17.04	-0.0015208	-3193.67	-54.42	-55.00	29.93
Cc	Cc=0.85f _c *ab				261.78	38.34	100.36

P= 291.04 tnf
M= 170.95 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 143.78 cm
Cb= 100.65 cm
ab= 85.55 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	80.65	17.04	0.0024039	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	50.65	1.42	0.0015096	3170.22	4.50	25.00	1.13
F3	25.65	11.88	0.0007644	1605.33	19.07	0.00	0.00
F4	0.65	1.42	0.0000193	40.44	0.06	-25.00	-0.01
F5	-29.35	17.04	-0.0008750	-1837.43	-31.31	-55.00	17.22
Cc	Cc=0.85f _c *ab				305.41	32.23	98.42

P= 369.30 tnf
M= 156.11 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 143.78 cm
Cb= 115.02 cm
ab= 97.77 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	95.02	17.04	0.0024784	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	65.02	1.42	0.0016959	3561.44	5.06	25.00	1.26
F3	40.02	11.88	0.0010439	2192.16	26.04	0.00	0.00
F4	15.02	1.42	0.0003918	822.88	1.17	-25.00	-0.29
F5	-14.98	17.04	-0.0003906	-820.25	-13.98	-55.00	7.69
Cc	Cc=0.85f _c *ab				349.04	26.11	91.15

P= 438.90 tnf
M= 139.17 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 143.78 cm
Cb= 129.40 cm
ab= 109.99 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	109.40	17.04	0.0025363	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	79.40	1.42	0.0018408	3865.73	5.49	25.00	1.37
F3	54.40	11.88	0.0012612	2648.59	31.47	0.00	0.00
F4	29.40	1.42	0.0006816	1431.45	2.03	-25.00	-0.51
F5	-0.60	17.04	-0.0000139	-29.11	-0.50	-55.00	0.27
Cc	Cc=0.85f'c*ab				392.67	20.00	78.55

P= 502.73 tnf
M= 119.05 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

d= 143.78 cm
Cb= 143.78 cm
ab= 122.21 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	123.78	17.04	0.0025827	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	93.78	1.42	0.0019567	4109.15	5.83	25.00	1.46
F3	68.78	11.88	0.0014351	3013.73	35.80	0.00	0.00
F4	43.78	1.42	0.0009135	1918.31	2.72	-25.00	-0.68
F5	13.78	17.04	0.0002875	603.80	10.29	-55.00	-5.66
Cc	Cc=0.85f'c*ab				436.30	13.89	60.62

P= 562.52 tnf
M= 95.10 tnf-m

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

Pnmax= -204.96 tnf
Mmax= 0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

Ptran= 90 tnf
φPn= 63 tnf
ØPb= 240.26 tnf

Inicio de la transición del φ

Punto	Mn	Pn	φ	Mu	Pu	Mn(-)	Mu(-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	585.40	0.70	0.00	409.78	0.00	0.00
1d	95.10	562.52	0.70	66.57	393.76	-95.10	-66.57
0.9d	119.05	502.73	0.70	83.33	351.91	-119.05	-83.33
0.8d	139.17	438.90	0.70	97.42	307.23	-139.17	-97.42
0.7d	156.11	369.30	0.70	109.28	258.51	-156.11	-109.28
0.6d	170.95	291.04	0.70	119.66	203.73	-170.95	-119.66
Pb	179.21	240.26	0.70	125.45	168.18	-179.21	-125.45
0.5d	177.24	214.14	0.70	124.07	149.90	-177.24	-124.07
0.4d	167.89	145.42	0.70	117.52	101.79	-167.89	-117.52
0.3d	146.34	59.61	0.77	112.32	45.76	-146.34	-112.32
0.2d	112.12	-13.44	0.90	100.91	-12.10	-112.12	-100.91
0.1d	46.33	-131.74	0.90	41.70	-118.56	-46.33	-41.70
Tmax	0.00	-204.96	0.90	0.00	-184.46	0.00	0.00

COMBINACIONES	P	M2	M3
1.4CM+1.7CV	51.417	4.909	0.5203
1.25CM+1.25CV+SX	43.688	22.309	2.77
1.25CM+1.25CV-SY	43.688	22.309	2.77
1.25CM+1.25CV+SY	44.241	100.55	0.8097
1.25CM+1.25CV-SY	44.241	100.55	0.8097
0.9CM+SX	26.504	20.88	2.5677
0.9CM-SX	26.504	20.88	2.5677
0.9CM+SY	27.057	99.545	0.6074
0.9CM-SY	27.057	99.545	0.6074

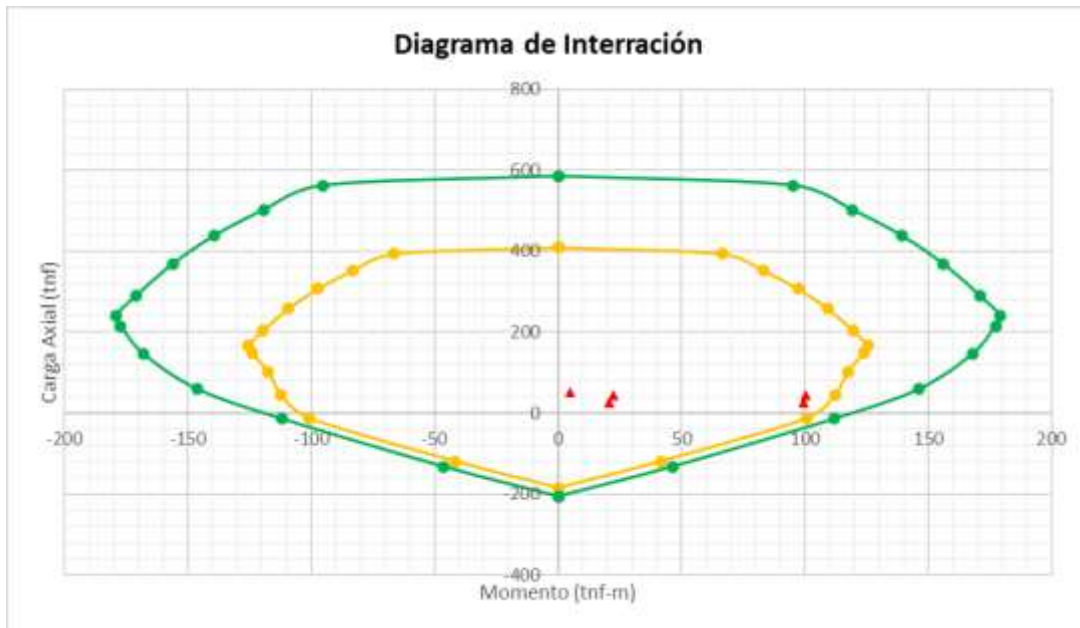


Figura 23 Diagrama de Interacción MC02- Elaboración propia

MC03**DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC03****1) Datos de la sección.-**

b= 25.00 cm

h= 50.00 cm

Ag= 1250 cm²

2) Datos de los materiales.-

f'c= 210 kgf/cm²

fy= 4200 kgf/cm²

Es= 2100000 kgf/cm²

εc= 0.003

εs= 0.0021

d1= 6.22 cm

d2= 0.00 cm

d3= 27.00 cm

d4= 0.00 cm

d5= 45.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos

rec= 4.00 cm

Øestr= 3/8 in

β1= 0.85

4) Centroide Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 25.31 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:**5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura**

Pnmax= 240.53 tnf

Mmax= 0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 45.00 cm

Cb= 27.00 cm

ab= 22.95 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \left[\frac{f_s}{f_c} = \frac{f_s}{f_c} \cdot A_s \right]$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	20.78	5.68	0.0023089	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	0.00	7.92	0.0000000	0.00	0.00	-1.69	0.00
F4	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-18.00	5.68	-0.0020000	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				102.41	13.84	14.17

Pb=	102.41 tnf
Mb=	23.42 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 43.78 cm
Cb= 4.38 cm
ab= 3.72 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	-1.84	5.68	-0.0012622	-2650.66	-15.06	19.09	-2.87
F2	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-22.62	7.92	-0.0155016	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-40.62	5.68	-0.0278360	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				16.61	23.45	3.89

P=	-55.57 tnf
M=	6.28 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.20d

d= 43.78 cm
Cb= 8.76 cm
ab= 7.44 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	2.54	5.68	0.0008689	1824.67	10.36	19.09	1.98
F2	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-18.24	7.92	-0.0062508	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-36.24	5.68	-0.0124180	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				33.21	21.59	7.17

P=	-13.54 tnf
M=	14.41 tnf-m

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

d= 43.78 cm
Cb= 13.13 cm
ab= 11.16 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	6.91	5.68	0.0015793	3316.45	18.84	19.09	3.60
F2	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-13.87	7.92	-0.0031672	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-31.87	5.68	-0.0072787	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				49.82	19.73	9.83

P= 11.54 tnf
M= 18.68 tnf-m

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

d= 43.78 cm
Cb= 17.51 cm
ab= 14.89 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	11.29	5.68	0.0019344	4062.33	23.07	19.09	4.41
F2	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-9.49	7.92	-0.0016254	-3413.34	-27.03	-1.69	0.46
F4	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-27.49	5.68	-0.0047090	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				66.43	17.87	11.87

P= 38.61 tnf
M= 21.43 tnf-m

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 43.78 cm
Cb= 21.89 cm
ab= 18.61 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	15.67	5.68	0.0021476	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-5.11	7.92	-0.0007003	-1470.67	-11.65	-1.69	0.20
F4	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-23.11	5.68	-0.0031672	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				83.03	16.01	13.29

P= 71.38 tnf
M= 22.74 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 43.78 cm
Cb= 26.27 cm
ab= 22.33 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad | \quad f_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	20.05	5.68	0.0022896	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-0.73	7.92	-0.0000836	-175.56	-1.39	-1.69	0.02
F4	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-18.73	5.68	-0.0021393	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				99.64	14.15	14.10

P= 98.25 tnf
M= 23.37 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 43.78 cm
Cb= 30.65 cm
ab= 26.05 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad | \quad f_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	24.43	5.68	0.0023911	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	3.65	7.92	0.0003569	749.52	5.94	-1.69	-0.10
F4	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-14.35	5.68	-0.0014051	-2950.80	-16.76	-19.69	3.30
Cc	Cc=0.85f _c *ab				116.24	12.29	14.29

P= 129.28 tnf
M= 22.04 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 43.78 cm
Cb= 35.02 cm
ab= 29.77 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad | \quad f_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	28.80	5.68	0.0024672	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	8.02	7.92	0.0006873	1443.33	11.43	-1.69	-0.19
F4	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-9.98	5.68	-0.0008545	-1794.45	-10.19	-19.69	2.01
Cc	Cc=0.85f _c *ab				132.85	10.43	13.86

P= 157.95 tnf
M= 20.22 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 43.78 cm
 Cb= 39.40 cm
 ab= 33.49 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad | \quad f_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	33.18	5.68	0.0025264	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	12.40	7.92	0.0009443	1982.96	15.71	-1.69	-0.26
F4	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-5.60	5.68	-0.0004262	-895.07	-5.08	-19.69	1.00
Cc	Cc=0.85fc*ab				149.46	8.57	12.81

P= 183.93 tnf
 M= 18.10 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

d= 43.78 cm
 Cb= 43.78 cm
 ab= 37.21 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad | \quad f_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	37.56	5.68	0.0025738	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	16.78	7.92	0.0011498	2414.66	19.12	-1.69	-0.32
F4	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-1.22	5.68	-0.0000836	-175.56	-1.00	-19.69	0.20
Cc	Cc=0.85fc*ab				166.06	6.71	11.14

P= 208.05 tnf
 M= 15.57 tnf-m

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

Pnmax= -80.98 tnf
 Mnmax= 0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

Ptran= 37.5 tnf
 φPn= 26.25 tnf
 φPb= 102.41 tnf

Inicio de la transición del φ

Punto	Mn	Pn	φ	Mu	Pu	Mn(-)	Mu(-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	240.53	0.70	0.00	168.37	0.00	0.00
1d	15.57	208.05	0.70	10.90	145.63	-15.57	-10.90
0.9d	18.10	183.93	0.70	12.67	128.75	-18.10	-12.67
0.8d	20.22	157.95	0.70	14.16	110.56	-20.22	-14.16
0.7d	22.04	129.28	0.70	15.43	90.49	-22.04	-15.43
0.6d	23.37	98.25	0.70	16.36	68.77	-23.37	-16.36
Pb	23.42	102.41	0.70	16.40	71.69	-23.42	-16.40
0.5d	22.74	71.38	0.70	15.92	49.97	-22.74	-15.92
0.4d	21.43	38.61	0.70	15.00	27.03	-21.43	-15.00
0.3d	18.68	11.54	0.84	15.67	9.67	-18.68	-15.67
0.2d	14.41	-13.54	0.90	12.97	-12.19	-14.41	-12.97
0.1d	6.28	-55.57	0.90	5.65	-50.01	-6.28	-5.65
Tmax	0.00	-80.98	0.90	0.00	-72.88	0.00	0.00

COMBINACIONES	P	M2	M3
1.4CM+1.7CV	17.10	0.1925	-0.023
1.25CM+1.25CV+SX	11.86	1.3233	0.6427
1.25CM+1.25CV-SY	11.86	1.3233	0.6427
1.25CM+1.25CV+SY	-0.81	6.3968	0.1064
1.25CM+1.25CV-SY	-0.81	6.3968	0.1064
0.9CM+SX	6.42	1.2609	0.6508
0.9CM-SX	6.42	1.2609	0.6508
0.9CM+SY	-6.25	6.3343	0.1145
0.9CM-SY	-6.25	6.3343	0.1145

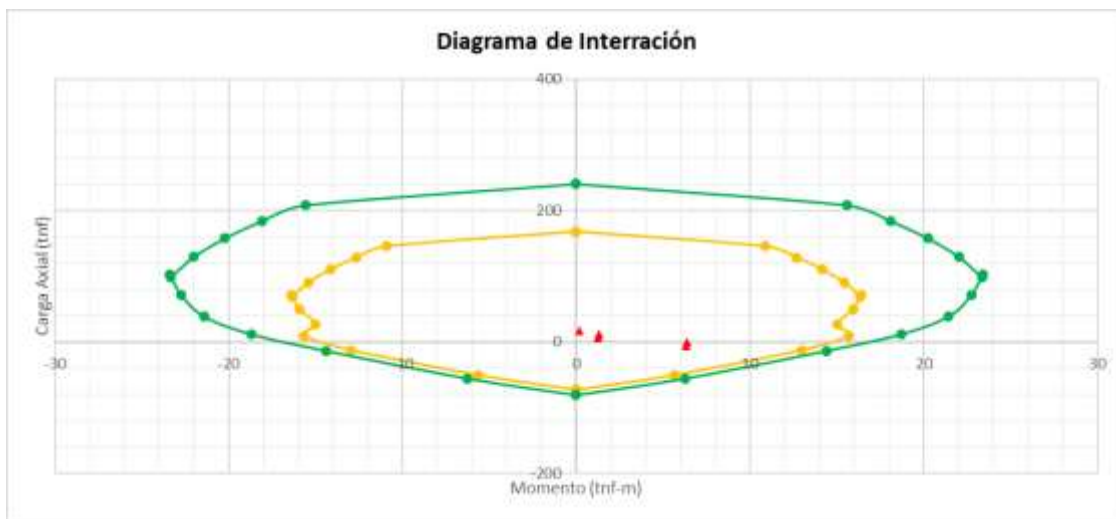


Figura 24 Diagrama de Interacción MC03- Elaboración propia

MC08**DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC08****1) Datos de la sección.-**

b= 25.00 cm
h= 50.00 cm
Ag= 1250 cm²

2) Datos de los materiales.-

f'c= 210 kgf/cm²
fy= 4200 kgf/cm²
Es= 2100000 kgf/cm²
εc= 0.003
εs= 0.0021

d1=	6.22 cm
d2=	0.00 cm
d3=	27.00 cm
d4=	0.00 cm
d5=	45.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos
rec= 4.00 cm
Øestr= 3/8 in
β1= 0.85

4) Centroide Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 25.31 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:**5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura**

Pnmax=	240.53 tnf
Mmax=	0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 45.00 cm
Cb= 27.00 cm
ab= 22.95 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf		
F1	20.78	5.68	0.0023089	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	0.00	7.92	0.0000000	0.00	0.00	-1.69	0.00
F4	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-18.00	5.68	-0.0020000	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				102.41	13.84	14.17

Pb= 102.41 tnf
Mb= 23.42 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 43.78 cm
Cb= 4.38 cm
ab= 3.72 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf		
F1	-1.84	5.68	-0.0012622	-2650.66	-15.06	19.09	-2.87
F2	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-22.62	7.92	-0.0155016	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-40.62	5.68	-0.0278360	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				16.61	23.45	3.89

P= -55.57 tnf
M= 6.28 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.20d

d= 43.78 cm
Cb= 8.76 cm
ab= 7.44 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	2.54	5.68	0.0008689	1824.67	10.36	19.09	1.98
F2	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-18.24	7.92	-0.0062508	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-36.24	5.68	-0.0124180	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85fc*ab				33.21	21.59	7.17

P= -13.54 tnf
M= 14.41 tnf-m

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

d= 43.78 cm
Cb= 13.13 cm
ab= 11.16 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	6.91	5.68	0.0015793	3316.45	18.84	19.09	3.60
F2	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-13.87	7.92	-0.0031672	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-31.87	5.68	-0.0072787	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85fc*ab				49.82	19.73	9.83

P= 11.54 tnf
M= 18.68 tnf-m

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

d= 43.78 cm
Cb= 17.51 cm
ab= 14.89 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	11.29	5.68	0.0019344	4062.33	23.07	19.09	4.41
F2	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-9.49	7.92	-0.0016254	-3413.34	-27.03	-1.69	0.46
F4	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-27.49	5.68	-0.0047090	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85fc*ab				66.43	17.87	11.87

P= 38.61 tnf
M= 21.43 tnf-m

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 43.78 cm
Cb= 21.89 cm
ab= 18.61 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	15.67	5.68	0.0021476	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-5.11	7.92	-0.0007003	-1470.67	-11.65	-1.69	0.20
F4	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-23.11	5.68	-0.0031672	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				83.03	16.01	13.29

P= 71.38 tnf
M= 22.74 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 43.78 cm
Cb= 26.27 cm
ab= 22.33 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	20.05	5.68	0.0022896	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-0.73	7.92	-0.0000836	-175.56	-1.39	-1.69	0.02
F4	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-18.73	5.68	-0.0021393	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				99.64	14.15	14.10

P= 98.25 tnf
M= 23.37 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 43.78 cm
Cb= 30.65 cm
ab= 26.05 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	24.43	5.68	0.0023911	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	3.65	7.92	0.0003569	749.52	5.94	-1.69	-0.10
F4	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-14.35	5.68	-0.0014051	-2950.80	-16.76	-19.69	3.30
Cc	Cc=0.85f _c *ab				116.24	12.29	14.29

P= 129.28 tnf
M= 22.04 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 43.78 cm
Cb= 35.02 cm
ab= 29.77 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	28.80	5.68	0.0024672	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	8.02	7.92	0.0006873	1443.33	11.43	-1.69	-0.19
F4	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-9.98	5.68	-0.0008545	-1794.45	-10.19	-19.69	2.01
Cc	Cc=0.85f _c *ab				132.85	10.43	13.86

P= 157.95 tnf
M= 20.22 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 43.78 cm
Cb= 39.40 cm
ab= 33.49 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	33.18	5.68	0.0025264	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	12.40	7.92	0.0009443	1982.96	15.71	-1.69	-0.26
F4	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-5.60	5.68	-0.0004262	-895.07	-5.08	-19.69	1.00
Cc	Cc=0.85f _c *ab				149.46	8.57	12.81

P= 183.93 tnf
M= 18.10 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

d= 43.78 cm
Cb= 43.78 cm
ab= 37.21 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	37.56	5.68	0.0025738	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	16.78	7.92	0.0011498	2414.66	19.12	-1.69	-0.32
F4	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-1.22	5.68	-0.0000836	-175.56	-1.00	-19.69	0.20
Cc	Cc=0.85f _c *ab				166.06	6.71	11.14

P= 208.05 tnf
M= 15.57 tnf-m

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

Pnmax=	-80.98 tnf
Mmax=	0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

Ptran= 37.5 tnf
 φPn= 26.25 tnf
 ØPb= 102.41 tnf

Inicio de la transición del φ

Punto	Mn	Pn	φ	Mu	Pu	Mn(-)	Mu(-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	240.53	0.70	0.00	168.37	0.00	0.00
1d	15.57	208.05	0.70	10.90	145.63	-15.57	-10.90
0.9d	18.10	183.93	0.70	12.67	128.75	-18.10	-12.67
0.8d	20.22	157.95	0.70	14.16	110.56	-20.22	-14.16
0.7d	22.04	129.28	0.70	15.43	90.49	-22.04	-15.43
0.6d	23.37	98.25	0.70	16.36	68.77	-23.37	-16.36
Pb	23.42	102.41	0.70	16.40	71.69	-23.42	-16.40
0.5d	22.74	71.38	0.70	15.92	49.97	-22.74	-15.92
0.4d	21.43	38.61	0.70	15.00	27.03	-21.43	-15.00
0.3d	18.68	11.54	0.84	15.67	9.67	-18.68	-15.67
0.2d	14.41	-13.54	0.90	12.97	-12.19	-14.41	-12.97
0.1d	6.28	-55.57	0.90	5.65	-50.01	-6.28	-5.65
Tmax	0.00	-80.98	0.90	0.00	-72.88	0.00	0.00

COMBINACIONES	P	M2	M3
1.4CM+1.7CV	16.96	0.0412	0.0875
1.25CM+1.25CV+SX	12.01	1.0713	0.809
1.25CM+1.25CV-SY	12.01	1.0713	0.809
1.25CM+1.25CV+SY	1.85	5.3824	0.2111
1.25CM+1.25CV-SY	1.85	5.3824	0.2111
0.9CM+SX	6.56	1.0755	0.7746
0.9CM-SX	6.56	1.0755	0.7746
0.9CM+SY	-3.60	5.3866	0.1767
0.9CM-SY	-3.60	5.3866	0.1767

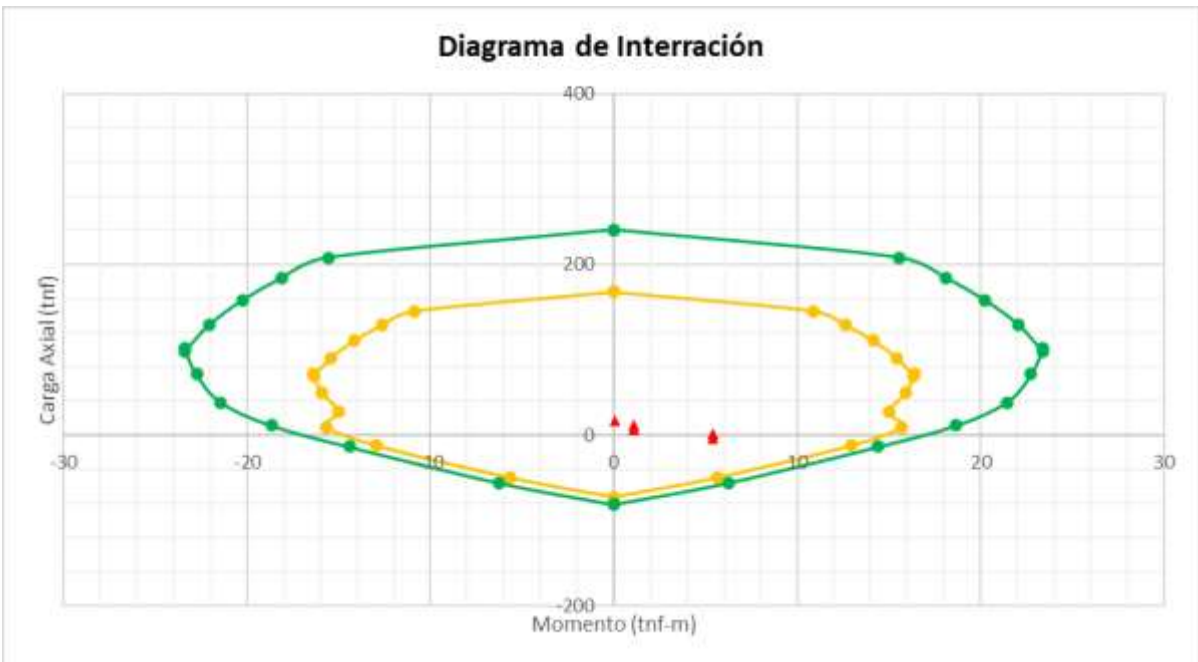


Figura 25 Diagrama de Interacción MC08- Elaboración propia

MC09**DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC09****1) Datos de la sección.-**

b= 20.00 cm

h= 150.00 cm

Ag= 3000 cm²

2) Datos de los materiales.-

f'c= 210 kgf/cm²

fy= 4200 kgf/cm²

Es= 2100000 kgf/cm²

εc= 0.003

εs= 0.0021

d1= 20.00 cm

d2= 50.00 cm

d3= 75.00 cm

d4= 100.00 cm

d5= 130.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos

rec= 4.00 cm

Øestr= 3/8 in

β1= 0.85

4) Centroide Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 75.00 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:**5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura**

Pnmax= 585.40 tnf

Mmax= 0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 130.00 cm
Cb= 78.00 cm
ab= 66.30 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	58.00	17.04	0.0022308	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	28.00	1.42	0.0010769	2261.54	3.21	25.00	0.80
F3	3.00	11.88	0.0001154	242.31	2.88	0.00	0.00
F4	-22.00	1.42	-0.0008462	-1776.92	-2.52	-25.00	0.63
F5	-52.00	17.04	-0.0020000	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85f _c *ab				236.69	41.85	99.06

Pb= 240.26 tnf
Mb= 179.21 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 143.78 cm
Cb= 14.38 cm
ab= 12.22 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	-5.62	17.04	-0.0011730	-2463.39	-41.98	55.00	-23.09
F2	-35.62	1.42	-0.0074326	-4200.00	-5.96	25.00	-1.49
F3	-60.62	11.88	-0.0126489	-4200.00	-49.90	0.00	0.00
F4	-85.62	1.42	-0.0178652	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-115.62	17.04	-0.0241248	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85f _c *ab				43.63	68.89	30.06

P= -131.74 tnf
M= 46.33 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.20d

d= 143.78 cm
Cb= 28.76 cm
ab= 24.44 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	8.76	17.04	0.0009135	1918.31	32.69	55.00	17.98
F2	-21.24	1.42	-0.0022163	-4200.00	-5.96	25.00	-1.49
F3	-46.24	11.88	-0.0048245	-4200.00	-49.90	0.00	0.00
F4	-71.24	1.42	-0.0074326	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-101.24	17.04	-0.0105624	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85fc*ab				87.26	62.78	54.78

P= -13.44 tnf
M= 112.12 tnf-m

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

d= 143.78 cm
Cb= 43.13 cm
ab= 36.66 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	23.13	17.04	0.0016090	3378.87	57.58	55.00	31.67
F2	-6.87	1.42	-0.0004775	-1002.82	-1.42	25.00	-0.36
F3	-31.87	11.88	-0.0022163	-4200.00	-49.90	0.00	0.00
F4	-56.87	1.42	-0.0039551	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-86.87	17.04	-0.0060416	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85fc*ab				130.89	56.67	74.17

P= 59.61 tnf
M= 146.34 tnf-m

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

d= 143.78 cm
Cb= 57.51 cm
ab= 48.89 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	37.51	17.04	0.0019567	4109.15	70.02	55.00	38.51
F2	7.51	1.42	0.0003918	822.88	1.17	25.00	0.29
F3	-17.49	11.88	-0.0009122	-1915.68	-22.76	0.00	0.00
F4	-42.49	1.42	-0.0022163	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-72.49	17.04	-0.0037812	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85fc*ab				174.52	50.56	88.23

P= 145.42 tnf
M= 167.89 tnf-m

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 143.78 cm
Cb= 71.89 cm
ab= 61.11 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	51.89	17.04	0.0021654	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	21.89	1.42	0.0009135	1918.31	2.72	25.00	0.68
F3	-3.11	11.88	-0.0001298	-272.54	-3.24	0.00	0.00
F4	-28.11	1.42	-0.0011730	-2463.39	-3.50	-25.00	0.87
F5	-58.11	17.04	-0.0024250	-4200.00	-71.57	-55.00	39.36
Cc	Cc=0.85f _c *ab				218.15	44.45	96.96

P= 214.14 tnf
M= 177.24 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 143.78 cm
Cb= 86.27 cm
ab= 73.33 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	66.27	17.04	0.0023045	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	36.27	1.42	0.0012612	2648.59	3.76	25.00	0.94
F3	11.27	11.88	0.0003918	822.88	9.78	0.00	0.00
F4	-13.73	1.42	-0.0004775	-1002.82	-1.42	-25.00	0.36
F5	-43.73	17.04	-0.0015208	-3193.67	-54.42	-55.00	29.93
Cc	Cc=0.85f _c *ab				261.78	38.34	100.36

P= 291.04 tnf
M= 170.95 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 143.78 cm
Cb= 100.65 cm
ab= 85.55 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	80.65	17.04	0.0024039	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	50.65	1.42	0.0015096	3170.22	4.50	25.00	1.13
F3	25.65	11.88	0.0007644	1605.33	19.07	0.00	0.00
F4	0.65	1.42	0.0000193	40.44	0.06	-25.00	-0.01
F5	-29.35	17.04	-0.0008750	-1837.43	-31.31	-55.00	17.22
Cc	Cc=0.85f _c *ab				305.41	32.23	98.42

P= 369.30 tnf
M= 156.11 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 143.78 cm
Cb= 115.02 cm
ab= 97.77 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \cdot \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F tnf	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²			
F1	95.02	17.04	0.0024784	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	65.02	1.42	0.0016959	3561.44	5.06	25.00	1.26
F3	40.02	11.88	0.0010439	2192.16	26.04	0.00	0.00
F4	15.02	1.42	0.0003918	822.88	1.17	-25.00	-0.29
F5	-14.98	17.04	-0.0003906	-820.25	-13.98	-55.00	7.69
Cc	Cc=0.85fc*ab				349.04	26.11	91.15

P= 438.90 tnf
M= 139.17 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 143.78 cm
Cb= 129.40 cm
ab= 109.99 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \cdot \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F tnf	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²			
F1	109.40	17.04	0.0025363	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	79.40	1.42	0.0018408	3865.73	5.49	25.00	1.37
F3	54.40	11.88	0.0012612	2648.59	31.47	0.00	0.00
F4	29.40	1.42	0.0006816	1431.45	2.03	-25.00	-0.51
F5	-0.60	17.04	-0.0000139	-29.11	-0.50	-55.00	0.27
Cc	Cc=0.85fc*ab				392.67	20.00	78.55

P= 502.73 tnf
M= 119.05 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

d= 143.78 cm
Cb= 143.78 cm
ab= 122.21 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \cdot \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F tnf	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²			
F1	123.78	17.04	0.0025827	4200.00	71.57	55.00	39.36
F2	93.78	1.42	0.0019567	4109.15	5.83	25.00	1.46
F3	68.78	11.88	0.0014351	3013.73	35.80	0.00	0.00
F4	43.78	1.42	0.0009135	1918.31	2.72	-25.00	-0.68
F5	13.78	17.04	0.0002875	603.80	10.29	-55.00	-5.66
Cc	Cc=0.85fc*ab				436.30	13.89	60.62

P= 562.52 tnf
M= 95.10 tnf-m

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

Pnmax= -204.96 tnf
Mmax= 0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

P_{tran}= 90 tnf
 φP_n= 63 tnf
 ØP_b= 240.26 tnf

Inicio de la transición del φ

Punto	M _n	P _n	φ	M _u	P _u	M _n (-)	M _u (-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	585.40	0.70	0.00	409.78	0.00	0.00
1d	95.10	562.52	0.70	66.57	393.76	-95.10	-66.57
0.9d	119.05	502.73	0.70	83.33	351.91	-119.05	-83.33
0.8d	139.17	438.90	0.70	97.42	307.23	-139.17	-97.42
0.7d	156.11	369.30	0.70	109.28	258.51	-156.11	-109.28
0.6d	170.95	291.04	0.70	119.66	203.73	-170.95	-119.66
Pb	179.21	240.26	0.70	125.45	168.18	-179.21	-125.45
0.5d	177.24	214.14	0.70	124.07	149.90	-177.24	-124.07
0.4d	167.89	145.42	0.70	117.52	101.79	-167.89	-117.52
0.3d	146.34	59.61	0.77	112.32	45.76	-146.34	-112.32
0.2d	112.12	-13.44	0.90	100.91	-12.10	-112.12	-100.91
0.1d	46.33	-131.74	0.90	41.70	-118.56	-46.33	-41.70
Tmax	0.00	-204.96	0.90	0.00	-184.46	0.00	0.00

COMBINACIONES	P	M2	M3
1.4CM+1.7CV	50.915	4.909	0.5203
1.25CM+1.25CV+SX	42.422	22.309	2.77
1.25CM+1.25CV-SY	42.422	22.309	2.77
1.25CM+1.25CV+SY	43.752	99.877	0.8097
1.25CM+1.25CV-SY	43.752	99.877	0.8097
0.9CM+SX	25.405	20.88	2.5677
0.9CM-SX	25.405	20.88	2.5677
0.9CM+SY	26.735	98.448	0.6074
0.9CM-SY	26.735	98.448	0.6074

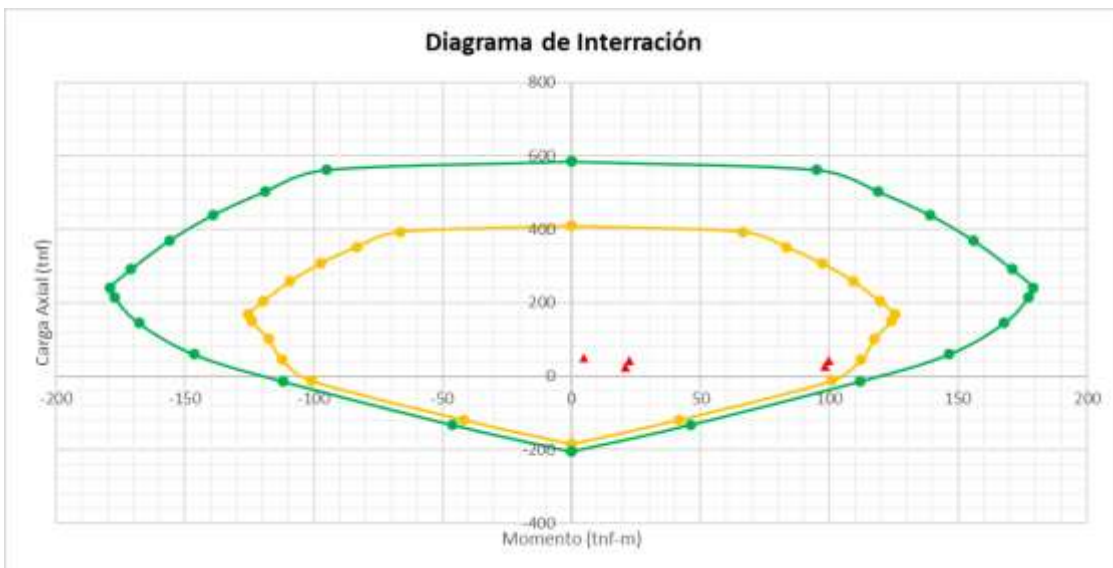


Figura 26 Diagrama de Interacción MC09- Elaboración propia

MC10**DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC10****1) Datos de la sección.-**

b= 25.00 cm
 h= 50.00 cm
 Ag= 1250 cm²

2) Datos de los materiales.-

f'c= 210 kgf/cm²
 fy= 4200 kgf/cm²
 Es= 2100000 kgf/cm²
 εc= 0.003
 εs= 0.0021

d1=	6.22 cm
d2=	0.00 cm
d3=	27.00 cm
d4=	0.00 cm
d5=	45.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos
 rec= 4.00 cm
 Øestr= 3/8 in
 β1= 0.85

4) Centroides Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 25.31 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:**5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura**

Pnmax=	240.53 tnf
Mmax=	0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 45.00 cm
Cb= 27.00 cm
ab= 22.95 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	20.78	5.68	0.0023089	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	0.00	7.92	0.0000000	0.00	0.00	-1.69	0.00
F4	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-18.00	5.68	-0.0020000	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				102.41	13.84	14.17

Pb= 102.41 tnf
Mb= 23.42 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 43.78 cm
Cb= 4.38 cm
ab= 3.72 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	-1.84	5.68	-0.0012622	-2650.66	-15.06	19.09	-2.87
F2	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-22.62	7.92	-0.0155016	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-40.62	5.68	-0.0278360	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				16.61	23.45	3.89

P= -55.57 tnf
M= 6.28 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.20d

d= 43.78 cm
Cb= 8.76 cm
ab= 7.44 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	2.54	5.68	0.0008689	1824.67	10.36	19.09	1.98
F2	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-18.24	7.92	-0.0062508	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-36.24	5.68	-0.0124180	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				33.21	21.59	7.17

P= -13.54 tnf
M= 14.41 tnf-m

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

d= 43.78 cm
Cb= 13.13 cm
ab= 11.16 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	6.91	5.68	0.0015793	3316.45	18.84	19.09	3.60
F2	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-13.87	7.92	-0.0031672	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-31.87	5.68	-0.0072787	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				49.82	19.73	9.83

P= 11.54 tnf
M= 18.68 tnf-m

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

d= 43.78 cm
Cb= 17.51 cm
ab= 14.89 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	11.29	5.68	0.0019344	4062.33	23.07	19.09	4.41
F2	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-9.49	7.92	-0.0016254	-3413.34	-27.03	-1.69	0.46
F4	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-27.49	5.68	-0.0047090	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				66.43	17.87	11.87

P= 38.61 tnf
M= 21.43 tnf-m

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 43.78 cm
Cb= 21.89 cm
ab= 18.61 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	15.67	5.68	0.0021476	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-5.11	7.92	-0.0007003	-1470.67	-11.65	-1.69	0.20
F4	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-23.11	5.68	-0.0031672	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				83.03	16.01	13.29

P= 71.38 tnf
M= 22.74 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 43.78 cm
 Cb= 26.27 cm
 ab= 22.33 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	20.05	5.68	0.0022896	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-0.73	7.92	-0.0000836	-175.56	-1.39	-1.69	0.02
F4	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-18.73	5.68	-0.0021393	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				99.64	14.15	14.10

P= 98.25 tnf
 M= 23.37 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 43.78 cm
 Cb= 30.65 cm
 ab= 26.05 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	24.43	5.68	0.0023911	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	3.65	7.92	0.0003569	749.52	5.94	-1.69	-0.10
F4	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-14.35	5.68	-0.0014051	-2950.80	-16.76	-19.69	3.30
Cc	Cc=0.85f _c *ab				116.24	12.29	14.29

P= 129.28 tnf
 M= 22.04 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 43.78 cm
 Cb= 35.02 cm
 ab= 29.77 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	28.80	5.68	0.0024672	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	8.02	7.92	0.0006873	1443.33	11.43	-1.69	-0.19
F4	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-9.98	5.68	-0.0008545	-1794.45	-10.19	-19.69	2.01
Cc	Cc=0.85f _c *ab				132.85	10.43	13.86

P= 157.95 tnf
 M= 20.22 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 43.78 cm
 Cb= 39.40 cm
 ab= 33.49 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	33.18	5.68	0.0025264	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	12.40	7.92	0.0009443	1982.96	15.71	-1.69	-0.26
F4	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-5.60	5.68	-0.0004262	-895.07	-5.08	-19.69	1.00
Cc	Cc=0.85f _c *ab				149.46	8.57	12.81

P= 183.93 tnf
 M= 18.10 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

d= 43.78 cm
 Cb= 43.78 cm
 ab= 37.21 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	37.56	5.68	0.0025738	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	16.78	7.92	0.0011498	2414.66	19.12	-1.69	-0.32
F4	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-1.22	5.68	-0.0000836	-175.56	-1.00	-19.69	0.20
Cc	Cc=0.85f _c *ab				166.06	6.71	11.14

P= 208.05 tnf
 M= 15.57 tnf-m

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

P_{nmax}= -80.98 tnf
 M_{nmax}= 0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

P_{tran}= 37.5 tnf
 ϕ P_n= 26.25 tnf
 ϕ P_b= 102.41 tnf

Inicio de la transición de

Punto	Mn	Pn	ϕ	Mu	Pu	Mn(-)	Mu(-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	240.53	0.70	0.00	168.37	0.00	0.00
1d	15.57	208.05	0.70	10.90	145.63	-15.57	-10.90
0.9d	18.10	183.93	0.70	12.67	128.75	-18.10	-12.67
0.8d	20.22	157.95	0.70	14.16	110.56	-20.22	-14.16
0.7d	22.04	129.28	0.70	15.43	90.49	-22.04	-15.43
0.6d	23.37	98.25	0.70	16.36	68.77	-23.37	-16.36
Pb	23.42	102.41	0.70	16.40	71.69	-23.42	-16.40
0.5d	22.74	71.38	0.70	15.92	49.97	-22.74	-15.92
0.4d	21.43	38.61	0.70	15.00	27.03	-21.43	-15.00
0.3d	18.68	11.54	0.84	15.67	9.67	-18.68	-15.67
0.2d	14.41	-13.54	0.90	12.97	-12.19	-14.41	-12.97
0.1d	6.28	-55.57	0.90	5.65	-50.01	-6.28	-5.65
Tmax	0.00	-80.98	0.90	0.00	-72.88	0.00	0.00

COMBINACIONES	P	M2	M3
1.4CM+1.7CV	19.85	0.5009	0.0015
1.25CM+1.25CV+SX	12.96	1.4257	0.6544
1.25CM+1.25CV-SY	12.96	1.4257	0.6544
1.25CM+1.25CV+SY	4.17	5.8024	0.1164
1.25CM+1.25CV-SY	4.17	5.8024	0.1164
0.9CM+SX	6.57	1.2608	0.6528
0.9CM-SX	6.57	1.2608	0.6528
0.9CM+SY	-2.22	5.6375	0.1148
0.9CM-SY	-2.22	5.6375	0.1148

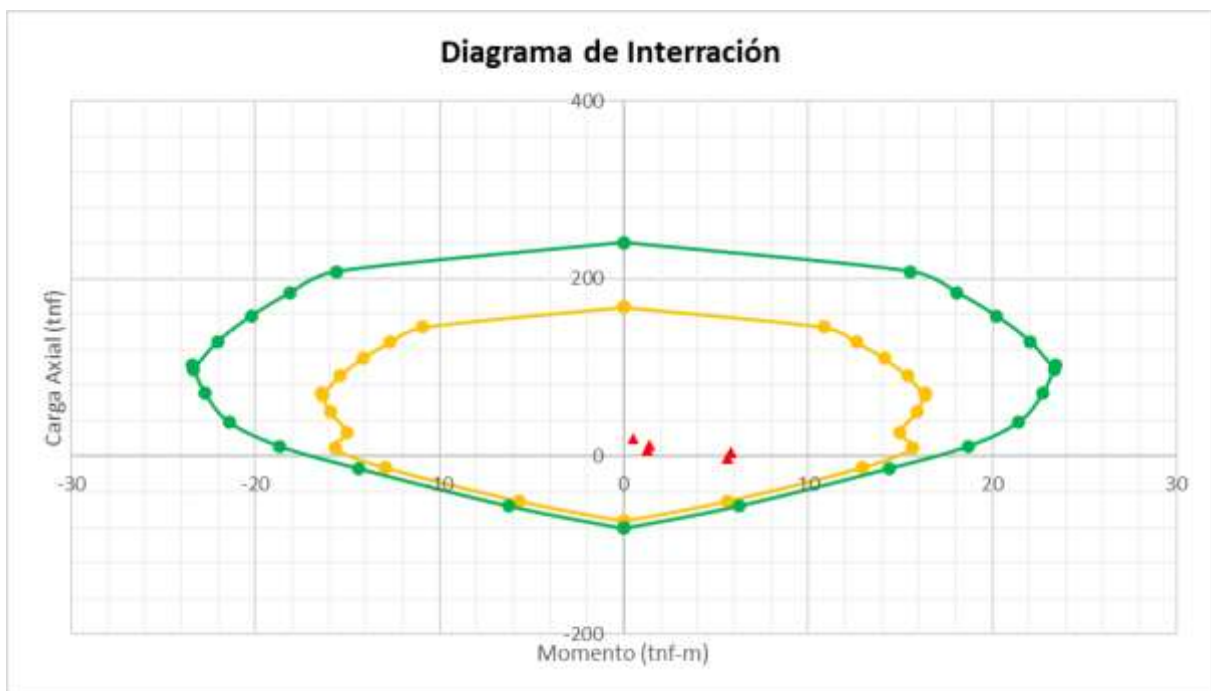


Figura 27 Diagrama de Interacción MC10- Elaboración propia

MC10**DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC10****1) Datos de la sección.-**

b= 25.00 cm

h= 50.00 cm

Ag= 1250 cm²

2) Datos de los materiales.-

f_c= 210 kgf/cm²

f_y= 4200 kgf/cm²

E_s= 2100000 kgf/cm²

ε_c= 0.003

ε_s= 0.0021

d1= 6.22 cm

d2= 0.00 cm

d3= 27.00 cm

d4= 0.00 cm

d5= 45.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos

rec= 4.00 cm

Øestr= 3/8 in

β₁= 0.85

4) Centroide Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 25.31 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:**5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura**

P_{nmax}= 240.53 tnf

M_{max}= 0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 45.00 cm
Cb= 27.00 cm
ab= 22.95 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	20.78	5.68	0.0023089	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	0.00	7.92	0.0000000	0.00	0.00	-1.69	0.00
F4	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-18.00	5.68	-0.0020000	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				102.41	13.84	14.17

Pb= 102.41 tnf
Mb= 23.42 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 43.78 cm
Cb= 4.38 cm
ab= 3.72 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	-1.84	5.68	-0.0012622	-2650.66	-15.06	19.09	-2.87
F2	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-22.62	7.92	-0.0155016	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-40.62	5.68	-0.0278360	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				16.61	23.45	3.89

P= -55.57 tnf
M= 6.28 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.20d

d= 43.78 cm
Cb= 8.76 cm
ab= 7.44 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	2.54	5.68	0.0008689	1824.67	10.36	19.09	1.98
F2	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-18.24	7.92	-0.0062508	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-36.24	5.68	-0.0124180	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				33.21	21.59	7.17

P= -13.54 tnf
M= 14.41 tnf-m

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

d= 43.78 cm
Cb= 13.13 cm
ab= 11.16 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	6.91	5.68	0.0015793	3316.45	18.84	19.09	3.60
F2	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-13.87	7.92	-0.0031672	-4200.00	-33.26	-1.69	0.56
F4	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-31.87	5.68	-0.0072787	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				49.82	19.73	9.83

P= 11.54 tnf
M= 18.68 tnf-m

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

d= 43.78 cm
Cb= 17.51 cm
ab= 14.89 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	11.29	5.68	0.0019344	4062.33	23.07	19.09	4.41
F2	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-9.49	7.92	-0.0016254	-3413.34	-27.03	-1.69	0.46
F4	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-27.49	5.68	-0.0047090	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				66.43	17.87	11.87

P= 38.61 tnf
M= 21.43 tnf-m

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 43.78 cm
Cb= 21.89 cm
ab= 18.61 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	15.67	5.68	0.0021476	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-5.11	7.92	-0.0007003	-1470.67	-11.65	-1.69	0.20
F4	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-23.11	5.68	-0.0031672	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				83.03	16.01	13.29

P= 71.38 tnf
M= 22.74 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 43.78 cm
 Cb= 26.27 cm
 ab= 22.33 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	20.05	5.68	0.0022896	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	-0.73	7.92	-0.0000836	-175.56	-1.39	-1.69	0.02
F4	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-18.73	5.68	-0.0021393	-4200.00	-23.86	-19.69	4.70
Cc	Cc=0.85f _c *ab				99.64	14.15	14.10

P= 98.25 tnf
 M= 23.37 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 43.78 cm
 Cb= 30.65 cm
 ab= 26.05 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	24.43	5.68	0.0023911	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	3.65	7.92	0.0003569	749.52	5.94	-1.69	-0.10
F4	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-14.35	5.68	-0.0014051	-2950.80	-16.76	-19.69	3.30
Cc	Cc=0.85f _c *ab				116.24	12.29	14.29

P= 129.28 tnf
 M= 22.04 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 43.78 cm
 Cb= 35.02 cm
 ab= 29.77 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	28.80	5.68	0.0024672	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	8.02	7.92	0.0006873	1443.33	11.43	-1.69	-0.19
F4	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-9.98	5.68	-0.0008545	-1794.45	-10.19	-19.69	2.01
Cc	Cc=0.85f _c *ab				132.85	10.43	13.86

P= 157.95 tnf
 M= 20.22 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 43.78 cm
 Cb= 39.40 cm
 ab= 33.49 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	33.18	5.68	0.0025264	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	12.40	7.92	0.0009443	1982.96	15.71	-1.69	-0.26
F4	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-5.60	5.68	-0.0004262	-895.07	-5.08	-19.69	1.00
Cc	Cc=0.85f _c *ab				149.46	8.57	12.81

P= 183.93 tnf
 M= 18.10 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

d= 43.78 cm
 Cb= 43.78 cm
 ab= 37.21 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	37.56	5.68	0.0025738	4200.00	23.86	19.09	4.56
F2	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F3	16.78	7.92	0.0011498	2414.66	19.12	-1.69	-0.32
F4	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.31	0.00
F5	-1.22	5.68	-0.0000836	-175.56	-1.00	-19.69	0.20
Cc	Cc=0.85f _c *ab				166.06	6.71	11.14

P= 208.05 tnf
 M= 15.57 tnf-m

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

P_{nmax}= -80.98 tnf
 M_{nmax}= 0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

P_{tran}= 37.5 tnf
 ϕ P_n= 26.25 tnf
 ϕ P_b= 102.41 tnf

Inicio de la transición de

Punto	Mn	Pn	ϕ	Mu	Pu	Mn(-)	Mu(-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	240.53	0.70	0.00	168.37	0.00	0.00
1d	15.57	208.05	0.70	10.90	145.63	-15.57	-10.90
0.9d	18.10	183.93	0.70	12.67	128.75	-18.10	-12.67
0.8d	20.22	157.95	0.70	14.16	110.56	-20.22	-14.16
0.7d	22.04	129.28	0.70	15.43	90.49	-22.04	-15.43
0.6d	23.37	98.25	0.70	16.36	68.77	-23.37	-16.36
Pb	23.42	102.41	0.70	16.40	71.69	-23.42	-16.40
0.5d	22.74	71.38	0.70	15.92	49.97	-22.74	-15.92
0.4d	21.43	38.61	0.70	15.00	27.03	-21.43	-15.00
0.3d	18.68	11.54	0.84	15.67	9.67	-18.68	-15.67
0.2d	14.41	-13.54	0.90	12.97	-12.19	-14.41	-12.97
0.1d	6.28	-55.57	0.90	5.65	-50.01	-6.28	-5.65
Tmax	0.00	-80.98	0.90	0.00	-72.88	0.00	0.00

COMBINACIONES	P	M2	M3
1.4CM+1.7CV	19.85	0.5009	0.0015
1.25CM+1.25CV+SX	12.96	1.4257	0.6544
1.25CM+1.25CV-SY	12.96	1.4257	0.6544
1.25CM+1.25CV+SY	4.17	5.8024	0.1164
1.25CM+1.25CV-SY	4.17	5.8024	0.1164
0.9CM+SX	6.57	1.2608	0.6528
0.9CM-SX	6.57	1.2608	0.6528
0.9CM+SY	-2.22	5.6375	0.1148
0.9CM-SY	-2.22	5.6375	0.1148

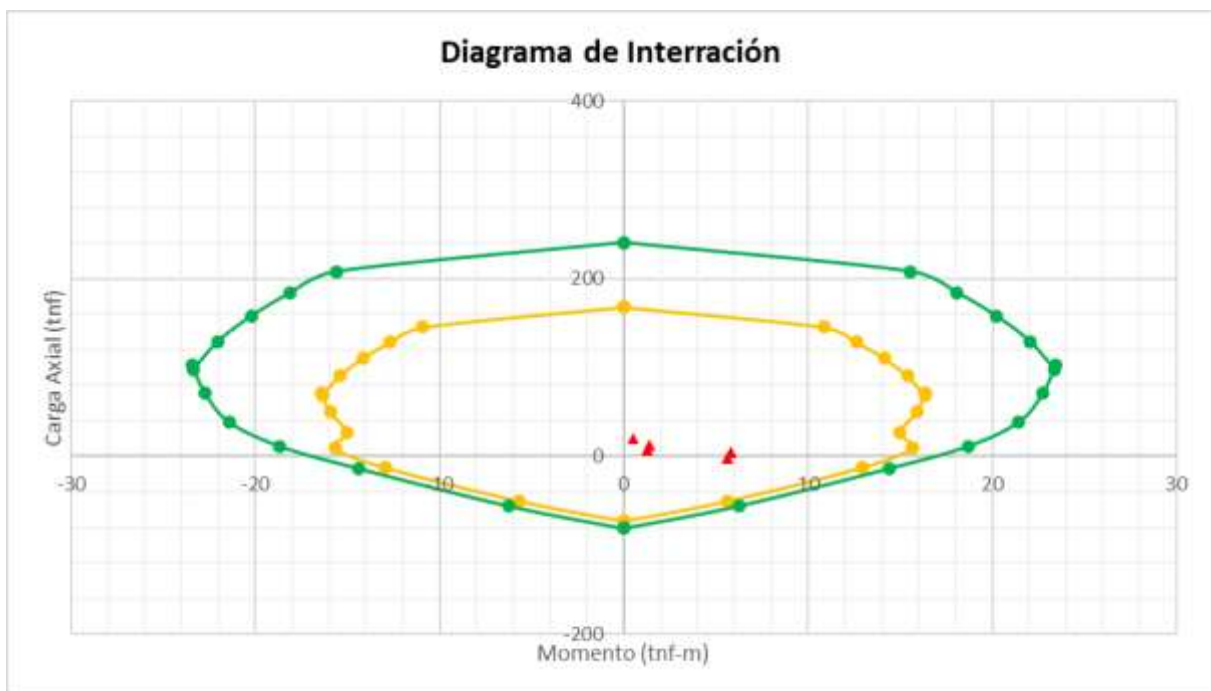


Figura 28 Diagrama de Interacción MC10- Elaboración propia

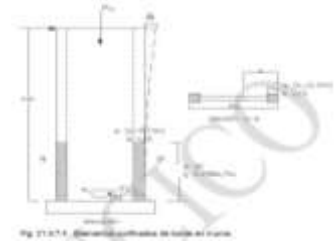
MC04

Diseño de Muro de Corte

Muro:	MC-04		Nivel:	1-3
--------------	--------------	--	---------------	------------

1. Consideraciones Previas:**1.1. Esbeltez de muro:**

t: (cm)	20
Verificación de esponsor:	Ok
Hm: (cm)	1030
Lm: (cm)	100
fy: (kg/cm ²)	4200
TIPO:	MURO ESBELTO
fc: (kg/cm ²)	280



$$\frac{Hm}{Lm} > 1 \dots \text{muro esbelto}$$

1.2. Necesidad de elementos de borde

Desplazamiento inelástico : (cm)

$$\frac{\delta u}{hm} \geq 0.005$$

	4.59
	0.005

$$\frac{lm}{600 * \left(\frac{\delta u}{hm}\right)} \leq c$$

c: (cm)	14
---------	----

Elementos de borde:

Confinados:

Si**Verificación de elementos de confi:****Necesita elemento de confinamiento****1.3. Longitud mínima de zona de confinamiento (elementos de borde)**

Lmin 1: (cm)	4	$Lmin = c - 0.1 * Lm$
Lmin 2: (cm)	7	
Lmin 3: (cm)	40	
Lmin 4: (cm)	10	

Longitud de elemento de borde (cm)

40

Elemento de borde:

Longitud (cm)

40

Espesor (cm)

20

1.4. Análisis del muro de corte

ANALISIS - MURO				
COMBINACION	P (ton)	Mx (ton.m)	P (ton)	My (ton.m)
1.4 CV + 1.7 CV	41	0	41	1
1.25 (CM + CV) +SSXX	38	0	38	34
1.25 (CM + CV) -SSXX	32	0	32	-33
1.25 (CM + CV) +SSYY	37	1	37	7
1.25 (CM + CV) -SSYY	33	-1	33	-6
0.9 CM + SSXX	25	0	25	34
0.9 CM - SSXX	19	0	19	-34
0.9 CM + SSYY	24	1	24	7
0.9 CM - SSYY	20	-1	20	-6

2. Predimensionamiento del refuerzo

2.1. Determinación de M_u y V_u :

M_u : (ton.m)	31	V_u : (ton)	10
-----------------	----	---------------	----

2.2. Refuerzo vertical de los elementos de confinamiento

$$A_s = \frac{M_u}{0.9 f_y Z} = \frac{M_u}{0.9 f_y * 0.7 L_m}$$

M_u (ton.m) :	31	A_s mín (cm ²)	8
A_s (cm ²) :	11.62	A_s : (cm ²)	8
Distribucion del refuerzo		6 de 5/8"	

2.3. Refuerzo vertical del alma

R :	6	A_{cw} : (cm ²)	2000
V_u : (ton)	59.99	$V_u \leq 0.27 * \sqrt{f'c} * A_{cw}$	
Determinación de la cuantía:			
Cuantía vertical:	0.0025		
Cuantía horizontal:	0.0025		

Análisis a 1 metro:

b (cm) :	100	$A_s = \text{Cuantía} * b * h$
h (cm) :	20	
A_{sv} (cm ² /m) :	5	
A_{sh} : (cm ² /m)	5	
Distribucion del refuerzo		

Espaciamiento:
Menor de 3 veces el
espesor del muro y
40 cm

3. Diseño por corte

3.1. Determinación del cortante demandante V_u :

R:	6
M_n (ton.m):	53
M_u (ton.m):	31

"Para asegurar que la columna falle primero por flexion y no por corte, se incrementará el valor de la cortante, pero como maximo un valor de R."

Relacion :	1.72
V_u (ton) :	10.00
V_u (ton):	17.23

3.2. Determinación del cortante resistente por el concreto V_c :

$$V_c = \alpha_c * A_{cw} * \sqrt{f'_c}$$

hm/lm	10.3
alpha c :	0.53
Acw (cm ²) :	2000
phi*Vc (ton) :	15.08
Resiste ?:	NO

alpha c	hm/lm
0.8	1.5
1.32	0.5
0.53	2

3.3. Determinación de la cuantía:

Cuantía horizontal:	0.0009
Cuantía vertical:	0.0233
Vs (kg):	7454
Vn: (kg)	6351

3.4. Verificación de sección adecuada:

Verificado

$$V_n \leq 2.6 * \sqrt{f'_c} * A_{cw}$$

3.5. Refuerzo horizontal del alma

Acero horizontal: (cm²/m) 1.77 $A_{sh} = \rho_h * 100 * h$
 Se recomienda colocar aceros de 3/8" , 1/2"

Nº capas:	2	$S \leq \frac{N^\circ \text{ capas} * A_s}{A_{sh}}$
As: (cm ²)	1.42	
S: (cm)	160	

2 capas de 3/8" cada 25 cm

3.5. Refuerzo vertical del alma

$$A_s = \text{Cuantía} * b * h$$

As vertical: (cm ² /m)	46.5
As refuerzo vertical: (cm ²)	1.42
Separacion del refuerzo vertical: (cm)	3

2 capas de aceros de 3/8" cada 5 cm

4. Corte por fricción

$$\phi V_n = \phi \mu (N_u + A_v f_y)$$

$$N_u = 0.9 N_{ucm} = 0.9 * 1.25 * P_{cm}$$

P _{cm} : (ton)	24
N _u : (ton)	27
A _v : (cm ²)	23.88
Necesita estribo el refuerzo vertical?	Necesita estribo
Coefficiente de fricción:	1.4
phi	0.85
ϕV_n : (ton)	119
V _u : (ton)	17.23
RESULTADO :	Termina el Diseño

5. Diseño final:

Se tendrá una placa de 1 m, con espesor de 20cm

	Longitud(cm)	Espesor (cm)
Elemento de confinamiento:	40	20
Refuerzo por ele. confinamiento:	6 de 5/8"	
Refuerzo vertical:	2 capas de aceros de 3/8" cada 5 cm	
Refuerzo horizontal:	2 capas de 3/8" cada 25 cm	

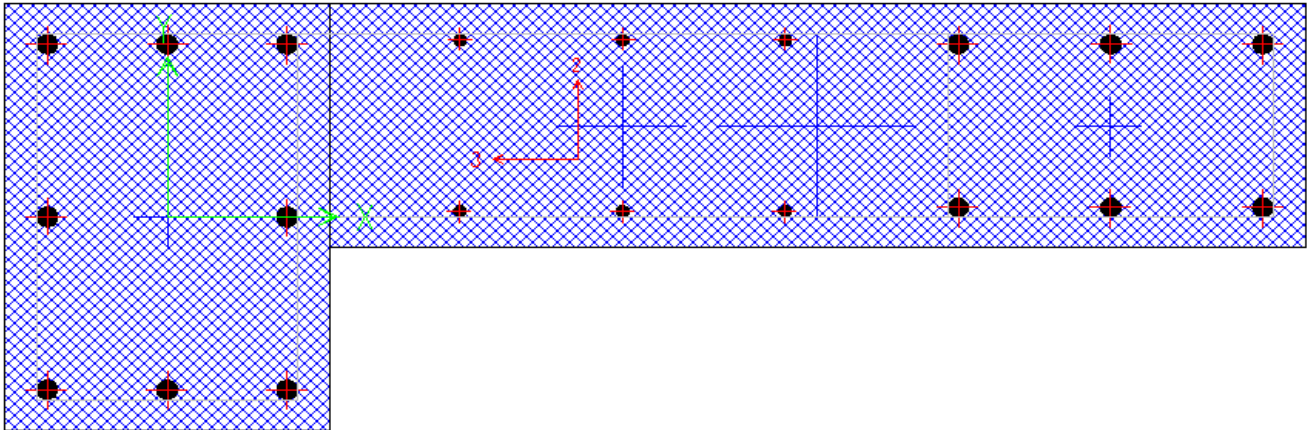


Figura 29 Diseño de Placa en L

Diagrama de iteración Norma E060

Considerando phi

Tabla 27 Diagrama de Interacción

PUNTOS	M ₃₃		M ₃₃	
	0°		180°	
	phi Pn	phi Mn	phi Pn	phi Mn
1	388	0	388	0
2	388	23	388	-28
3	388	35	359	-43
4	378	46	311	-56
5	348	55	271	-64
6	317	64	237	-69
7	283	71	199	-73
8	245	77	158	-77
9	211	79	122	-76
10	179	79	90	-71
11	147	75	58	-64
12	103	66	29	-61
13	45	51	-15	-52
14	-26	39	-65	-30
15	-122	0	-122	0

Tabla 28 Diagrama de Interacción

PUNTOS	M22		M22	
	90°		270°	
	phi Pn	phi Mn	phi Pn	phi Mn
1	388.44	-0.86	388.44	-0.86
2	388.44	4.37	388.44	-8.66
3	388.44	6.70	350.92	-12.70
4	388.44	9.01	297.74	-15.81
5	388.44	11.14	242.73	-17.81
6	386.48	13.13	185.19	-18.72
7	348.71	16.16	124.05	-18.59
8	292.20	19.62	59.50	-17.62
9	246.39	20.74	29.69	-17.31
10	197.43	21.12	7.34	-17.83
11	142.98	20.87	-26.91	-16.00
12	94.08	18.74	-44.37	-13.56
13	44.46	15.08	-63.39	-10.26
14	-36.42	10.39	-94.52	-4.39
15	-122.47	1.17	-122.47	1.17

DIRECCIÓN XX

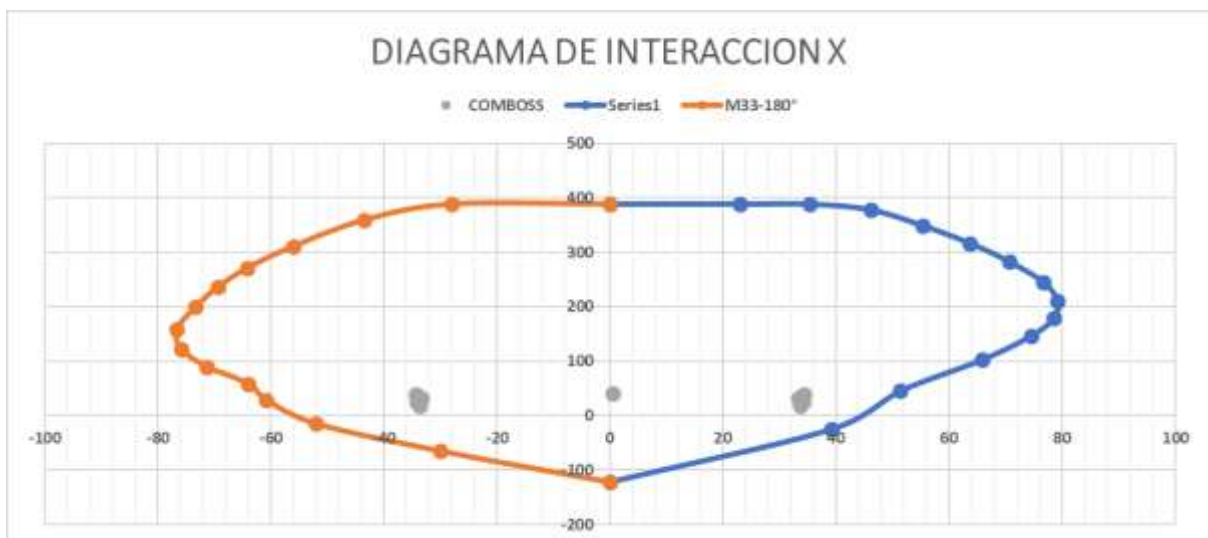


Figura 30 Diagrama de Interacción X- Elaboración propia

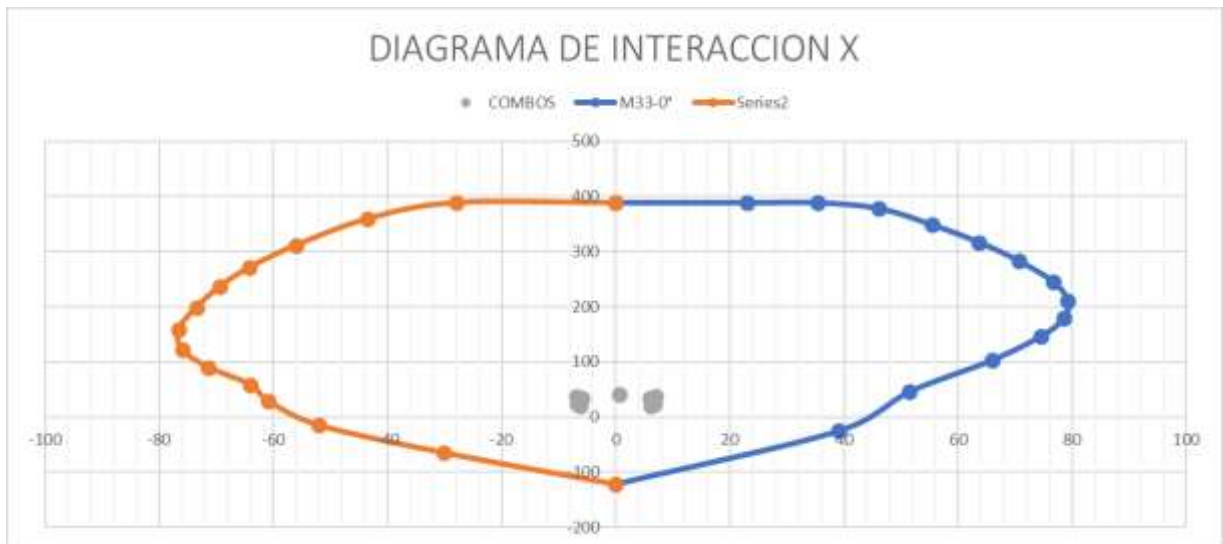


Figura 31 Diagrama de Interacción X- Elaboración propia

DIRECCIÓN YY

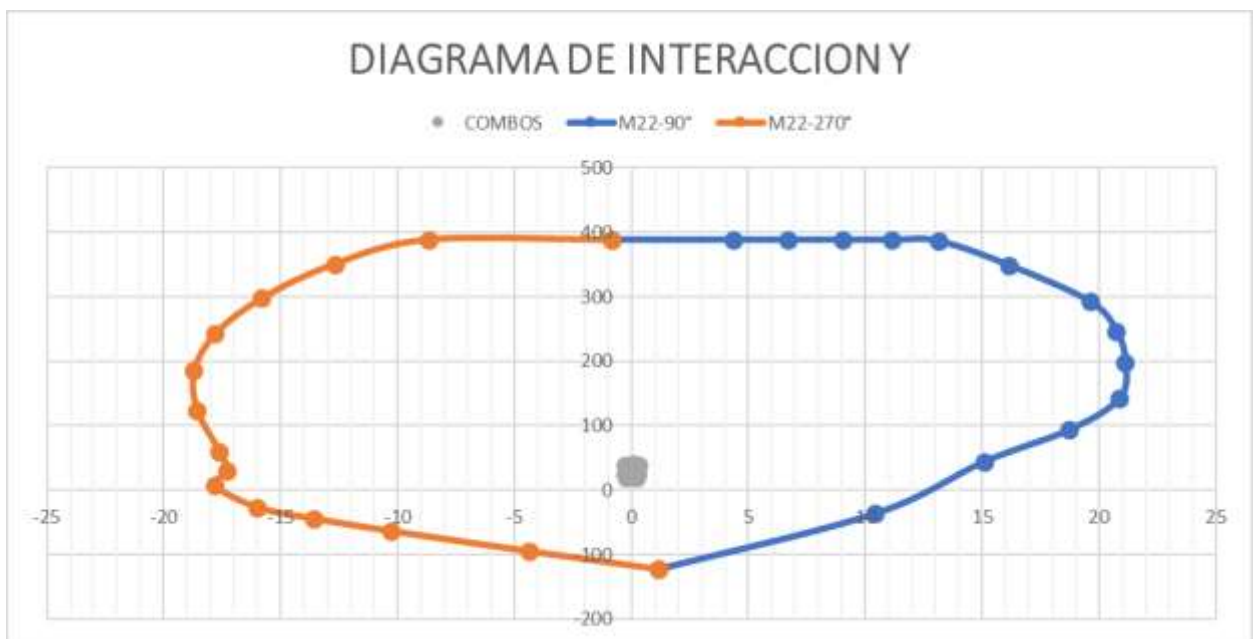


Figura 32 Diagrama de Interacción Y- Elaboración propia

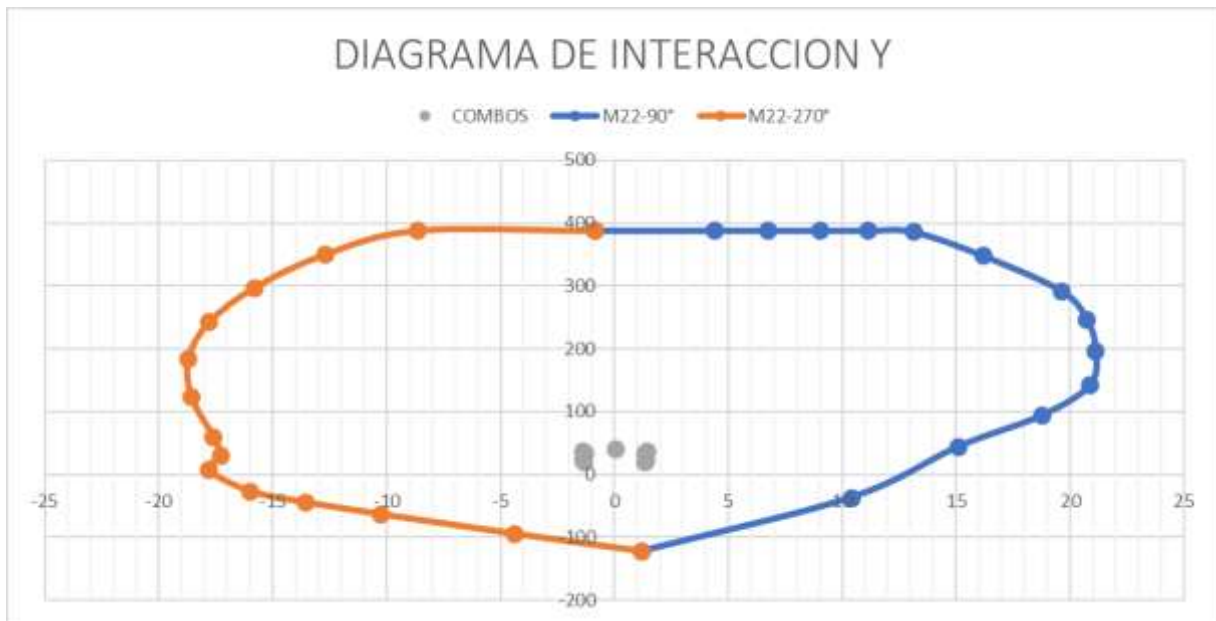


Figura 33 Diagrama de Interacción Y- Elaboración propia

N°	COMBINACION	P	M _x	P	M _y
COMBO 1	1.4CM+1.7CV	41	0	41	1
COMBO 2	1.25(CM+CV)+SISXX	38	0	38	34
COMBO 3	1.25(CM+CV)-SISXX	32	0	32	-33
COMBO 4	1.25(CM+CV)+SISYY	37	1	37	7
COMBO 5	1.25(CM+CV)-SISYY	33	-1	33	-6
COMBO 6	0.9CM+SISXX	25	0	25	34
COMBO 7	0.9CM-SISXX	19	0	19	-34
COMBO 8	0.9CM+SISYY	24	1	24	7
COMBO 9	0.9CM-SISYY	20	-1	20	-6

COMBINACIONES DE CARGA				
	COMBINACIONES	P	M ₂	M ₃
SISXX	1.4CM+1.7CV	41	0	1
	1.25(CM+CV)+SISXX	38	0	34
	1.25(CM+CV)-SISXX	32	0	-33
	0.9CM+SISXX	25	0	34
	0.9CM-SISXX	19	0	-34
	COMBINACIONES	P	M ₂	M ₃
SISYY	1.4CM+1.7CV	41	0	1
	1.25(CM+CV)+SISYY	37	1	7
	1.25(CM+CV)-SISYY	33	-1	-6
	0.9CM+SISYY	24	1	7
	0.9CM-SISYY	20	-1	-6

COMBINACIONES DE DISEÑO-DEMANDA SÍSMICO

DIVIDAMOS LOS SISMOS EN SENTIDO POSITIVO (CLÁSICO) Y UN SENTIDO NEGATIVO (OPUESTO)

Tabla 29 Combinaciones de Diseño-Demanda Sísmica XX

SIS XX				
	COMBINACIONES	P	M ₂	M ₃
SISXX POSITIVO	1.4CM+1.7CV	41	0	1
	1.25(CM+CV)+SISXX	38	0	34
	1.25(CM+CV)-SISXX	32	0	-33
	0.9CM+SISXX	25	0	34
	0.9CM-SISXX	19	0	-34
SISXX NEGATIVO	1.25(CM+CV)+SISXX	38	0	-34
	1.25(CM+CV)-SISXX	32	0	33
	0.9CM+SISXX	25	0	-34
	0.9CM-SISXX	19	0	34

Tabla 30 Combinaciones de Diseño-Demanda Sísmica YY

SIS YY				
	COMBINACIONES	P	M ₂	M ₃
SISYY POSITIVO	1.4CM+1.7CV	41	0	1
	1.25(CM+CV)+SISXX	37	1	7
	1.25(CM+CV)-SISXX	33	-1	-6
	0.9CM+SISXX	24	1	7
	0.9CM-SISXX	20	-1	-6
SISYY NEGATIVO	1.25(CM+CV)+SISXX	37	-1	-7
	1.25(CM+CV)-SISXX	33	1	6
	0.9CM+SISXX	24	-1	-7
	0.9CM-SISXX	20	1	6

Diseño de losa- Edificación 1:

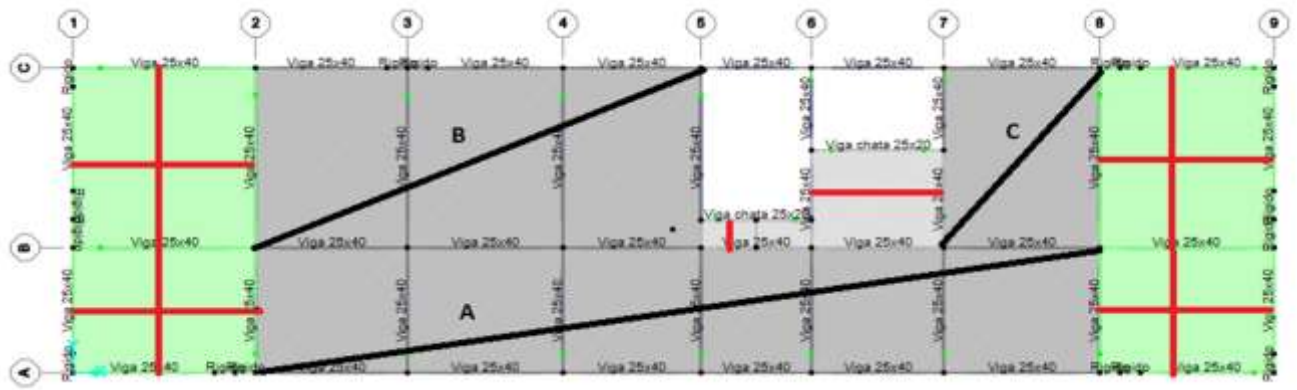


Figura 34 Distribución por paños en losa

Paño A

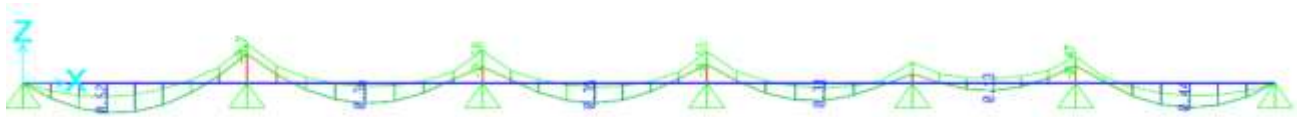


Figura 35 Momentos en losa paño A

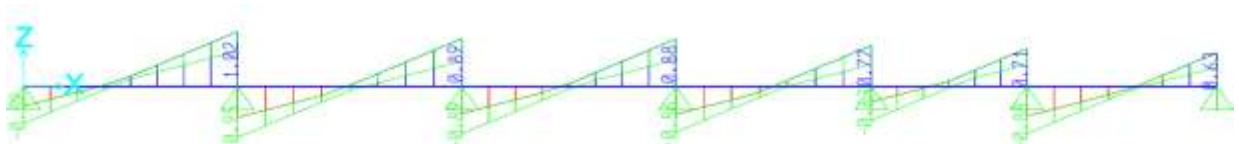


Figura 36 Cortante en losa paño A

Tabla 28 Distribución final de acero

ACEROS NEGATIVOS		
Apoyo	Cantidad de Acero	Barra de acero
1	1	1/2"
2	1	1/2"
3	1	1/2"
4	1	1/2"
5	1	1/2"
6	1	1/2"

Tabla 31 Distribución final de acero

ACEROS POSITIVOS		
Claro	Cantidad de Acero	Barra de acero
1-2	1	3/8"
6-7	1	3/8"
2-3	1	3/8"
3-4	1	3/8"
4-5	1	3/8"
5-6	1	3/8"

Tabla 32 Distribución final de acero

REFUERZO POR TEMPERATURA		
Cantidad de Acero	Barra de acero	Espaciamiento
1	1/4"	0.25m

DISEÑO DE LOSA ALIGERADA NERVADA-DOS DIRECCIONES PAÑO K

Diagrama de momentos flectores y Diagrama de fuerza Cortante

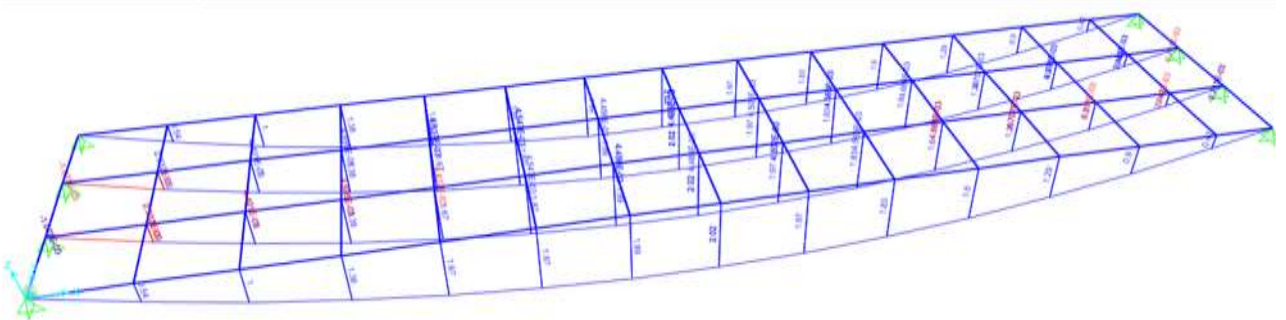


Figura 37 Diagrama de momentos flectores y Diagrama de fuerza cortante

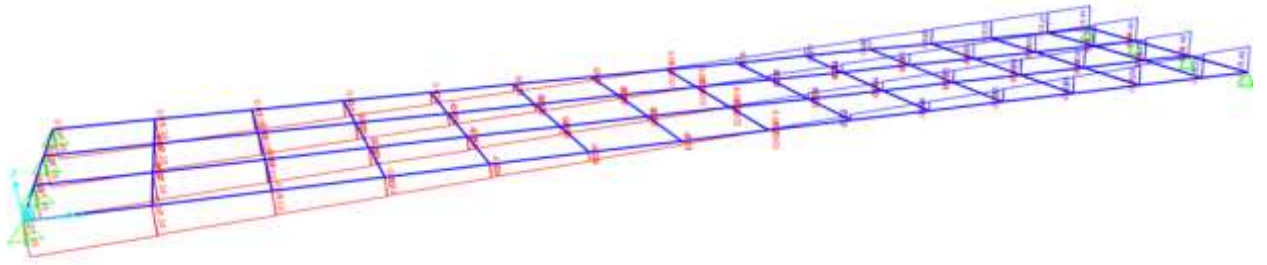


Figura 38 Diagrama de momentos flectores y Diagrama de fuerza cortante

ACEROS NEGATIVOS		
Apoyo	Cantidad de Acero	Barra de acero
1	2	1 1/2" + 1 3/8"

ACEROS POSITIVOS		
Claro	Cantidad de Acero	Barra de acero
	2	5/8"

REFUERZO POR TEMPERATURA		
Cantidad de Acero	Barra de acero	Espaciamiento
1	1/4"	0.25m

DISEÑO DE LOSA MACIZA -UNA DIRECCIÓN PAÑO F



Figura 39 Momento paño F



Figura 40 Cortante paño F

Aceros Negativos	
Barra de acero	Espaciamiento
3/8"-Apoyo 1	0.17m
3/8"-Apoyo 2	0.17m

Aceros Positivos	
Barra de acero	Espaciamiento
3/8"-Claro	0.17m

Aceros Positivos	
Barra de acero	Espaciamiento
1 3/8 "	0.17m

Diseño Estructural Bloque 2
Diseño de columnas de 25x35-Edificación 2

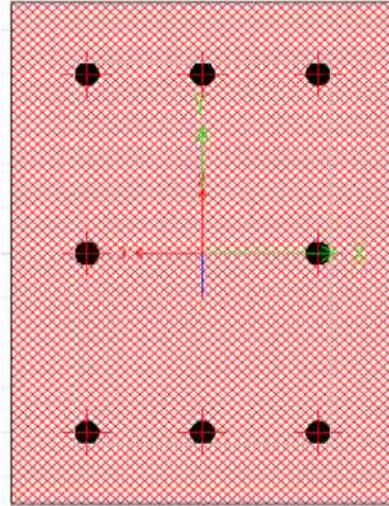


Figura 41 Distribución de acero en columnas

Usar 3 de 5/8"

Usar 3 de 5/8"

2 más de 3/8 por simetría (proceso constructivo)

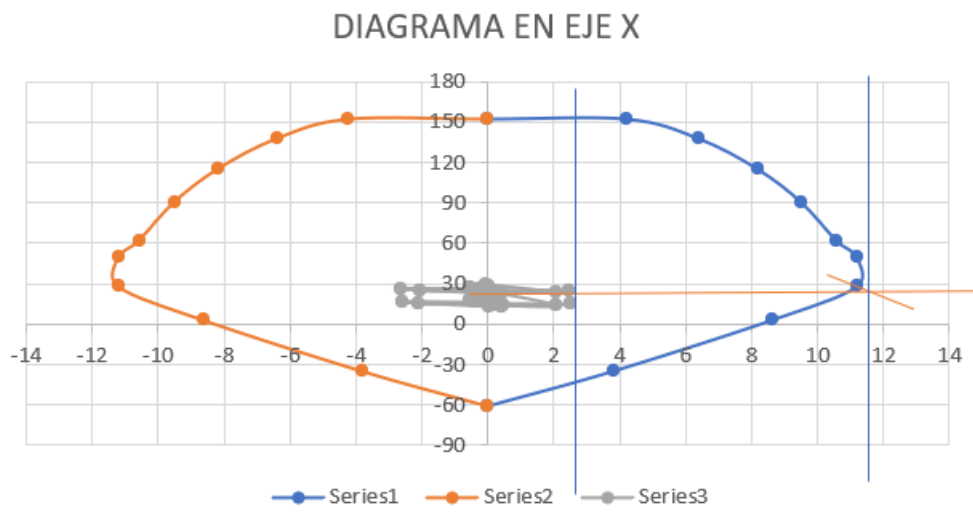


Figura 42 Diagrama de Interacción placa en dirección XX

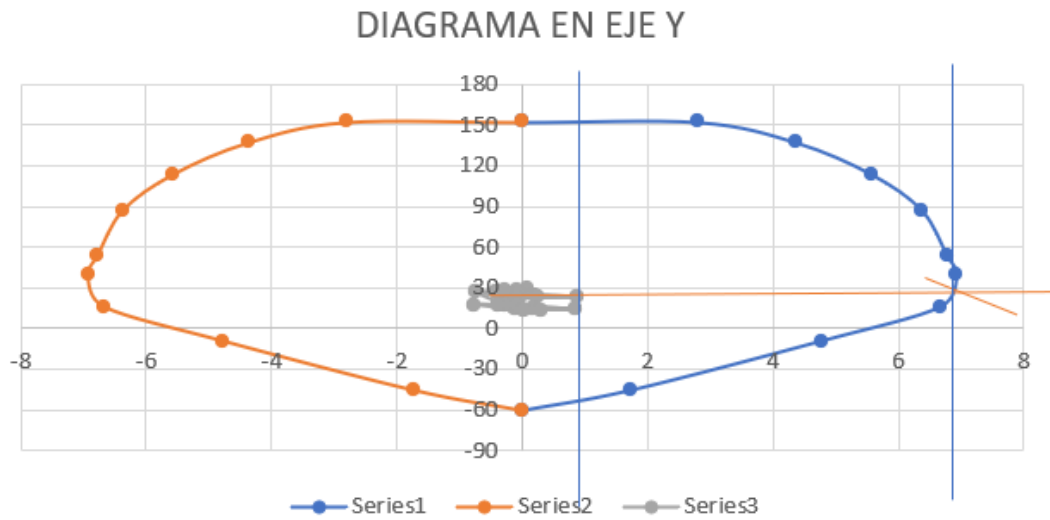


Figura 43 Diagrama de Interacción placa en dirección YY

Usar estribos de 3/8", 1 @ 0.05, 8@ 0.10, rto. @ 0.14 a/e

Diseño de columnas de 30x30-Edificación 2

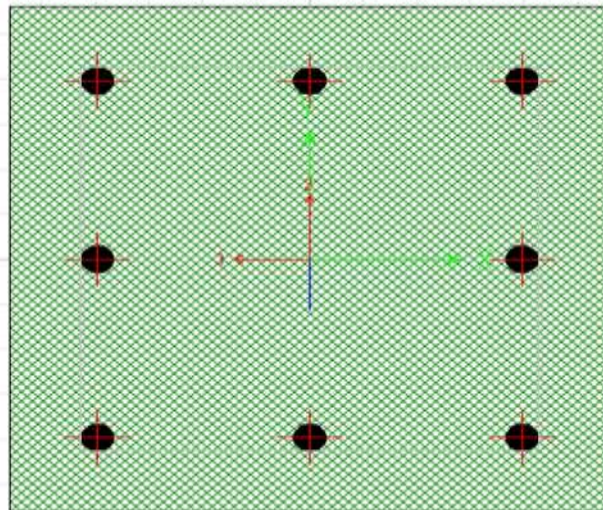


Figura 44 Distribución de acero en columnas

Usar 3 de 3/4"

Usar 3 de 3/4"

2 más de 3/4 por simetría (proceso constructivo)

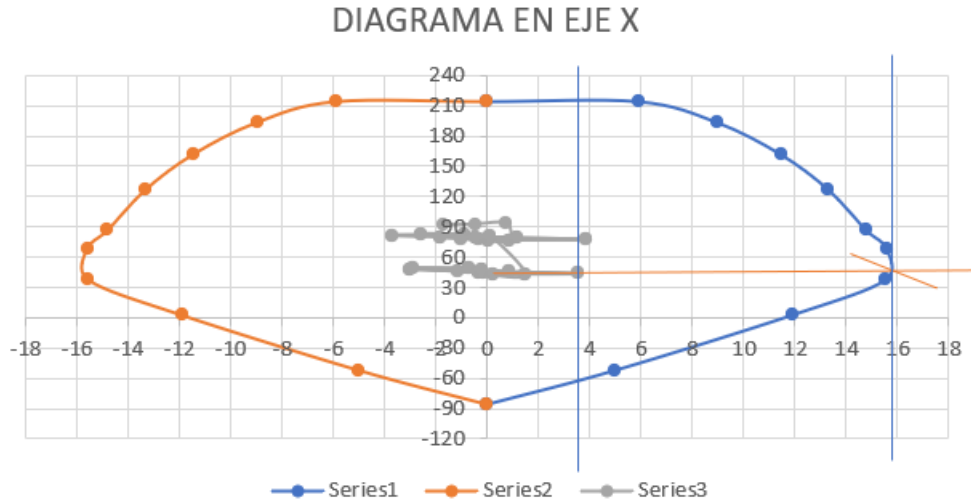


Figura 45 Diagrama de Interacción placa en dirección XX

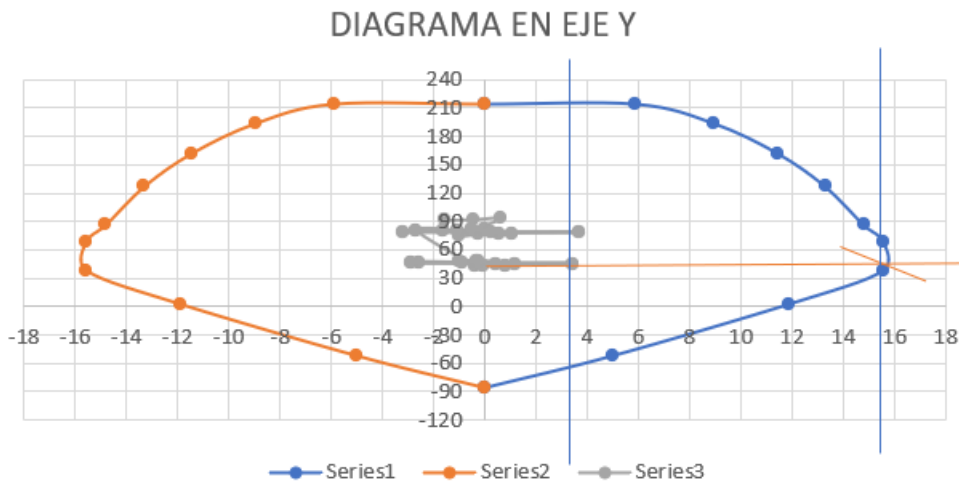


Figura 46 Diagrama de Interacción placa en dirección YY

Distribución Final Usar estribos de 3/8", 1 @ 0.05, 5@ 0.10, rto. @ 0.14 a/e

Diseño de vigas

Viga de 25x40 Placa-Columna

DATOS GENERALES		
$F'_c=$	280	kg/cm ²
$F_y=$	4200	kg/cm ²
$\phi=$	0.9	-
Recubr=	4	cm
$\beta_1=$	0.85	-
L=	3.21	m

V1 25X40		
M1(+)	281850 kgf-cm	abajo
M2(-)	540770 kgf-cm	arriba
M3(+)	69350 kgf-cm	abajo
M4(-)	78480 kgf-cm	arriba
M5(+)	499760 kgf-cm	abajo
M6(-)	576540 kgf-cm	arriba

Momento último de diseño

M1(+)	281850 kgf-cm
M2(-)	540770 kgf-cm
M3(+)	267731 kgf-cm
M4(-)	267731 kgf-cm
M5(+)	499760 kgf-cm
M6(-)	576540 kgf-cm

Distribución final de acero

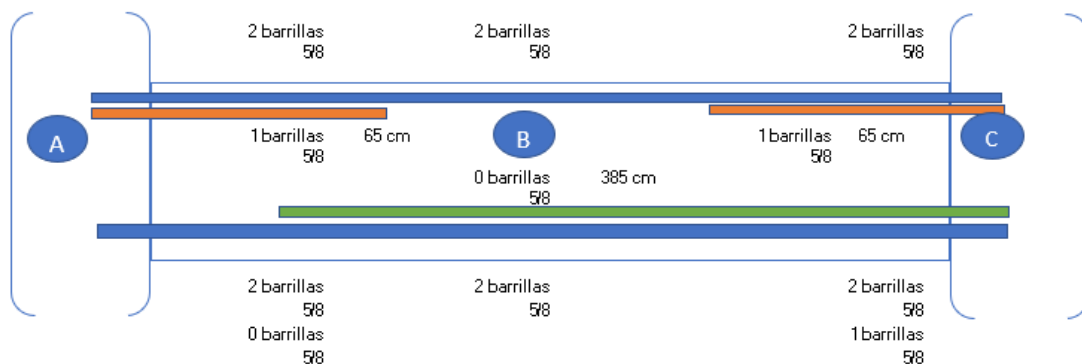


Figura 47 Distribución de acero

Resumen de estribos

ESTRIBOS :		
1	@	0.05 m
8	@	0.10 m
Rto	@	0.17 m

Viga de 25x40 Placa-Columna

V1 25X40		
M1(+)	304000 kgf-cm	abajo
M2(-)	212430 kgf-cm	arriba
M3(+)	14000 kgf-cm	abajo
M4(-)	37190 kgf-cm	arriba
M5(+)	263300 kgf-cm	abajo
M6(-)	220440 kgf-cm	arriba

Momento último de diseño

M1(+)	267731 kgf-cm
M2(-)	267731 kgf-cm
M3(+)	267731 kgf-cm
M4(-)	267731 kgf-cm
M5(+)	267731 kgf-cm
M6(-)	267731 kgf-cm

Distribución final de acero

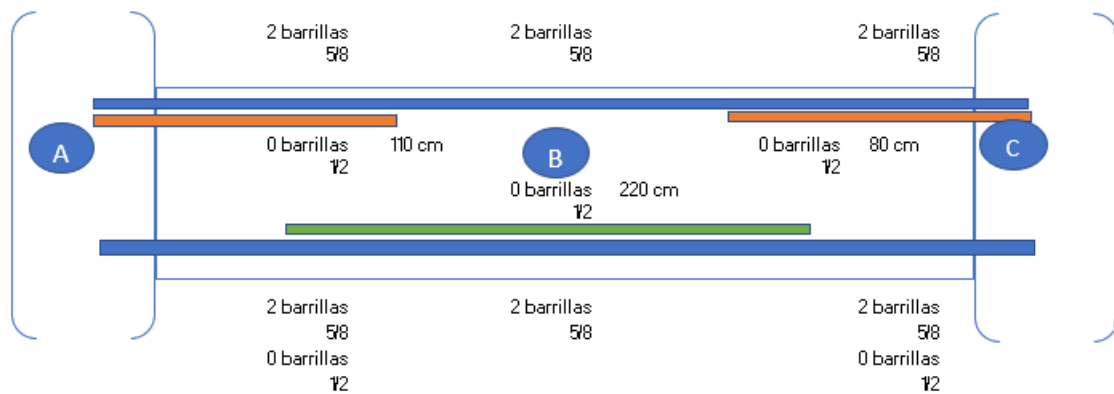


Figura 48 Distribución de acero

Resumen de estribos

ESTRIBOS :		
1	@	0.05 m
8	@	0.10 m
Rto	@	0.17 m

Viga de 25x40 Columna-Rotulado

V1 25X40		
M1(+)	235637 kgf-cm	abajo
M2(-)	989230 kgf-cm	arriba
M3(+)	810800 kgf-cm	abajo
M4(-)	266600 kgf-cm	arriba
M5(+)	25170 kgf-cm	abajo
M6(-)	9640 kgf-cm	arriba

Momento último de diseño

M1(+)	329743 kgf-cm
M2(-)	989230 kgf-cm
M3(+)	810800 kgf-cm
M4(-)	267731 kgf-cm
M5(+)	267731 kgf-cm
M6(-)	267731 kgf-cm

Distribución final de acero

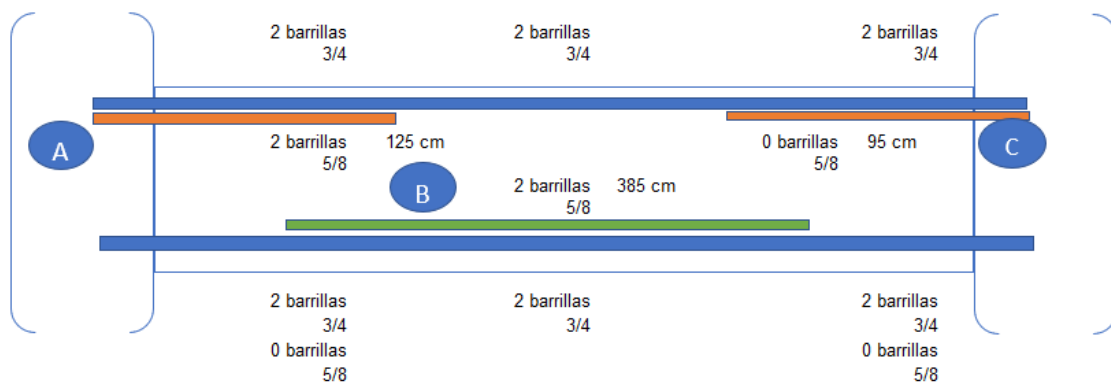


Figura 49 Distribución de acero

Resumen de estribos

ESTRIBOS:		
1	@	0.05 m
8	@	0.10 m
Rto	@	0.17 m

Diseño de Losa

Paño A

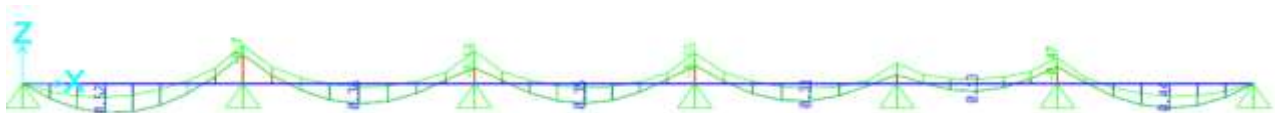


Figura 50 Momento paño A

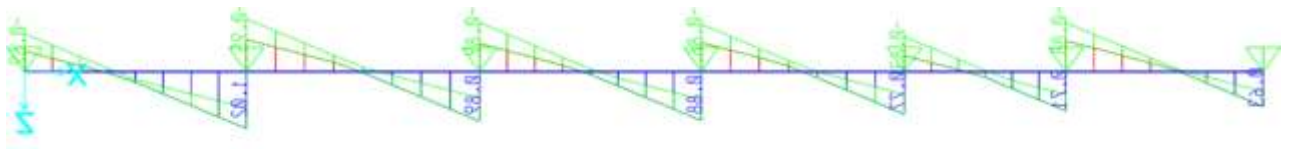


Figura 51 Momento paño A

Tabla 33 Distribución final de acero

ACEROS NEGATIVOS		
Apoyo	Cantidad de Acero	Barra de acero
1	1	1/2"
2	1	1/2"
3	1	1/2"
4	1	1/2"
5	1	1/2"
6	1	1/2"
7	1	1/2"

Tabla 34 Distribución final de acero

ACEROS POSITIVOS		
Claro	Cantidad de Acero	Barra de acero
1-2	1	3/8"
6-7	1	3/8"
2-3	1	3/8"
3-4	1	3/8"
4-5	1	3/8"
5-6	1	3/8"
6-7	1	3/8"

Tabla 35 Distribución final de acero

REFUERZO POR TEMPERATURA		
Cantidad de Acero	Barra de acero	Espaciamiento
1	1/4"	0.25m

DISEÑO DE LOSA ALIGERADA NERVADA-DOS DIRECCIONES PAÑO K

ACEROS NEGATIVOS		
Apoyo	Cantidad de Acero	Barra de acero
1	2	1 1/2" +1 3/8"

ACEROS POSITIVOS		
Claro	Cantidad de Acero	Barra de acero
	2	5/8"

REFUERZO POR TEMPERATURA		
Cantidad de Acero	Barra de acero	Espaciamiento
1	1/4"	0.25m

DISEÑO DE LOSA MACIZA -UNA DIRECCIÓN PAÑO F

Aceros Negativos	
Barra de acero	Espaciamiento
3/8"-Apoyo 1	0.17m
3/8"-Apoyo 2	0.17m

Aceros Positivos	
Barra de acero	Espaciamiento
3/8"-Claro	0.17m

Aceros Positivos	
Barra de acero	Espaciamiento
1 3/8 "	0.17m

DISEÑO DE PLACAS SEGUNDO EDIFICIO

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC01

1) Datos de la sección.-

b= 25.00 cm
h= 50.00 cm
Ag= 1250 cm²

2) Datos de los materiales.-

f'c= 210 kgf/cm²
fy= 4200 kgf/cm²
Es= 2100000 kgf/cm²
εc= 0.003
εs= 0.0021

d1=	6.22 cm
d2=	0.00 cm
d3=	27.00 cm
d4=	0.00 cm
d5=	40.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos
rec= 4.00 cm
Øestr= 3/8 in
β1= 0.85

4) Centroides Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 24.96 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:

5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura

Pnmax=	279.26 tnf
Mmax=	0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 45.00 cm
Cb= 27.00 cm
ab= 22.95 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf		cm
F1	17.78	8.52	0.0022225	4200.00	35.78	18.74	6.71
F2	24.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F3	-3.00	14.25	-0.0003750	-787.50	-11.22	-2.04	0.23
F4	24.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F5	-16.00	8.55	-0.0020000	-4200.00	-35.91	-15.04	5.40
Cc	Cc=0.85f'c*ab				91.04	14.76	13.44

Pb= 79.69 tnf
Mb= 25.77 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 43.78 cm
Cb= 4.38 cm
ab= 3.72 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf		cm
F1	-1.84	8.52	-0.0012622	-2650.66	-22.58	18.74	-4.23
F2	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F3	-22.62	14.25	-0.0155016	-4200.00	-59.85	-2.04	1.22
F4	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F5	-35.62	8.55	-0.0244098	-4200.00	-35.91	-15.04	5.40
Cc	Cc=0.85f'c*ab				16.61	23.10	3.84

P= -101.74 tnf
M= 6.22 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.20d

d= 43.78 cm
Cb= 8.76 cm
ab= 7.44 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	2.54	8.52	0.0008689	1824.67	15.55	18.74	2.91
F2	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F3	-18.24	14.25	-0.0062508	-4200.00	-59.85	-2.04	1.22
F4	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F5	-31.24	8.55	-0.0107049	-4200.00	-35.91	-15.04	5.40
Cc	Cc=0.85f'c*ab				33.21	21.24	7.05

P= -47.00 tnf
M= 16.59 tnf-m

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

d= 43.78 cm
Cb= 13.13 cm
ab= 11.16 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	6.91	8.52	0.0015793	3316.45	28.26	18.74	5.30
F2	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F3	-13.87	14.25	-0.0031672	-4200.00	-59.85	-2.04	1.22
F4	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F5	-26.87	8.55	-0.0061366	-4200.00	-35.91	-15.04	5.40
Cc	Cc=0.85f'c*ab				49.82	19.38	9.65

P= -17.68 tnf
M= 21.57 tnf-m

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

d= 43.78 cm
Cb= 17.51 cm
ab= 14.89 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	11.29	8.52	0.0019344	4062.33	34.61	18.74	6.49
F2	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F3	-9.49	14.25	-0.0016254	-3413.34	-48.64	-2.04	0.99
F4	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F5	-22.49	8.55	-0.0038524	-4200.00	-35.91	-15.04	5.40
Cc	Cc=0.85f'c*ab				66.43	17.52	11.64

P= 16.49 tnf
M= 24.52 tnf-m

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 43.78 cm
Cb= 21.89 cm
ab= 18.61 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	15.67	8.52	0.0021476	4200.00	35.78	18.74	6.71
F2	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F3	-5.11	14.25	-0.0007003	-1470.67	-20.96	-2.04	0.43
F4	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F5	-18.11	8.55	-0.0024820	-4200.00	-35.91	-15.04	5.40
Cc	Cc=0.85f'c*ab				83.03	15.66	13.00

P= 61.95 tnf
M= 25.54 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 43.78 cm
Cb= 26.27 cm
ab= 22.33 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	20.05	8.52	0.0022896	4200.00	35.78	18.74	6.71
F2	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F3	-0.73	14.25	-0.0000836	-175.56	-2.50	-2.04	0.05
F4	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F5	-13.73	8.55	-0.0015683	-3293.42	-28.16	-15.04	4.23
Cc	Cc=0.85f'c*ab				99.64	13.80	13.75

P= 104.76 tnf
M= 24.74 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 43.78 cm
Cb= 30.65 cm
ab= 26.05 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	24.43	8.52	0.0023911	4200.00	35.78	18.74	6.71
F2	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F3	3.65	14.25	0.0003569	749.52	10.68	-2.04	-0.22
F4	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F5	-9.35	8.55	-0.0009157	-1922.93	-16.44	-15.04	2.47
Cc	Cc=0.85f'c*ab				116.24	11.94	13.88

P= 146.27 tnf
M= 22.84 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 43.78 cm
Cb= 35.02 cm
ab= 29.77 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	28.80	8.52	0.0024672	4200.00	35.78	18.74	6.71
F2	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F3	8.02	14.25	0.0006873	1443.33	20.57	-2.04	-0.42
F4	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F5	-4.98	8.55	-0.0004262	-895.07	-7.65	-15.04	1.15
Cc	Cc=0.85f'c*ab				132.85	10.08	13.39

P= 181.55 tnf
M= 20.82 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 43.78 cm
Cb= 39.40 cm
ab= 33.49 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	33.18	8.52	0.0025264	4200.00	35.78	18.74	6.71
F2	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F3	12.40	14.25	0.0009443	1982.96	28.26	-2.04	-0.58
F4	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F5	-0.60	8.55	-0.0000455	-95.61	-0.82	-15.04	0.12
Cc	Cc=0.85f'c*ab				149.46	8.22	12.28

P= 212.68 tnf
M= 18.53 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

d= 43.78 cm
Cb= 43.78 cm
ab= 37.21 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	37.56	8.52	0.0025738	4200.00	35.78	18.74	6.71
F2	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F3	16.78	14.25	0.0011498	2414.66	34.41	-2.04	-0.70
F4	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.96	0.00
F5	3.78	8.55	0.0002590	543.95	4.65	-15.04	-0.70
Cc	Cc=0.85f'c*ab				166.06	6.35	10.55

P= 240.91 tnf
M= 15.86 tnf-m

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

Pnmax= -131.54 tnf
Mmax= 0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

P_{tran}= 37.5 tnf
 ϕ P_n= 26.25 tnf
 ϕ P_b= 79.69 tnf

Inicio de la transición del ϕ

Punto	Mn	Pn	ϕ	Mu	Pu	Mn(-)	Mu(-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	279.26	0.70	0.00	195.48	0.00	0.00
1d	15.86	240.91	0.70	11.10	168.63	-15.86	-11.10
0.9d	18.53	212.68	0.70	12.97	148.88	-18.53	-12.97
0.8d	20.82	181.55	0.70	14.58	127.08	-20.82	-14.58
0.7d	22.84	146.27	0.70	15.99	102.39	-22.84	-15.99
0.6d	24.74	104.76	0.70	17.32	73.33	-24.74	-17.32
Pb	25.77	79.69	0.70	18.04	55.78	-25.77	-18.04
0.5d	25.54	61.95	0.70	17.87	43.36	-25.54	-17.87
0.4d	24.52	16.49	0.70	17.16	11.54	-24.52	-17.16
0.3d	21.57	-17.68	0.90	19.41	-15.92	-21.57	-19.41
0.2d	16.59	-47.00	0.90	14.93	-42.30	-16.59	-14.93
0.1d	6.22	-101.74	0.90	5.60	-91.56	-6.22	-5.60
Tmax	0.00	-131.54	0.90	0.00	-118.39	0.00	0.00

COMBINACIONES P	M2	M3
1.4CM+1.7CV	32.745	-1.396 -0.072
1.25CM+1.25CV+SX	30.25	0.3271 1.1193
1.25CM+1.25CV-SY	30.25	0.3271 1.1193
1.25CM+1.25CV+SY	48.275	16.258 -0.019
1.25CM+1.25CV-SY	48.275	16.258 -0.019
0.9CM+SX	18.918	0.8384 1.1475
0.9CM-SX	18.918	0.8384 1.1475
0.9CM+SY	36.943	16.769 0.0093
0.9CM-SY	36.943	16.769 0.0093

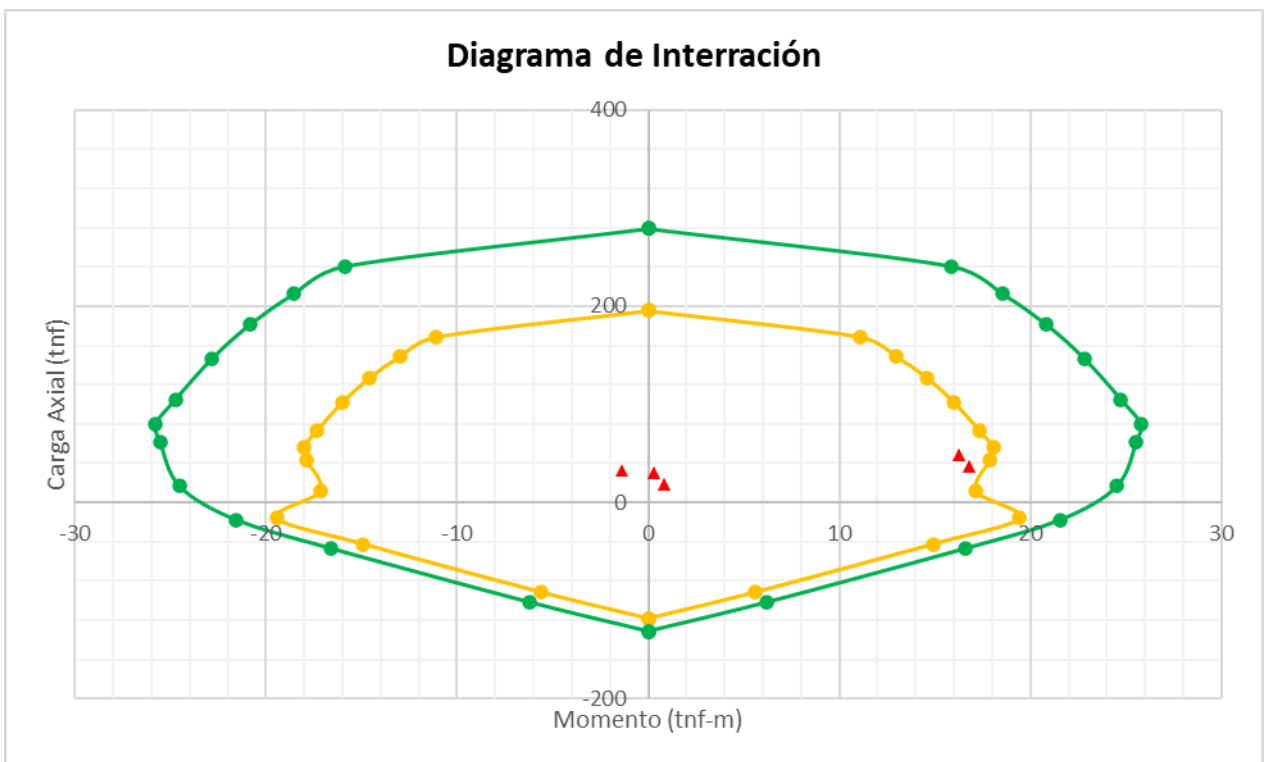


Figura 52 Diagrama de Interacción MC01- Elaboración propia

MC02**DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC02****1) Datos de la sección.-**

b= 20.00 cm

h= 150.00 cm

Ag= 3000 cm²

2) Datos de los materiales.-

f'c= 210 kgf/cm²

fy= 4200 kgf/cm²

Es= 2100000 kgf/cm²

εc= 0.003

εs= 0.0021

d1= 20.00 cm

d2= 50.00 cm

d3= 75.00 cm

d4= 100.00 cm

d5= 130.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos

rec= 4.00 cm

Øestr= 3/8 in

β1= 0.85

4) Centroide Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 75.00 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:**5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura**

Pnmax= 552.20 tnf

Mmax= 0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 130.00 cm
Cb= 78.00 cm
ab= 66.30 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm			cm2			
F1	58.00	11.88	0.0022308	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	28.00	1.42	0.0010769	2261.54	3.21	25.00	0.80
F3	3.00	11.88	0.0001154	242.31	2.88	0.00	0.00
F4	-22.00	1.42	-0.0008462	-1776.92	-2.52	-25.00	0.63
F5	-52.00	11.88	-0.0020000	-4200.00	-49.90	-55.00	27.44
Cc	Cc=0.85f _c *ab				236.69	41.85	99.06

Pb= 240.26 tnf
Mb= 155.37 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 143.78 cm
Cb= 14.38 cm
ab= 12.22 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm			cm2			
F1	-5.62	11.88	-0.0011730	-2463.39	-29.27	55.00	-16.10
F2	-35.62	1.42	-0.0074326	-4200.00	-5.96	25.00	-1.49
F3	-60.62	11.88	-0.0126489	-4200.00	-49.90	0.00	0.00
F4	-85.62	1.42	-0.0178652	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-115.62	11.88	-0.0241248	-4200.00	-49.90	-55.00	27.44
Cc	Cc=0.85f _c *ab				43.63	68.89	30.06

P= -97.36 tnf
M= 41.40 tnf-m

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

d= 143.78 cm
Cb= 43.13 cm
ab= 36.66 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad f_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	23.13	11.88	0.0016090	3378.87	40.14	55.00	22.08
F2	-6.87	1.42	-0.0004775	-1002.82	-1.42	25.00	-0.36
F3	-31.87	11.88	-0.0022163	-4200.00	-49.90	0.00	0.00
F4	-56.87	1.42	-0.0039551	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-86.87	11.88	-0.0060416	-4200.00	-49.90	-55.00	27.44
Cc	Cc=0.85f _c *ab				130.89	56.67	74.17

P= 63.85 tnf
M= 124.83 tnf-m

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

d= 143.78 cm
Cb= 57.51 cm
ab= 48.89 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad f_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	37.51	11.88	0.0019567	4109.15	48.82	55.00	26.85
F2	7.51	1.42	0.0003918	822.88	1.17	25.00	0.29
F3	-17.49	11.88	-0.0009122	-1915.68	-22.76	0.00	0.00
F4	-42.49	1.42	-0.0022163	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-72.49	11.88	-0.0037812	-4200.00	-49.90	-55.00	27.44
Cc	Cc=0.85f _c *ab				174.52	50.56	88.23

P= 145.89 tnf
M= 144.31 tnf-m

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 143.78 cm
Cb= 71.89 cm
ab= 61.11 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad f_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	51.89	11.88	0.0021654	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	21.89	1.42	0.0009135	1918.31	2.72	25.00	0.68
F3	-3.11	11.88	-0.0001298	-272.54	-3.24	0.00	0.00
F4	-28.11	1.42	-0.0011730	-2463.39	-3.50	-25.00	0.87
F5	-58.11	11.88	-0.0024250	-4200.00	-49.90	-55.00	27.44
Cc	Cc=0.85f _c *ab				218.15	44.45	96.96

P= 214.14 tnf
M= 153.40 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 143.78 cm
Cb= 86.27 cm
ab= 73.33 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	66.27	11.88	0.0023045	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	36.27	1.42	0.0012612	2648.59	3.76	25.00	0.94
F3	11.27	11.88	0.0003918	822.88	9.78	0.00	0.00
F4	-13.73	1.42	-0.0004775	-1002.82	-1.42	-25.00	0.36
F5	-43.73	11.88	-0.0015208	-3193.67	-37.94	-55.00	20.87
Cc	Cc=0.85fc*ab				261.78	38.34	100.36

P= 285.85 tnf
M= 149.96 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 143.78 cm
Cb= 100.65 cm
ab= 85.55 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	80.65	11.88	0.0024039	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	50.65	1.42	0.0015096	3170.22	4.50	25.00	1.13
F3	25.65	11.88	0.0007644	1605.33	19.07	0.00	0.00
F4	0.65	1.42	0.0000193	40.44	0.06	-25.00	-0.01
F5	-29.35	11.88	-0.0008750	-1837.43	-21.83	-55.00	12.01
Cc	Cc=0.85fc*ab				305.41	32.23	98.42

P= 357.11 tnf
M= 138.98 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 143.78 cm
Cb= 115.02 cm
ab= 97.77 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	95.02	11.88	0.0024784	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	65.02	1.42	0.0016959	3561.44	5.06	25.00	1.26
F3	40.02	11.88	0.0010439	2192.16	26.04	0.00	0.00
F4	15.02	1.42	0.0003918	822.88	1.17	-25.00	-0.29
F5	-14.98	11.88	-0.0003906	-820.25	-9.74	-55.00	5.36
Cc	Cc=0.85fc*ab				349.04	26.11	91.15

P= 421.46 tnf
M= 124.93 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 143.78 cm
Cb= 129.40 cm
ab= 109.99 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad f_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	109.40	11.88	0.0025363	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	79.40	1.42	0.0018408	3865.73	5.49	25.00	1.37
F3	54.40	11.88	0.0012612	2648.59	31.47	0.00	0.00
F4	29.40	1.42	0.0006816	1431.45	2.03	-25.00	-0.51
F5	-0.60	11.88	-0.0000139	-29.11	-0.35	-55.00	0.19
Cc	Cc=0.85f _c *ab				392.67	20.00	78.55

P= 481.21 tnf
M= 107.05 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

d= 143.78 cm
Cb= 143.78 cm
ab= 122.21 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad f_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	123.78	11.88	0.0025827	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	93.78	1.42	0.0019567	4109.15	5.83	25.00	1.46
F3	68.78	11.88	0.0014351	3013.73	35.80	0.00	0.00
F4	43.78	1.42	0.0009135	1918.31	2.72	-25.00	-0.68
F5	13.78	11.88	0.0002875	603.80	7.17	-55.00	-3.95
Cc	Cc=0.85f _c *ab				436.30	13.89	60.62

P= 537.73 tnf
M= 84.89 tnf-m

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

Pnmax= -161.62 tnf
Mmax= 0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

Ptran= 90 tnf
φPn= 63 tnf
ØPb= 240.26 tnf

Inicio de la transición del φ

Punto	Mn	Pn	φ	Mu	Pu	Mn(-)	Mu(-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	552.20	0.70	0.00	386.54	0.00	0.00
1d	84.89	537.73	0.70	59.42	376.41	-84.89	-59.42
0.9d	107.05	481.21	0.70	74.93	336.85	-107.05	-74.93
0.8d	124.93	421.46	0.70	87.45	295.02	-124.93	-87.45
0.7d	138.98	357.11	0.70	97.29	249.98	-138.98	-97.29
0.6d	149.96	285.85	0.70	104.97	200.09	-149.96	-104.97
Pb	155.37	240.26	0.70	108.76	168.18	-155.37	-108.76
0.5d	153.40	214.14	0.70	107.38	149.90	-153.40	-107.38
0.4d	144.31	145.89	0.70	101.02	102.12	-144.31	-101.02
0.3d	124.83	63.85	0.76	94.63	48.41	-124.83	-94.63
0.2d	94.76	-1.67	0.90	85.28	-1.50	-94.76	-85.28
0.1d	41.40	-97.36	0.90	37.26	-87.62	-41.40	-37.26
Tmax	0.00	-161.62	0.90	0.00	-145.45	0.00	0.00

COMBINACIONES	P	M2	M3
1.4CM+1.7CV	51.31	4.9474	-0.059
1.25CM+1.25CV+SX	43.282	11.39	2.1523
1.25CM+1.25CV-SY	43.282	11.39	2.1523
1.25CM+1.25CV+SY	41.68	86.274	-0.002
1.25CM+1.25CV-SY	41.68	86.274	-0.002
0.9CM+SX	25.532	9.5742	2.1755
0.9CM-SX	25.532	9.5742	2.1755
0.9CM+SY	23.93	84.458	0.0213
0.9CM-SY	23.93	84.458	0.0213

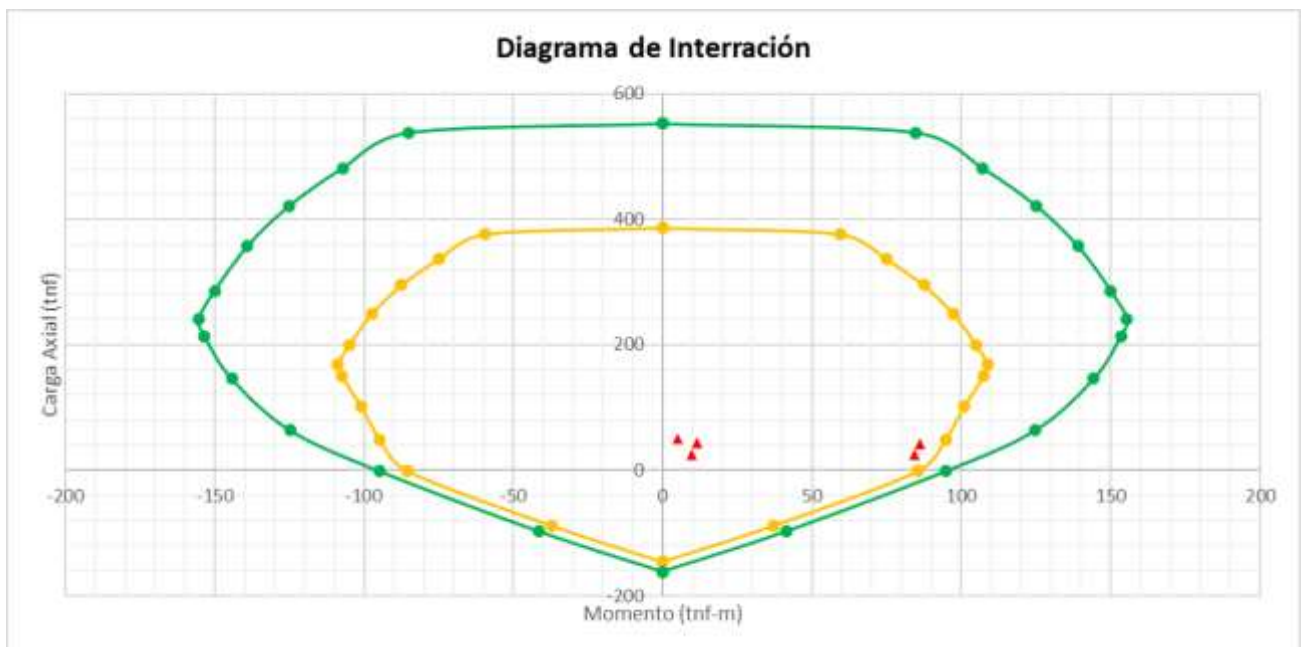


Figura 53 Diagrama de Interracción MC02- Elaboración propia

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC03

1) Datos de la sección.-

b= 25.00 cm
 h= 50.00 cm
 Ag= 1250 cm²

2) Datos de los materiales.-

f'c= 210 kgf/cm²
 fy= 4200 kgf/cm²
 Es= 2100000 kgf/cm²
 εc= 0.003
 εs= 0.0021

d1=	6.22 cm
d2=	0.00 cm
d3=	27.00 cm
d4=	0.00 cm
d5=	45.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos
 rec= 4.00 cm
 Øestr= 3/8 in
 β1= 0.85

4) Centroide Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 25.46 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:

5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura

Pnmax=	279.36 tnf
Mmax=	0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 45.00 cm
Cb= 27.00 cm
ab= 22.95 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf		
F1	20.78	8.55	0.0023089	4200.00	35.91	19.24	6.91
F2	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F3	0.00	14.25	0.0000000	0.00	0.00	-1.54	0.00
F4	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F5	-18.00	8.55	-0.0020000	-4200.00	-35.91	-19.54	7.02
Cc	Cc=0.85f'c*ab				102.41	13.99	14.32

Pb= 102.41 tnf
Mb= 28.25 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 43.78 cm
Cb= 4.38 cm
ab= 3.72 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf		
F1	-1.84	8.55	-0.0012622	-2650.66	-22.66	19.24	-4.36
F2	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F3	-22.62	14.25	-0.0155016	-4200.00	-59.85	-1.54	0.92
F4	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F5	-40.62	8.55	-0.0278360	-4200.00	-35.91	-19.54	7.02
Cc	Cc=0.85f'c*ab				16.61	23.60	3.92

P= -101.82 tnf
M= 7.50 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.20d

$$d = 43.78 \text{ cm} \quad Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

$$Cb = 8.76 \text{ cm}$$

$$ab = 7.44 \text{ cm}$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf		
F1	2.54	8.55	0.0008689	1824.67	15.60	19.24	3.00
F2	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F3	-18.24	14.25	-0.0062508	-4200.00	-59.85	-1.54	0.92
F4	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F5	-36.24	8.55	-0.0124180	-4200.00	-35.91	-19.54	7.02
Cc	Cc=0.85f'c*ab				33.21	21.74	7.22

$$P = -46.95 \text{ tnf}$$

$$M = 18.16 \text{ tnf-m}$$

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

$$d = 43.78 \text{ cm} \quad Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

$$Cb = 13.13 \text{ cm}$$

$$ab = 11.16 \text{ cm}$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf		
F1	6.91	8.55	0.0015793	3316.45	28.36	19.24	5.46
F2	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F3	-13.87	14.25	-0.0031672	-4200.00	-59.85	-1.54	0.92
F4	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F5	-31.87	8.55	-0.0072787	-4200.00	-35.91	-19.54	7.02
Cc	Cc=0.85f'c*ab				49.82	19.88	9.90

$$P = -17.59 \text{ tnf}$$

$$M = 23.30 \text{ tnf-m}$$

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

$$d = 43.78 \text{ cm} \quad Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

$$Cb = 17.51 \text{ cm}$$

$$ab = 14.89 \text{ cm}$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf		
F1	11.29	8.55	0.0019344	4062.33	34.73	19.24	6.68
F2	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F3	-9.49	14.25	-0.0016254	-3413.34	-48.64	-1.54	0.75
F4	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F5	-27.49	8.55	-0.0047090	-4200.00	-35.91	-19.54	7.02
Cc	Cc=0.85f'c*ab				66.43	18.02	11.97

$$P = 16.61 \text{ tnf}$$

$$M = 26.42 \text{ tnf-m}$$

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 43.78 cm
Cb= 21.89 cm
ab= 18.61 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²	tnf		
F1	15.67	8.55	0.0021476	4200.00	35.91	19.24	6.91
F2	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F3	-5.11	14.25	-0.0007003	-1470.67	-20.96	-1.54	0.32
F4	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F5	-23.11	8.55	-0.0031672	-4200.00	-35.91	-19.54	7.02
Cc	Cc=0.85f _c *ab				83.03	16.16	13.42

P= 62.07 tnf
M= 27.66 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 43.78 cm
Cb= 26.27 cm
ab= 22.33 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²	tnf		
F1	20.05	8.55	0.0022896	4200.00	35.91	19.24	6.91
F2	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F3	-0.73	14.25	-0.0000836	-175.56	-2.50	-1.54	0.04
F4	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F5	-18.73	8.55	-0.0021393	-4200.00	-35.91	-19.54	7.02
Cc	Cc=0.85f _c *ab				99.64	14.30	14.25

P= 97.14 tnf
M= 28.21 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 43.78 cm
Cb= 30.65 cm
ab= 26.05 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²	tnf		
F1	24.43	8.55	0.0023911	4200.00	35.91	19.24	6.91
F2	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F3	3.65	14.25	0.0003569	749.52	10.68	-1.54	-0.16
F4	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F5	-14.35	8.55	-0.0014051	-2950.80	-25.23	-19.54	4.93
Cc	Cc=0.85f _c *ab				116.24	12.44	14.46

P= 137.61 tnf
M= 26.13 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

$$d = 43.78 \text{ cm} \quad C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

$$C_b = 35.02 \text{ cm} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

$$a_b = 29.77 \text{ cm} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	28.80	8.55	0.0024672	4200.00	35.91	19.24	6.91
F2	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F3	8.02	14.25	0.0006873	1443.33	20.57	-1.54	-0.32
F4	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F5	-9.98	8.55	-0.0008545	-1794.45	-15.34	-19.54	3.00
Cc	Cc=0.85f _c *ab				132.85	10.58	14.05

$$P = 173.99 \text{ tnf}$$

$$M = 23.64 \text{ tnf-m}$$

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

$$d = 43.78 \text{ cm} \quad C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

$$C_b = 39.40 \text{ cm} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

$$a_b = 33.49 \text{ cm} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	33.18	8.55	0.0025264	4200.00	35.91	19.24	6.91
F2	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F3	12.40	14.25	0.0009443	1982.96	28.26	-1.54	-0.43
F4	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F5	-5.60	8.55	-0.0004262	-895.07	-7.65	-19.54	1.50
Cc	Cc=0.85f _c *ab				149.46	8.72	13.03

$$P = 205.97 \text{ tnf}$$

$$M = 20.99 \text{ tnf-m}$$

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

$$d = 43.78 \text{ cm} \quad C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

$$C_b = 43.78 \text{ cm} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

$$a_b = 37.21 \text{ cm} \quad \varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c \quad f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	37.56	8.55	0.0025738	4200.00	35.91	19.24	6.91
F2	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F3	16.78	14.25	0.0011498	2414.66	34.41	-1.54	-0.53
F4	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.46	0.00
F5	-1.22	8.55	-0.0000836	-175.56	-1.50	-19.54	0.29
Cc	Cc=0.85f _c *ab				166.06	6.85	11.38

$$P = 234.88 \text{ tnf}$$

$$M = 18.06 \text{ tnf-m}$$

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

Pnmax=	-131.67 tnf
Mmax=	0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

P_{tran}= 37.5 tnf
 φP_n= 26.25 tnf Inicio de la transición del φ
 ØP_b= 102.41 tnf

Punto	Mn	Pn	φ	Mu	Pu	Mn(-)	Mu(-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	279.36	0.70	0.00	195.55	0.00	0.00
1d	18.06	234.88	0.70	12.64	164.42	-18.06	-12.64
0.9d	20.99	205.97	0.70	14.70	144.18	-20.99	-14.70
0.8d	23.64	173.99	0.70	16.55	121.79	-23.64	-16.55
0.7d	26.13	137.61	0.70	18.29	96.32	-26.13	-18.29
0.6d	28.21	97.14	0.70	19.75	68.00	-28.21	-19.75
Pb	28.25	102.41	0.70	19.77	71.69	-28.25	-19.77
0.5d	27.66	62.07	0.70	19.37	43.45	-27.66	-19.37
0.4d	26.42	16.61	0.70	18.49	11.63	-26.42	-18.49
0.3d	23.30	-17.59	0.90	20.97	-15.83	-23.30	-20.97
0.2d	18.16	-46.95	0.90	16.34	-42.25	-18.16	-16.34
0.1d	7.50	-101.82	0.90	6.75	-91.64	-7.50	-6.75
Tmax	0.00	-131.67	0.90	0.00	-118.50	0.00	0.00

COMBINACIONES P	M2	M3
1.4CM+1.7CV	19.524	1.1618 -0.043
.25CM+1.25CV+SX	15.579	2.6274 1.1942
l.25CM+1.25CV-SY	15.579	2.6274 1.1942
.25CM+1.25CV+SY	-5.425	18.669 0.0239
l.25CM+1.25CV-SY	-5.425	18.669 0.0239
0.9CM+SX	9.247	2.2147 1.2113
0.9CM-SX	9.247	2.2147 1.2113
0.9CM+SY	-11.76	18.256 0.041
0.9CM-SY	-11.76	18.256 0.041

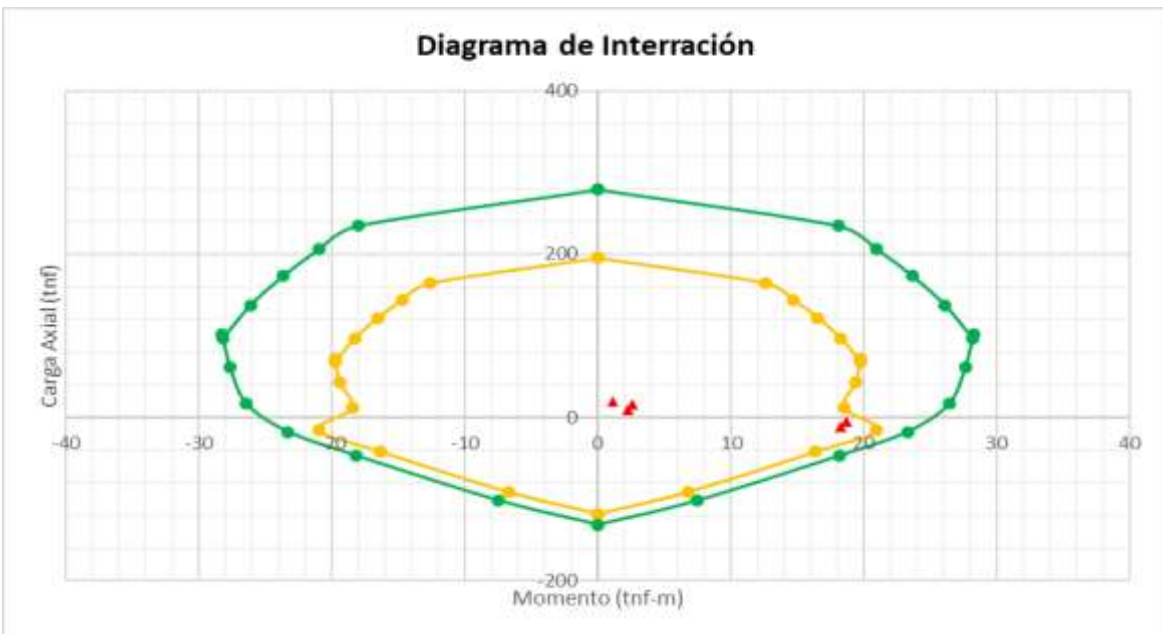


Figura 54 Diagrama de Interacción MC03- Elaboración propia

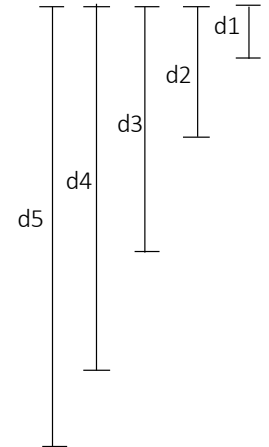
MC8**DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC08****1) Datos de la sección.-**

b= 25.00 cm
h= 50.00 cm
Ag= 1250 cm²

2) Datos de los materiales.-

f_c= 210 kgf/cm²
f_y= 4200 kgf/cm²
E_s= 2100000 kgf/cm²
ε_c= 0.003
ε_s= 0.0021

d1=	6.22 cm
d2=	0.00 cm
d3=	27.00 cm
d4=	0.00 cm
d5=	40.00 cm

**3) Datos extras.-**

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos
rec= 4.00 cm
Øestr= 3/8 in
β₁= 0.85

4) Centroide Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 24.93 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:**5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura**

P _{nmax} =	240.59 tnf
M _{max} =	0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 40.00 cm
Cb= 24.00 cm
ab= 20.40 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	17.78	5.68	0.0022225	4200.00	23.86	18.71	4.46
F2	24.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F3	-3.00	7.92	-0.0003750	-787.50	-6.24	-2.07	0.13
F4	24.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F5	-16.00	5.70	-0.0020000	-4200.00	-23.94	-15.07	3.61
Cc	Cc=0.85fc*ab				91.04	14.73	13.41

Pb= 84.71 tnf
Mb= 21.61 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 43.78 cm
Cb= 4.38 cm
ab= 3.72 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b$$

$$F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	-1.84	5.68	-0.0012622	-2650.66	-15.06	18.71	-2.82
F2	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F3	-22.62	7.92	-0.0155016	-4200.00	-33.26	-2.07	0.69
F4	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F5	-35.62	5.70	-0.0244098	-4200.00	-23.94	-15.07	3.61
Cc	Cc=0.85fc*ab				16.61	23.07	3.83

P= -55.65 tnf
M= 5.31 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.20d

d= 43.78 cm
Cb= 8.76 cm
ab= 7.44 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	2.54	5.68	0.0008689	1824.67	10.36	18.71	1.94
F2	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F3	-18.24	7.92	-0.0062508	-4200.00	-33.26	-2.07	0.69
F4	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F5	-31.24	5.70	-0.0107049	-4200.00	-23.94	-15.07	3.61
Cc	Cc=0.85f _c *ab				33.21	21.21	7.04

P= -13.63 tnf
M= 13.28 tnf-m

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

d= 43.78 cm
Cb= 13.13 cm
ab= 11.16 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	6.91	5.68	0.0015793	3316.45	18.84	18.71	3.52
F2	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F3	-13.87	7.92	-0.0031672	-4200.00	-33.26	-2.07	0.69
F4	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F5	-26.87	5.70	-0.0061366	-4200.00	-23.94	-15.07	3.61
Cc	Cc=0.85f _c *ab				49.82	19.34	9.64

P= 11.45 tnf
M= 17.46 tnf-m

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

d= 43.78 cm
Cb= 17.51 cm
ab= 14.89 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	11.29	5.68	0.0019344	4062.33	23.07	18.71	4.32
F2	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F3	-9.49	7.92	-0.0016254	-3413.34	-27.03	-2.07	0.56
F4	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F5	-22.49	5.70	-0.0038524	-4200.00	-23.94	-15.07	3.61
Cc	Cc=0.85f _c *ab				66.43	17.48	11.61

P= 38.53 tnf
M= 20.10 tnf-m

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 43.78 cm
Cb= 21.89 cm
ab= 18.61 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	15.67	5.68	0.0021476	4200.00	23.86	18.71	4.46
F2	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F3	-5.11	7.92	-0.0007003	-1470.67	-11.65	-2.07	0.24
F4	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F5	-18.11	5.70	-0.0024820	-4200.00	-23.94	-15.07	3.61
Cc	Cc=0.85f _c *ab				83.03	15.62	12.97

P= 71.30 tnf
M= 21.28 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 43.78 cm
Cb= 26.27 cm
ab= 22.33 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	20.05	5.68	0.0022896	4200.00	23.86	18.71	4.46
F2	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F3	-0.73	7.92	-0.0000836	-175.56	-1.39	-2.07	0.03
F4	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F5	-13.73	5.70	-0.0015683	-3293.42	-18.77	-15.07	2.83
Cc	Cc=0.85f _c *ab				99.64	13.76	13.71

P= 103.33 tnf
M= 21.03 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 43.78 cm
Cb= 30.65 cm
ab= 26.05 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	24.43	5.68	0.0023911	4200.00	23.86	18.71	4.46
F2	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F3	3.65	7.92	0.0003569	749.52	5.94	-2.07	-0.12
F4	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F5	-9.35	5.70	-0.0009157	-1922.93	-10.96	-15.07	1.65
Cc	Cc=0.85f _c *ab				116.24	11.90	13.84

P= 135.08 tnf
M= 19.83 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 43.78 cm
Cb= 35.02 cm
ab= 29.77 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	28.80	5.68	0.0024672	4200.00	23.86	18.71	4.46
F2	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F3	8.02	7.92	0.0006873	1443.33	11.43	-2.07	-0.24
F4	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F5	-4.98	5.70	-0.0004262	-895.07	-5.10	-15.07	0.77
Cc	Cc=0.85f _c *ab				132.85	10.04	13.34

P= 163.04 tnf
M= 18.33 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 43.78 cm
Cb= 39.40 cm
ab= 33.49 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	33.18	5.68	0.0025264	4200.00	23.86	18.71	4.46
F2	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F3	12.40	7.92	0.0009443	1982.96	15.71	-2.07	-0.33
F4	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F5	-0.60	5.70	-0.0000455	-95.61	-0.55	-15.07	0.08
Cc	Cc=0.85f _c *ab				149.46	8.18	12.23

P= 188.47 tnf
M= 16.45 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

d= 43.78 cm
Cb= 43.78 cm
ab= 37.21 cm

$$C_b = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	37.56	5.68	0.0025738	4200.00	23.86	18.71	4.46
F2	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F3	16.78	7.92	0.0011498	2414.66	19.12	-2.07	-0.40
F4	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	24.93	0.00
F5	3.78	5.70	0.0002590	543.95	3.10	-15.07	-0.47
Cc	Cc=0.85f _c *ab				166.06	6.32	10.50

P= 212.14 tnf
M= 14.09 tnf-m

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

P_{nmax}= -81.06 tnf
M_{nmax}= 0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

P_{tran}= 37.5 tnf
 φP_n= 26.25 tnf
 ØP_b= 84.71 tnf

Inicio de la transición del φ

Punto	M _n	P _n	φ	M _u	P _u	M _{n(-)}	M _{u(-)}
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	240.59	0.70	0.00	168.41	0.00	0.00
1d	14.09	212.14	0.70	9.87	148.50	-14.09	-9.87
0.9d	16.45	188.47	0.70	11.51	131.93	-16.45	-11.51
0.8d	18.33	163.04	0.70	12.83	114.12	-18.33	-12.83
0.7d	19.83	135.08	0.70	13.88	94.55	-19.83	-13.88
0.6d	21.03	103.33	0.70	14.72	72.33	-21.03	-14.72
Pb	21.61	84.71	0.70	15.12	59.30	-21.61	-15.12
0.5d	21.28	71.30	0.70	14.90	49.91	-21.28	-14.90
0.4d	20.10	38.53	0.70	14.07	26.97	-20.10	-14.07
0.3d	17.46	11.45	0.84	14.65	9.61	-17.46	-14.65
0.2d	13.28	-13.63	0.90	11.95	-12.26	-13.28	-11.95
0.1d	5.31	-55.65	0.90	4.78	-50.09	-5.31	-4.78
Tmax	0.00	-81.06	0.90	0.00	-72.95	0.00	0.00

COMBINACIONES	P	M2	M3
1.4CM+1.7CV	14.699	-0.725	-0.033
1.25CM+1.25CV+SX	10.612	-0.25	0.8978
1.25CM+1.25CV-SY	10.612	-0.25	0.8978
1.25CM+1.25CV+SY	8.0983	7.1883	0.0138
1.25CM+1.25CV-SY	8.0983	7.1883	0.0138
0.9CM+SX	5.7508	0.0072	0.9111
0.9CM-SX	5.7508	0.0072	0.9111
0.9CM+SY	3.2372	7.4456	0.027
0.9CM-SY	3.2372	7.4456	0.027

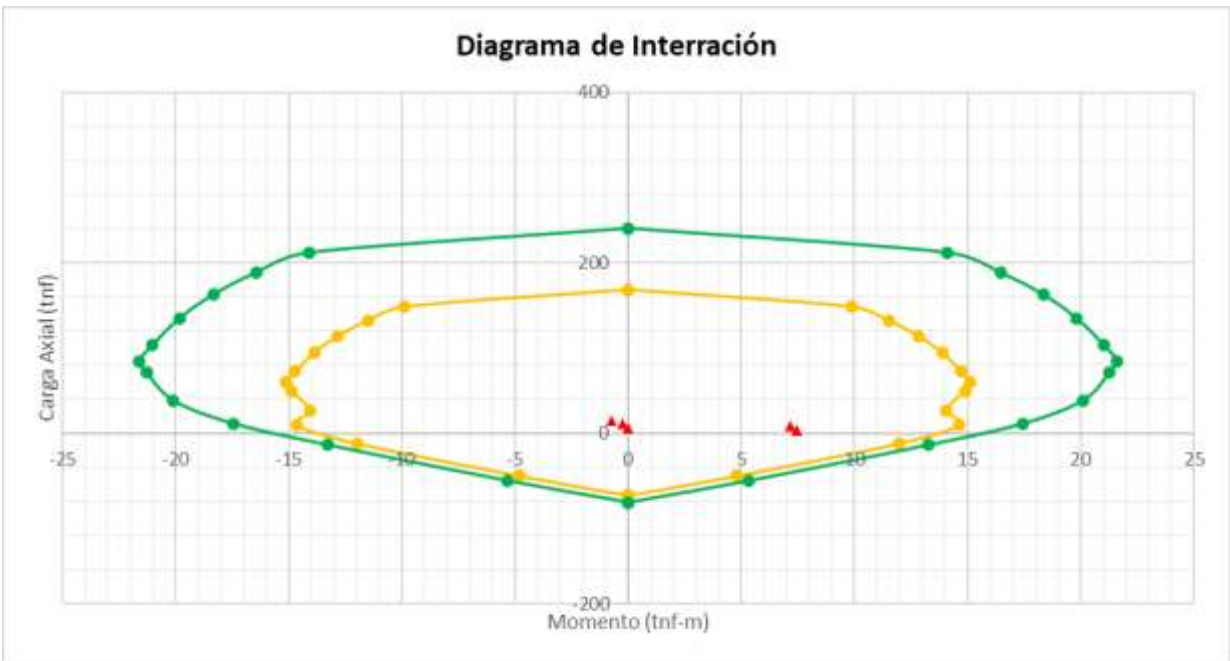


Figura 55 Diagrama de Interacción MC08- Elaboración propia

MC9**DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC09****1) Datos de la sección.-**

b= 20.00 cm

h= 150.00 cm

Ag= 3000 cm²**2) Datos de los materiales.-**f_c= 210 kgf/cm²f_y= 4200 kgf/cm²E_s= 2100000 kgf/cm²ε_c= 0.003ε_s= 0.0021

d1= 20.00 cm

d2= 50.00 cm

d3= 75.00 cm

d4= 100.00 cm

d5= 130.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos

rec= 4.00 cm

Øestr= 3/8 in

β₁= 0.85**4) Centroide Plástico.-**

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 75.00 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:**5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura**P_{nmax}= 552.20 tnfM_{max}= 0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 130.00 cm
Cb= 78.00 cm
ab= 66.30 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	58.00	11.88	0.0022308	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	28.00	1.42	0.0010769	2261.54	3.21	25.00	0.80
F3	3.00	11.88	0.0001154	242.31	2.88	0.00	0.00
F4	-22.00	1.42	-0.0008462	-1776.92	-2.52	-25.00	0.63
F5	-52.00	11.88	-0.0020000	-4200.00	-49.90	-55.00	27.44
Cc	Cc=0.85f'c*ab				236.69	41.85	99.06

Pb= 240.26 tnf
Mb= 155.37 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 143.78 cm
Cb= 14.38 cm
ab= 12.22 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	εs	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	-5.62	11.88	-0.0011730	-2463.39	-29.27	55.00	-16.10
F2	-35.62	1.42	-0.0074326	-4200.00	-5.96	25.00	-1.49
F3	-60.62	11.88	-0.0126489	-4200.00	-49.90	0.00	0.00
F4	-85.62	1.42	-0.0178652	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-115.62	11.88	-0.0241248	-4200.00	-49.90	-55.00	27.44
Cc	Cc=0.85f'c*ab				43.63	68.89	30.06

P= -97.36 tnf
M= 41.40 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.20d

d= 143.78 cm
Cb= 28.76 cm
ab= 24.44 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm2	es	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm2	tnf		
F1	8.76	11.88	0.0009135	1918.31	22.79	55.00	12.53
F2	-21.24	1.42	-0.0022163	-4200.00	-5.96	25.00	-1.49
F3	-46.24	11.88	-0.0048245	-4200.00	-49.90	0.00	0.00
F4	-71.24	1.42	-0.0074326	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-101.24	11.88	-0.0105624	-4200.00	-49.90	-55.00	27.44
Cc	Cc=0.85f _c *ab				87.26	62.78	54.78

P= -1.67 tnf
M= 94.76 tnf-m

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

d= 143.78 cm
Cb= 43.13 cm
ab= 36.66 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm2	es	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm2	tnf		
F1	23.13	11.88	0.0016090	3378.87	40.14	55.00	22.08
F2	-6.87	1.42	-0.0004775	-1002.82	-1.42	25.00	-0.36
F3	-31.87	11.88	-0.0022163	-4200.00	-49.90	0.00	0.00
F4	-56.87	1.42	-0.0039551	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-86.87	11.88	-0.0060416	-4200.00	-49.90	-55.00	27.44
Cc	Cc=0.85f _c *ab				130.89	56.67	74.17

P= 63.85 tnf
M= 124.83 tnf-m

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

d= 143.78 cm
Cb= 57.51 cm
ab= 48.89 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm2	es	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm2	tnf		
F1	37.51	11.88	0.0019567	4109.15	48.82	55.00	26.85
F2	7.51	1.42	0.0003918	822.88	1.17	25.00	0.29
F3	-17.49	11.88	-0.0009122	-1915.68	-22.76	0.00	0.00
F4	-42.49	1.42	-0.0022163	-4200.00	-5.96	-25.00	1.49
F5	-72.49	11.88	-0.0037812	-4200.00	-49.90	-55.00	27.44
Cc	Cc=0.85f _c *ab				174.52	50.56	88.23

P= 145.89 tnf
M= 144.31 tnf-m

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 143.78 cm
Cb= 71.89 cm
ab= 61.11 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm2	es	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm2	tnf		
F1	51.89	11.88	0.0021654	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	21.89	1.42	0.0009135	1918.31	2.72	25.00	0.68
F3	-3.11	11.88	-0.0001298	-272.54	-3.24	0.00	0.00
F4	-28.11	1.42	-0.0011730	-2463.39	-3.50	-25.00	0.87
F5	-58.11	11.88	-0.0024250	-4200.00	-49.90	-55.00	27.44
Cc	Cc=0.85f _c *ab				218.15	44.45	96.96

P= 214.14 tnf
M= 153.40 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 143.78 cm
Cb= 86.27 cm
ab= 73.33 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	66.27	11.88	0.0023045	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	36.27	1.42	0.0012612	2648.59	3.76	25.00	0.94
F3	11.27	11.88	0.0003918	822.88	9.78	0.00	0.00
F4	-13.73	1.42	-0.0004775	-1002.82	-1.42	-25.00	0.36
F5	-43.73	11.88	-0.0015208	-3193.67	-37.94	-55.00	20.87
Cc	Cc=0.85f _c *ab				261.78	38.34	100.36

P= 285.85 tnf
M= 149.96 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 143.78 cm
Cb= 100.65 cm
ab= 85.55 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	80.65	11.88	0.0024039	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	50.65	1.42	0.0015096	3170.22	4.50	25.00	1.13
F3	25.65	11.88	0.0007644	1605.33	19.07	0.00	0.00
F4	0.65	1.42	0.0000193	40.44	0.06	-25.00	-0.01
F5	-29.35	11.88	-0.0008750	-1837.43	-21.83	-55.00	12.01
Cc	Cc=0.85f _c *ab				305.41	32.23	98.42

P= 357.11 tnf
M= 138.98 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 143.78 cm
Cb= 115.02 cm
ab= 97.77 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	95.02	11.88	0.0024784	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	65.02	1.42	0.0016959	3561.44	5.06	25.00	1.26
F3	40.02	11.88	0.0010439	2192.16	26.04	0.00	0.00
F4	15.02	1.42	0.0003918	822.88	1.17	-25.00	-0.29
F5	-14.98	11.88	-0.0003906	-820.25	-9.74	-55.00	5.36
Cc	Cc=0.85f _c *ab				349.04	26.11	91.15

P= 421.46 tnf
M= 124.93 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 143.78 cm
Cb= 129.40 cm
ab= 109.99 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{f_y}{E_s}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ϵ_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf	cm	tnf-m
F1	109.40	11.88	0.0025363	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	79.40	1.42	0.0018408	3865.73	5.49	25.00	1.37
F3	54.40	11.88	0.0012612	2648.59	31.47	0.00	0.00
F4	29.40	1.42	0.0006816	1431.45	2.03	-25.00	-0.51
F5	-0.60	11.88	-0.0000139	-29.11	-0.35	-55.00	0.19
Cc	Cc=0.85f _c *ab				392.67	20.00	78.55

P= 481.21 tnf
M= 107.05 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo+B243:M265o

C=1.00d

d= 143.78 cm
Cb= 143.78 cm
ab= 122.21 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad f_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	es	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm2		kgf/cm2	tnf	cm	tnf-m
F1	123.78	11.88	0.0025827	4200.00	49.90	55.00	27.44
F2	93.78	1.42	0.0019567	4109.15	5.83	25.00	1.46
F3	68.78	11.88	0.0014351	3013.73	35.80	0.00	0.00
F4	43.78	1.42	0.0009135	1918.31	2.72	-25.00	-0.68
F5	13.78	11.88	0.0002875	603.80	7.17	-55.00	-3.95
Cc	Cc=0.85fc*ab				436.30	13.89	60.62

P= 537.73 tnf
M= 84.89 tnf-m

5.13. Punto de Carga Máxima: Tracción Pura

Pnmax= -161.62 tnf
Mmax= 0.00 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

Ptran= 90 tnf
φPn= 63 tnf
ØPb= 240.26 tnf

Inicio de la transición del φ

Punto	Mn	Pn	φ	Mu	Pu	Mn(-)	Mu(-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	552.20	0.70	0.00	386.54	0.00	0.00
1d	84.89	537.73	0.70	59.42	376.41	-84.89	-59.42
0.9d	107.05	481.21	0.70	74.93	336.85	-107.05	-74.93
0.8d	124.93	421.46	0.70	87.45	295.02	-124.93	-87.45
0.7d	138.98	357.11	0.70	97.29	249.98	-138.98	-97.29
0.6d	149.96	285.85	0.70	104.97	200.09	-149.96	-104.97
Pb	155.37	240.26	0.70	108.76	168.18	-155.37	-108.76
0.5d	153.40	214.14	0.70	107.38	149.90	-153.40	-107.38
0.4d	144.31	145.89	0.70	101.02	102.12	-144.31	-101.02
0.3d	124.83	63.85	0.76	94.63	48.41	-124.83	-94.63
0.2d	94.76	-1.67	0.90	85.28	-1.50	-94.76	-85.28
0.1d	41.40	-97.36	0.90	37.26	-87.62	-41.40	-37.26
Tmax	0.00	-161.62	0.90	0.00	-145.45	0.00	0.00

SISMO	COMBIP	M2	M3
1.4CM+1.7CV	37.893	4.4495	-0.068
1.25CM+1.25CV+SX	30.824	6.6905	1.7828
1.25CM+1.25CV-SY	30.824	6.6905	1.7828
1.25CM+1.25CV+SY	25.994	73.019	-0.016
1.25CM+1.25CV-SY	25.994	73.019	-0.016
0.9CM+SX	17.83	5.2993	1.8095
0.9CM-SX	17.83	5.2993	1.8095
0.9CM+SY	13	71.628	0.0111
0.9CM-SY	13	71.628	0.0111

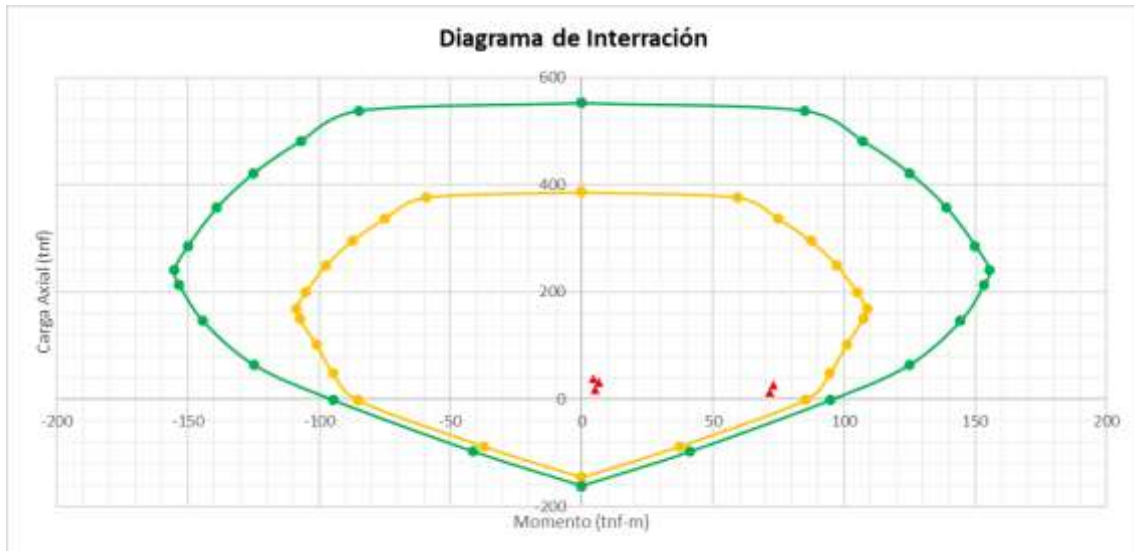


Figura 56 Diagrama de Interacción MC09- Elaboración propia

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA UNA PLACA -MC10

1) Datos de la sección.-

b= 25.00 cm

h= 50.00 cm

Ag= 1250 cm²

2) Datos de los materiales.-

f_c= 210 kgf/cm²

f_y= 4200 kgf/cm²

E_s= 2100000 kgf/cm²

ε_c= 0.003

ε_s= 0.0021

d₁= 6.22 cm

d₂= 0.00 cm

d₃= 27.00 cm

d₄= 0.00 cm

d₅= 45.00 cm

3) Datos extras.-

Ø= 0.80 ---> Columna con estribos

rec= 4.00 cm

Ø_{estr}= 3/8 in

β₁= 0.85

4) Centroide Plástico.-

Se tomará con respecto a la parte inferior (fibra mas traccionada).

$$CP = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot A_g \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + (A_{s1} \cdot d_1 + \dots + A_{sn} \cdot d_n) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y}$$

CP= 25.47 cm

5) Puntos del Diagrama de Interacción:

5.1. Punto de Carga Máxima: Compresión Pura

P_{nmax}= 279.26 tnf

M_{nmax}= 0.00 tnf-m

5.2. Punto de Carga Balanceada: El concreto y el acero llegan a su máxima capacidad al mismo tiempo

d= 45.00 cm
Cb= 27.00 cm
ab= 22.95 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf		
F1	20.78	8.52	0.0023089	4200.00	35.78	19.25	6.89
F2	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F3	0.00	14.25	0.0000000	0.00	0.00	-1.53	0.00
F4	27.00	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F5	-18.00	8.55	-0.0020000	-4200.00	-35.91	-19.53	7.01
Cc	Cc=0.85f _c *ab				102.41	13.99	14.33

Pb= 102.29 tnf
Mb= 28.23 tnf-m

5.3. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.10d

d= 43.78 cm
Cb= 4.38 cm
ab= 3.72 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf		
F1	-1.84	8.52	-0.0012622	-2650.66	-22.58	19.25	-4.35
F2	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F3	-22.62	14.25	-0.0155016	-4200.00	-59.85	-1.53	0.92
F4	4.38	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F5	-40.62	8.55	-0.0278360	-4200.00	-35.91	-19.53	7.01
Cc	Cc=0.85f _c *ab				16.61	23.61	3.92

P= -101.74 tnf
M= 7.50 tnf-m

5.4. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.20d

d= 43.78 cm
Cb= 8.76 cm
ab= 7.44 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \varepsilon_c}{\varepsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\varepsilon_s = \frac{c-d}{c} \varepsilon_c$$

$$f_s = \varepsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200$$

$$a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N	As	ε_s	fs	F	Dist. CP	M
	cm	cm ²		kgf/cm ²	tnf		
F1	2.54	8.52	0.0008689	1824.67	15.55	19.25	2.99
F2	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F3	-18.24	14.25	-0.0062508	-4200.00	-59.85	-1.53	0.92
F4	8.76	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F5	-36.24	8.55	-0.0124180	-4200.00	-35.91	-19.53	7.01
Cc	Cc=0.85f _c *ab				33.21	21.75	7.22

P= -47.00 tnf
M= 18.15 tnf-m

5.5. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.30d

d= 43.78 cm
Cb= 13.13 cm
ab= 11.16 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²	tnf		
F1	6.91	8.52	0.0015793	3316.45	28.26	19.25	5.44
F2	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F3	-13.87	14.25	-0.0031672	-4200.00	-59.85	-1.53	0.92
F4	13.13	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F5	-31.87	8.55	-0.0072787	-4200.00	-35.91	-19.53	7.01
Cc	Cc=0.85fc*ab				49.82	19.89	9.91

P= -17.68 tnf
M= 23.28 tnf-m

5.6. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.40d

d= 43.78 cm
Cb= 17.51 cm
ab= 14.89 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²	tnf		
F1	11.29	8.52	0.0019344	4062.33	34.61	19.25	6.66
F2	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F3	-9.49	14.25	-0.0016254	-3413.34	-48.64	-1.53	0.75
F4	17.51	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F5	-27.49	8.55	-0.0047090	-4200.00	-35.91	-19.53	7.01
Cc	Cc=0.85fc*ab				66.43	18.03	11.97

P= 16.49 tnf
M= 26.39 tnf-m

5.7. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.50d

d= 43.78 cm
Cb= 21.89 cm
ab= 18.61 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²	tnf		
F1	15.67	8.52	0.0021476	4200.00	35.78	19.25	6.89
F2	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F3	-5.11	14.25	-0.0007003	-1470.67	-20.96	-1.53	0.32
F4	21.89	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F5	-23.11	8.55	-0.0031672	-4200.00	-35.91	-19.53	7.01
Cc	Cc=0.85fc*ab				83.03	16.16	13.42

P= 61.95 tnf
M= 27.64 tnf-m

5.8. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.60d

d= 43.78 cm
Cb= 26.27 cm
ab= 22.33 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²	tnf		
F1	20.05	8.52	0.0022896	4200.00	35.78	19.25	6.89
F2	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F3	-0.73	14.25	-0.0000836	-175.56	-2.50	-1.53	0.04
F4	26.27	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F5	-18.73	8.55	-0.0021393	-4200.00	-35.91	-19.53	7.01
Cc	Cc=0.85fc*ab				99.64	14.30	14.25

P= 97.01 tnf
M= 28.19 tnf-m

5.9. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.70d

d= 43.78 cm
Cb= 30.65 cm
ab= 26.05 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²	tnf		
F1	24.43	8.52	0.0023911	4200.00	35.78	19.25	6.89
F2	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F3	3.65	14.25	0.0003569	749.52	10.68	-1.53	-0.16
F4	30.65	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F5	-14.35	8.55	-0.0014051	-2950.80	-25.23	-19.53	4.93
Cc	Cc=0.85f _c *ab				116.24	12.44	14.46

P= 137.48 tnf
M= 26.12 tnf-m

5.10. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.80d

d= 43.78 cm
Cb= 35.02 cm
ab= 29.77 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²	tnf		
F1	28.80	8.52	0.0024672	4200.00	35.78	19.25	6.89
F2	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F3	8.02	14.25	0.0006873	1443.33	20.57	-1.53	-0.32
F4	35.02	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F5	-9.98	8.55	-0.0008545	-1794.45	-15.34	-19.53	3.00
Cc	Cc=0.85f _c *ab				132.85	10.58	14.06

P= 173.86 tnf
M= 23.63 tnf-m

5.11. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=0.90d

d= 43.78 cm
Cb= 39.40 cm
ab= 33.49 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²	tnf		
F1	33.18	8.52	0.0025264	4200.00	35.78	19.25	6.89
F2	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F3	12.40	14.25	0.0009443	1982.96	28.26	-1.53	-0.43
F4	39.40	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F5	-5.60	8.55	-0.0004262	-895.07	-7.65	-19.53	1.49
Cc	Cc=0.85f _c *ab				149.46	8.72	13.04

P= 205.85 tnf
M= 20.98 tnf-m

5.12. Considerando la profundidad del eje neutro igual a un porcentaje del peralte efectivo

C=1.00d

d= 43.78 cm
Cb= 43.78 cm
ab= 37.21 cm

$$Cb = \frac{d \cdot \epsilon_c}{\epsilon_c + \frac{fy}{Es}}$$

$$\epsilon_s = \frac{c-d}{c} \epsilon_c$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot Es \leq \pm 4200 \quad a_b = 0.85 \cdot C_b \quad F_s = f_s \cdot A_s$$

CAPA	Dist. E.N cm	As cm ²	εs	fs	F	Dist. CP cm	M tnf-m
				kgf/cm ²	tnf		
F1	37.56	8.52	0.0025738	4200.00	35.78	19.25	6.89
F2	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F3	16.78	14.25	0.0011498	2414.66	34.41	-1.53	-0.53
F4	43.78	0.00	0.0030000	4200.00	0.00	25.47	0.00
F5	-1.22	8.55	-0.0000836	-175.56	-1.50	-19.53	0.29
Cc	Cc=0.85f _c *ab				166.06	6.86	11.39

P= 234.75 tnf
M= 18.05 tnf-m

6. Puntos Obtenidos para el diagrama de interacción.-

$P_{tran} = 37.5 \text{ tnf}$
 $\phi P_n = 26.25 \text{ tnf}$
 $\phi P_b = 102.29 \text{ tnf}$

Inicio de la transición del ϕ

Punto	Mn	Pn	ϕ	Mu	Pu	Mn(-)	Mu(-)
	tnf-m	tnf		tnf-m	tnf	tnf-m	tnf-m
Pmax	0.00	279.26	0.70	0.00	195.48	0.00	0.00
1d	18.05	234.75	0.70	12.63	164.33	-18.05	-12.63
0.9d	20.98	205.85	0.70	14.69	144.09	-20.98	-14.69
0.8d	23.63	173.86	0.70	16.54	121.70	-23.63	-16.54
0.7d	26.12	137.48	0.70	18.28	96.24	-26.12	-18.28
0.6d	28.19	97.01	0.70	19.73	67.91	-28.19	-19.73
Pb	28.23	102.29	0.70	19.76	71.60	-28.23	-19.76
0.5d	27.64	61.95	0.70	19.35	43.36	-27.64	-19.35
0.4d	26.39	16.49	0.70	18.48	11.54	-26.39	-18.48
0.3d	23.28	-17.68	0.90	20.95	-15.92	-23.28	-20.95
0.2d	18.15	-47.00	0.90	16.33	-42.30	-18.15	-16.33
0.1d	7.50	-101.74	0.90	6.75	-91.56	-7.50	-6.75
Tmax	0.00	-131.54	0.90	0.00	-118.39	0.00	0.00

COMBINACIONES	P	M2	M3
1.4CM+1.7C'	19.524	1.1618	-0.043
1.25CM+1.25CV	15.579	2.6274	1.1942
1.25CM+1.25CV	15.579	2.6274	1.1942
1.25CM+1.25CV	-5.425	18.669	0.0239
1.25CM+1.25CV	-5.425	18.669	0.0239
0.9CM+SX	9.247	2.2147	1.2113
0.9CM-SX	9.247	2.2147	1.2113
0.9CM+SY	-11.76	18.256	0.041
0.9CM-SY	-11.76	18.256	0.041

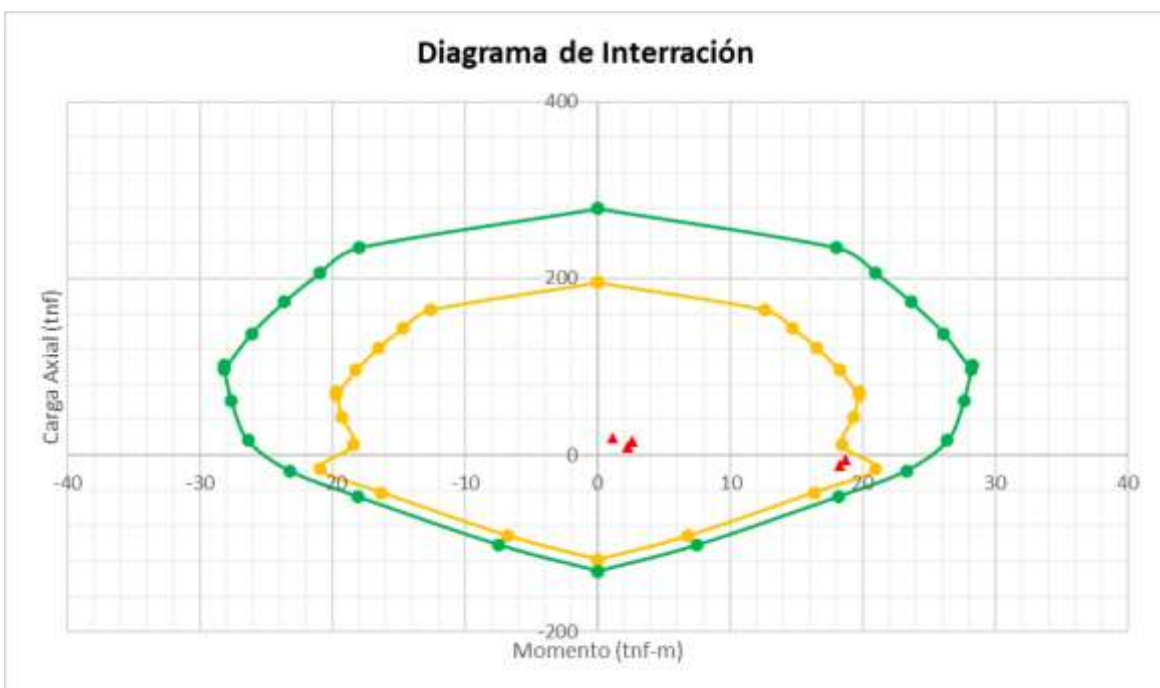


Figura 57 Diagrama de Interacción MC10- Elaboración propia

MC05

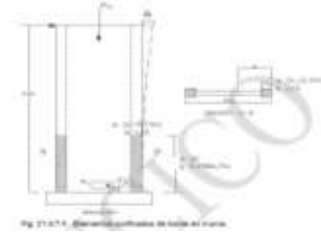
Diseño de Muro de Corte

Muro:	MC-05
--------------	--------------

Nivel:	1--3
---------------	-------------

1. Consideraciones Previas:**1.1. Esbeltez de muro:**

t: (cm)	20
Verificación de espesor:	Ok
Hm: (cm)	1030
Lm: (cm)	100
fy: (kg/cm ²)	4200
TIPO:	MURO ESBELTO
fc: (kg/cm ²)	280



$$\frac{Hm}{Lm} > 1 \dots \text{muro esbelto}$$

1.2. Necesidad de elementos de borde

Desplazamiento inelástico : (cm)

$$\frac{\delta u}{hm} \geq 0.005$$

c : (cm)

4.59
0.005

$$\frac{lm}{600 * \left(\frac{\delta u}{hm}\right)} \leq c$$

Elementos de borde:

Confinados: **Si**

Verificación de elementos de confi:

Necesita elemento de confinamiento**1.3. Longitud mínima de zona de confinamiento (elementos de borde)**

Lmin 1: (cm)	4
Lmin 2: (cm)	7
Lmin 3: (cm)	40
Lmin 4: (cm)	10

$$Lmin = c - 0.1 * Lm$$

Longitud de elemento de borde (cm)

40

Elemento de borde:

Longitud (cm)

40

Espesor (cm)

20**1.4. Análisis del muro de corte**

ANALISIS - MURO				
COMBINACION	P (ton)	Mx (ton.m)	P (ton)	My (ton.m)
1.4 CV + 1.7 CV	41	0	41	1
1.25 (CM + CV) + SSXX	38	0	38	34
1.25 (CM + CV) - SSXX	32	0	32	-33
1.25 (CM + CV) + SSYY	37	1	37	7
1.25 (CM + CV) - SSYY	33	-1	33	-6
0.9 CM + SSXX	25	0	25	34
0.9 CM - SSXX	19	0	19	-34
0.9 CM + SSYY	24	1	24	7
0.9 CM - SSYY	20	-1	20	-6

3.2. Determinación del cortante resistente por el concreto Vc:

$$V_c = \alpha_c * A_{cw} * \sqrt{f'_c}$$

hm/lm	10.3
alpha c :	0.53
Acw (cm ²) :	2000
phi*Vc (ton) :	15.08
Resiste ?:	NO

alpha c	hm/lm
0.8	1.5
1.32	0.5
0.53	2

3.3. Determinación de la cuantía:

Cuantía horizontal:	0.0009
Cuantía vertical:	0.0233
Vs (kg):	7454
Vn: (kg)	6351

3.4. Verificación de sección adecuada: Verificado

$$V_n \leq 2.6 * \sqrt{f'_c} * A_{cw}$$

3.5. Refuerzo horizontal del alma

Acero horizontal: (cm ² /m)	1.77	$A_{sh} = \rho_h * 100 * h$
Se recomienda colocar aceros de 3/8" , 1/2"		

Nº capas:	2	$S \leq \frac{N^\circ \text{ capas} * A_s}{A_{sh}}$
As: (cm ²)	1.42	
S: (cm)	160	

2 capas de 3/8" cada 25 cm

3.5. Refuerzo vertical del alma

$$A_s = \text{Cuantía} * b * h$$

As vertical: (cm ² /m)	46.5
As refuerzo vertical: (cm ²)	1.42
Separacion del refuerzo vertical: (cm)	3

2 capas de aceros de 3/8" cada 5 cm

4. Corte por fricción

$$\phi V_n = \phi \mu (N_u + A_v f_y)$$

$$N_u = 0.9 N_{ucm} = 0.9 * 1.25 * P_{cm}$$

P _{cm} : (ton)	24
N _u : (ton)	27
A _v : (cm ²)	23.88

Necesita estribo el refuerzo vertical?

Necesita estribo

Coefficiente de fricción:	1.4
phi	0.85
ϕV_n : (ton)	119

V _u : (ton)	17.23
------------------------	-------

RESULTADO : Termina el Diseño

5. Diseño final:

Se tendrá una placa de 1 m, con espesor de 20cm

	Longitud(cm)	Espesor (cm)
Elemento de confinamiento:	40	20
Refuerzo por ele. confinamiento:	6 de 5/8"	
Refuerzo vertical:	2 capas de aceros de 3/8" cada 5 cm	
Refuerzo horizontal:	2 capas de 3/8" cada 25 cm	

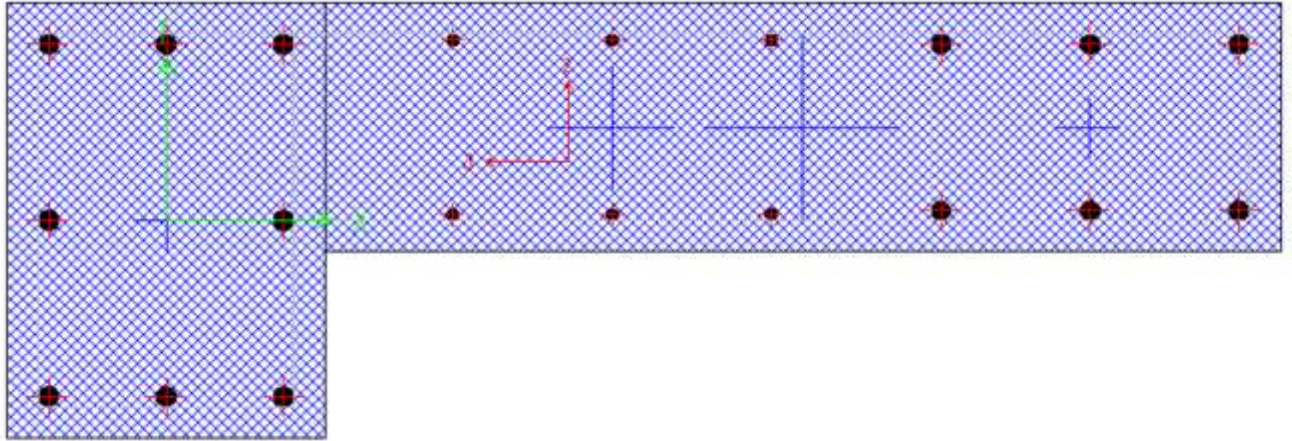


Figura 58 Diseño de placa en L

Diagrama de iteración Norma E060

Considerando phi

Tabla 37 Diagrama de iteración Norma E060

PUNTOS	M ₃₃		M ₃₃	
	0°		180°	
	phi Pn	phi Mn	phi Pn	phi Mn
1	388	0	388	0
2	388	23	388	-28
3	388	35	359	-43
4	378	46	311	-56
5	348	55	271	-64
6	317	64	237	-69
7	283	71	199	-73
8	245	77	158	-77
9	211	79	122	-76
10	179	79	90	-71
11	147	75	58	-64
12	103	66	29	-61
13	45	51	-15	-52
14	-26	39	-65	-30
15	-122	0	-122	0

Tabla 38 Diagrama de iteración Norma E060

PUNTOS	M22		M22	
	90°		270°	
	phi Pn	phi Mn	phi Pn	phi Mn
1	388.44	-0.86	388.44	-0.86
2	388.44	4.37	388.44	-8.66
3	388.44	6.70	350.92	-12.70
4	388.44	9.01	297.74	-15.81
5	388.44	11.14	242.73	-17.81
6	386.48	13.13	185.19	-18.72
7	348.71	16.16	124.05	-18.59
8	292.20	19.62	59.50	-17.62
9	246.39	20.74	29.69	-17.31
10	197.43	21.12	7.34	-17.83
11	142.98	20.87	-26.91	-16.00
12	94.08	18.74	-44.37	-13.56
13	44.46	15.08	-63.39	-10.26
14	-36.42	10.39	-94.52	-4.39
15	-122.47	1.17	-122.47	1.17

DIRECCIÓN XX

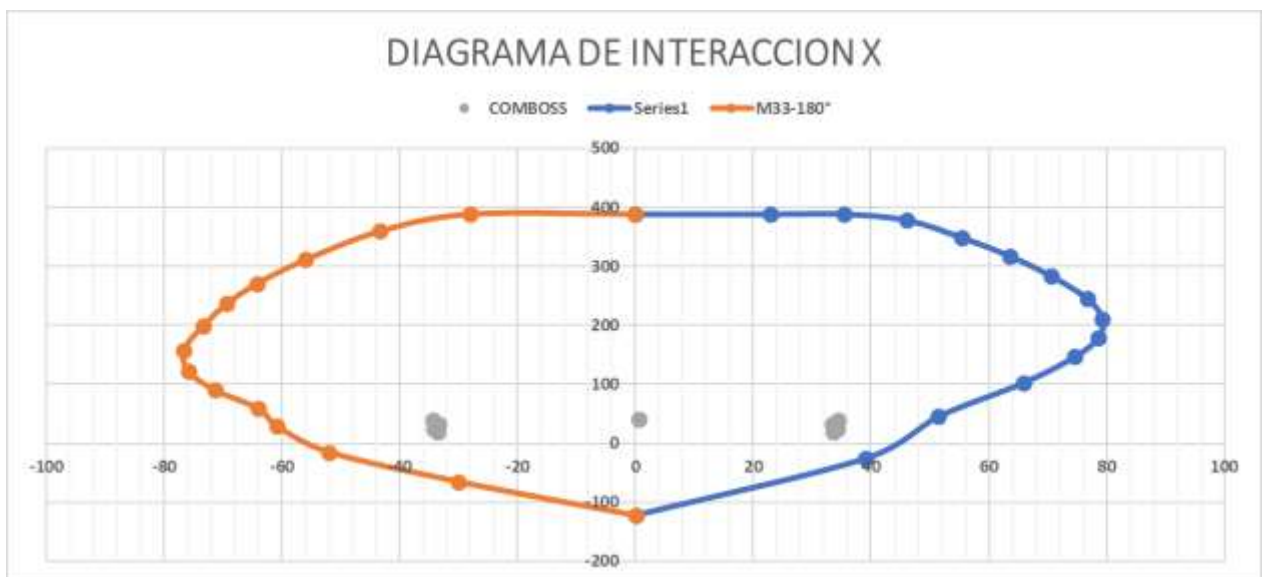


Figura 59 Diseño de interacción x

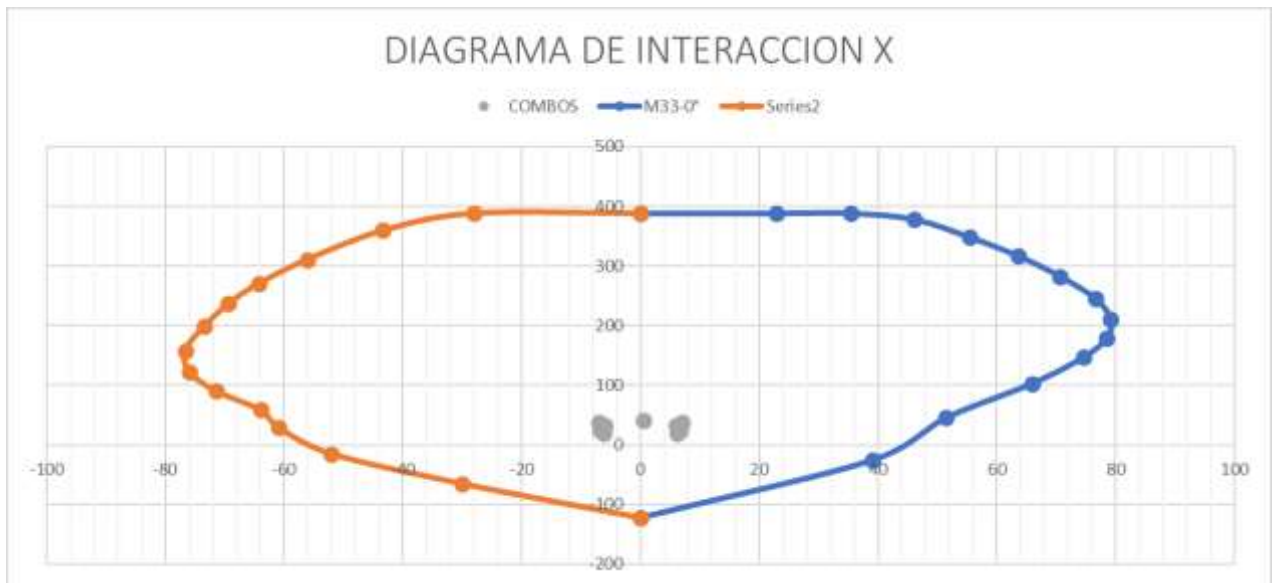


Figura 60 Diseño de interacción x

DIRECCIÓN YY

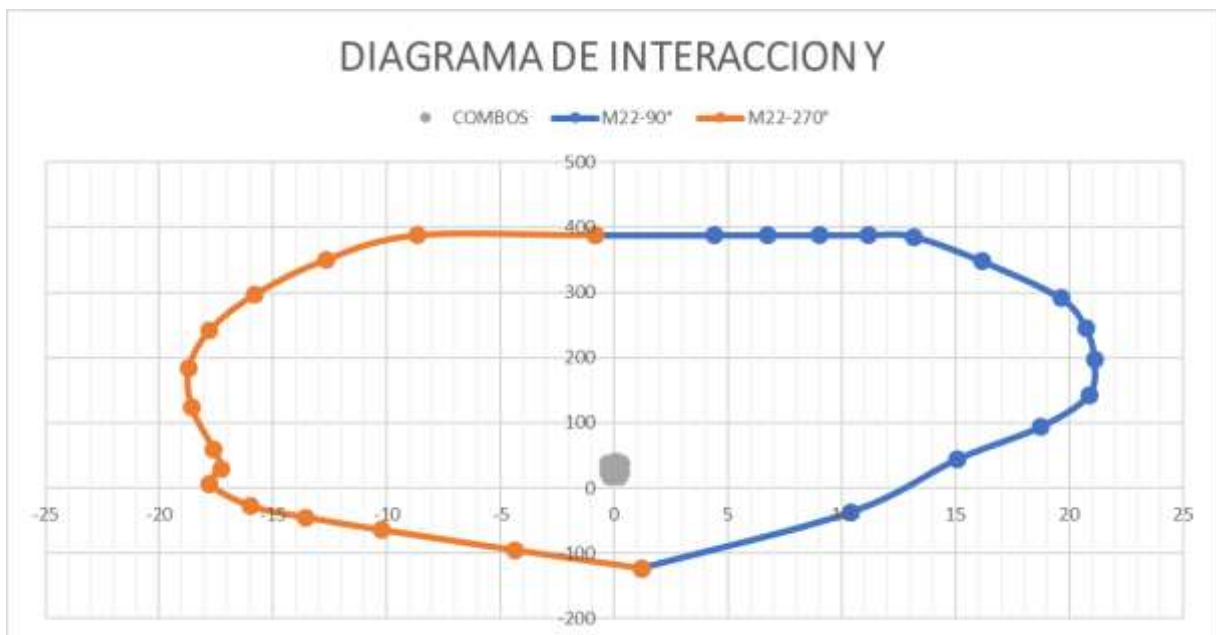


Figura 61 Diseño de interacción y

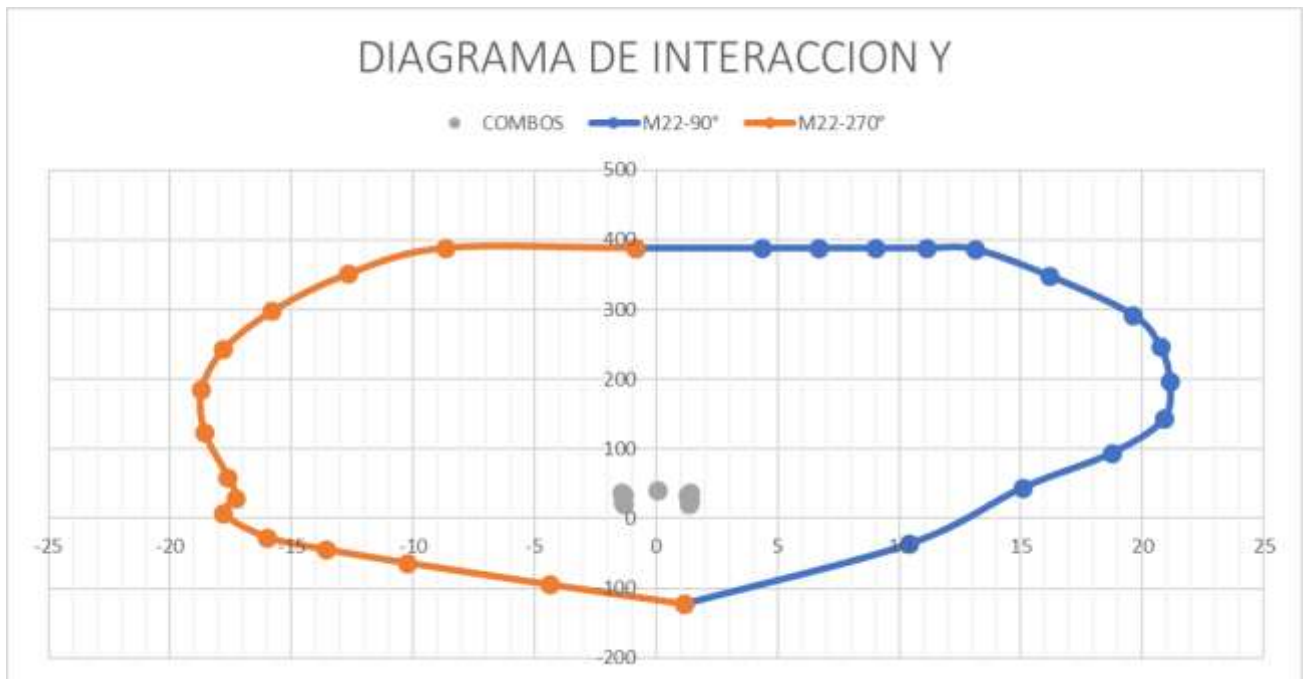


Figura 62 Diseño de interacción y

N°	COMBINACION	P	Mx	P	My
COMBO 1	1.4CM+1.7CV	41	0	41	1
COMBO 2	1.25(CM+CV)+SISXX	38	0	38	34
COMBO 3	1.25(CM+CV)-SISXX	32	0	32	-33
COMBO 4	1.25(CM+CV)+SISYY	37	1	37	7
COMBO 5	1.25(CM+CV)-SISYY	33	-1	33	-6
COMBO 6	0.9CM+SISXX	25	0	25	34
COMBO 7	0.9CM-SISXX	19	0	19	-34
COMBO 8	0.9CM+SISYY	24	1	24	7
COMBO 9	0.9CM-SISYY	20	-1	20	-6

COMBINACIONES DE CARGA

	COMBINACIONES	P	M ₂	M ₃
SISXX	1.4CM+1.7CV	41	0	1
	1.25(CM+CV)+SISXX	38	0	34
	1.25(CM+CV)-SISXX	32	0	-33
	0.9CM+SISXX	25	0	34
	0.9CM-SISXX	19	0	-34

	COMBINACIONES	P	M ₂	M ₃
SISYY	1.4CM+1.7CV	41	0	1
	1.25(CM+CV)+SISYY	37	1	7
	1.25(CM+CV)-SISYY	33	-1	-6
	0.9CM+SISYY	24	1	7
	0.9CM-SISYY	20	-1	-6

COMBINACIONES DE DISEÑO-DEMANDA SÍSMICO

DIVIDAMOS LOS SISMOS EN SENTIDO POSITIVO (CLÁSICO) Y UN SENTIDO NEGATIVO (OPUESTO)

SIS XX				
	COMBINACIONES	P	M ₂	M ₃
SISXX POSITIVO	1.4CM+1.7CV	41	0	1
	1.25(CM+CV)+SISXX	38	0	34
	1.25(CM+CV)-SISXX	32	0	-33
	0.9CM+SISXX	25	0	34
	0.9CM-SISXX	19	0	-34
SISXX NEGATIVO	1.25(CM+CV)+SISXX	38	0	-34
	1.25(CM+CV)-SISXX	32	0	33
	0.9CM+SISXX	25	0	-34
	0.9CM-SISXX	19	0	34

SIS YY				
	COMBINACIONES	P	M ₂	M ₃
SISYY POSITIVO	1.4CM+1.7CV	41	0	1
	1.25(CM+CV)+SISXX	37	1	7
	1.25(CM+CV)-SISXX	33	-1	-6
	0.9CM+SISXX	24	1	7
	0.9CM-SISXX	20	-1	-6
SISYY NEGATIVO	1.25(CM+CV)+SISXX	37	-1	-7
	1.25(CM+CV)-SISXX	33	1	6
	0.9CM+SISXX	24	-1	-7
	0.9CM-SISXX	20	1	6

Análisis estático y dinámico no lineal de las estructuras de concreto armado

Se utiliza el modelo de Mander para el concreto con una resistencia $f'_c = 280\text{kg/cm}^2$ y de acero simple para el acero de refuerzo una resistencia de fluencia de 4200kg/cm^2 y una resistencia máxima de endurecimiento de 6300 kg/cm^2 .

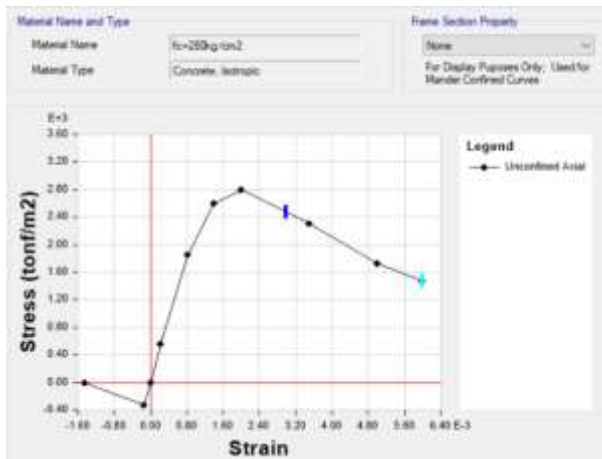


Figura 63 Material según Mander

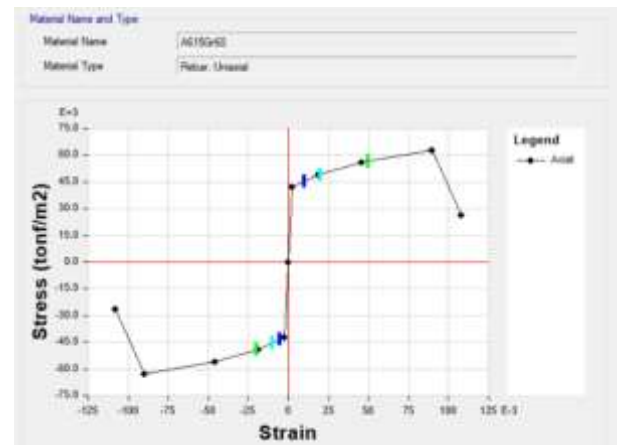


Figura 64 Acero de refuerzo

Para los elementos “frame” y “Shell” se ha utilizado la plasticidad tipo fibra, donde se puede visualizar cada fibra de concreto y acero utilizado.

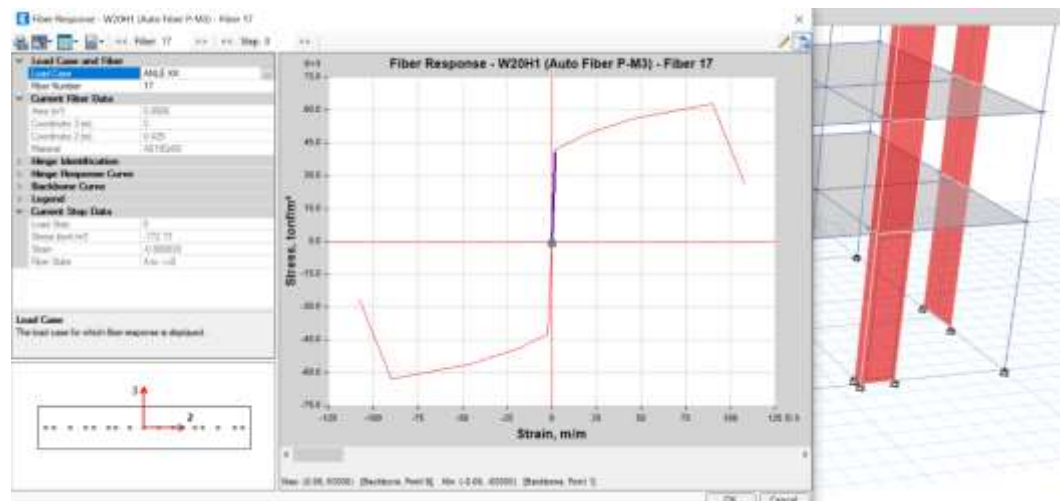


Ilustración 65 Plasticidad tipo fibra

EDIFICIO 1: Curva de capacidad, punto de desempeño y desempeño

Se formulan las cargas laterales en función del modo fundamental en la dirección que se está analizando. El desplazamiento se mide en función del punto más cercano al centro de masa del último nivel.

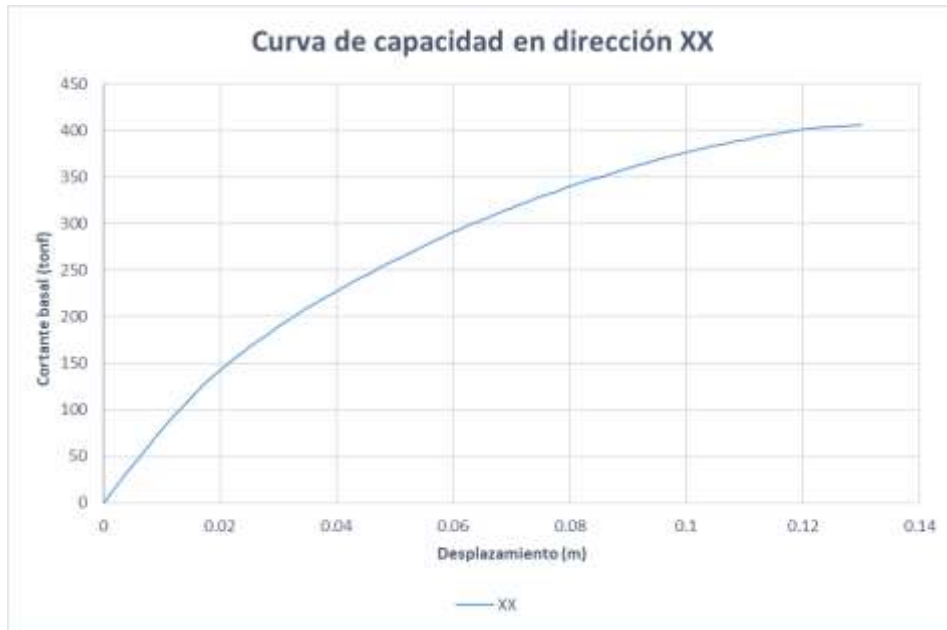


Figura 66 Curva de capacidad en la dirección XX



Figura 67 Curva de capacidad en la dirección YY

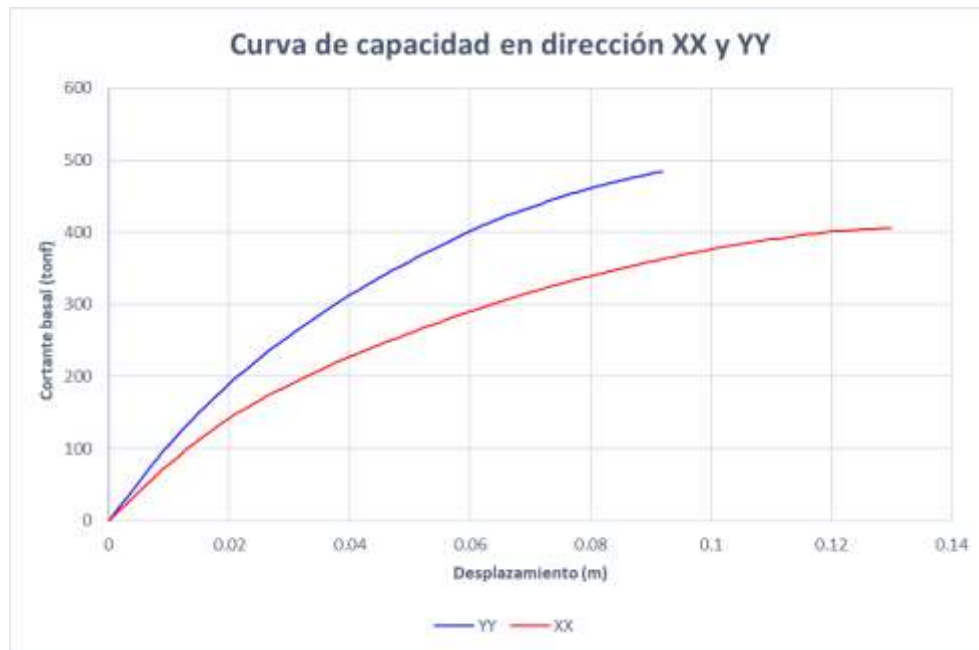


Figura 68 Curva de capacidad en la dirección XX y YY

Se visualiza que en la dirección YY se tiene una mayor rigidez respecto de la dirección XX debido a que las columnas se encuentran orientadas en la dirección YY principalmente y se tienen muros más largos.

El punto final de la curva de capacidad se ha verificado al observar que la rotación plástica del elemento estructural más exigido sobrepase el límite de cercano al colapso.

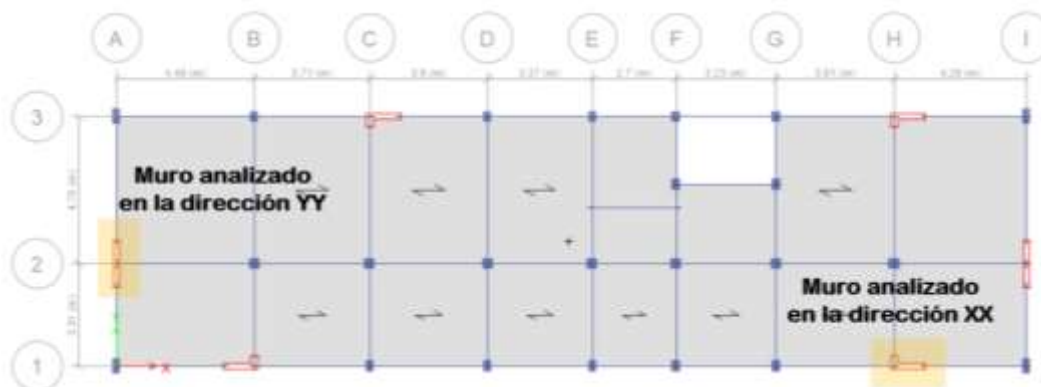


Figura 69 Elección de los muros más exigidos

Se analizan las rotaciones máximas acorde a la tabla 10-19 del ASCE 41-17

La rotación plástica máxima del muro en la dirección XX es de 15.25/1000, acorde a las características del muro analizado mostrado.

lw (cm)	100
tw (cm)	20
f'c (kg/cm2)	280
fy (kg/cm2)	4200

V (kg)	52400
P (kg)	-73700
As (cm2)	20.26
A's (cm2)	12

$$\frac{(A_s - A'_s) * f_y + P}{t_w * l_w * f'_c} = 0.069657143$$

$$\frac{v}{t_w * l_w * \sqrt{f'_c}} = 5.898849$$

Como el parámetro que incluye corte se encuentre entre 4 y 6 (ASCE 41-17) se realiza una interpolación lineal y se encuentra que su rotación plástica máxima es de 15.25/1000.

4	0.02
5.899	0.015253
6	0.015

Se corrobora que el muro tenga una rotación plástica máxima de 15.25/1000

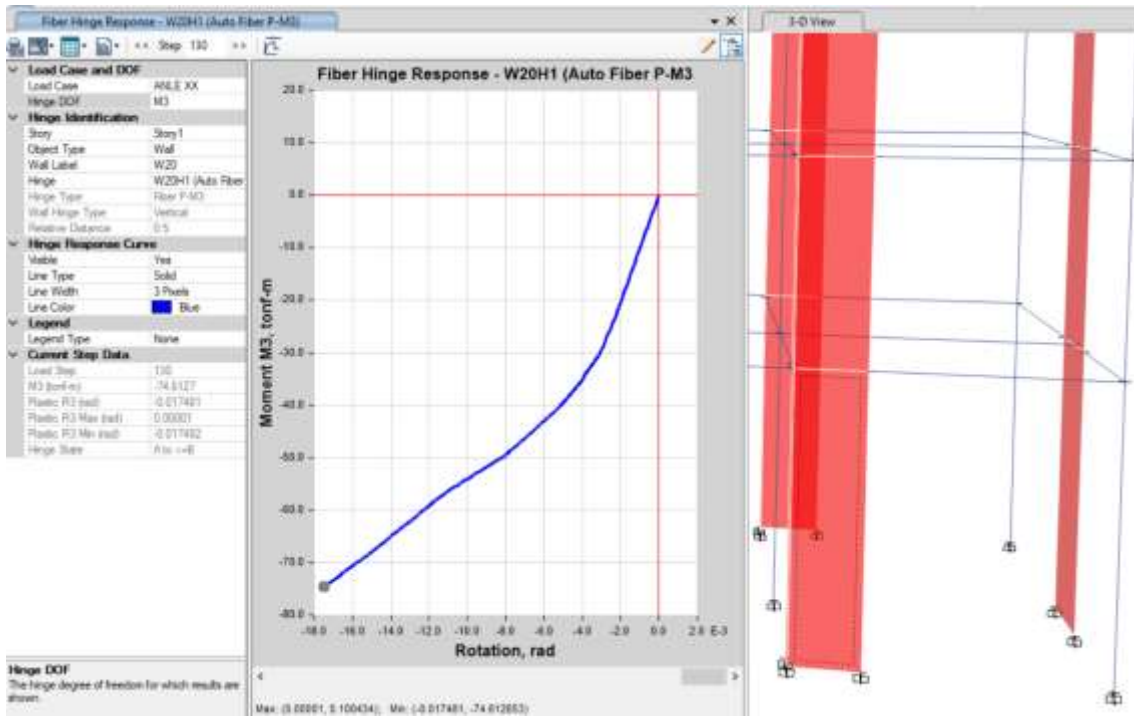


Figura 70 Rotación plástica máxima de 15.25/1000 en dirección XX

Respecto de la dirección YY se muestran los parámetros de rotación plástica

l_w (cm)	150
t_w (cm)	20
f'_c (kg/cm ²)	280
f_y (kg/cm ²)	4200

V (kg)	94200
P (kg)	-61400
A_s (cm ²)	26.84
A'_s (cm ²)	12

$$\frac{(A_s - A'_s) * f_y + P}{t_w * l_w * f'_c} = 0.001104762$$

$$\frac{v}{t_w * l_w * \sqrt{f'_c}} = 7.069613795$$

Conforme a los resultados se observa que el muro en la dirección YY tiene una rotación máxima de 15/1000 (ASCE 41-17). Se corrobora que la rotación plástica máxima del muro que es el elemento más exigido sea de 15/1000.

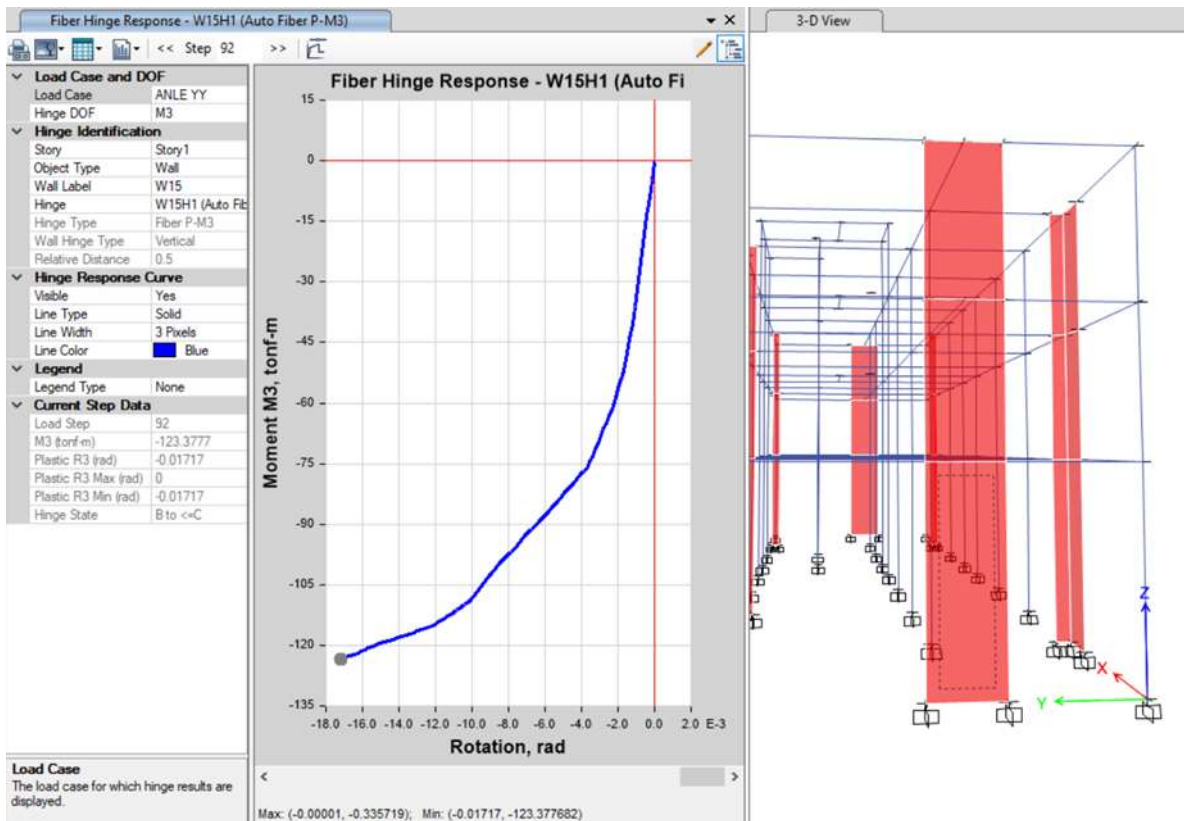


Figura 71 Rotación plástica máxima de 15/1000 en dirección

Se utiliza el espectro elástico Z2S2 donde está emplazado el edificio con la finalidad de calcular la respuesta frente al sismo (punto de desempeño).

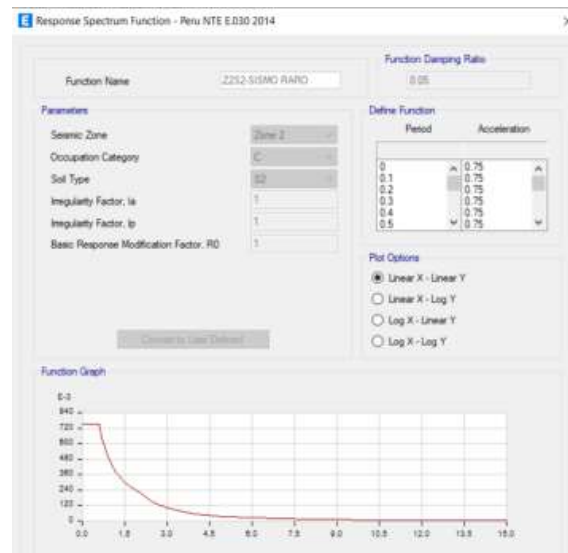


Figura 72 Espectro elástico Z2S2

Se calcula el punto de desempeño acorde al ASCE 41-17, se muestra una respuesta para la dirección XX y YY respectivamente.

Tabla 39 Cálculo del punto de desempeño según ASCE 41-17

c0	1.35	a	90
c1	1.18053754	te(seg)	0.41215461
ke(tonf/m)	7791	sa(g)	0.75
ki(tonf/m)	8029	Vy (tonf)	148
ti(seg)	0.406	W(tonf)	742
c2	1.05605965	cm	1
delta(cm)	5.32835159	ustrg	3.76013514

Tabla 40 Cálculo del punto de desempeño según ASCE 41-17

c0	1.35	a	90
c1	1.14046524	te(seg)	0.40180383
ke(tonf/m)	10591	sa(g)	0.75
ki(tonf/m)	10959	Vy (tonf)	183
ti(seg)	0.395	W(tonf)	742
c2	1.03225232	cm	1
delta(cm)	4.78189868	ustrg	3.04098361

El desplazamiento para la dirección XX es de 5.32cm mientras que para la dirección YY es de 4.78cm.

Desempeño según SEAOC VISION 2000 Bloque 1

Al colocar estos valores dentro del desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 se obtiene un desempeño de ocupación inmediata en ambas direcciones como se puede observar.



Figura 73 Desempeño XX según SEAOC 2000

DU (cm)	13
DY (cm)	3.9
DP (cm)	9.1
IO	6.63
LS	9.36
CP	11.18
COLAPSO	13



Figura 74 Desempeño XX según SEAOC 2000

DU (cm)	9.2
DY (cm)	3.2
DP (cm)	6
IO	5
LS	6.8
CP	8
COLAPSO	9.2

Así mismo la relación cortante basal de la norma E030 y de la curva capacidad es la siguiente:

Tabla 41 Cortante basal y cortante de muro

Dirección	Cortante Total	Cortante muro	% Muro
XX	76.1	63.7	0.8370565
YY	76.3	60.6	0.79423329

La cortante basal según la norma E030 en la dirección X es de 76.1 y en la dirección Y es de 76.3, así mismo la cortante basal según la curva de capacidad es de 270 en x y de 340 en y, por ende, la relación será de 3.5 en la dirección X y de 4.5 en la dirección Y, esto se debería a la sobre resistencia y esto va asociado a un mayor incremento debido a los procedimientos de diseño, también a las propiedades reales y endurecimiento del acero.

Desempeño según ASCE 41-17 Bloque 1

El desempeño acorde a la tabla 10-19 del ASCE 41-17 se revisa en el punto de desempeño y se obtienen las siguientes rotaciones en ambas direcciones.

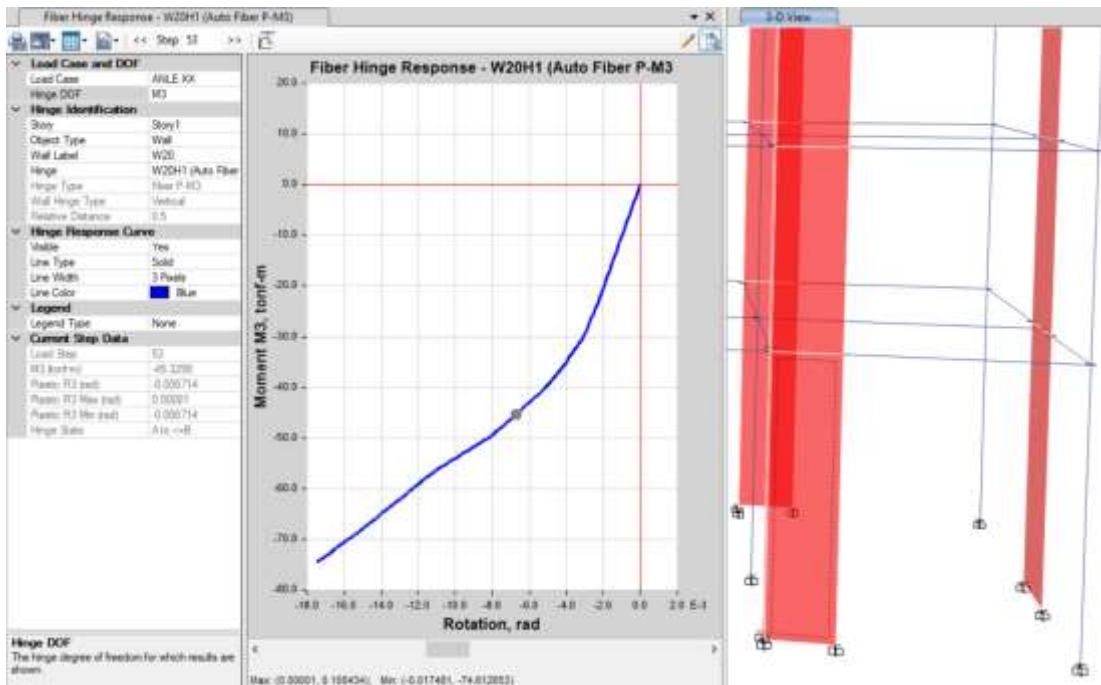


Figura 75 Punto de desempeño según el ASCE 41-17 en X

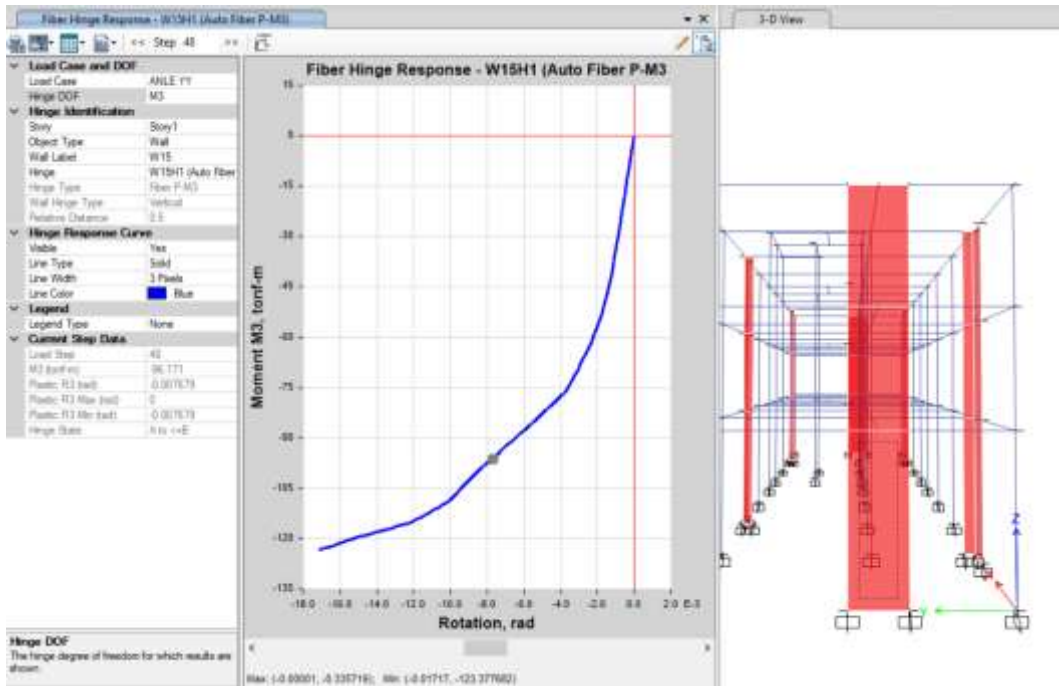


Figura 76 Punto de desempeño según el ASCE 41-17 en Y

La rotación máxima obtenida es de 6.8/1000 en la dirección XX y de 7.7/1000 en la dirección YY, por lo que al tener una rotación plástica inferior a 10/1000 el desempeño es de resguardo de vida acorde al ASCE 41-17.

EDIFICIO 2: Curva de capacidad, punto de desempeño y desempeño



Figura 77 Curva de capacidad dirección X



Figura 78 Curva de capacidad dirección Y



Figura 79 Curva de capacidad dirección X y Y

Se visualiza que en la dirección YY se tiene una mayor rigidez respecto de la dirección XX debido a que las columnas se encuentran orientadas en la dirección YY principalmente y se tienen muros más largos

El punto final de la curva de capacidad se ha verificado al observar que la rotación plástica del elemento estructural más exigido sobrepase el límite de cercano al colapso.



Figura 80 Muros más exigidos en la dirección X y Y

Se analizan las rotaciones máximas acorde a la tabla 10-19 del ASCE 41-17.

l_w (cm)	100
t_w (cm)	20
f'_c (kg/cm ²)	280
f_y (kg/cm ²)	4200

V (kg)	49300
P (kg)	-28700
A_s (cm ²)	20.26
A'_s (cm ²)	12

$$\frac{(A_s - A'_s) * f_y + P}{t_w * l_w * f'_c} = 0.0107$$

$$\frac{v}{t_w * l_w * \sqrt{f'_c}} = 5.549871976$$

Como el parámetro que incluye corte se encuentre entre 4 y 6 se realiza una interpolación lineal y se encuentra que su rotación plástica máxima es de 16.25/1000.

4	0.02
5.5	0.01625
6	0.015

Se corrobora que el muro tenga una rotación plástica máxima de 16.25/1000.

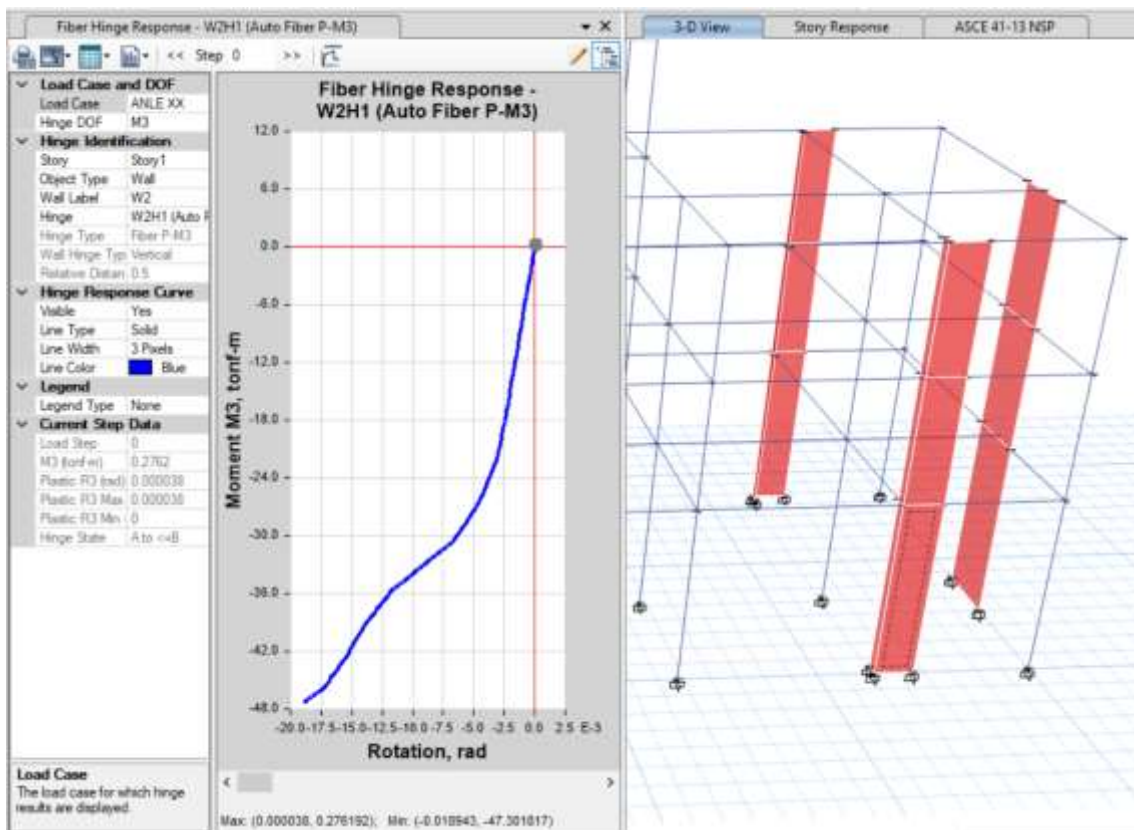


Figura 81 Rotación plástica de 16.25/1000 en X

Respecto de la dirección YY se muestran los parámetros de rotación plástica.

l_w (cm)	150
t_w (cm)	20
f'_c (kg/cm ²)	280
f_y (kg/cm ²)	4200

V (kg)	108500
P (kg)	-80600
A_s (cm ²)	26.84
$A's$ (cm ²)	12

$$\frac{(A_s - A'_s) * f_y + P}{t_w * l_w * f'_c} = 0.021752381$$

$$\frac{v}{t_w * l_w * \sqrt{f'_c}} = 8.142814191$$

Conforme a los resultados se observa que el muro en la dirección YY tiene una rotación máxima de 15/1000. Se corrobora que la rotación plástica máxima del muro que es el elemento más exigido sea de 15/1000.

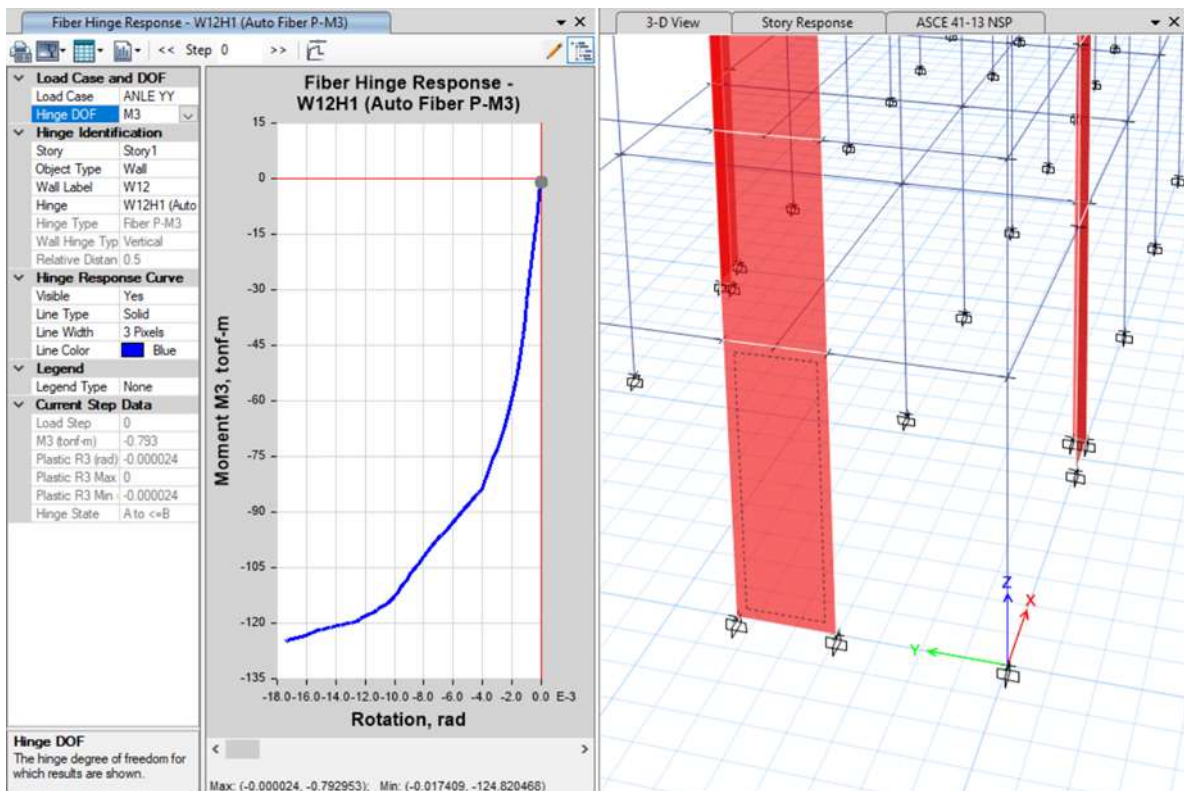


Figura 82 Rotación plástica de 15/1000 en Y

Se utiliza el espectro elástico Z2S2 donde está emplazado el edificio con la finalidad de calcular la respuesta frente al sismo (punto de desempeño).

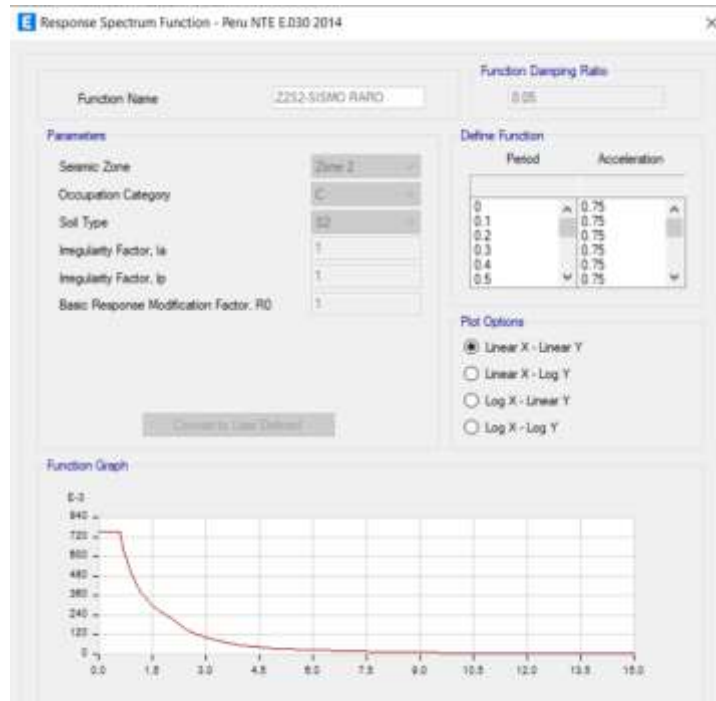


Figura 83 Espectro elástico Z2S2

Se calcula el punto de desempeño acorde al ASCE 41-17, se muestra una respuesta para la dirección XX y YY respectivamente.

Tabla 42 Cálculo del punto de desempeño según ASCE 41-17

c0	1.35	a	90
c1	1.11451888	te(seg)	0.50059948
ke(tonf/m)	7416	sa(g)	0.75
ki(tonf/m)	7772	Vy (tonf)	175
ti(seg)	0.489	W(tonf)	836
c2	1.03327591	cm	1
delta(cm)	7.26087277	ustrg	3.58285714

Tabla 39 Cálculo del punto de desempeño según ASCE 41-17

c0	1.35	a	90
c1	1.11054767	te(seg)	0.4419919
ke(tonf/m)	10735	sa(g)	0.75
ki(tonf/m)	11134	Vy (tonf)	213
ti(seg)	0.434	W(tonf)	836
c2	1.02417257	cm	1
delta(cm)	5.59040506	ustrg	2.94366197

El desplazamiento para la dirección XX es de 7.26cm mientras que para la dirección YY es de 5.59cm.

Desempeño según SEAOC VISION 2000 Bloque 2

Al colocar estos valores dentro del desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 se obtiene un desempeño de resguardo de vida en ambas direcciones como se puede observar.



Figura 84 Desempeño SEAOC VISION 2000 en X

DU (cm)	11.7
DY (cm)	3.3
DP (cm)	8.4
IO	5.82
LS	8.34

CP	10.02
COLAPSO	11.7



Figura 85 Desempeño SEAOC VISION 2000 en Y

DU (cm)	8.5
DY (cm)	2.95
DP (cm)	5.55
IO	4.615
LS	6.28
CP	7.39
COLAPSO	8.5

Se corrobora que el desempeño en ambas direcciones acorde al SEAOC VISION 2000 es de resguardo de vida.

Así mismo la relación cortante basal de la norma E030 y de la curva capacidad es la siguiente:

Tabla 43 Cortante basal y cortante de muro

Dirección	Cortante Total	Cortante muro	% Muro
XX	90.6	72.1	0.79580574
YY	89.7	69.4	0.77369008

La cortante basal según la norma E030 en la dirección X es de 90.6 y en la dirección Y es de 89.7, así mismo la cortante basal según la curva de capacidad es de 300 en x y de 400 en y, por ende, la relación será de 3 en la dirección X y de 4.5 en la dirección Y, **esto** se debería a la sobre resistencia y esto va asociado a un mayor incremento debido a los procedimientos de diseño, también a las propiedades reales y endurecimiento del acero.

Desempeño según ASCE 41-17 Bloque 2

El desempeño acorde a la tabla 10-19 del ASCE 41-17 se revisa en el punto de desempeño y se obtienen las siguientes rotaciones en ambas direcciones.

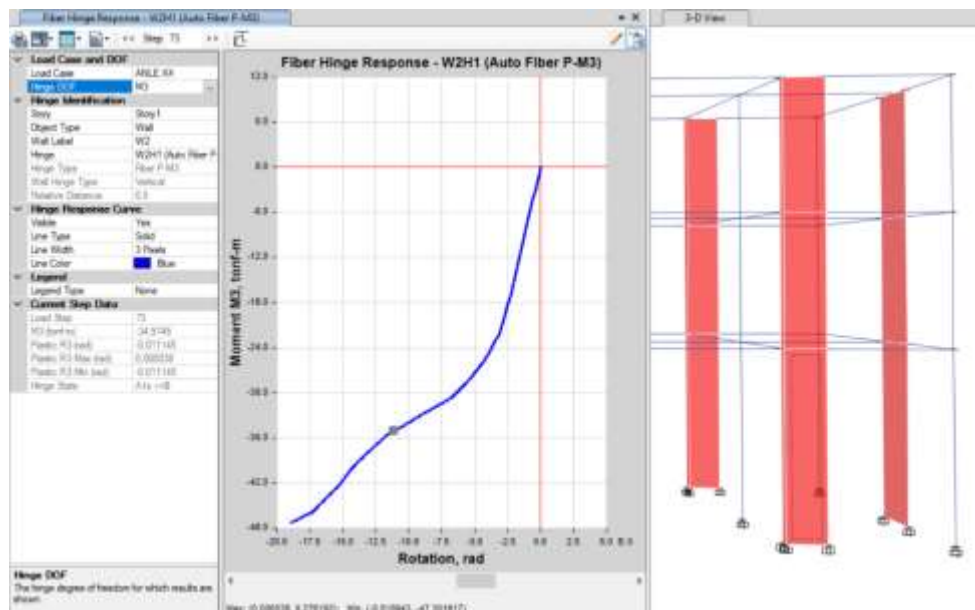


Figura 86 Desempeño según ASCE 41-17 en X

La rotación máxima obtenida es de 11.1/1000 en la dirección XX y de 9.9/1000 en la dirección YY, por lo que al tener una rotación plástica inferior a 10/1000 el desempeño es de resguardo de vida acorde al ASCE 41-17. En el caso de la dirección XX se tiene una rotación elástica de 2.5/1000, por lo que la rotación plástica es de 8.6/1000.

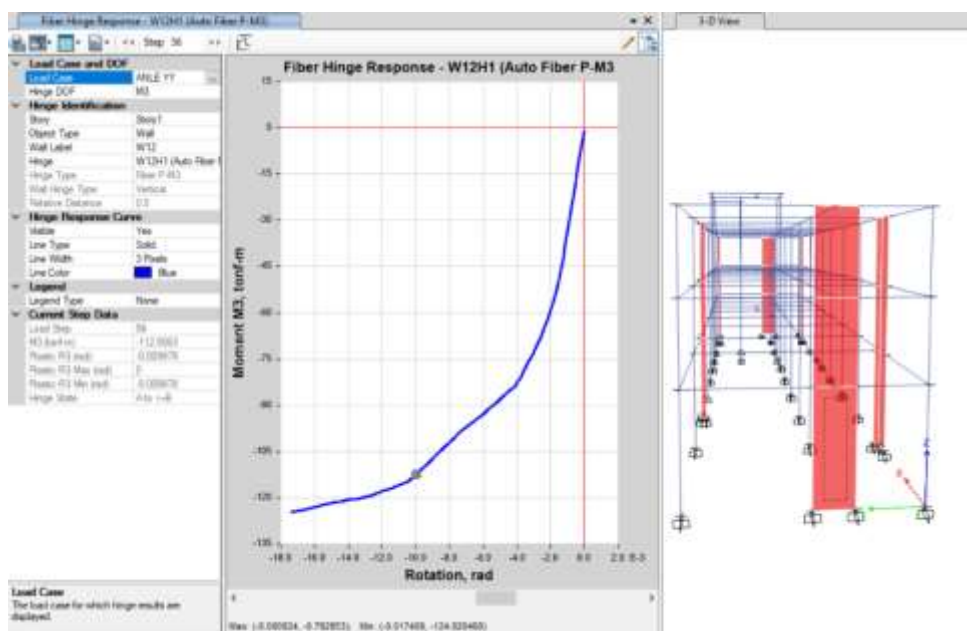


Figura 87 Desempeño según ASCE 41-17 en X

Análisis no lineal tiempo historia – edificio 1 y 2

Tratamiento de registros

Se han considerado los registros de AMAZONAS 2021, 2022 y MOQUEGUA 2005 en dirección EW y NS para corregirlo por línea base y filtrado.

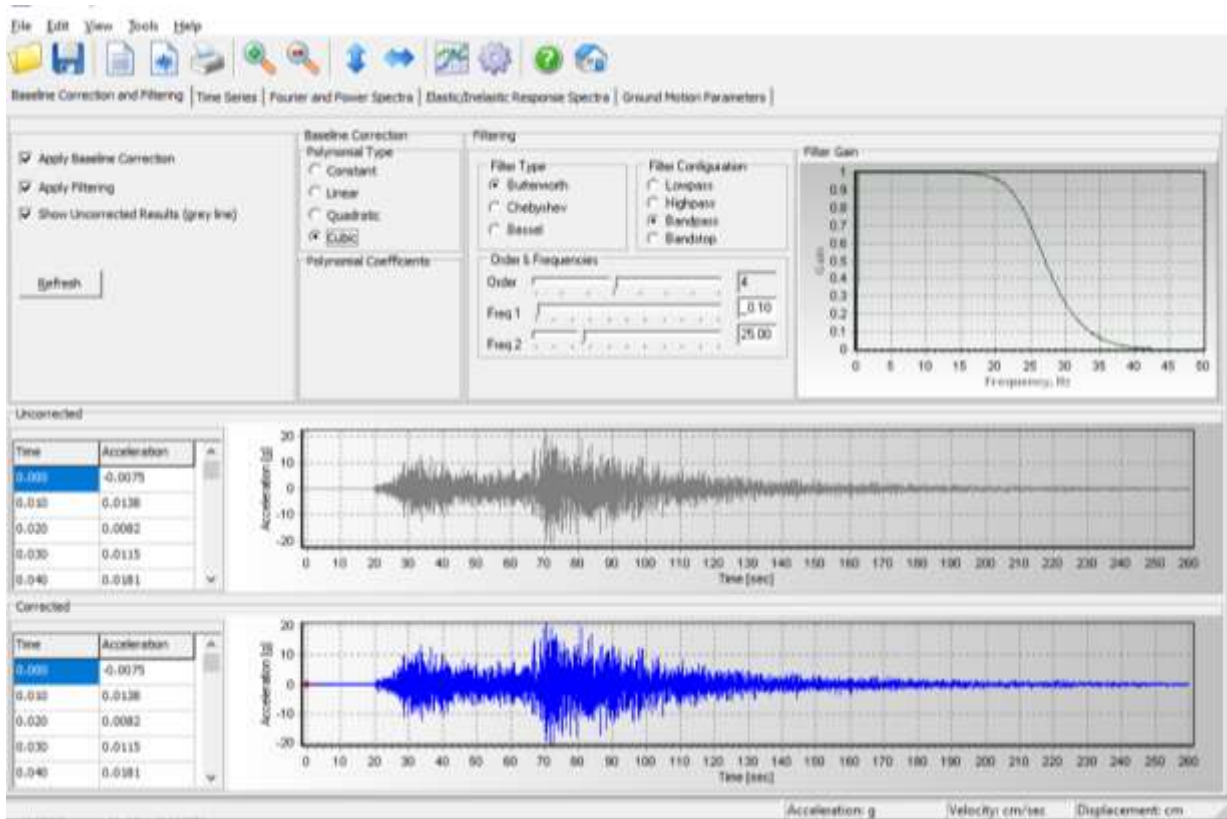


Figura 88 Corrección por línea base y filtrado

Se muestran como en desplazamientos se observa claramente la corrección por línea base donde ya no tiende al infinito negativo, si no, se mantiene en 0.

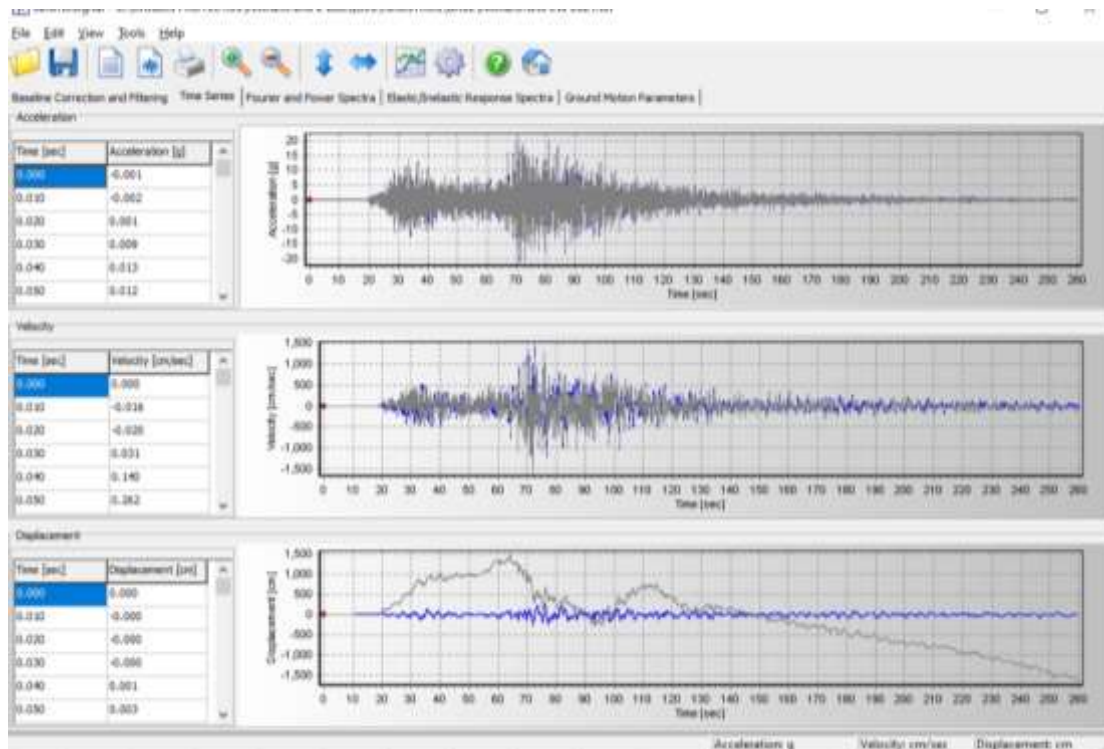


Figura 89 Corrección por línea base y filtrado

Se realiza el espectro elástico en función de los parámetros sísmicos donde se encuentra emplazado con Z2 y S2, como se muestra a continuación:

30.1. Registros de Aceleración

30.1.1. Para el análisis se usan como mínimo tres conjuntos de registros de aceleraciones del terreno, cada uno de los cuales incluye dos componentes en direcciones ortogonales.

30.1.2. Cada conjunto de registros de aceleraciones del terreno consiste en un par de componentes de aceleración horizontal, elegidas y escaladas de eventos individuales. Las historias de aceleración son obtenidas de eventos cuyas magnitudes, distancia a las fallas, y mecanismos de fuente sean consistentes con el máximo sismo considerado. Cuando no se cuente con el número requerido de registros apropiados, se pueden usar registros simulados para alcanzar el número total requerido.

30.1.3. Para cada par de componentes horizontales de movimiento del suelo, se construye un espectro de pseudo aceleraciones tomando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) de los valores espectrales calculados para cada componente por separado, con 5% de amortiguamiento. Ambas componentes se escalan por un mismo factor, de modo que en el rango de periodos entre $0,2 T$ y $1,5 T$ (siendo T el periodo fundamental), el promedio de los valores espectrales SRSS obtenidos para los distintos juegos de registros no sea menor que la ordenada correspondiente del espectro de diseño, calculada según el numeral 29.2 con $R = 1$.

30.1.4. Para la generación de registros simulados se consideran los valores de C , definidos en el artículo 14, excepto para la zona de periodos muy cortos ($T < 0,2 T_p$) en la que se considera:

$$T < 0,2 T_p$$

$$C = 1 + 7,5 \cdot \left(\frac{T}{T_p} \right)$$

Figura 90 Registros de aceleración para Tiempo Historia

Z	0.25
U	1
S	1.2
Tp	0.6
Tl	2
0.2Tp	0.12

Tabla 44 Período y Aceleración

Período	Aceleración
0.00	0.30
0.02	0.38
0.04	0.45
0.06	0.53
0.08	0.60
0.10	0.68
0.12	0.75
0.14	0.75
0.16	0.75
0.18	0.75
0.20	0.75
0.30	0.75
0.40	0.75
0.50	0.75
0.60	0.75
0.70	0.64
0.80	0.56
0.90	0.50
1.00	0.45
1.10	0.41
1.20	0.38
1.30	0.35
1.40	0.32
1.50	0.30
1.60	0.28
1.70	0.26
1.80	0.25
1.90	0.24
2.00	0.23
2.10	0.20
2.20	0.19
2.30	0.17
2.40	0.16
2.50	0.14
2.60	0.13
2.70	0.12
2.80	0.11
2.90	0.11
3.00	0.10
3.10	0.09
3.20	0.09
3.30	0.08
3.40	0.08
3.50	0.07
3.60	0.07
3.70	0.07
3.80	0.06
3.90	0.06
4.00	0.06

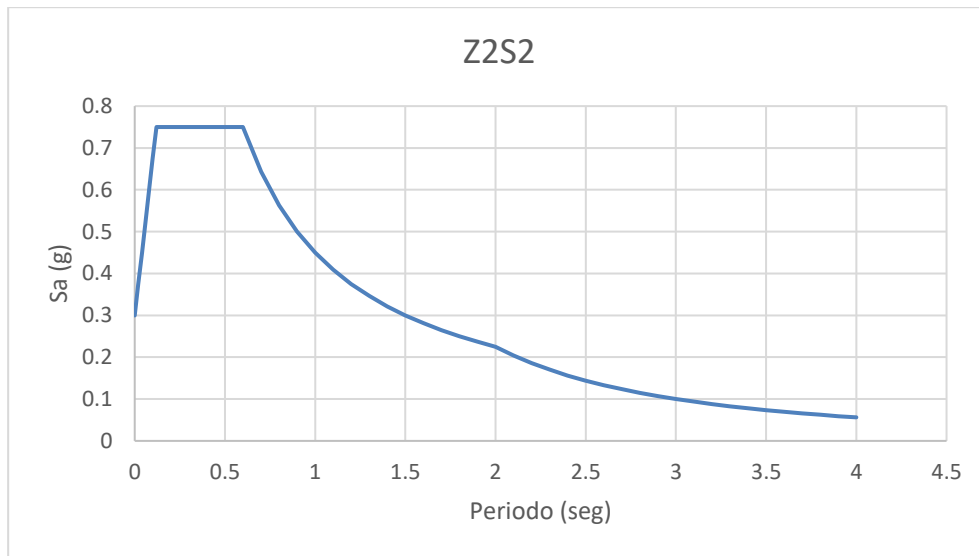


Figura 91 Diagrama de aceleración vs periodo

Los 6 registros se realizan espectros compatibles al espectro mostrado para que tengan su mismo nivel de intensidad, se observa una aceleración del suelo en $T=0$ seg de 0.3g.

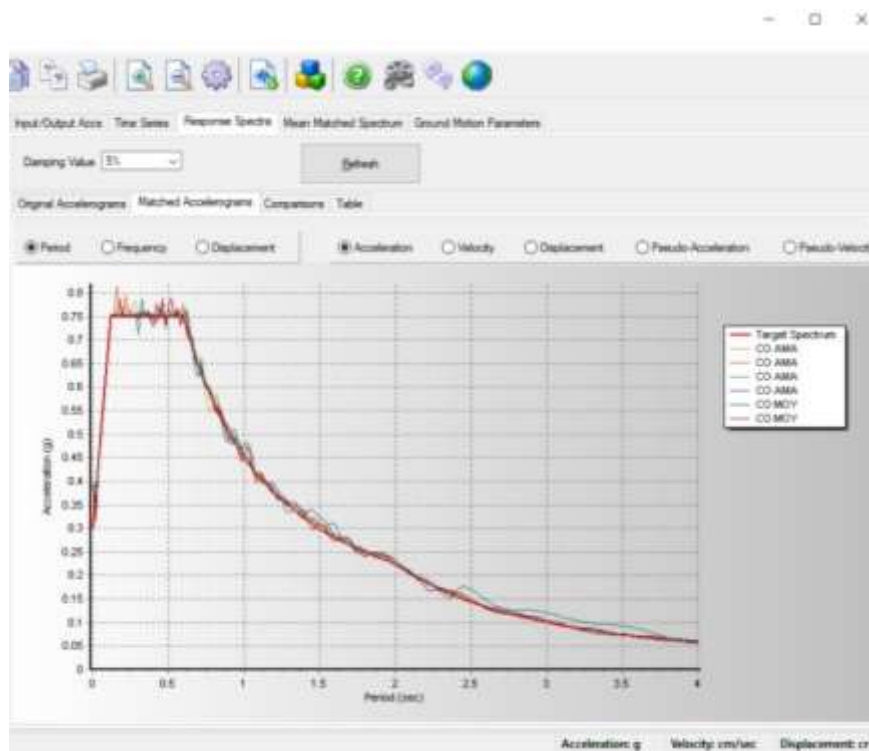


Figura 92 Registros espectro compatibles

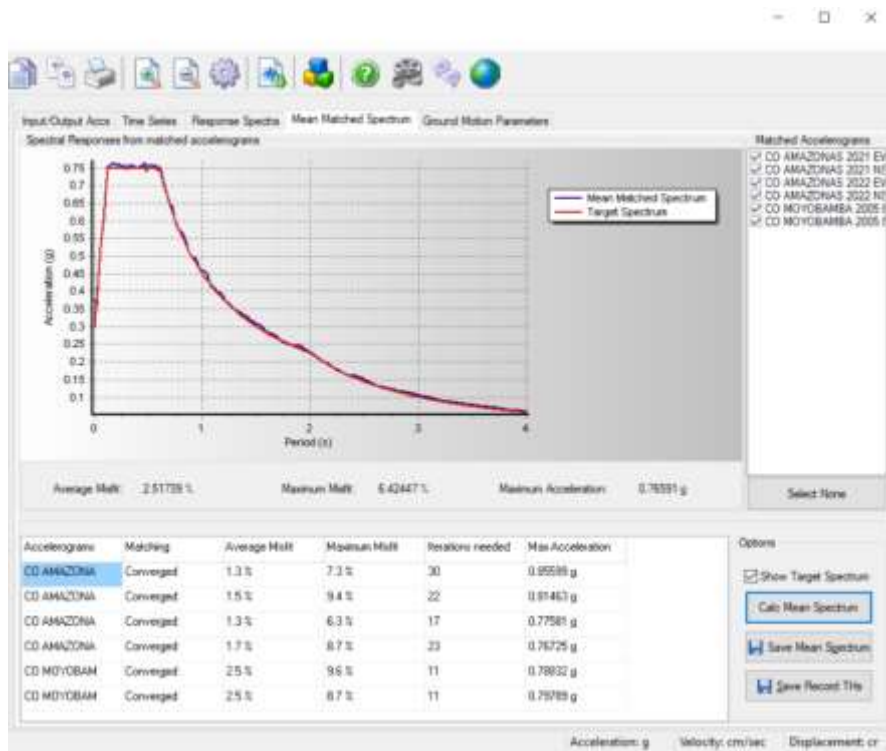


Figura 93 Registros espectro compatibles

Se observa que los registros posteriores a ser espectros compatibles tienen una aceleración similar al 0.3g mostrado.

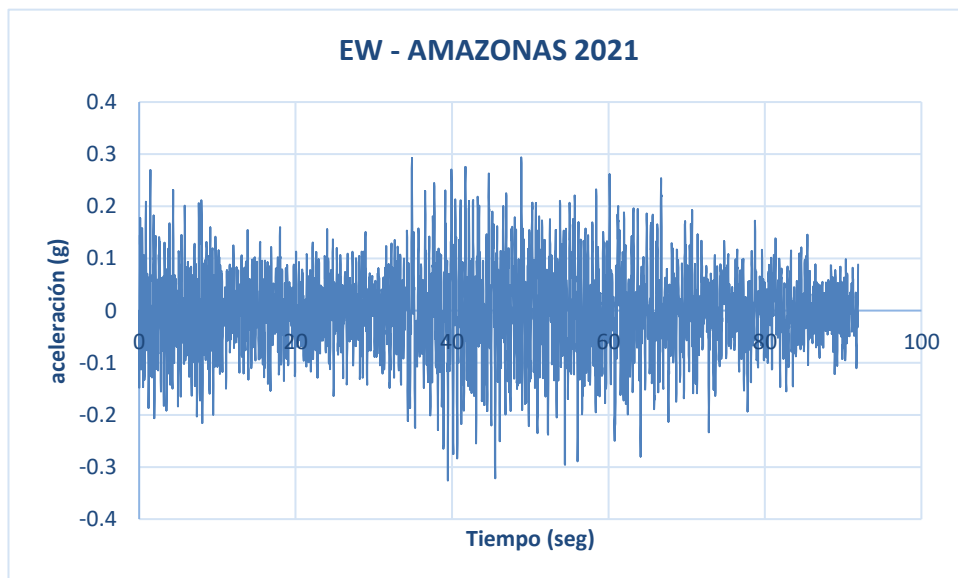


Figura 94 Registro espectro compatibles con aceleración similar a 0.3

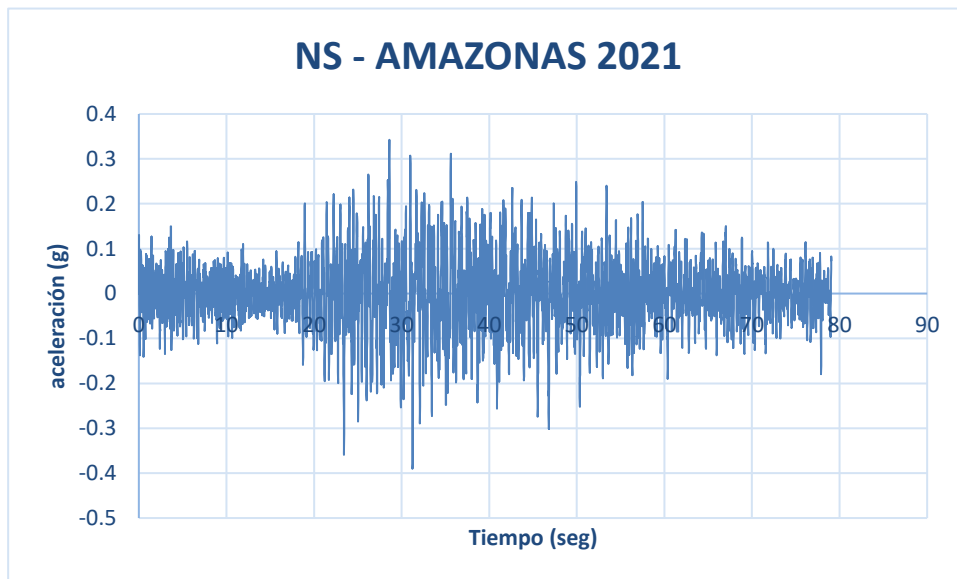


Figura 95 Registro espectro compatibles con aceleración similar a 0.3

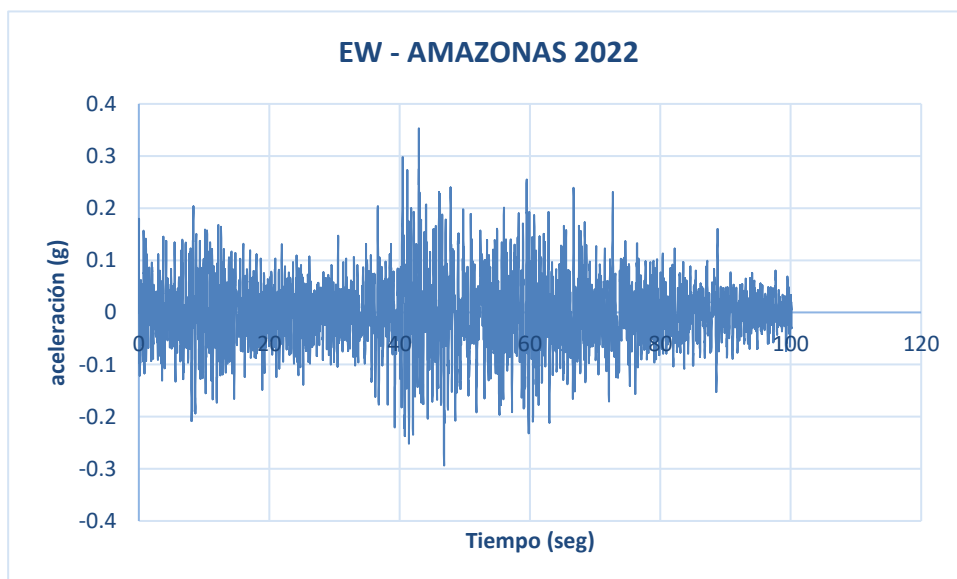


Figura 96 Registro espectro compatibles con aceleración similar a 0.3

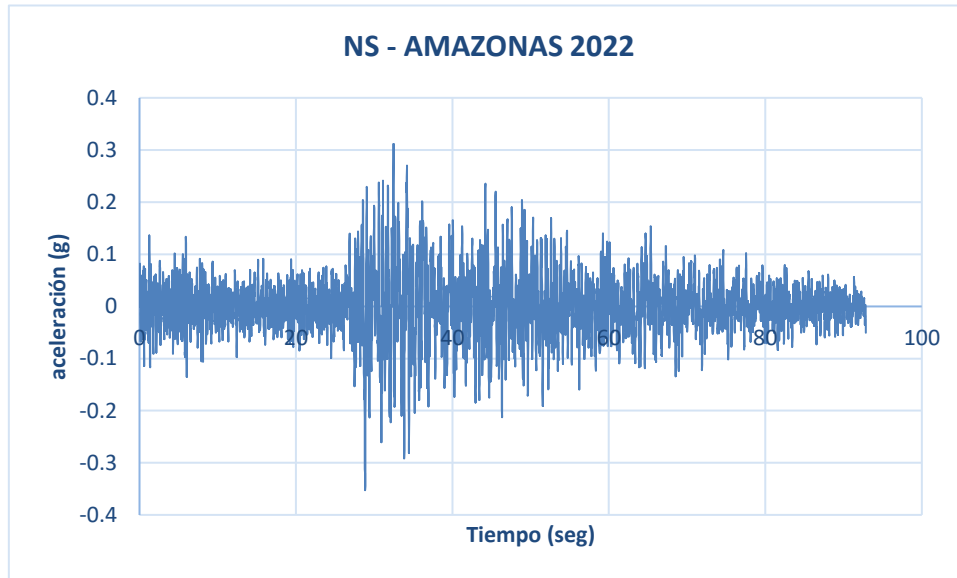


Figura 97 Registro espectro compatibles con aceleración similar a 0.3

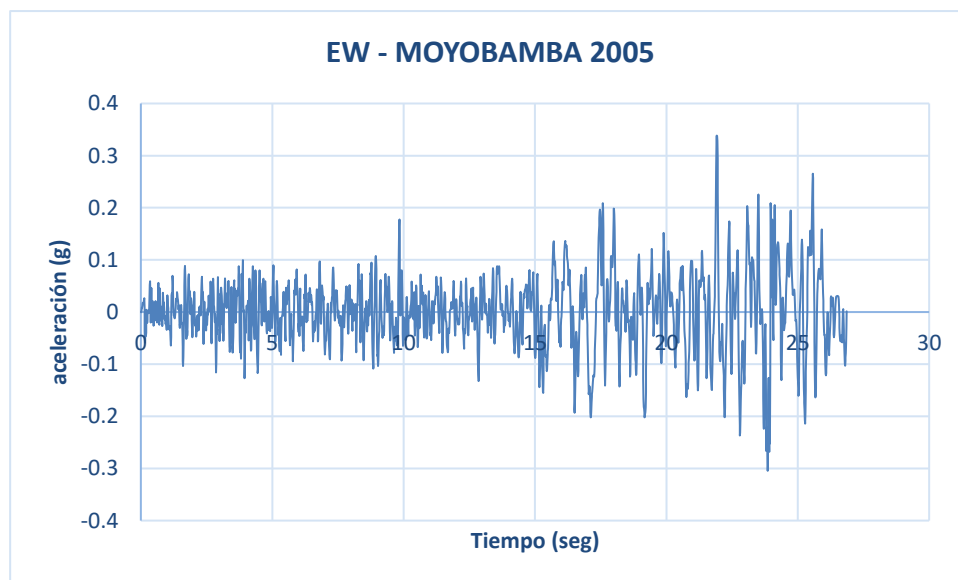


Figura 98 Registro espectro compatibles con aceleración similar a 0.3

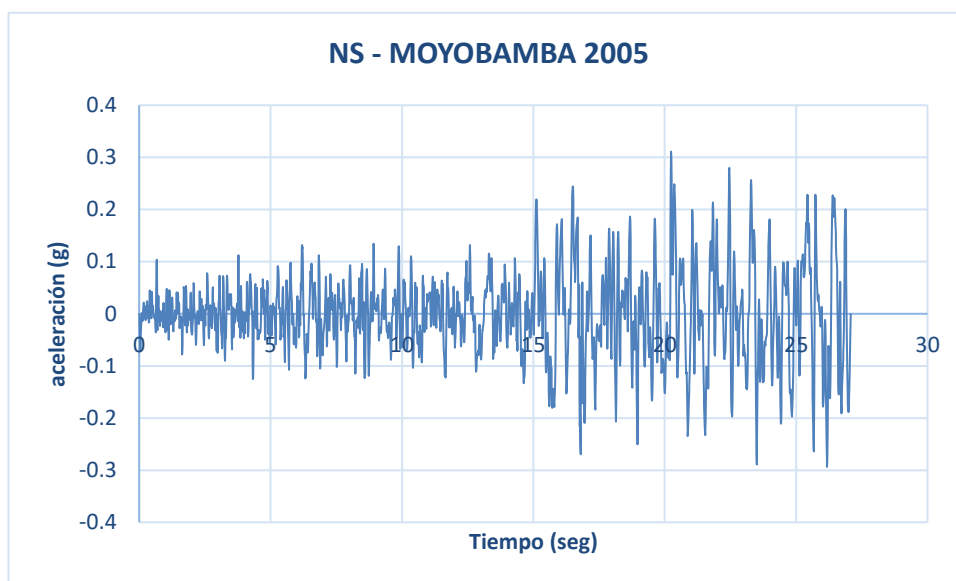


Figura 99 Registro espectro compatibles con aceleración similar a 0.3

Edificio 1

Se realizó un análisis no lineal tiempo historia por integración directa con 3 registros por dirección. Donde se considera que el amortiguamiento está al 5% entre el $0.2T_{min}$ y $1.5T_{max}$ para el cálculo del amortiguamiento.

Tabla 45 Periodo

EDIFICIO 1			
0.2Tmin	0.0854	Tx	0.456
1.5Tmax	0.684	Ty	0.427

Cortante basal en dirección XX y YY

Se muestra la cortante basal en el tiempo para ambas direcciones de los registros de AMAZONAS 2021, 2022 y MOYOBAMBA 2005.

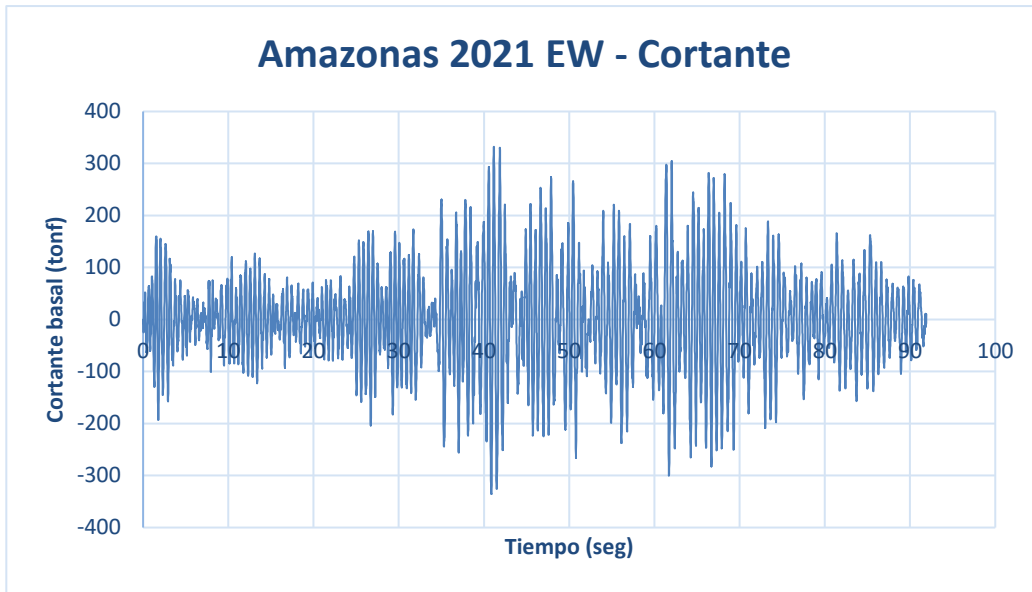


Figura 100 Cortante EW Amazonas 2021

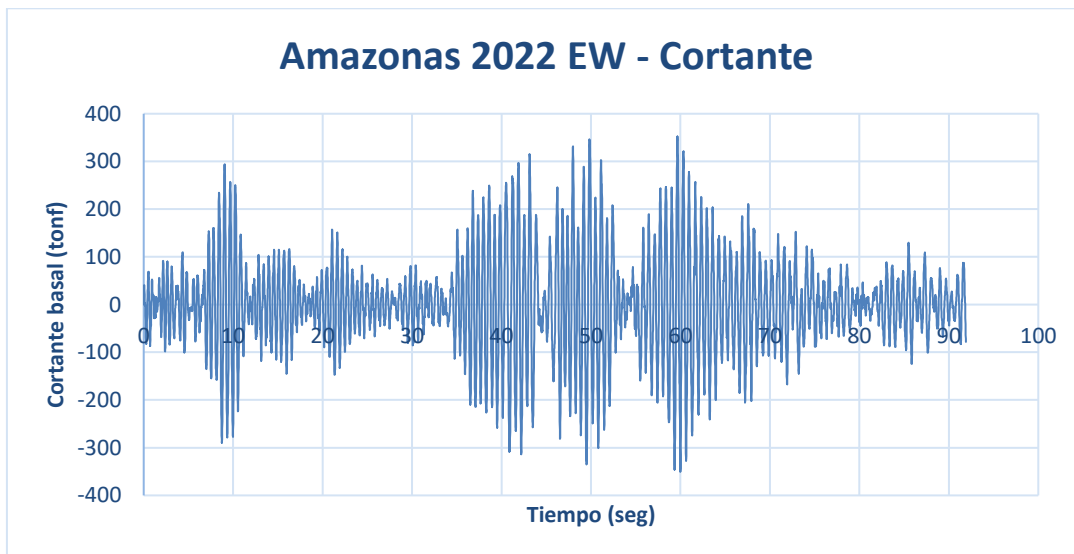


Figura 101 Cortante EW Amazonas 2022

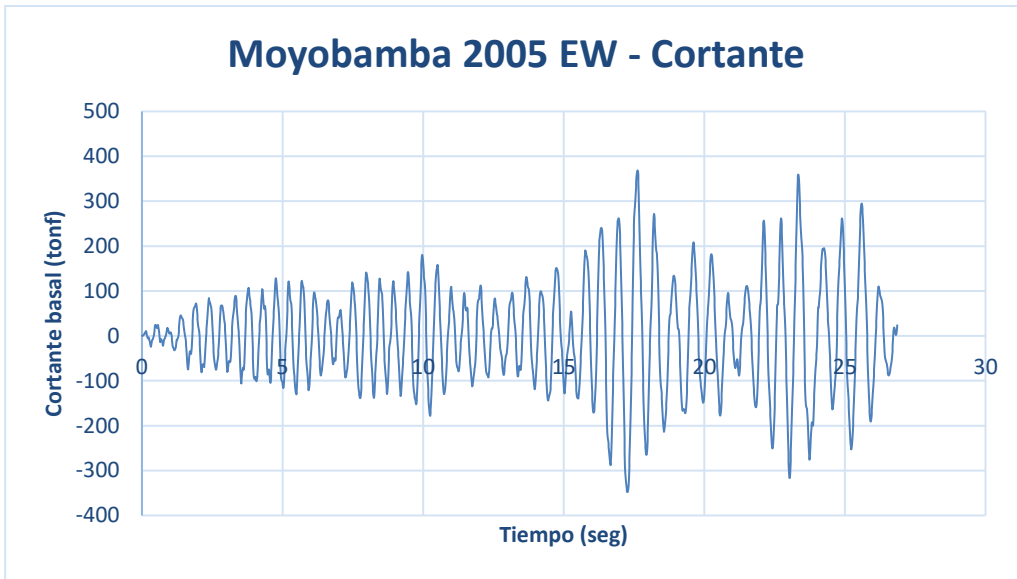


Figura 102 Cortante EW Moyobamba 2005

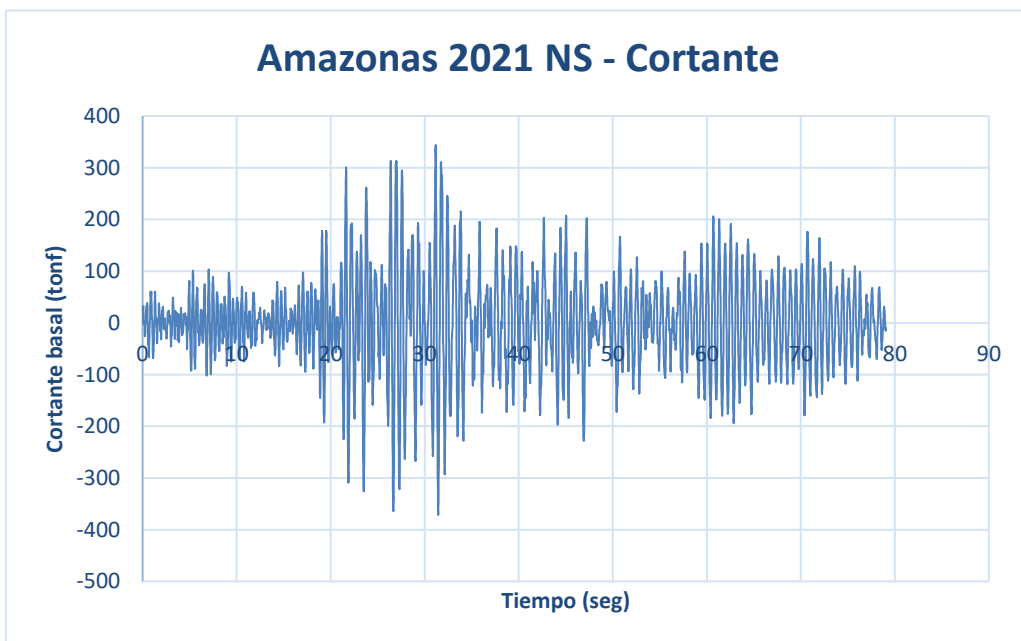


Figura 103 Cortante NS Moyobamba 2005

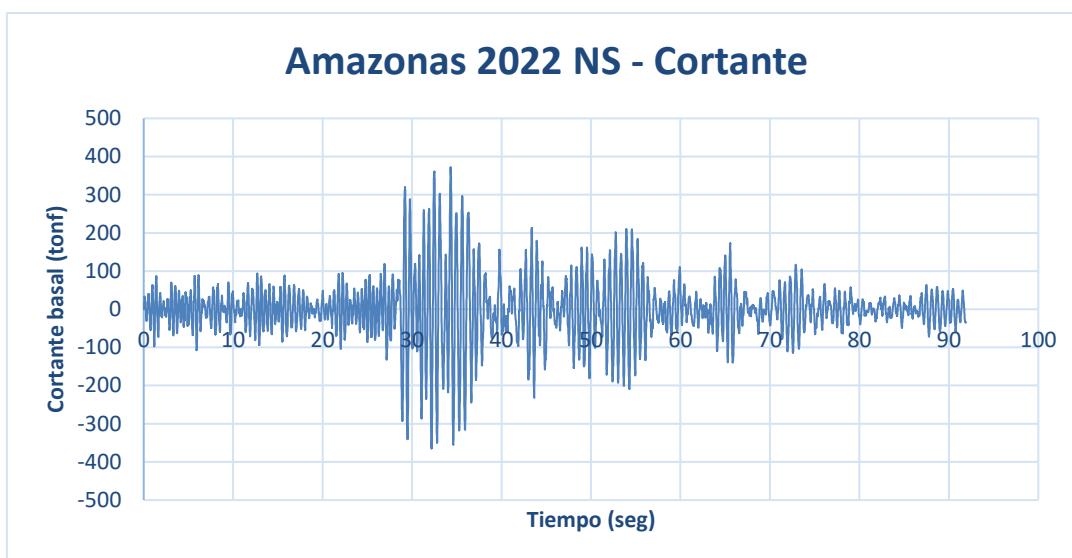


Figura 104 Cortante NS AMAZONAS 2022

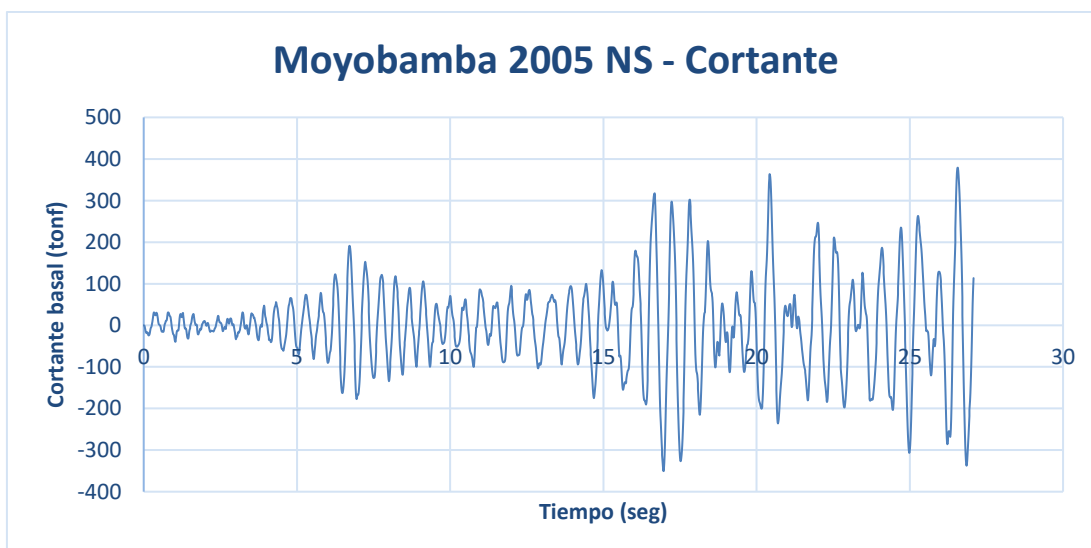


Figura 105 Cortante ND Moyobamba 2005

Desplazamiento en dirección XX y YY

Se muestra el desplazamiento en el tiempo para ambas direcciones de los registros de AMAZONAS 2021, 2022 y MOYOBAMBA 2005.

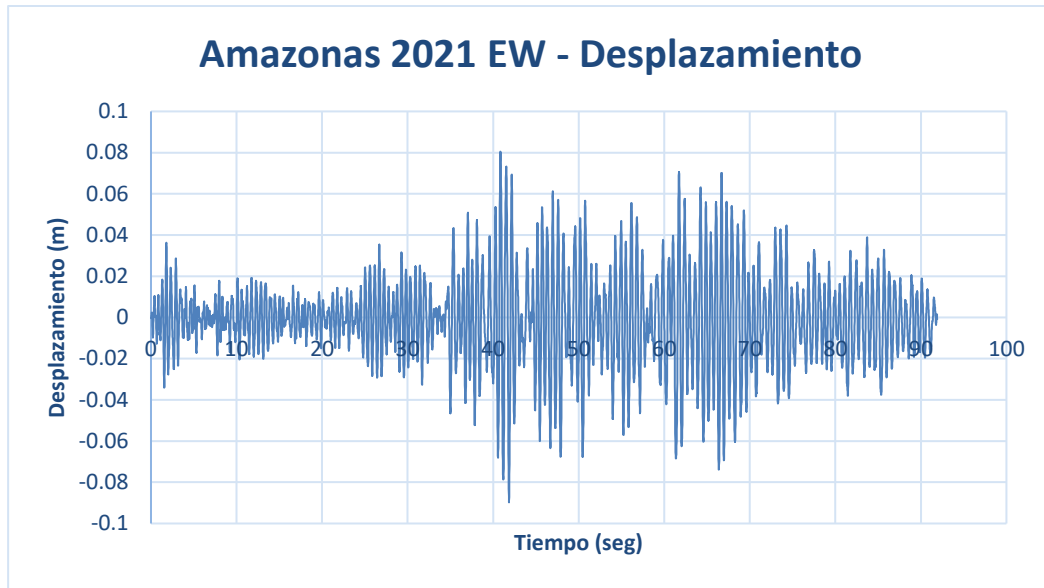


Figura 106 Desplazamiento EW Amazonas 2021



Figura 107 Desplazamiento EW Amazonas 2022

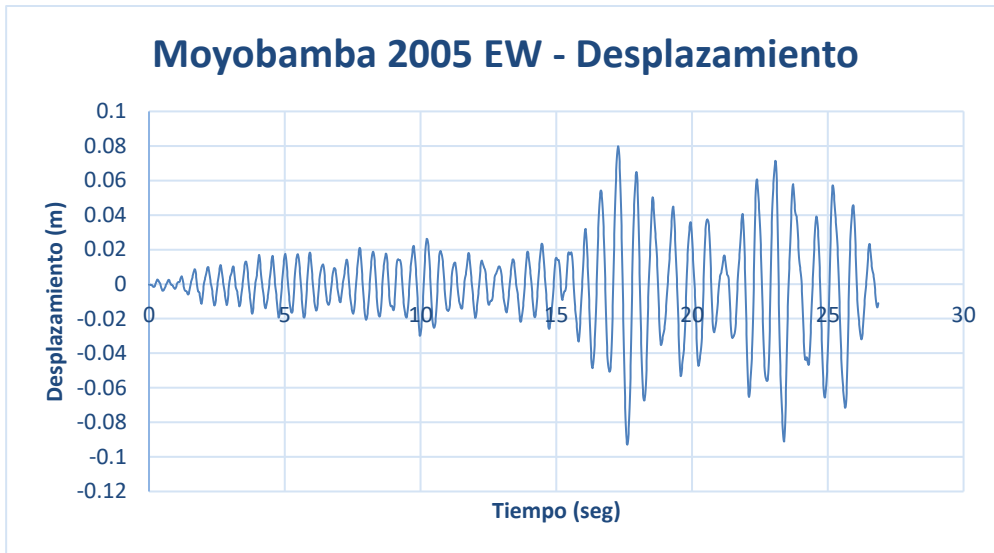


Figura 108 Desplazamiento EW Moyobamba

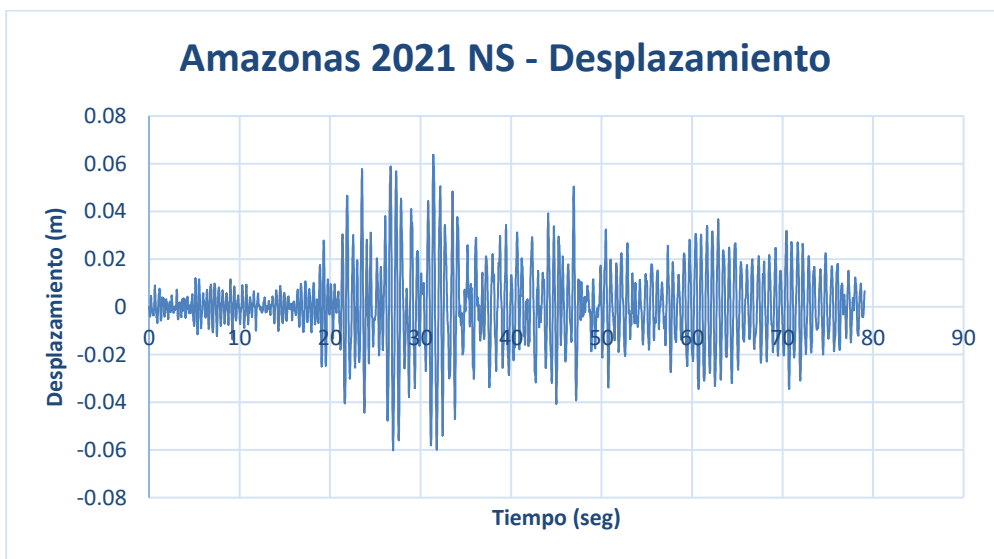


Figura 109 Desplazamiento NS Amazonas 2021



Figura 110 Desplazamiento NS Amazonas 2022

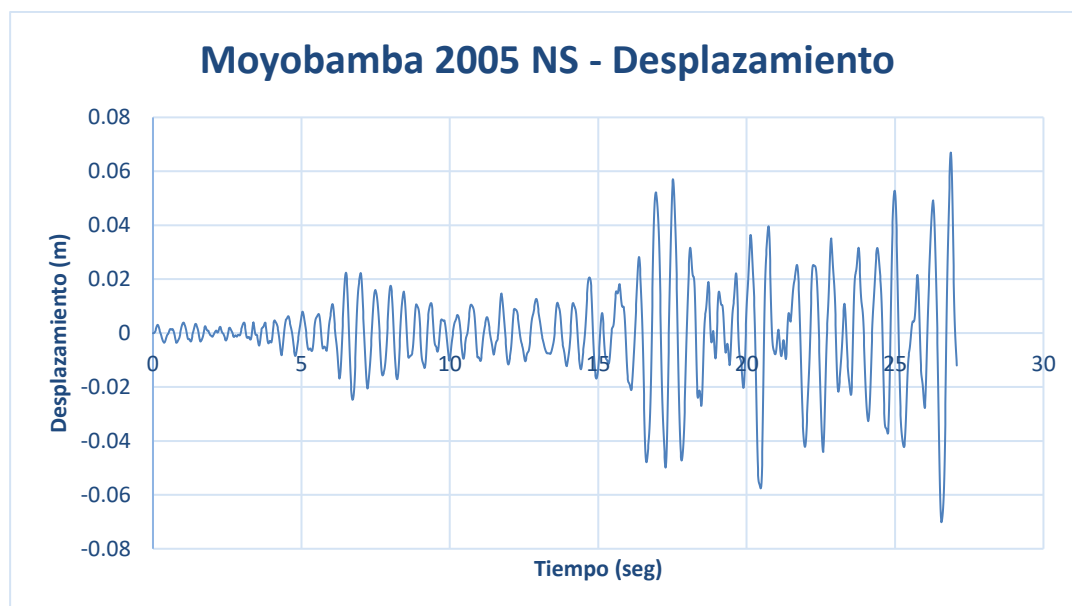


Figura 111 Desplazamiento NS Moyobamba 2005

Rotación en dirección XX y YY

Se muestra la rotación en el tiempo para ambas direcciones de los registros de AMAZONAS 2021, 2022 y MOYOBAMBA 2005.

Rotación EW-Amazonas 2021 de 10.9/1000

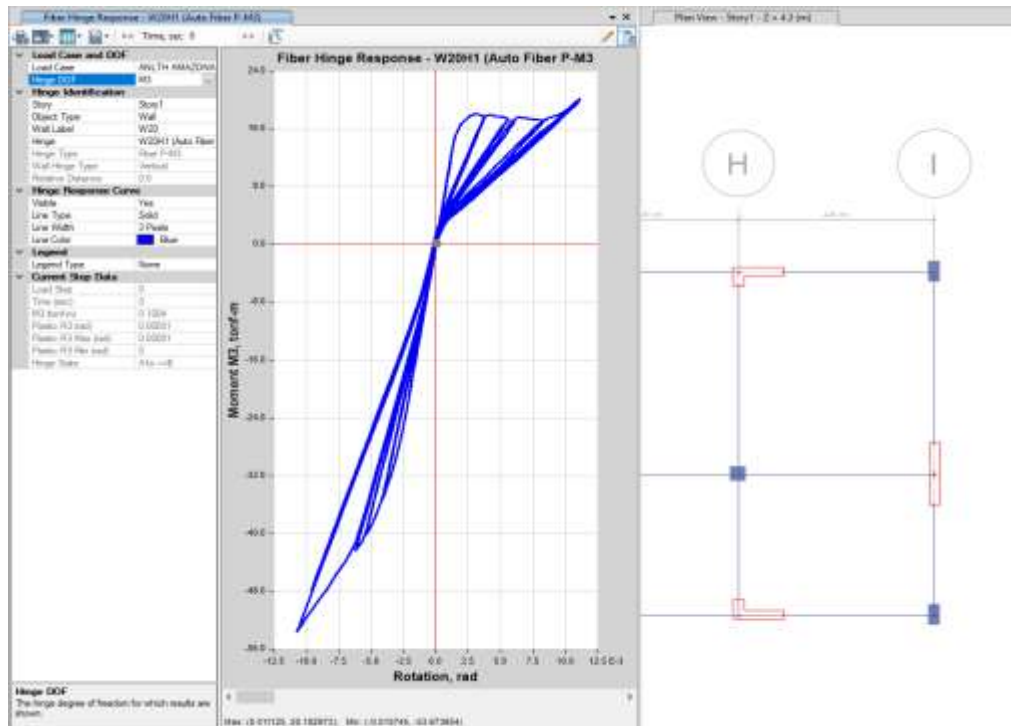


Figura 112 Rotación EW Amazonas 2021

Rotación EW-Amazonas 2022 de 12.7/1000

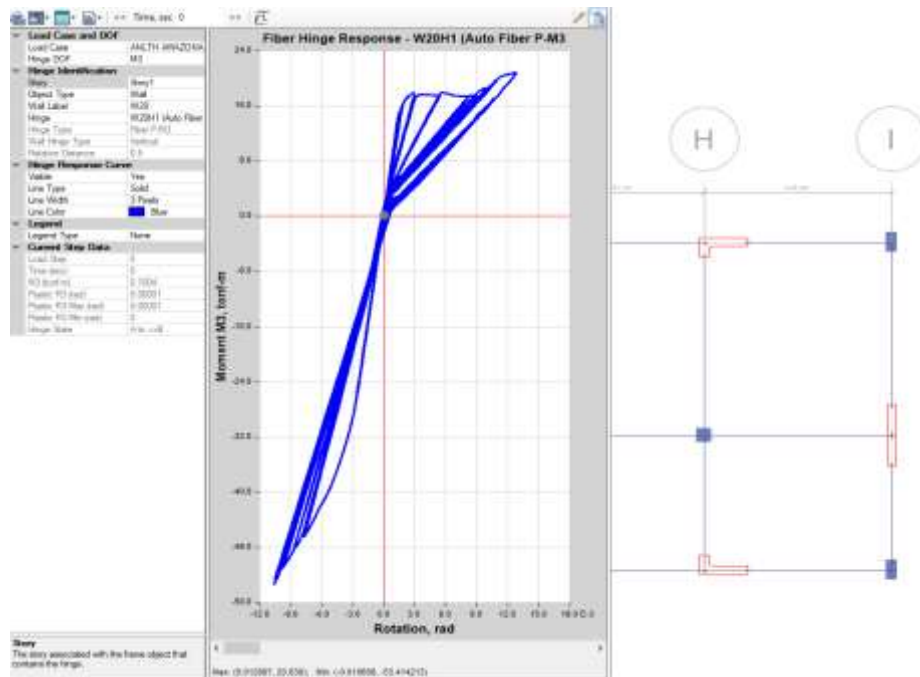


Figura 113 Rotación EW Amazonas 2022

Rotación EW-Moyobamba 2005 de 12.7/1000

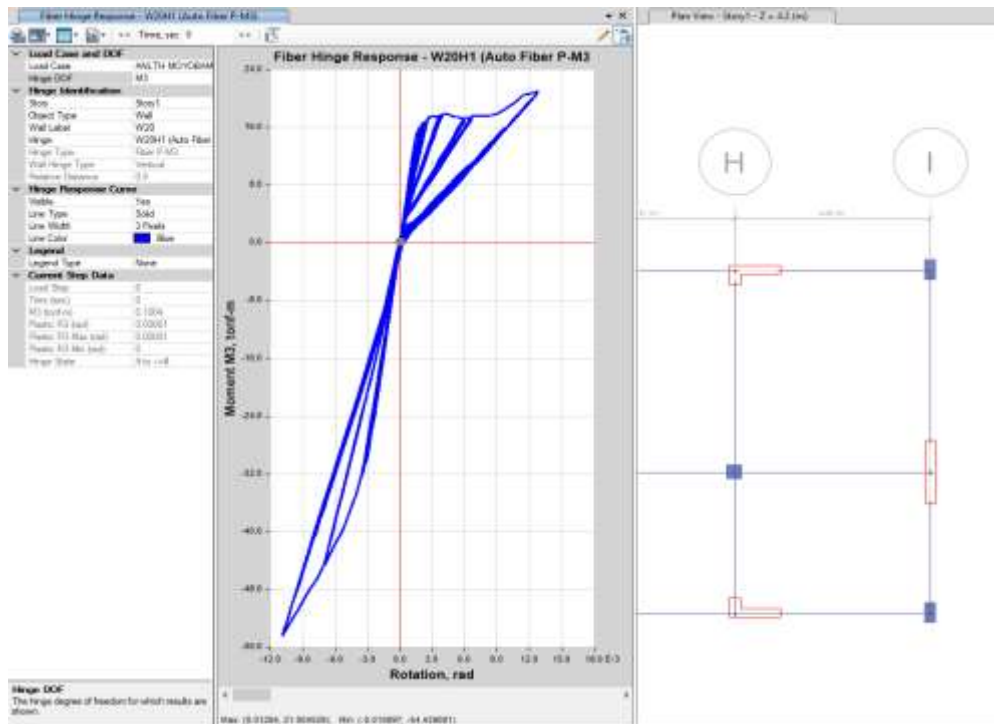


Figura 114 Rotación EW Moyobamba 2005

Rotación NS-Amazonas 2021 de 16.3/1000

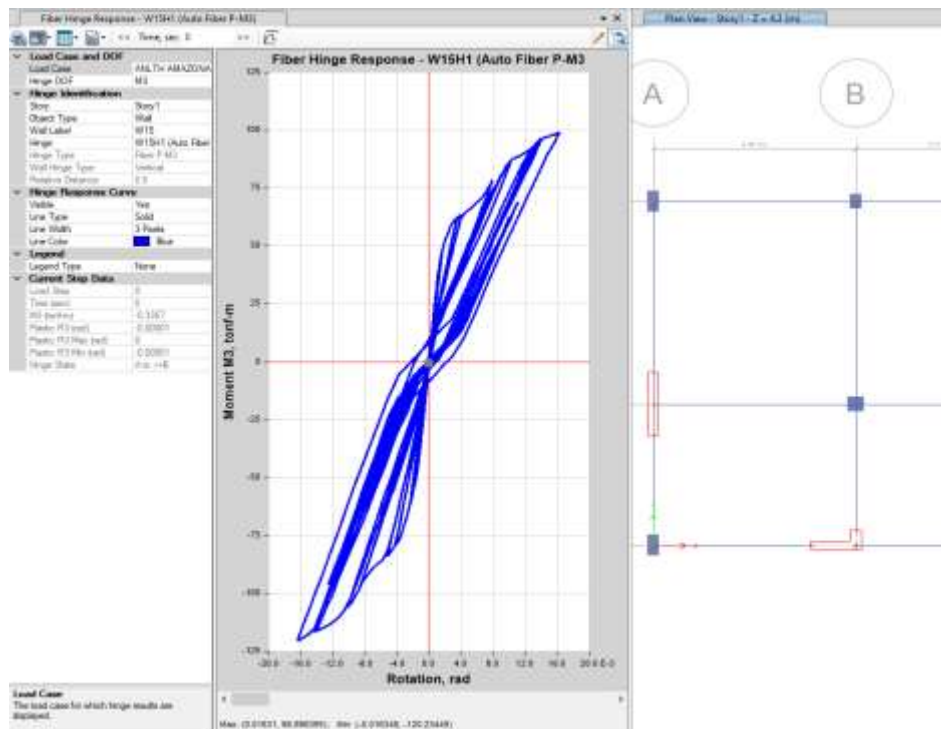


Figura 115 Rotación NS Amazonas 2021

Rotación NS-Amazonas 2022 de 14.5/1000

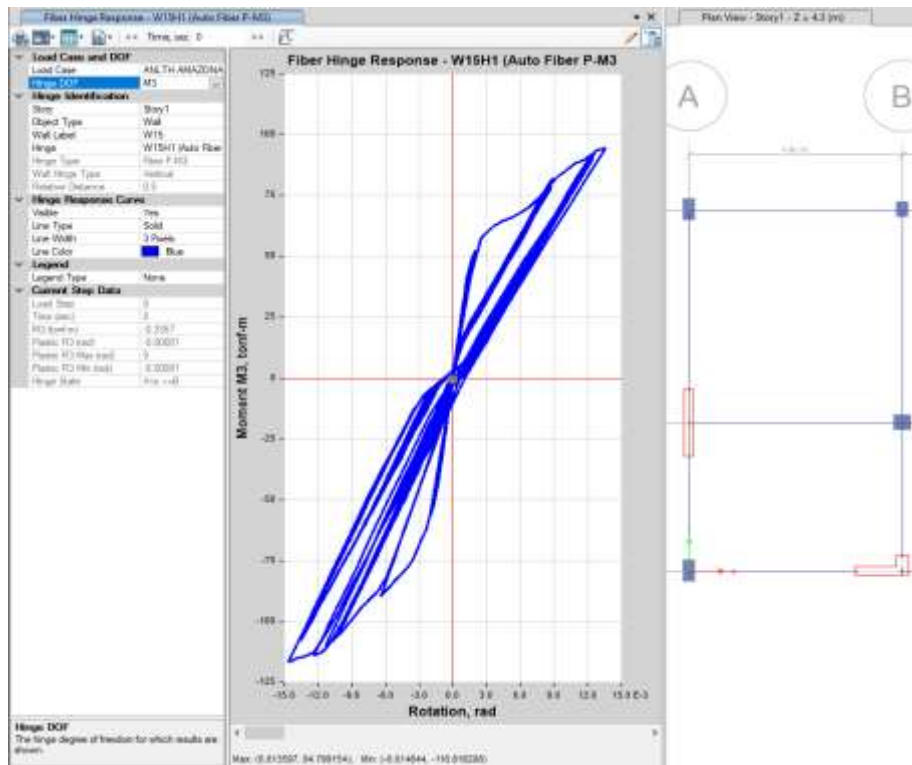


Figura 116 Rotación NS Amazonas 2022

Rotación NS-Moyobamba 2005 de 14.8/1000

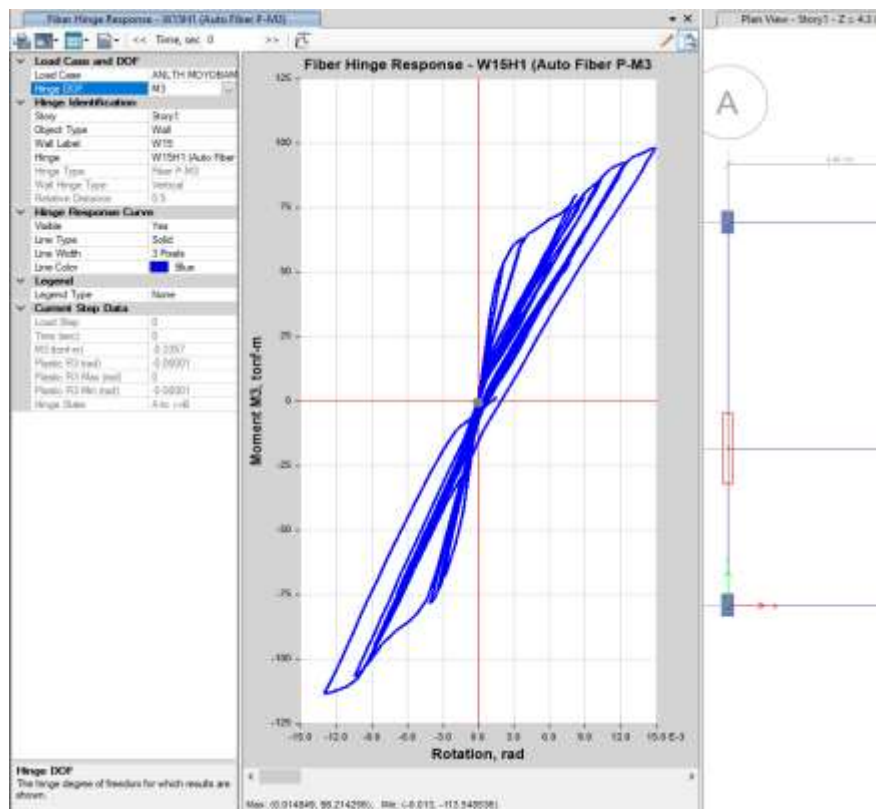


Figura 117 Rotación NS Moyobamba 2005

Se muestran los resultados máximos para cada registro y el máximo de los 3 en cada dirección que es el que se toma en consideración como respuesta para el caso del análisis no lineal tiempo historia acorde a la norma E030 en caso de tomar solo 3 registros.

Tabla 46 Cortante EW -Bloque 1

CORTANTE EW - BLOQUE 1	
Amazonas 2021	335
Amazonas 2022	352
Moyobamba 2005	368
MÁXIMO	368

Tabla 47 Cortante NS -Bloque 1

CORTANTE NS - BLOQUE 1	
Amazonas 2021	371
Amazonas 2022	372
Moyobamba 2005	379
MÁXIMO	379

Se muestra que la dirección YY tiene mayor cortante en el caso de todos los registros y también en función del valor máximo, lo cual mostraría que tiene mayor rigidez. Respecto a los desplazamientos también se puede observar que en la dirección YY se tiene mucho menor desplazamiento, lo cual verificaría que la dirección YY es más rígida.

Tabla 48 Desplazamiento EW -Bloque 1

DESPLAZAMIENTO EW - BLOQUE 1	
Amazonas 2021	0.090
Amazonas 2022	0.10
Moyobamba 2005	0.093
MÁXIMO	0.10

Tabla 49 Desplazamiento NS -Bloque 1

DESPLAZAMIENTO NS - BLOQUE 1	
Amazonas 2021	0.064
Amazonas 2022	0.074
Moyobamba 2005	0.070
MÁXIMO	0.074

Por otro lado, se resumen las rotaciones plásticas en los muros más exigidos en ambas direcciones.

Tabla 50 Rotación EW-Bloque 1

ROTACIÓN PLÁSTICA EW - BLOQUE 1	
Amazonas 2021	0.0084
Amazonas 2022	0.0102
Moyobamba 2005	0.0102
MÁXIMO	0.0102

Tabla 51 Rotación NS- Bloque 1

ROTACIÓN NS - BLOQUE 1	
Amazonas 2021	0.0138
Amazonas 2022	0.0120
Moyobamba 2005	0.0123
MÁXIMO	0.0138

Se muestra una mayor rotación en la dirección YY respecto de la dirección XX, se debería a que en la dirección YY hay una mayor torsión respecto de la dirección XX, lo cual lo llevaría a un peor desempeño en términos de rotaciones a pesar de ser más rígido la dirección YY.

Acorde a la tabla 10-19 del ASCE 41-17 si se sobrepasa la rotación plástica de 10/1000 se obtiene un desempeño de cercano al colapso y si se sobrepasa el 15/1000 estaríamos en un caso de colapso.

EDIFICIO 2

Se realizó un análisis no lineal tiempo historia por integración directa con 3 registros por dirección. Donde se considera que el amortiguamiento está al 5% entre el $0.2T_{min}$ y $1.5T_{max}$ para el cálculo del amortiguamiento.

Tabla 52 Periodo ANTH

EDIFICIO 2			
0.2Tmin	0.092	Tx	0.506
1.5Tmax	0.759	Ty	0.46

Cortante basal en dirección XX y YY

Se muestra la cortante basal en el tiempo para ambas direcciones de los registros de AMAZONAS 2021, 2022 y MOYOBAMBA 2005.

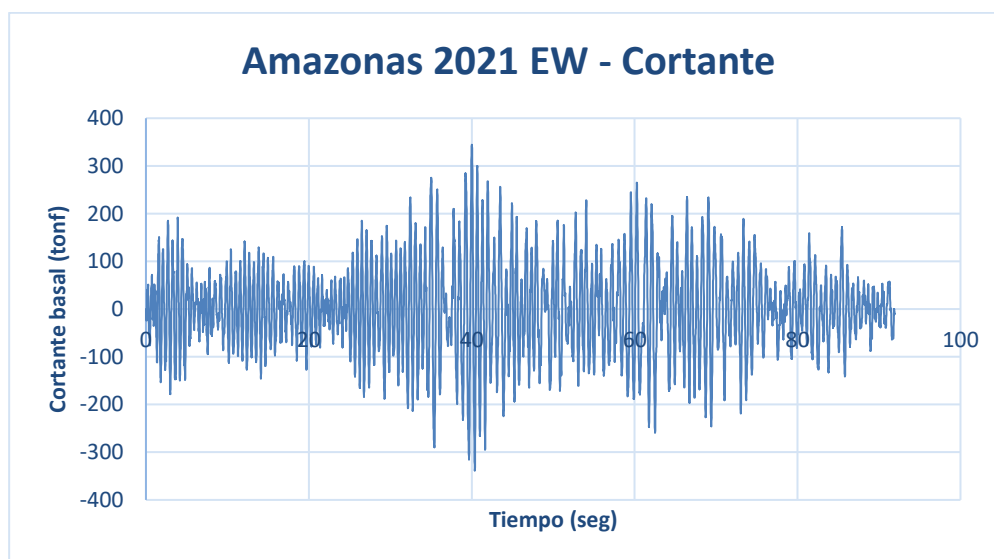


Figura 118 Cortante EW Amazonas 2021



Figura 119 Cortante EW Amazonas 2022

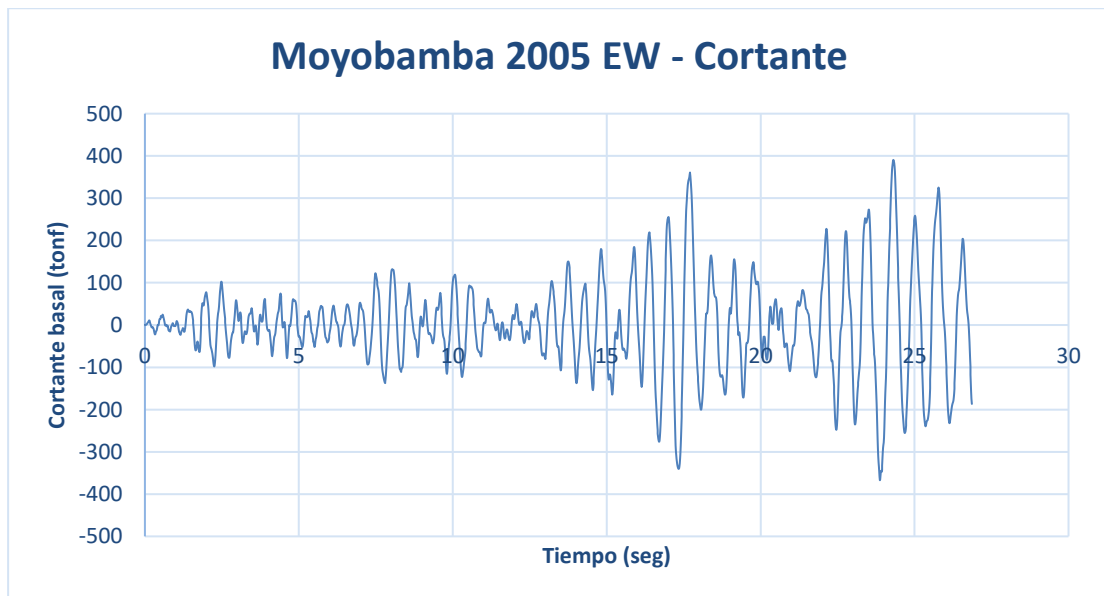


Figura 120 Cortante EW Moyobamba 2005

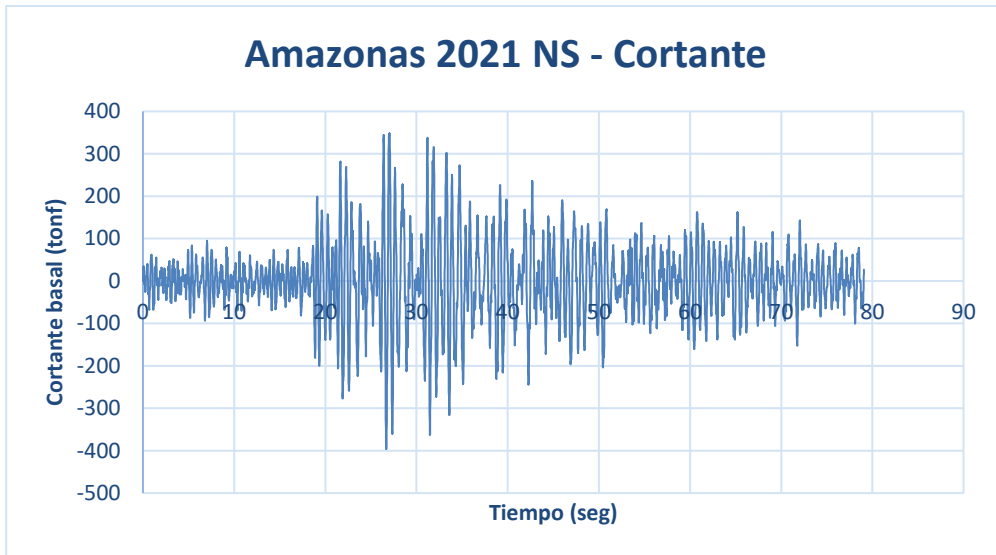


Figura 121 Cortante NS Amazonas 2021



Figura 122 Cortante NS Amazonas 2022

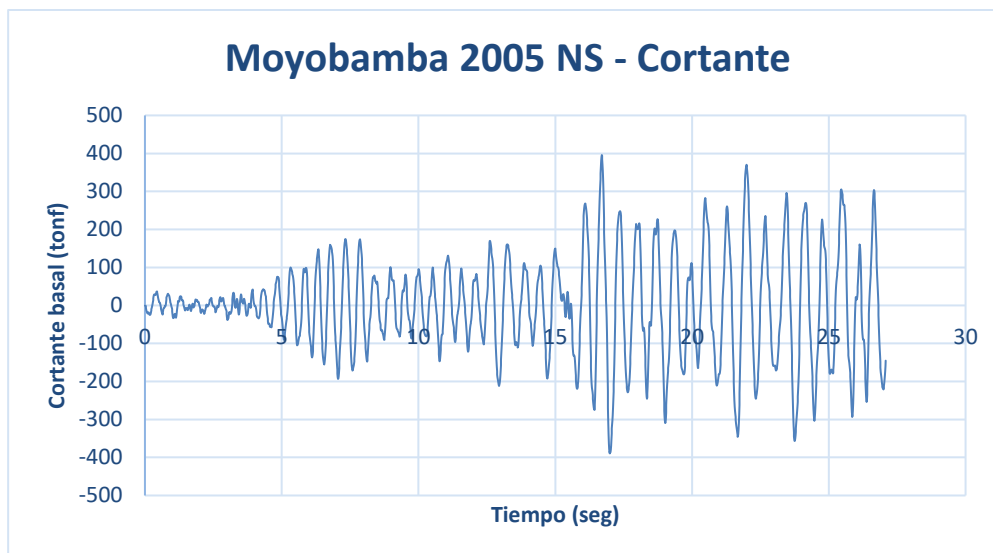


Figura 123 Cortante NS Moyobamba

Desplazamiento en dirección XX y YY

Se muestra el desplazamiento en el tiempo para ambas direcciones de los registros de AMAZONAS 2021, 2022 y MOYOBAMBA 2005.



Figura 124 Desplazamiento EW Amazonas 2021



Figura 125 Desplazamiento EW Amazonas 2022

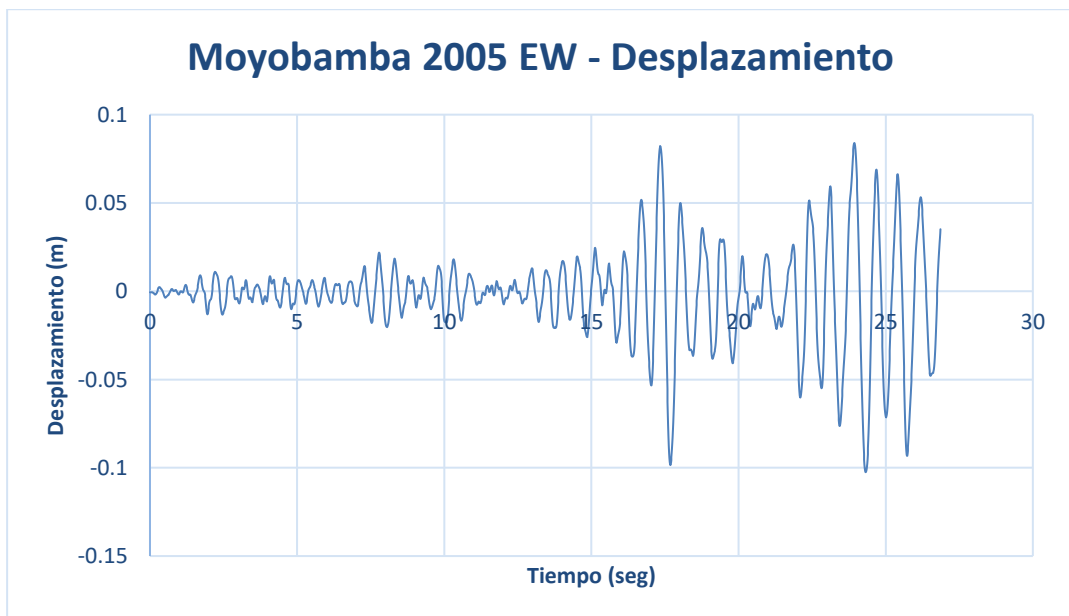


Figura 126 Desplazamiento EW Moyobamba 2005

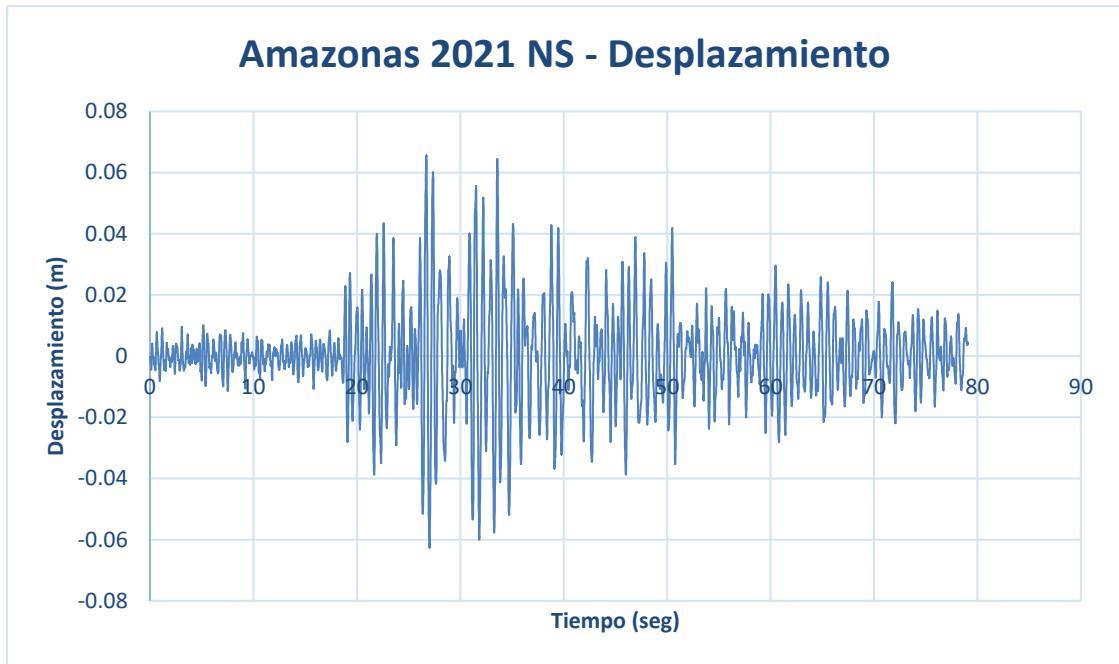


Figura 127 Desplazamiento NS Amazonas 2021



Figura 128 Desplazamiento NS Amazonas 2022

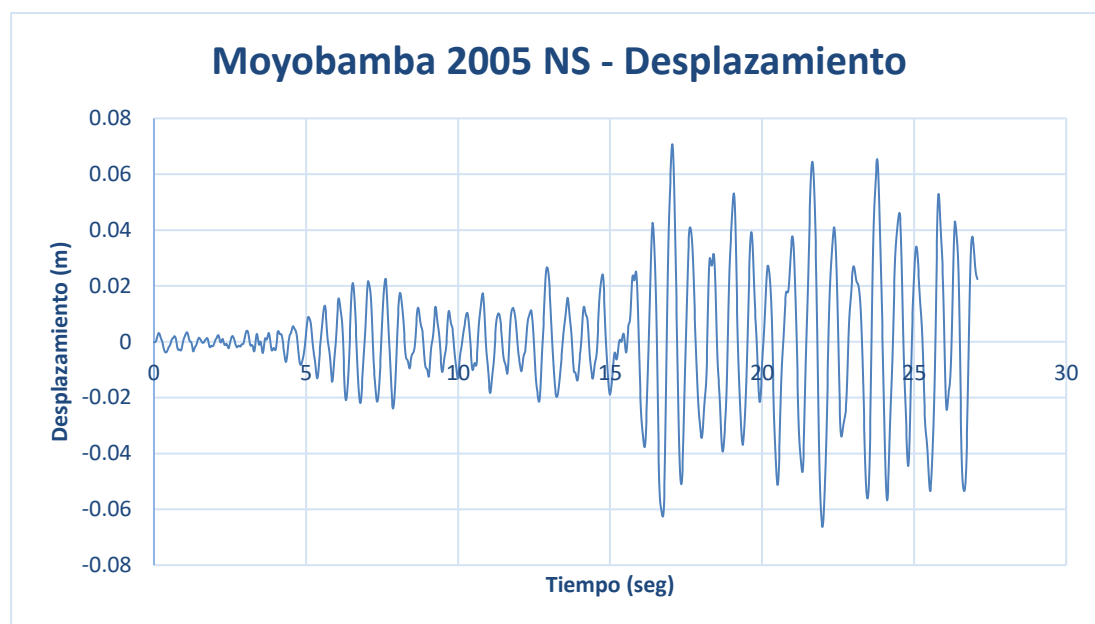


Figura 129 Desplazamiento NS Moyobamba

Rotación en dirección XX y YY

Se muestra la rotación en el tiempo para ambas direcciones de los registros de AMAZONAS 2021, 2022 y MOYOBAMBA 2005.

Rotación EW Amazonas 2021-12.4/1000

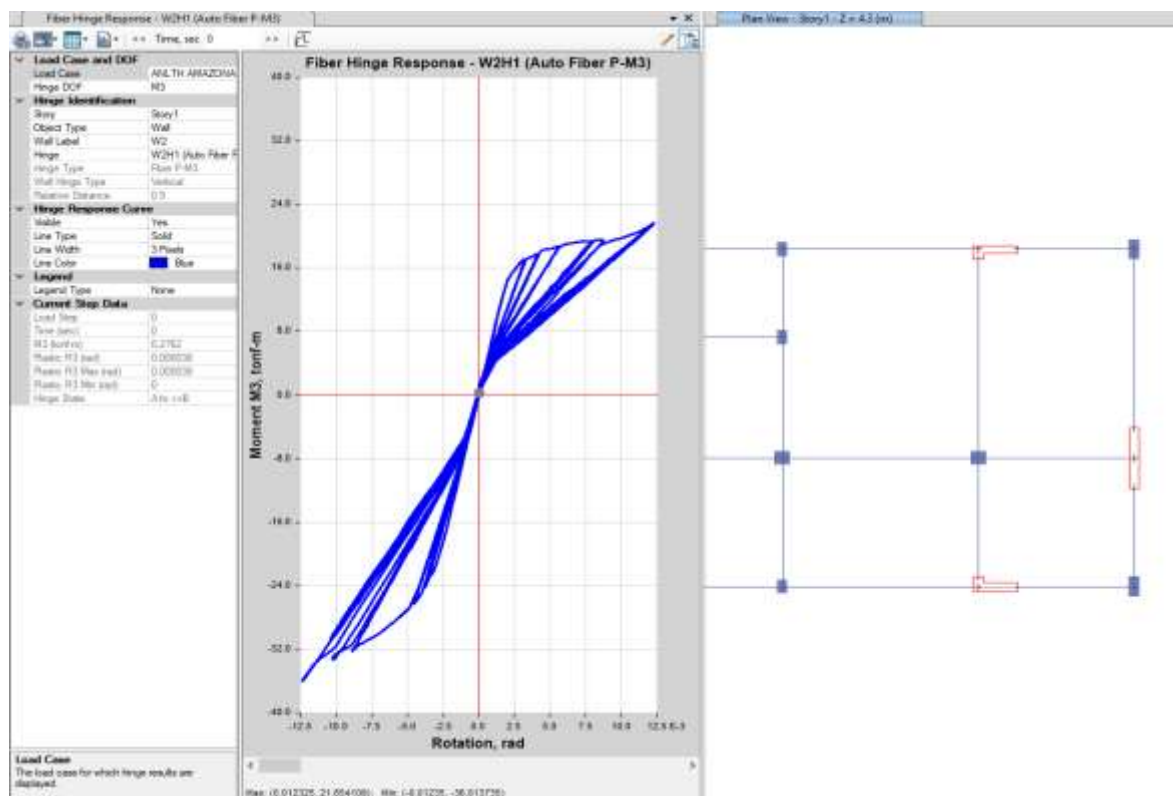


Figura 130 Rotación Amazonas 2021

Rotación EW Amazonas 2022-16.6/1000

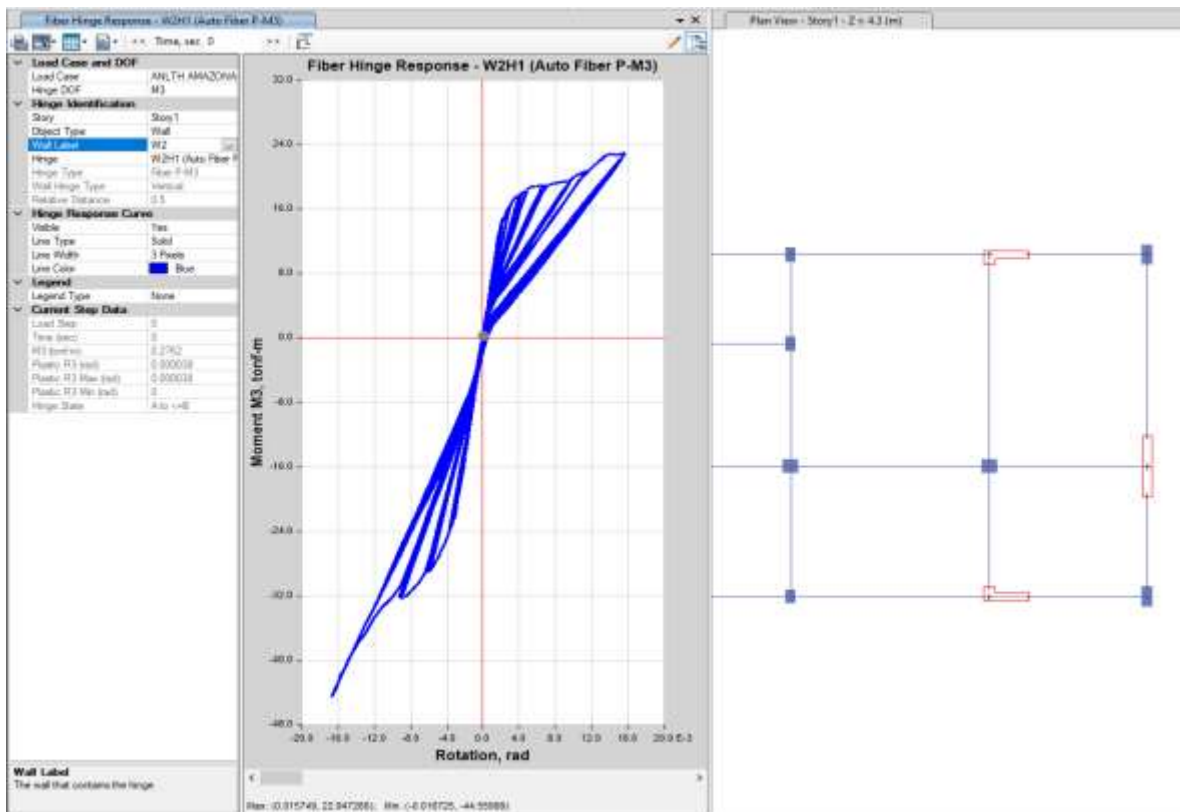


Figura 131 Rotación Amazonas 2022

Rotación EW Moyobamba 2005-17/1000

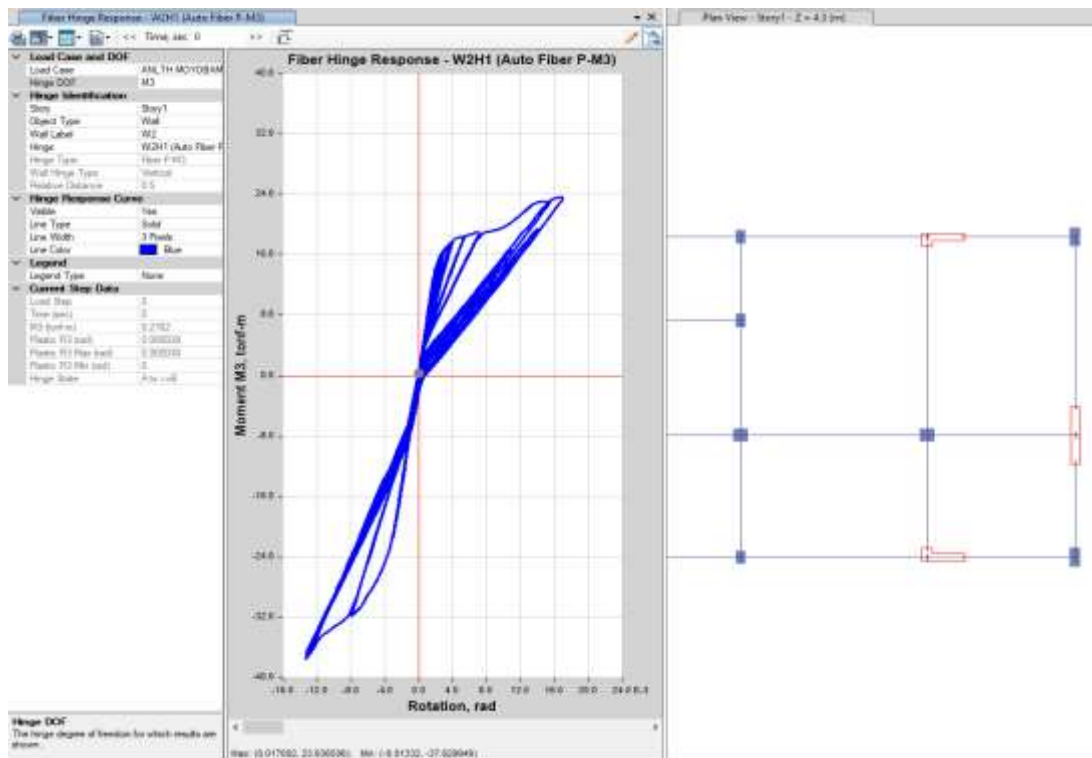


Figura 132 Rotación Moyobamba 2005

Rotación NS Amazonas 2021-19.81/1000

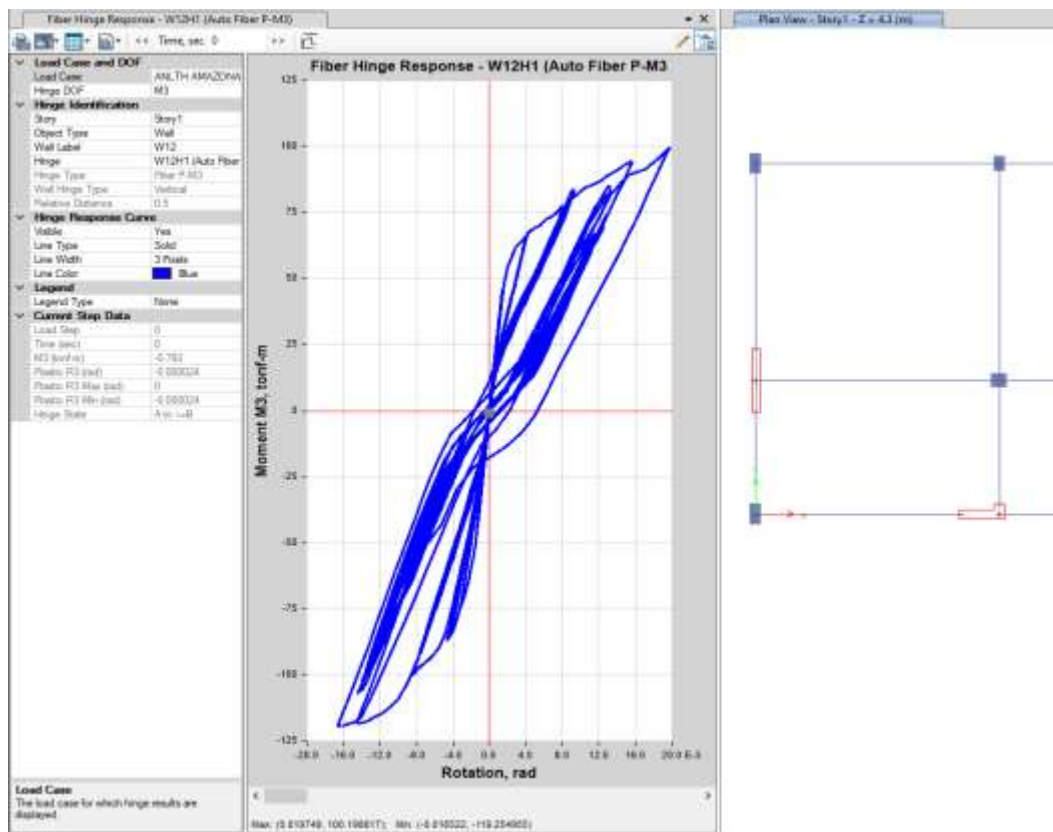


Figura 133 Rotación Amazonas 2021

Rotación NS Amazonas 2022-17.6/1000

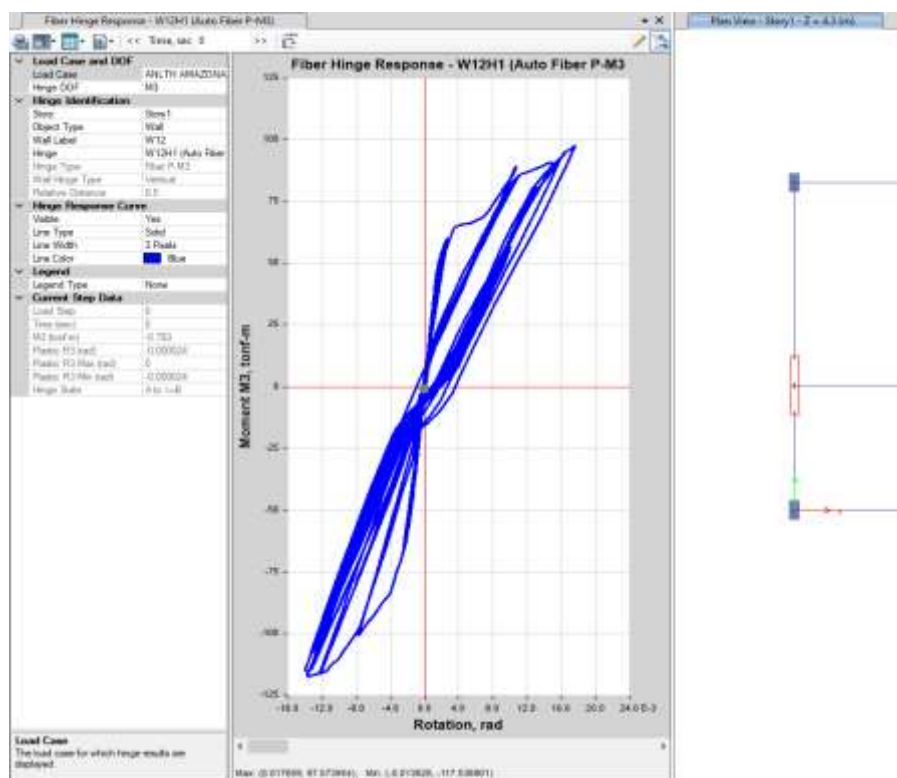


Figura 134 Rotación Amazonas 2022

Rotación NS Moyobamba 2005 -17.2/1000

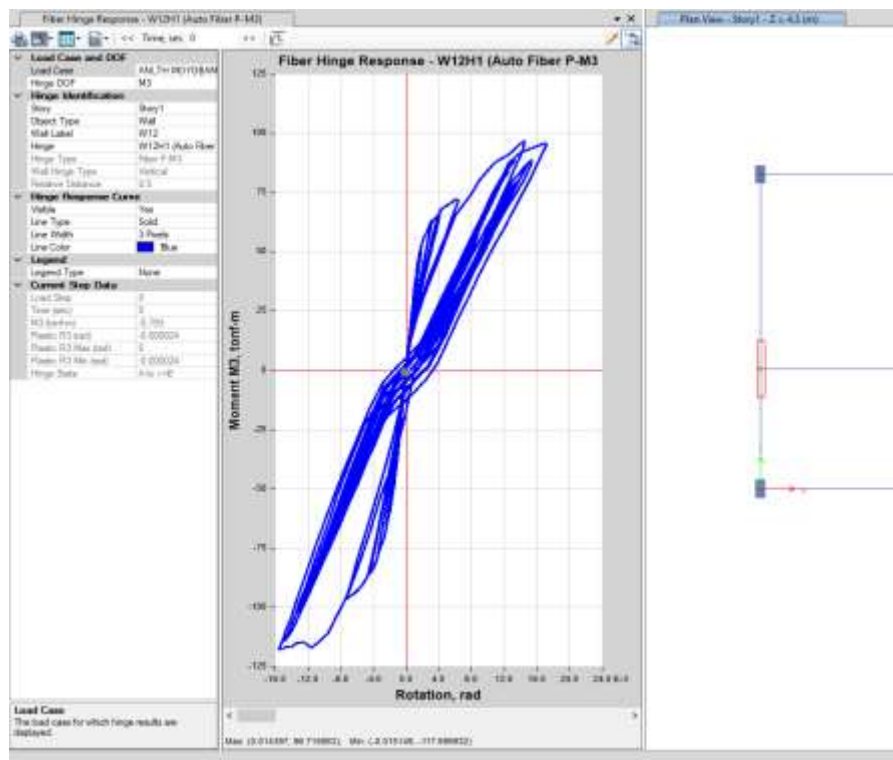


Figura 135 Rotación Moyobamba 2005

A continuación, se muestran los resultados máximos para cada registro y el máximo de los 3 en cada dirección que es el que se toma en consideración como respuesta para el caso del análisis no lineal tiempo historia acorde a la norma E030 en caso de tomar solo 3 registros.

Tabla 53 Cortante EW -Bloque 2

CORTANTE EW - BLOQUE 2	
Amazonas 2021	344
Amazonas 2022	377
Moyobamba 2005	391
MÁXIMO	391

Tabla 54 Cortante NS -Bloque 2

CORTANTE NS - BLOQUE 2	
Amazonas 2021	396
Amazonas 2022	374
Moyobamba 2005	396
MÁXIMO	396

Tabla 55 Desplazamiento EW -Bloque 2

DESPLAZAMIENTO EW - BLOQUE 2	
Amazonas 2021	0.080
Amazonas 2022	0.101
Moyobamba 2005	0.103
MÁXIMO	0.103

Tabla 56 Desplazamiento NS -Bloque 2

DESPLAZAMIENTO NS - BLOQUE 2	
Amazonas 2021	0.066
Amazonas 2022	0.072
Moyobamba 2005	0.071
MÁXIMO	0.072

Se muestra que la cortante es mayor en el bloque 2 a menor desplazamiento en la dirección YY, por lo que se verifica acorde a los resultados del análisis no lineal estático que la rigidez en esta dirección es mayor a la dirección XX. Por otro lado, se resumen las rotaciones plásticas en los muros más exigidos en ambas direcciones.

Tabla 57 Rotación EW-Bloque 2

ROTACIÓN PLÁSTICA EW - BLOQUE 2	
Amazonas 2021	0.0099
Amazonas 2022	0.0141
Moyobamba 2005	0.0145
MÁXIMO	0.0145

Tabla 58 Rotación NS -Bloque 2

ROTACIÓN NS - BLOQUE 2	
Amazonas 2021	0.0173
Amazonas 2022	0.0151
Moyobamba 2005	0.0147
MÁXIMO	0.0173

Se muestra una mayor rotación en la dirección YY respecto de la dirección XX, se debería a que en la dirección YY hay una mayor torsión respecto de la dirección XX, lo cual lo llevaría a un peor desempeño en términos de rotaciones a pesar de ser más rígido la dirección YY.

Acorde a la tabla 10-19 del ASCE 41-17 si se sobrepasa la rotación plástica de 10/1000 se obtiene un desempeño de cercano al colapso y si se sobrepasa el 15/1000 estaríamos en un caso de colapso.

Respecto al bloque 2 en la dirección XX estaríamos en un desempeño de cercano al colapso y en la dirección YY en un desempeño de colapso.

Comparativa entre edificio 1 y 2

Se muestran los resultados máximos del edificio 1 y 2 para el caso de análisis no lineal tiempo historia en ambas direcciones.

Tabla 59 Resultados máximos del ANTH

Dirección EW		
Parámetro	Edificio 1	Edificio 2
Cortante (tonf)	368	391
Desplazamiento (m)	0.102	0.103
Rotación plástica (rad)	0.0102	0.0145

Dirección NS		
Parámetro	Edificio 1	Edificio 2
Cortante (tonf)	379	396
Desplazamiento (m)	0.074	0.072
Rotación plástica (rad)	0.0138	0.0173

Se muestra que el edificio 1 en todos los casos muestra una menor rotación que el edificio 2, lo que mostraría que en el caso del edificio 2 habría un mayor daño, esto es lo esperado debido a que el edificio 2 presenta una mayor masa sísmica e igual cantidad de elementos estructurales que el edificio 1.

Comparativa entre análisis no lineal estático y tiempo historia

Se muestra la comparativa en la dirección EW y NS entre el análisis no lineal estático y tiempo historia.

Tabla 60 Comparativa ANLTH Y ANLE en EW-Bloque 1

BLOQUE 1 - EW	ANLTH	ANLE
Cortante (tonf)	368	271
Desplazamiento (m)	0.102	0.053
Rotación plástica (rad)	0.0102	0.043

Tabla 61 Comparativa ANLTH Y ANLE en EW-Bloque 2

BLOQUE 2 - EW	ANLTH	ANLE
Cortante (tonf)	391	314
Desplazamiento (m)	0.103	0.073
Rotación plástica (rad)	0.0145	0.0086

Tabla 62 Comparativa ANLTH Y ANLE en NS-Bloque 1

BLOQUE 1 - NS	ANLTH	ANLE
Cortante (tonf)	379	348.9
Desplazamiento (m)	0.074	0.00478
Rotación plástica (rad)	0.0138	0.0052

Tabla 63 Comparativa ANLTH Y ANLE en NS-Bloque 2

BLOQUE 2 - NS	ANLTH	ANLE
Cortante (tonf)	396	392
Desplazamiento (m)	0.072	0.056
Rotación plástica (rad)	0.0173	0.0074

Se muestra que en el caso del ANLTH presenta mayores valores de respuesta respecto de los ANLE, esto se puede deber a que la estructura no es completamente regular y presenta torsión por lo que el primer modo no sería totalmente representativo, los registros espectro compatibles presentan aceleración ligeramente superior al del espectro y porque el efecto cíclico que se presenta en este tipo de análisis genera más pérdida de rigidez que un análisis no lineal estático y resultados más desfavorables.

Costo y tiempo de inversión del diseño de la edificación 1

Costo de la edificación 1

Tabla 64 Costo de la edificación-Bloque 1

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				
01.01.11	COLUMNAS (PRIMER , SEGUNDO PISO Y TERCER PISO)				
01.01.11.01	CONCRETO PARA COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	m ³	23.15	496.70	S/ 11,498.24
01.01.11.02	ENCOFRADO Y DESENC. PARA COLUMNAS	m ²	280.78	48.30	S/ 13,560.58
01.01.11.03	ACERO GRADO 60/4200 PARA COLUMNAS	kg	6,544.68	4.47	S/ 29,257.97
01.01.12	VIGAS				
01.01.12.01	CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m ³	15.80	343.73	S/ 5,430.92
01.01.12.02	ENCOFRADO Y DESENC. PARA VIGAS RECT.	m ²	133.60	56.33	S/ 7,525.43
01.01.12.03	ACERO GRADO 60/4200 PARA VIGAS	kg	2550.00	4.47	S/ 11,399.77
01.01.13	LOSAS ALIGERADAS				
01.01.13.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS f'c= 210 kg/cm2	m ³	50.60	404.14	S/ 20,449.45
01.01.13.02	ENCOFRADO Y DESENC. PARA LOSAS ALIGERADAS	m ²	252.60	42.30	S/ 10,684.39
01.01.13.03	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	2105.00	3.87	S/ 8,149.16
01.01.13.04	ACERO GRADO 60/4200 PARA ALIGERADO	kg	70.75	4.47	S/ 316.29
01.01.12	ESCALERA				
01.01.12.01	CONCRETO EN ESCALERA f'c=210 kg/cm2	m ³	1.32	434.13	S/ 574.14
01.01.12.02	ENCOFRADO Y DESENC. PARA ESCALERA	m ²		143.01	S/ -
01.01.12.03	ACERO GRADO 60/4200 PARA ESCALERA	kg		4.59	S/ -
01.02	SEGUNDO PISO				
01.02.02	VIGAS				
01.02.02.01	CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m ³	15.80	343.73	S/ 5,430.92
01.02.02.02	ENCOFRADO Y DESENC. PARA VIGAS RECT.	m ²	133.60	56.33	S/ 7,525.43
01.02.02.03	ACERO GRADO 60/4200 PARA VIGAS	kg	2550.00	4.47	S/ 11,399.77
01.02.03	LOSAS ALIGERADAS				
01.02.03.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS f'c= 210 kg/cm2	m ³	50.60	404.14	S/ 20,449.45
01.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENC. PARA LOSAS ALIGERADAS	m ²	252.60	42.30	S/ 10,684.39
01.02.03.03	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	2105.00	3.87	S/ 8,149.16
01.02.03.04	ACERO GRADO 60/4200 PARA ALIGERADO	kg	70.75	4.47	S/ 316.29
01.02	TERCER PISO				
01.02.02	VIGAS				
01.02.02.01	CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m ³	15.80	343.73	S/ 5,430.92
01.02.02.02	ENCOFRADO Y DESENC. PARA VIGAS RECT.	m ²	133.60	56.33	S/ 7,525.43
01.02.02.03	ACERO GRADO 60/4200 PARA VIGAS	kg	2550.00	4.47	S/ 11,399.77
01.02.03	LOSAS ALIGERADAS				
01.02.03.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS f'c= 210 kg/cm2	m ³	50.60	404.14	S/ 20,449.45
01.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENC. PARA LOSAS ALIGERADAS	m ²	252.60	42.30	S/ 10,684.39
01.02.03.03	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	2105.00	3.87	S/ 8,149.16
01.02.03.04	ACERO GRADO 60/4200 PARA ALIGERADO	kg	70.75	4.47	S/ 316.29
					S/ 246,757.18

Costo del diseño de la edificación 2

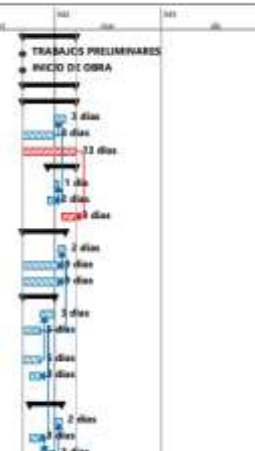
Tabla 65 Costo de la edificación-Bloque 2

Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
ESTRUCTURAS				
COLUMNAS (PRIMER,SEGUNDO PISO,TERCER PISO)				
CONCRETO PARA COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	m ³	26.06	496.70	S/ 12,943.52
ENCOFRADO Y DESENC. PARA COLUMNAS	m ²	319.16	48.30	S/ 15,414.19
ACERO GRADO 60/4200 PARA COLUMNAS	kg	7,413.01	4.47	S/ 33,139.84
VIGAS				
CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m ³	18.20	343.73	S/ 6,255.87
ENCOFRADO Y DESENCF. PARA VIGAS RECT.	m ²	154.10	56.33	S/ 8,680.16
ACERO GRADO 60/4200 PARA VIGAS	kg	1581.00	4.47	S/ 7,067.85
LOSAS ALIGERADAS				
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS f'c= 210 kg/cm2	m ³	50.60	404.14	S/ 20,449.45
ENCOFRADO Y DESENCF. PARA LOSAS ALIGERADAS	m ²	252.60	42.30	S/ 10,684.39
LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	2105.00	3.87	S/ 8,149.16
ACERO GRADO 60/4200 PARA ALIGERADO	kg	3580.00	4.47	S/ 16,004.38
ESCALERA				
CONCRETO EN ESCALERA f'c=210 kg/cm2	m ³	1.32	434.13	S/ 574.14
ENCOFRADO Y DESENCF. PARA ESCALERA	m ²		143.01	S/ -
ACERO GRADO 60/4200 PARA ESCALERA	kg		4.59	S/ -
SEGUNDO PISO				
VIGAS				
CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m ³	18.20	343.73	S/ 6,255.87
ENCOFRADO Y DESENCF. PARA VIGAS RECT.	m ²	154.10	56.33	S/ 8,680.16
ACERO GRADO 60/4200 PARA VIGAS	kg	1581.00	4.47	S/ 7,067.85
LOSAS ALIGERADAS				
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS f'c= 210 kg/cm2	m ³	50.60	404.14	S/ 20,449.45
ENCOFRADO Y DESENCF. PARA LOSAS ALIGERADAS	m ²	252.60	42.30	S/ 10,684.39
LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	2105.00	3.87	S/ 8,149.16
ACERO GRADO 60/4200 PARA ALIGERADO	kg	3580.00	4.47	S/ 16,004.38
TERCER PISO				
VIGAS				
CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m ³	18.20	343.73	S/ 6,255.87
ENCOFRADO Y DESENCF. PARA VIGAS RECT.	m ²	154.10	56.33	S/ 8,680.16
ACERO GRADO 60/4200 PARA VIGAS	kg	1581.00	4.47	S/ 7,067.85
LOSAS ALIGERADAS				
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS f'c= 210 kg/cm2	m ³	50.60	404.14	S/ 20,449.45
ENCOFRADO Y DESENCF. PARA LOSAS ALIGERADAS	m ²	252.60	42.30	S/ 10,684.39
LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	2105.00	3.87	S/ 8,149.16
ACERO GRADO 60/4200 PARA ALIGERADO	kg	3580.00	4.47	S/ 16,004.38
				S/ 293,945.48

Tiempo de inversión de la edificación 1

Tabla 66 Tiempo de inversión -Bloque 1

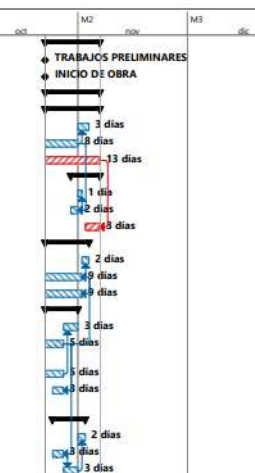
Id	Item	Partida	Und	Metrado	P.U. (\$/)	Costo	M-1	M1	M2	M3
1	01	ESTRUCTURAS				\$ 155,197.37				
2	01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				\$ 0.00				
3		INICIO DE OBRA				\$ 0.00				
4	01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				\$ 155,197.37				
5	01.04.02	COLUMNAS				\$ 54,179.95				
6	01.04.02.01	CONCRETO EN COLUMNAS F'C=210 KG/CM2	m3	23.15	496.70	\$ 11,589.75				
7	01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	280.28	48.30	\$ 7,057.80				
8	01.04.02.03	ACERO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	6544.88	4.47	\$ 29,248.40				
9	01.04.03	PLACAS				\$ 3,979.05				
10	01.04.03.01	CONCRETO EN PLACAS F'C=210 KG/CM2	m3	2.37	455.85	\$ 1,080.36				
11	01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	31.49	19.88	\$ 626.02				
12	01.04.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	430.43	5.28	\$ 2,272.67				
13	01.04.05	VIGAS				\$ 43,518.48				
14	01.04.05.01	CONCRETO EN VIGAS F'C=210 KG/CM2	m3	18.20	343.73	\$ 6,255.99				
15	01.04.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	154.10	56.33	\$ 8,670.48				
16	01.04.05.03	ACERO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	1581	4.47	\$ 7,066.01				
17	01.04.08	LOSAS ALIGERADAS				\$ 45,353.19				
18	01.04.08.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS F'C=210 KG/CM2	m3	50.60	404.14	\$ 20,450.58				
19	01.04.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	252.60	42.30	\$ 10,683.60				
20	01.04.08.03	ACERO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	3580	4.47	\$ 15,940.43				
21	01.04.08.05	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	2105.00	3.87	\$ 8,146.35				
22	01.04.10	ESCALERAS				\$ 8,166.70				
23	01.04.10.01	CONCRETO EN ESCALERAS F'C=210 KG/CM2	m3	6.35	466.06	\$ 2,959.48				
24	01.04.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m2	22.54	143.0	\$ 3,243.68				
25	01.04.10.03	ACERO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	732.3	4.59	\$ 3,363.54				



Tiempo de inversión de la edificación 2

Tabla 67 Costo de la edificación-Bloque 2

Id	Item	Partida	Und	Metrado	P.U. (\$/)	Costo	M-1	M1	M2	M3
1	01	ESTRUCTURAS				\$ 155,197.37				
2	01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				\$ 0.00				
3		INICIO DE OBRA				\$ 0.00				
4	01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				\$ 155,197.37				
5	01.04.02	COLUMNAS				\$ 54,179.95				
6	01.04.02.01	CONCRETO EN COLUMNAS F'C=210 KG/CM2	m3	26.06	496.70	\$ 12,958.75				
7	01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2	319.16	48.30	\$ 7,057.80				
8	01.04.02.03	ACERO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	7413.01	4.47	\$ 33,136.40				
9	01.04.03	PLACAS				\$ 3,979.05				
10	01.04.03.01	CONCRETO EN PLACAS F'C=210 KG/CM2	m3	2.37	455.85	\$ 1,080.36				
11	01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	31.49	19.88	\$ 626.02				
12	01.04.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	430.43	5.28	\$ 2,272.67				
13	01.04.05	VIGAS				\$ 43,518.48				
14	01.04.05.01	CONCRETO EN VIGAS F'C=210 KG/CM2	m3	18.20	343.73	\$ 6,255.99				
15	01.04.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m2	154.10	56.33	\$ 8,670.48				
16	01.04.05.03	ACERO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	1581	4.47	\$ 7,066.01				
17	01.04.08	LOSAS ALIGERADAS				\$ 45,353.19				
18	01.04.08.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS F'C=210 KG/CM2	m3	50.60	404.14	\$ 20,450.58				
19	01.04.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	252.60	42.30	\$ 10,683.60				
20	01.04.08.03	ACERO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	3580	4.47	\$ 15,940.43				
21	01.04.08.05	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und	2105.00	3.87	\$ 8,146.35				
22	01.04.10	ESCALERAS				\$ 8,166.70				
23	01.04.10.01	CONCRETO EN ESCALERAS F'C=210 KG/CM2	m3	6.35	466.06	\$ 2,959.48				
24	01.04.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m2	22.54	143.0	\$ 3,243.68				
25	01.04.10.03	ACERO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	732.3	4.59	\$ 3,363.54				



Resultados y discusión

De acuerdo con la topografía, estudio de suelos aprobada por la Diresa Amazonas, se constató que el estudio de suelos arroja valores similares a los que se obtuvieron en los ensayos realizados, así mismo en la topografía se obtuvieron la misma área y perímetro del predio, pero sin embargo las curvas de nivel no coinciden en su totalidad ya que dicha topografía se realizó en el año 2012 y para la fecha en que se hizo el levantamiento topográfico ya habían explanado el terreno en mención.

Según el terreno de estudio, para las calicatas (C01 Y C04) se encontró una capa de materia orgánica de 20 cm de espesor, la segunda capa es de arena limosa de mediana plasticidad , con una capacidad portante de 0.74 kg/cm² y 0.73 kg/cm², consecuentemente, para las calicatas (C-02 y C-03), se encontró una capa de materia orgánica de 20cm de espesor, la segunda capa, de un estrato de arena arcillosa (SC), con características de suelo de partículas gruesas mezclado con finas de mediana plasticidad, como también, con una capacidad portante de 0.78 y 0.77 kg/cm² respectivamente, por ende se deberá eliminar el espesor de material orgánico y de material inadecuado en su totalidad, de la misma forma de acuerdo al ensayo físico químico, Dichos valores se encuentran por debajo de los límites mínimos permisibles de agresividad al concreto, en lo que respecta a sulfatos y sales solubles totales, debiéndose utilizar por consiguiente Cemento Portland Tipo I o I Co, en la preparación del concreto de la cimentación con una relación de agua/material cementante =0.50.

En cuanto al diseño estructural, de acuerdo con la norma E030, cumple con exigir ciertos parámetros para el diseño, puesto que se cumplió con dicha normativa en el análisis lineal. Para el análisis no lineal estático aplicado en el Edificio 1 y 2, se obtiene que en ambas edificaciones la dirección YY es más rígida que XX puesto a que en Y se presentan muros más largos y columnas orientadas en dicha dirección.

Se muestran los resultados máximos del edificio 1 y 2 para el caso de análisis no lineal tiempo historia en ambas direcciones: Para el análisis tiempo historia Se muestra que el edificio 1 en todos los casos muestra una menor rotación que el edificio 2, lo que mostraría que en el caso del edificio 2 habría un mayor daño, esto es lo esperado debido a que el edificio 2 presenta una mayor masa sísmica e igual cantidad de elementos estructurales que el edificio 1.

Se muestra la comparativa en la dirección EW y NS entre el análisis no lineal estático y tiempo historia: Se muestra que en el caso del ENITH presenta mayores valores de

respuesta respecto de los ANLE, esto se puede deber a que la estructura no es completamente regular y presenta torsión por lo que el primer modo no sería totalmente representativo, los registros espectro compatibles presentan aceleración ligeramente superior al del espectro y porque el efecto cíclico que se presenta en este tipo de análisis genera más pérdida de rigidez que un análisis no lineal estático y resultados más desfavorables.

Conclusiones

-Se concluye que el edificio 1 y 2 en ambas direcciones cumple con la deriva máxima permisible de 7/1000 acorde a la normativa peruana sismorresistente E030.

-Se concluye que el edificio 2 se encuentra en una condición más vulnerable al tener una deriva de 6/1000 mayor al 4.9 del edificio 1 acorde a la norma peruana E030, a pesar de tener ambos los mismos elementos estructurales, el edificio 2 tiene mayor peso sísmico.

-Se concluye que la dirección YY en ambos edificios es más rígido que la dirección XX debido a que presenta las columnas orientadas en YY, además de muros más largos.

Se concluye que el desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 es de ocupación inmediata para el edificio del bloque 1 para ambas direcciones.

-Se concluye que el desempeño acorde al SEAOC VISION 2000 es de resguardo de vida para el edificio del bloque 2 para ambas direcciones.

-Se concluye que el colapso del edificio 1 se da a un desplazamiento de 13cm en la dirección XX y a un desplazamiento de 9.2cm en la dirección YY, debido a que llegan a su rotación plástica máxima de 15.25/1000 y 15/1000 en la dirección XX y YY respectivamente.

-Se concluye que el colapso del edificio 2 se da a un desplazamiento de 11.7cm en la dirección XX y a un desplazamiento de 8.5cm en la dirección YY, debido a que llegan a su rotación plástica máxima de 16.25/1000 y 15/1000 en la dirección XX y YY respectivamente.

-El desempeño acorde al ASCE/SEI 41-17 tiene un desempeño de resguardo de vida,

debido a que el elemento más exigido sísmicamente tiene una rotación de resguardo de vida debido a que se encuentra entre una rotación plástica de 4/1000 y 10/1000.

-Se concluye que la respuesta del análisis no lineal tiempo historia presenta una respuesta más desfavorable debido a que esta toma en consideración el efecto cíclico que genera mayor pérdida de rigidez, además de que en planta tanto el edificio 1 como 2 presenta ligera torsión y por ello no sería el modo fundamental del todo representativo.

-Se concluye que el edificio 2 presenta respuesta más desfavorable respecto del edificio 1 debido a que el edificio 2 presenta mayor masa sísmica e igual cantidad de elementos estructurales.

-Se concluye que el desempeño para el edificio 1 en la dirección EW (XX) es de resguardo de vida y para la dirección NS (YY) es de cercano al colapso.

Se concluye que el desempeño para el edificio 2 en la dirección EW (XX) es de cercano al colapso y para la dirección NS (YY) es de colapso.

-Se concluye que acorde al análisis no lineal tiempo historia el edificio 1 y 2 estaría en un desempeño inadecuado debido a que se han sobrepasado del desempeño de resguardo de vida, el edificio 2 estaría en condición de colapso.

Se concluye que acorde el ANLTH en este caso presenta al edificio en una condición de vulnerabilidad, lo cual no fue evidenciado en el análisis modal espectral.

Recomendaciones

-Se recomienda que además de un diseño lineal como la norma nos indica, también se debería realizar un diseño basado en la no linealidad para de esta manera conocer el comportamiento más real de la estructura ante un sismo.

- Se recomienda realizar más investigaciones en donde además de hacer un análisis con pushover también se desarrolle la metodología de análisis tiempo historia, ya que debido al efecto cíclico se genera una respuesta más desfavorable.

-Se recomienda verificar la corrección por base y filtrado de las señales sísmicas que son parte del análisis no lineal, así mismo debidamente acortadas para que en el software no le tome mucho tiempo.

Referencias

- [1] UNDRR, «Desafíos para la reducción de riesgo sísmico y avances en el cumplimiento de las metas del amrc Sedai para la reducción del riesgo sísmico,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.undrr.org/es/rar-reporte-regional-de-evaluacion-del-riesgo-de-desastre-en-america-latina-y-el-caribe>.
- [2] Instituto Geofísico del Perú, «Evaluación de Peligro Sísmico en Perú,» Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida, Perú, 2014.
- [3] E. Silgado Ferro, Historia de los sismos mas notables ocurridos en el Perú (1513-1974), Lima: Instituto de Geología y Mina, 1978.
- [4] J. B. Bazzano, «Introducción al Análisis No lineal de Estructuras,» Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, 2017.
- [5] L. Esteva Maraboto, «Diseño Sísmico Basado en Desempeño : Tendencias y Retos,» *Revista de Ingeniería Sísmica*, vol. 1, n° 63, pp. 36-54, 2001.
- [6] R. L. Bonett Díaz, «Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada,» ETS de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 2003.
- [7] J. F. Pulido de la Peña, «Comportamiento y análisis no lineal de edificios simétricos de concreto reforzado,» Universidad de los Andes, Bogotá, 2016.
- [8] R. Medina y J. Music, «Determinación del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado en base a muros de hormigón armado y diseñado según normativa chilena,» *Scielo*, vol. 1, n° 23, pp. 63-67, 2018.
- [9] A. B. Núñez Palacios , «Diseño por desempeño de un edificio de hormigón armado utilizando el método de análisis tiempo-historia Ecuador,» Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2017.
- [10] R. M. Calcina Peña, «Evaluación del Desempeño Sísmico de un Edificio de Once Pisos Utilizando Análisis Estático y Dinámico no Lineal,» Universidad Privada de Tacna, Tacna, 2017.
- [11] A. E. Esteba Apaza, «Análisis Estático y Dinámico No Lineal en el Desempeño de

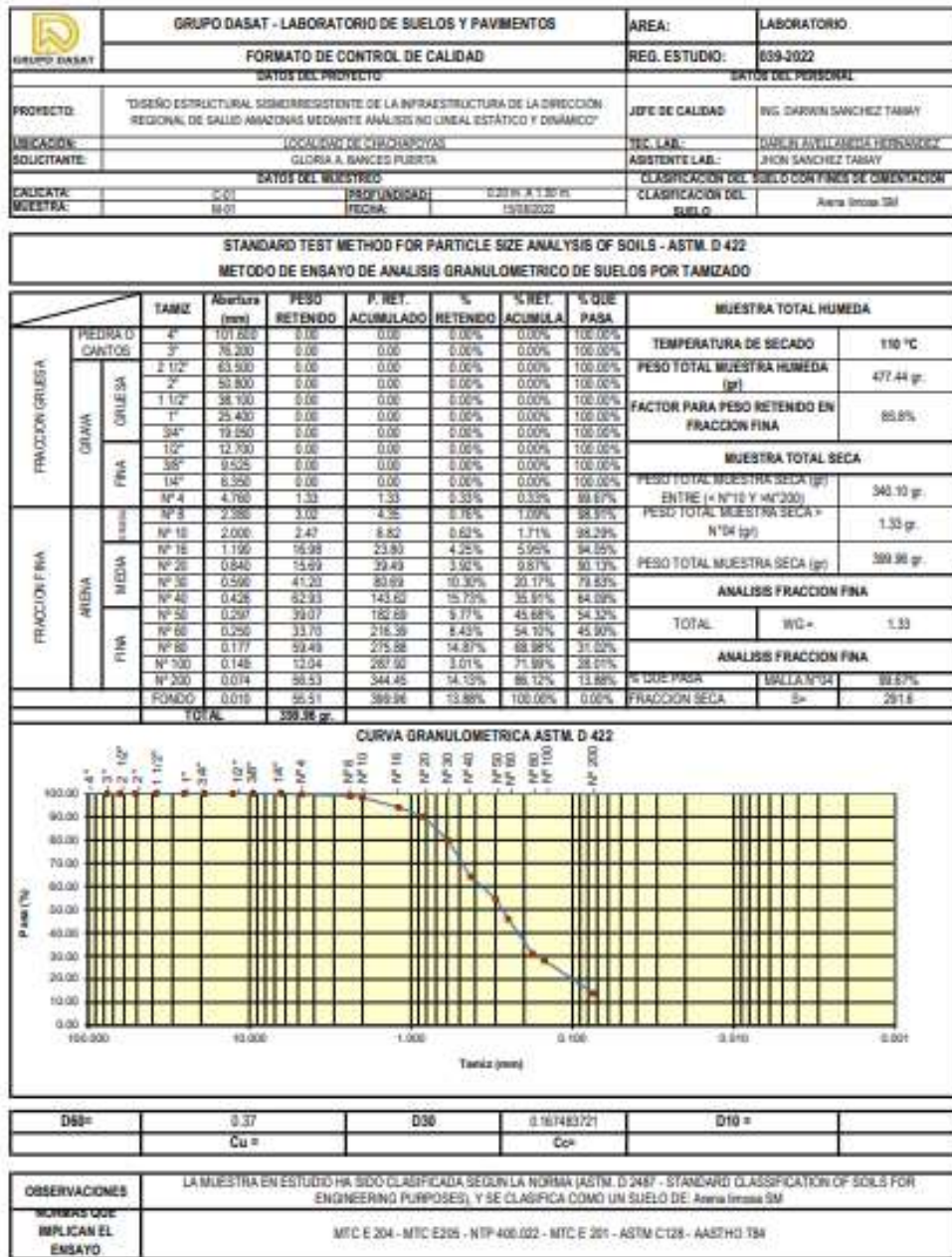
- un Edificio de Concreto Armado Diseñado Bajo la Norma E030 en Puno,» Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2017.
- [12] D. E. Chuquicahua Zelada, «Análisis No Lineal Estático y Dinámico de un Edificio de Concreto Armado con Disipadores de Energía SLB en la Ciudad de Chiclayo,» USAT, Chiclayo, 2020.
- [13] M. U. Cerón López, «La infraestructura y su relación con el desarrollo económico de un país: Caso de América Latina y el Caribe,» Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2018.
- [14] R. N. d. Edificaciones, «Norma A80 Oficinas,» Lima-Perú, 2015.
- [15] K. M. Méndez Leon, «Diseño estructural sismorresistente de un edificio de 4 niveles de concreto armado,» Universidad Nacional Jose Faustino Sánchez Carrión, Huancho-Perú, 2019.
- [16] C. A. Gonzáles Torres, «Análisis Estático no Lineal (Pushover) de Estructura Aporticada de Hormigón Armado con Diferentes Grados de Ductilidad. Aplicando la Norma Sismorresistente Colombia 2010 (NSR-10),» Universidad Politecnica de Valencia, Colombia, 2018.
- [17] IGP, «Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones ;Aprobada por Decreto Supremo N°011-2006-Vivienda,» El Peruano, Lima, 2016.
- [18] R. R. Christopher Arnold, «Configuración y Diseño Sísmico de Edificios,» Limusa, S.A. de C.V., México, 1988.
- [19] C. E. Navarro López y J. Á. Fernández Villegas, «Desempeño Sísmico de un Edificio Aporticado de Seis Pisos Diseñado con las Normas Peruanas de Edificaciones,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2006.
- [20] M. Á. Paredes Azaña, «Evaluación del Desempeño Sismorresistente de un Edificio Destinado a Vivienda en la Ciudad de Lima Aplicando el Análisis Estático Lineal Pushover,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2016.
- [21] E. P. A. Chavesta Ruelas, «Análisis Estático No Lineal Para Estimar el Desempeño Sísmico de una Estructura Aporticada de 5 Pisos en la Ciudad de Lima,» Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, 2019.
- [22] N. E. Guevara Morales, S. A. Osorio Rodríguez y E. Arturo Vargas, «Evaluación de la Capacidad Estructural del Edificio de la Biblioteca de las Ingenierías y Arquitectura, Utilizando Análisis Estático No Lineal,» Universidad de El Salvador,

San Salvador, 2006.

- [23] N. F. Fuentes Rivera Silva, «Desempeño Sísmico de un Edificio de Cinco Niveles de Concreto Armado Mediante el Análisis Estático No Lineal "Pushover",» Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", Huaráz, 2018.
- [24] J. C. Arévalo Pérez y W. F. Bermúdez Flores, Niveles de Daño a Partir de un Análisis Pushover para una Estructura Apertica de Concreto Reforzado, Bucamaranga: Universidad Industrial de Santander , 2007.
- [25] W. Y. Portillo , «Introducción al Diseño de Marcos de Concreto Reforzados ,por el Métofo de Análisis Estático no Lineal (Pushover),Utilizando Softwar Especializado,» Universodad del Salvador, San Miguel, 2011.
- [26] S. J. F. Choque, «Análisis Estático No Lineal y Evaluación del Desempeño Sísmico de un Edificio de 8 niveles Diseñado con la Normal E030,» UNSA, Arequipa, 2019.
- [27] FEMA, Imrovement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures, Washington,D.C: FEMA 440, 2005.
- [28] SEAOC, Vision 2000 a framework formPerformance-Based Engineering,, California: Structural Engineers Association of California, 1995.
- [29] ASCE/SEI, Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Building, Roston,Virginia: American Society of Civil Engineers , 2014.
- [30] ATC 40, Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings, vol. 1, Redwood City: California: Seismic Safety Commission, 1996.
- [31] H. Ñaupas Paitán, Metodología de la investigación, Bogotá: Ediciones de la U en Bogotá, 2014.
- [32] R. Hernández Sampieri, Metodología de la investigación, México: Mexicana, 2014.
- [33] N. F. Fuentes Rivera Siñva, «Desempeño Sismico de un Edificio de Cinco Niveles de Concreto Armado Mediante el Análisis Estático no Lineal Pushover,» Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, 2018.
- [34] M. Á. Paredez Azaña, «Evaluación del Desempeño Sismorresistente de un Edificio destinado a Viviendas en la Ciudad de Lima Aplicando un Análisis Estático No Lineal Pushover,» Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima, 2016.
- [35] E. Silgago Ferro, Historia de los Sismos más Notables ocurridos ene l Perú (1513-1974), Lima : Instituto de Geología y Mina, 1978.

Anexos

-Anexo 01: Ensayo en Laboratorio estándar



GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DARWIN AVILA CABRERA HERRERA
CABINAT CRISTA

GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DARWIN SANCHEZ TABAY
MAESTRO ALTADE

Figura 136 Ensayo en Laboratorio estándar

	GRUPO DASAT - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		AREA:	LABORATORIO
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD		REG. ESTUDIO:	039-2022
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AMAZONAS MEDIANTE ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO Y DINÁMICO		JEFE DE CALIDAD	ING. DARWIN SANCHEZ TAMAY
UBICACION:	LOCALIDAD DE CRACHAPORAS		TEC. LAB.	DARWIN AVELLANEDA HERNANDEZ
SOLICITANTE:	GLORIA A. BANCOS PUERTA		ASISTENTE LAB.	JHON SANCHEZ TAMAY
DATOS DEL MUESTREO			CLASIFICACION DEL SUELO CON PRES DE ORIENTACION	
CALICATA:	C-01	PROFUNDIDAD:	0.30 m a 1.50 m	CLASIFICACION DEL SUELO
MUESTRA:	M-01	FECHA:	15/06/2022	Area Inicia SM

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - ASTM D 2216	
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	

CALICATA:	C-01		
MUESTRA:	M-01		
ENSAYO:	1	2	3
W (tara + M. Humeda) gr.	613.78	611.55	612.22
W (tara + M. Seca) gr.	548.96	546.12	548.54
W agua (gr)	64.82	65.43	63.68
W tara (gr)	135.40	136.50	133.75
W Muestra Seca (gr)	413.56	409.62	414.79
W (%)	15.67%	15.97%	15.35%
W (%) Promedio :	15.67%		

OBSERVACIONES	El Contenido de Humedad de la muestra de suelo extraído en la Calicata C-01, presenta un W(%) Promedio de 15.67%
NORMAS QUE IMPLICAN EL ENSAYO	MTS E 109 - ASTM D 2216 - ASTM D 4220-89

GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

[Firma]

DARWIN AVELLANEDA HERNANDEZ
LABORANTE CHETA
15/06/2022

GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

[Firma]

DARWIN SANCHEZ TAMAY
JEFE DEL CENTRO
15/06/2022

Figura 137 Ensayo en Laboratorio estándar

Anexo 02: Ensayos Especiales



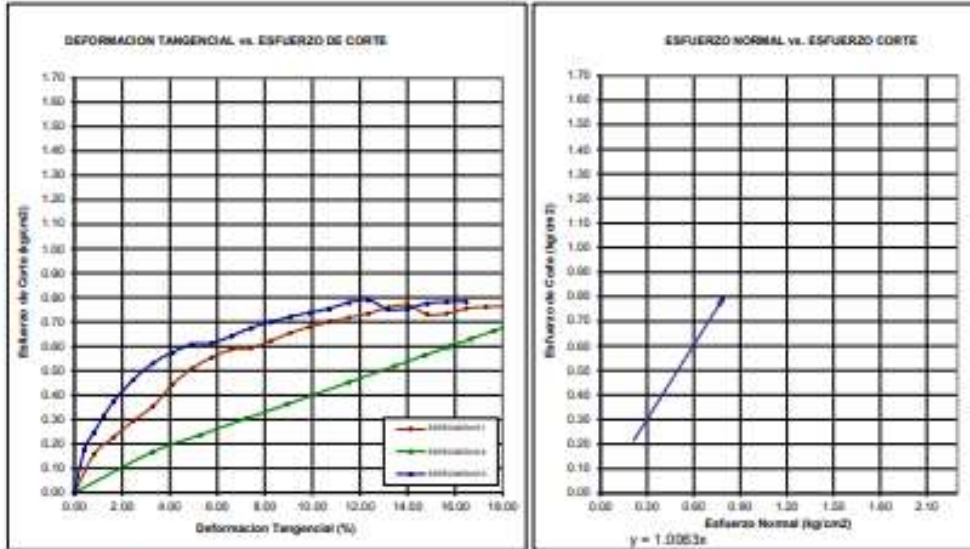
GRUPO DASAT - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		AREA:	LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD		REG. EST	039-2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
PROYECTO:	"DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORESISTENTE DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA DIRECCION REGIONAL DE SALUD AMAZONAS MEDIANTE ANALISIS NO LINEAL ESTADICO Y DINAMICO"	JEFE DE CALIDAD	ING. DARWIN SANCHEZ TABAY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
UBICACION:	LOCALIDAD DE CORDOBA	TRC. LAB.	DARWIN AYELLANDEHERRANDEZ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
SOLICITANTE:	GLORIA A. SANCHEZ FUERTA	ASISTENTE	JHON SANCHEZ TABAY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
DATOS DEL MUESTRO		CLASIFICACION DEL SUELO CON FIN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
CALCATA:	SO1	PROFUNDIDAD:	0.20 m A 1.00 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
MUESTRA:	10.01	FECHA:	10/08/22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
CLASIFICACION DEL SUELO CON FIN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Area Inicia SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
A.S.T.M. D3080 - 2004																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Altura de la muestra (mm)	24.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Diámetro (mm)	60.7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Area Inicial (cm ²)	28.92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Volumen de la muestra (cm ³)	55.41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Clasificación «Nº4	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Clasificación SUCS Global	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
DATOS DEL ESPECIMEN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	I	II	III																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Peso húmedo de la muestra + Peso del anillo (g)	194.54	194.54	194.54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Peso del anillo (g)	70.12	70.12	70.12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Peso de la muestra húmeda (g)	124.42	124.42	124.42																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Peso de la muestra seca (g)	121.39	121.39	121.39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Peso del agua (g)	3.03	3.03	3.03																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Contenido de humedad (%)	2.5	2.5	2.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.793	1.793	1.793																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Densidad seca (g/cm ³)	1.749	1.749	1.749																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
VELOCIDAD DE CORTE : 0.25 mm/min																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Altura Inicial:	24.0 mm	Altura Inicial:	24.0 mm	Altura Inicial:	24.0 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Diámetro de muestra:	60.7 mm	Diámetro de muestra:	60.7 mm	Diámetro de muestra:	60.7 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Area Inicial:	28.9 cm ²	Area Inicial:	28.9 cm ²	Area Inicial:	28.9 cm ²																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Densidad Seca:	1.749 g/cm ³	Densidad Seca:	1.749 g/cm ³	Densidad Seca:	1.749 g/cm ³																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Humedad:	2.5 %	Humedad:	2.5 %	Humedad:	2.5 %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Peso Normal:	1.462 kg	Peso Normal:	2.927 kg	Peso Normal:	5.858 kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Esfuerzo Normal:	0.76 kg/cm ²	Esfuerzo Normal:	0.77 kg/cm ²	Esfuerzo Normal:	0.79 kg/cm ²																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Deformación horizontal (mm)</th> <th>Carga (kgf)</th> <th>Def. horizontal (%)</th> <th>Def. corte kg/cm²</th> <th>Esfuerzo Normal (kg)</th> <th>Deformación horizontal (mm)</th> <th>Carga (kgf)</th> <th>Def. horizontal (%)</th> <th>Def. corte kg/cm²</th> <th>Esfuerzo Normal (kg)</th> <th>Deformación horizontal (mm)</th> <th>Carga (kgf)</th> <th>Def. horizontal (%)</th> <th>Def. corte kg/cm²</th> <th>Esfuerzo Normal (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>0</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>0.50</td><td>4.98</td><td>0.824</td><td>0.198</td><td>0.396</td><td>0.25</td><td>4.83</td><td>3.280</td><td>0.167</td><td>0.209</td><td>0.25</td><td>5.18</td><td>0.412</td><td>0.179</td><td>0.112</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>6.58</td><td>1.048</td><td>0.228</td><td>0.564</td><td>0.50</td><td>6.83</td><td>5.280</td><td>0.228</td><td>0.295</td><td>0.50</td><td>7.18</td><td>0.824</td><td>0.248</td><td>0.155</td></tr> <tr><td>1.50</td><td>8.53</td><td>2.472</td><td>0.296</td><td>0.725</td><td>0.75</td><td>8.78</td><td>7.230</td><td>0.304</td><td>0.377</td><td>0.75</td><td>9.13</td><td>1.236</td><td>0.376</td><td>0.198</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>10.24</td><td>3.296</td><td>0.354</td><td>0.882</td><td>1.00</td><td>10.49</td><td>8.940</td><td>0.363</td><td>0.449</td><td>1.00</td><td>10.84</td><td>1.648</td><td>0.375</td><td>0.222</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>12.81</td><td>4.120</td><td>0.443</td><td>1.070</td><td>1.50</td><td>13.06</td><td>11.510</td><td>0.452</td><td>0.554</td><td>1.50</td><td>13.41</td><td>2.472</td><td>0.464</td><td>0.264</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>14.74</td><td>4.944</td><td>0.510</td><td>1.223</td><td>2.00</td><td>14.30</td><td>13.440</td><td>0.518</td><td>0.631</td><td>2.00</td><td>15.34</td><td>3.296</td><td>0.530</td><td>0.322</td></tr> <tr><td>3.50</td><td>16.82</td><td>5.768</td><td>0.554</td><td>1.315</td><td>2.50</td><td>16.27</td><td>14.720</td><td>0.563</td><td>0.679</td><td>2.50</td><td>16.82</td><td>4.120</td><td>0.575</td><td>0.348</td></tr> <tr><td>4.00</td><td>18.39</td><td>6.592</td><td>0.588</td><td>1.382</td><td>3.00</td><td>17.24</td><td>15.690</td><td>0.596</td><td>0.713</td><td>3.00</td><td>17.59</td><td>4.944</td><td>0.608</td><td>0.363</td></tr> <tr><td>4.50</td><td>17.15</td><td>7.416</td><td>0.593</td><td>1.383</td><td>3.50</td><td>17.4</td><td>15.890</td><td>0.602</td><td>0.713</td><td>3.50</td><td>17.75</td><td>5.768</td><td>0.614</td><td>0.364</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>17.96</td><td>8.240</td><td>0.621</td><td>1.435</td><td>4.00</td><td>18.21</td><td>16.660</td><td>0.630</td><td>0.740</td><td>4.00</td><td>18.56</td><td>6.592</td><td>0.642</td><td>0.377</td></tr> <tr><td>5.50</td><td>18.94</td><td>9.064</td><td>0.655</td><td>1.500</td><td>4.50</td><td>19.19</td><td>17.640</td><td>0.664</td><td>0.773</td><td>4.50</td><td>19.54</td><td>7.416</td><td>0.676</td><td>0.393</td></tr> <tr><td>6.00</td><td>19.84</td><td>9.888</td><td>0.679</td><td>1.541</td><td>5.00</td><td>19.80</td><td>18.340</td><td>0.688</td><td>0.794</td><td>5.00</td><td>20.24</td><td>8.240</td><td>0.700</td><td>0.404</td></tr> <tr><td>6.50</td><td>20.24</td><td>10.712</td><td>0.700</td><td>1.574</td><td>5.50</td><td>20.48</td><td>18.940</td><td>0.709</td><td>0.811</td><td>5.50</td><td>20.84</td><td>9.064</td><td>0.721</td><td>0.412</td></tr> <tr><td>7.00</td><td>20.74</td><td>11.536</td><td>0.717</td><td>1.588</td><td>6.00</td><td>20.90</td><td>19.440</td><td>0.726</td><td>0.823</td><td>6.00</td><td>21.34</td><td>9.888</td><td>0.738</td><td>0.418</td></tr> <tr><td>7.50</td><td>21.24</td><td>12.360</td><td>0.734</td><td>1.621</td><td>6.50</td><td>21.40</td><td>19.940</td><td>0.743</td><td>0.835</td><td>6.50</td><td>21.84</td><td>10.712</td><td>0.755</td><td>0.424</td></tr> <tr><td>8.00</td><td>21.94</td><td>13.184</td><td>0.750</td><td>1.659</td><td>7.00</td><td>22.10</td><td>20.640</td><td>0.767</td><td>0.854</td><td>7.00</td><td>22.54</td><td>11.536</td><td>0.779</td><td>0.433</td></tr> <tr><td>8.50</td><td>22.34</td><td>14.008</td><td>0.760</td><td>1.688</td><td>7.50</td><td>22.40</td><td>20.940</td><td>0.776</td><td>0.857</td><td>7.50</td><td>22.84</td><td>12.360</td><td>0.790</td><td>0.425</td></tr> <tr><td>9.00</td><td>21.14</td><td>14.832</td><td>0.731</td><td>1.588</td><td>8.00</td><td>21.30</td><td>19.840</td><td>0.740</td><td>0.808</td><td>8.00</td><td>21.74</td><td>13.184</td><td>0.752</td><td>0.410</td></tr> <tr><td>9.50</td><td>21.24</td><td>15.656</td><td>0.734</td><td>1.580</td><td>8.50</td><td>21.40</td><td>19.940</td><td>0.743</td><td>0.804</td><td>8.50</td><td>21.84</td><td>14.008</td><td>0.755</td><td>0.408</td></tr> <tr><td>10.00</td><td>21.85</td><td>16.480</td><td>0.758</td><td>1.589</td><td>9.00</td><td>22.1</td><td>20.550</td><td>0.764</td><td>0.819</td><td>9.00</td><td>22.45</td><td>14.832</td><td>0.776</td><td>0.418</td></tr> <tr><td>10.50</td><td>22.81</td><td>17.304</td><td>0.761</td><td>1.585</td><td>9.50</td><td>22.25</td><td>20.710</td><td>0.770</td><td>0.817</td><td>9.50</td><td>22.61</td><td>15.656</td><td>0.782</td><td>0.414</td></tr> <tr><td>11.00</td><td>22.1</td><td>18.128</td><td>0.764</td><td>1.578</td><td>10.00</td><td>22.35</td><td>20.800</td><td>0.773</td><td>0.812</td><td>10.00</td><td>22.7</td><td>16.480</td><td>0.785</td><td>0.412</td></tr> </tbody> </table>						Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	Def. horizontal (%)	Def. corte kg/cm ²	Esfuerzo Normal (kg)	Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	Def. horizontal (%)	Def. corte kg/cm ²	Esfuerzo Normal (kg)	Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	Def. horizontal (%)	Def. corte kg/cm ²	Esfuerzo Normal (kg)	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.50	4.98	0.824	0.198	0.396	0.25	4.83	3.280	0.167	0.209	0.25	5.18	0.412	0.179	0.112	1.00	6.58	1.048	0.228	0.564	0.50	6.83	5.280	0.228	0.295	0.50	7.18	0.824	0.248	0.155	1.50	8.53	2.472	0.296	0.725	0.75	8.78	7.230	0.304	0.377	0.75	9.13	1.236	0.376	0.198	2.00	10.24	3.296	0.354	0.882	1.00	10.49	8.940	0.363	0.449	1.00	10.84	1.648	0.375	0.222	2.50	12.81	4.120	0.443	1.070	1.50	13.06	11.510	0.452	0.554	1.50	13.41	2.472	0.464	0.264	3.00	14.74	4.944	0.510	1.223	2.00	14.30	13.440	0.518	0.631	2.00	15.34	3.296	0.530	0.322	3.50	16.82	5.768	0.554	1.315	2.50	16.27	14.720	0.563	0.679	2.50	16.82	4.120	0.575	0.348	4.00	18.39	6.592	0.588	1.382	3.00	17.24	15.690	0.596	0.713	3.00	17.59	4.944	0.608	0.363	4.50	17.15	7.416	0.593	1.383	3.50	17.4	15.890	0.602	0.713	3.50	17.75	5.768	0.614	0.364	5.00	17.96	8.240	0.621	1.435	4.00	18.21	16.660	0.630	0.740	4.00	18.56	6.592	0.642	0.377	5.50	18.94	9.064	0.655	1.500	4.50	19.19	17.640	0.664	0.773	4.50	19.54	7.416	0.676	0.393	6.00	19.84	9.888	0.679	1.541	5.00	19.80	18.340	0.688	0.794	5.00	20.24	8.240	0.700	0.404	6.50	20.24	10.712	0.700	1.574	5.50	20.48	18.940	0.709	0.811	5.50	20.84	9.064	0.721	0.412	7.00	20.74	11.536	0.717	1.588	6.00	20.90	19.440	0.726	0.823	6.00	21.34	9.888	0.738	0.418	7.50	21.24	12.360	0.734	1.621	6.50	21.40	19.940	0.743	0.835	6.50	21.84	10.712	0.755	0.424	8.00	21.94	13.184	0.750	1.659	7.00	22.10	20.640	0.767	0.854	7.00	22.54	11.536	0.779	0.433	8.50	22.34	14.008	0.760	1.688	7.50	22.40	20.940	0.776	0.857	7.50	22.84	12.360	0.790	0.425	9.00	21.14	14.832	0.731	1.588	8.00	21.30	19.840	0.740	0.808	8.00	21.74	13.184	0.752	0.410	9.50	21.24	15.656	0.734	1.580	8.50	21.40	19.940	0.743	0.804	8.50	21.84	14.008	0.755	0.408	10.00	21.85	16.480	0.758	1.589	9.00	22.1	20.550	0.764	0.819	9.00	22.45	14.832	0.776	0.418	10.50	22.81	17.304	0.761	1.585	9.50	22.25	20.710	0.770	0.817	9.50	22.61	15.656	0.782	0.414	11.00	22.1	18.128	0.764	1.578	10.00	22.35	20.800	0.773	0.812	10.00	22.7	16.480	0.785	0.412
Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	Def. horizontal (%)	Def. corte kg/cm ²	Esfuerzo Normal (kg)	Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	Def. horizontal (%)	Def. corte kg/cm ²	Esfuerzo Normal (kg)	Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	Def. horizontal (%)	Def. corte kg/cm ²	Esfuerzo Normal (kg)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00	0.00	0	0.000	0.000	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0.50	4.98	0.824	0.198	0.396	0.25	4.83	3.280	0.167	0.209	0.25	5.18	0.412	0.179	0.112																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.00	6.58	1.048	0.228	0.564	0.50	6.83	5.280	0.228	0.295	0.50	7.18	0.824	0.248	0.155																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.50	8.53	2.472	0.296	0.725	0.75	8.78	7.230	0.304	0.377	0.75	9.13	1.236	0.376	0.198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2.00	10.24	3.296	0.354	0.882	1.00	10.49	8.940	0.363	0.449	1.00	10.84	1.648	0.375	0.222																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2.50	12.81	4.120	0.443	1.070	1.50	13.06	11.510	0.452	0.554	1.50	13.41	2.472	0.464	0.264																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3.00	14.74	4.944	0.510	1.223	2.00	14.30	13.440	0.518	0.631	2.00	15.34	3.296	0.530	0.322																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3.50	16.82	5.768	0.554	1.315	2.50	16.27	14.720	0.563	0.679	2.50	16.82	4.120	0.575	0.348																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
4.00	18.39	6.592	0.588	1.382	3.00	17.24	15.690	0.596	0.713	3.00	17.59	4.944	0.608	0.363																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
4.50	17.15	7.416	0.593	1.383	3.50	17.4	15.890	0.602	0.713	3.50	17.75	5.768	0.614	0.364																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
5.00	17.96	8.240	0.621	1.435	4.00	18.21	16.660	0.630	0.740	4.00	18.56	6.592	0.642	0.377																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
5.50	18.94	9.064	0.655	1.500	4.50	19.19	17.640	0.664	0.773	4.50	19.54	7.416	0.676	0.393																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
6.00	19.84	9.888	0.679	1.541	5.00	19.80	18.340	0.688	0.794	5.00	20.24	8.240	0.700	0.404																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
6.50	20.24	10.712	0.700	1.574	5.50	20.48	18.940	0.709	0.811	5.50	20.84	9.064	0.721	0.412																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
7.00	20.74	11.536	0.717	1.588	6.00	20.90	19.440	0.726	0.823	6.00	21.34	9.888	0.738	0.418																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
7.50	21.24	12.360	0.734	1.621	6.50	21.40	19.940	0.743	0.835	6.50	21.84	10.712	0.755	0.424																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
8.00	21.94	13.184	0.750	1.659	7.00	22.10	20.640	0.767	0.854	7.00	22.54	11.536	0.779	0.433																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
8.50	22.34	14.008	0.760	1.688	7.50	22.40	20.940	0.776	0.857	7.50	22.84	12.360	0.790	0.425																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
9.00	21.14	14.832	0.731	1.588	8.00	21.30	19.840	0.740	0.808	8.00	21.74	13.184	0.752	0.410																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
9.50	21.24	15.656	0.734	1.580	8.50	21.40	19.940	0.743	0.804	8.50	21.84	14.008	0.755	0.408																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
10.00	21.85	16.480	0.758	1.589	9.00	22.1	20.550	0.764	0.819	9.00	22.45	14.832	0.776	0.418																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
10.50	22.81	17.304	0.761	1.585	9.50	22.25	20.710	0.770	0.817	9.50	22.61	15.656	0.782	0.414																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
11.00	22.1	18.128	0.764	1.578	10.00	22.35	20.800	0.773	0.812	10.00	22.7	16.480	0.785	0.412																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
 GRUPO DASAT LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS DARWIN AYELLANDEHERRANDEZ CALIFICACIONISTA N.º 119149			 GRUPO DASAT LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS DARWIN J. SANCHEZ TABAY INGENIERO CIVIL N.º 22617																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

Figura 138 Ensayos especiales

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3986

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:

Cohesión (c) 0.43 kg/cm²
 Angulo de fricción (φ) 28.8°

φ°	28.81°	Coef. Factor de Carga	Falla General	Falla Local
C=	0.430 kg/cm ²	Nc	14.6	10.47
g°	1.66 g/cm ³	Nq	5.46	3.13
Df=	1.50 m	Nq	2.18	0.76
B=	1.50 m			

FALLA GENERAL

$$Q_d = C + N_c + g \cdot Df + N_q + 0.5 g \cdot B \cdot N_g$$

Q _d	79.26 Tn/m ²
Q _u	7.93 kg/cm ²

FACTOR DE SEGURIDAD (FS)

Q _{adm}	2.64 kg/cm ²
------------------	-------------------------

FALLA LOCAL

$$Q_u = (2/3)C + N'_c + g \cdot Df + N'_q + 0.5 g \cdot B \cdot N'_g$$

Q _u	27.20 Tn/m ²
Q _u	2.72 kg/cm ²

FACTOR DE SEGURIDAD (FS)

Q _{adm}	0.74 kg/cm ²
------------------	-------------------------

Donde:

- Q_u Capacidad de Carga límite Tn/m²
- C Cohesión del suelo Tn/m²
- g Peso volumétrico del suelo en Tn/m³
- Df Profundidad de desplante de la cimentación en metros
- B Ancho de la Zapata, en metros
- N_c, N_q, N_g Factores de carga

GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y FUNDACIONES
DARLIN M. BELLANDE HERNANDEZ
LABORANTISTA

GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y FUNDACIONES
DARWIN S. SANCHEZ RAMOS
ING. CIVIL

Figura 139 Ensayos especiales

GRUPO DASAT - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS				AREA:	LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD				REG. EST	039-2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
PROYECTO:	"DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORESISTENTE DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA DIRECCION REGIONAL DE SALUD AMAZONAS MEDIANTE ANALISIS NO LINEAL ESTADICO Y DINAMICO"			JEFE DE CALIDAD	ING. DARWIN SANCHEZ TAMAY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
UBICACION:	LOCALIDAD DE COCHACOCOS			TEC. LAB.	DARWIN AYLLANEDA DE JACON SANCHEZ TAMAY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
SOLICITANTE:	GLORIA A. BANCOS FUERTA			ASISTENTE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACION DEL SUELO CON FIN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
CALCULA:	CON	FECHAS:	3.21 y 3.1.2024	CLASIFICACION DEL	Arens arcillosa SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
MUESTRA:	801	FECHA:	15/08/2022																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS A.S.T.M. D3080 - 2004																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Altura de la muestra (mm)	24.9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Diámetro (mm)	60.7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Area inicial (cm ²)	28.92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Volumen de la muestra (cm ³)	59.41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Clasificación -N°4	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Clasificación SUCS Global	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
DATOS DEL ESPECIMEN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	I	II	III																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Peso húmedo de la muestra - Peso del anillo (g)	198.25	198.25	198.25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Peso del anillo (g)	78.12	78.12	78.12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Peso de la muestra húmeda (g)	128.13	128.13	128.13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Peso de la muestra seca (g)	121.39	121.39	121.39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Peso del agua (g)	6.74	6.74	6.74																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Contenido de humedad (%)	5.6	5.6	5.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.846	1.846	1.846																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Densidad seca (g/cm ³)	1.749	1.749	1.749																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
VELOCIDAD DE CORTE : 0.25 mm/min																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Altura Inicial: 24.0 mm	Diámetro de muestra: 60.7 mm	Altura Inicial: 24.0 mm	Diámetro de muestra: 60.7 mm	Altura Inicial: 24.0 mm	Diámetro de muestra: 60.7 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Area Inicial: 28.9 cm ²	Densidad Seca: 1.749 g/cm ³	Area Inicial: 28.9 cm ²	Densidad Seca: 1.749 g/cm ³	Area Inicial: 28.9 cm ²	Densidad Seca: 1.749 g/cm ³																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Humedad: 5.6 %	Peso Normal: 1.462 kg	Humedad: 5.6 %	Peso Normal: 2.927 kg	Humedad: 5.6 %	Peso Normal: 5.858 kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Esfuerzo Normal: 0.76 kg/cm ²		Esfuerzo Normal: 0.77 kg/cm ²		Esfuerzo Normal: 0.78 kg/cm ²																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Deformación horizontal (mm)</th> <th>Carga (kgf)</th> <th>def. horizontal (%)</th> <th>esf.corte kg/cm²</th> <th>Esfuerzo Normalizado (kg/cm²)</th> <th>Deformación horizontal (mm)</th> <th>Carga (kgf)</th> <th>def. horizontal (%)</th> <th>esf.corte kg/cm²</th> <th>Esfuerzo Normalizado (kg/cm²)</th> <th>Deformación horizontal (mm)</th> <th>Carga (kgf)</th> <th>def. horizontal (%)</th> <th>esf.corte kg/cm²</th> <th>Esfuerzo Normalizado (kg/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>0</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td><td>0</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.00</td><td>0</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>0.50</td><td>4.988</td><td>0.824</td><td>0.159</td><td>0.396</td><td>0.25</td><td>4.988</td><td>0.412</td><td>0.168</td><td>0.211</td><td>0.25</td><td>5.216</td><td>0.412</td><td>0.180</td><td>0.113</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>9.980</td><td>1.648</td><td>0.228</td><td>0.584</td><td>0.50</td><td>9.980</td><td>0.824</td><td>0.227</td><td>0.396</td><td>0.50</td><td>7.216</td><td>0.824</td><td>0.250</td><td>0.198</td></tr> <tr><td>1.50</td><td>8.536</td><td>2.472</td><td>0.295</td><td>0.725</td><td>0.75</td><td>8.916</td><td>1.238</td><td>0.305</td><td>0.579</td><td>0.75</td><td>9.166</td><td>1.238</td><td>0.317</td><td>0.197</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>10.25</td><td>3.296</td><td>0.354</td><td>0.863</td><td>1.00</td><td>10.528</td><td>1.648</td><td>0.364</td><td>0.450</td><td>1.00</td><td>10.876</td><td>1.648</td><td>0.346</td><td>0.232</td></tr> <tr><td>2.50</td><td>12.82</td><td>4.120</td><td>0.443</td><td>1.070</td><td>1.50</td><td>13.098</td><td>2.472</td><td>0.463</td><td>0.556</td><td>1.50</td><td>13.448</td><td>2.472</td><td>0.465</td><td>0.285</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>14.75</td><td>4.944</td><td>0.510</td><td>1.221</td><td>2.00</td><td>15.028</td><td>3.296</td><td>0.525</td><td>0.632</td><td>2.00</td><td>15.376</td><td>3.296</td><td>0.532</td><td>0.323</td></tr> <tr><td>3.50</td><td>16.83</td><td>5.768</td><td>0.554</td><td>1.315</td><td>2.50</td><td>16.308</td><td>4.120</td><td>0.564</td><td>0.680</td><td>2.50</td><td>16.858</td><td>4.120</td><td>0.576</td><td>0.347</td></tr> <tr><td>4.00</td><td>17</td><td>6.592</td><td>0.588</td><td>1.383</td><td>3.00</td><td>17.278</td><td>4.944</td><td>0.597</td><td>0.714</td><td>3.00</td><td>17.626</td><td>4.944</td><td>0.609</td><td>0.384</td></tr> <tr><td>4.50</td><td>17.18</td><td>7.416</td><td>0.593</td><td>1.383</td><td>3.50</td><td>17.438</td><td>5.768</td><td>0.603</td><td>0.715</td><td>3.50</td><td>17.788</td><td>5.768</td><td>0.615</td><td>0.384</td></tr> <tr><td>5.00</td><td>17.97</td><td>8.240</td><td>0.621</td><td>1.426</td><td>4.00</td><td>18.248</td><td>6.592</td><td>0.621</td><td>0.741</td><td>4.00</td><td>18.596</td><td>6.592</td><td>0.643</td><td>0.378</td></tr> <tr><td>5.50</td><td>18.95</td><td>9.064</td><td>0.635</td><td>1.500</td><td>4.50</td><td>18.328</td><td>7.416</td><td>0.668</td><td>0.734</td><td>4.50</td><td>18.576</td><td>7.416</td><td>0.677</td><td>0.394</td></tr> <tr><td>6.00</td><td>18.65</td><td>9.888</td><td>0.679</td><td>1.542</td><td>5.00</td><td>19.828</td><td>8.240</td><td>0.688</td><td>0.795</td><td>5.00</td><td>20.276</td><td>8.240</td><td>0.701</td><td>0.404</td></tr> <tr><td>6.50</td><td>20.25</td><td>10.712</td><td>0.700</td><td>1.574</td><td>5.50</td><td>20.528</td><td>9.064</td><td>0.710</td><td>0.812</td><td>5.50</td><td>20.876</td><td>9.064</td><td>0.722</td><td>0.415</td></tr> <tr><td>7.00</td><td>20.75</td><td>11.536</td><td>0.717</td><td>1.588</td><td>6.00</td><td>21.028</td><td>9.888</td><td>0.727</td><td>0.824</td><td>6.00</td><td>21.376</td><td>9.888</td><td>0.739</td><td>0.419</td></tr> <tr><td>7.50</td><td>21.25</td><td>12.360</td><td>0.735</td><td>1.622</td><td>6.50</td><td>21.528</td><td>10.712</td><td>0.744</td><td>0.836</td><td>6.50</td><td>21.876</td><td>10.712</td><td>0.756</td><td>0.425</td></tr> <tr><td>8.00</td><td>21.95</td><td>13.184</td><td>0.759</td><td>1.659</td><td>7.00</td><td>22.228</td><td>11.536</td><td>0.768</td><td>0.855</td><td>7.00</td><td>22.576</td><td>11.536</td><td>0.781</td><td>0.434</td></tr> <tr><td>8.50</td><td>22.25</td><td>14.008</td><td>0.769</td><td>1.666</td><td>7.50</td><td>22.528</td><td>12.360</td><td>0.779</td><td>0.869</td><td>7.50</td><td>22.876</td><td>12.360</td><td>0.791</td><td>0.436</td></tr> <tr><td>9.00</td><td>21.15</td><td>14.832</td><td>0.751</td><td>1.568</td><td>8.00</td><td>21.428</td><td>13.184</td><td>0.741</td><td>0.809</td><td>8.00</td><td>21.776</td><td>13.184</td><td>0.753</td><td>0.411</td></tr> <tr><td>9.50</td><td>21.25</td><td>15.656</td><td>0.735</td><td>1.561</td><td>8.50</td><td>21.528</td><td>14.008</td><td>0.744</td><td>0.805</td><td>8.50</td><td>21.876</td><td>14.008</td><td>0.756</td><td>0.409</td></tr> <tr><td>10.00</td><td>21.86</td><td>16.480</td><td>0.756</td><td>1.590</td><td>9.00</td><td>22.138</td><td>14.832</td><td>0.765</td><td>0.820</td><td>9.00</td><td>22.488</td><td>14.832</td><td>0.778</td><td>0.418</td></tr> <tr><td>10.50</td><td>22.02</td><td>17.304</td><td>0.761</td><td>1.588</td><td>9.50</td><td>22.298</td><td>15.656</td><td>0.771</td><td>0.818</td><td>9.50</td><td>22.648</td><td>15.656</td><td>0.783</td><td>0.415</td></tr> <tr><td>11.00</td><td>22.41</td><td>18.128</td><td>0.784</td><td>1.578</td><td>10.00</td><td>22.388</td><td>16.480</td><td>0.774</td><td>0.813</td><td>10.00</td><td>22.88</td><td>16.480</td><td>0.784</td><td>0.412</td></tr> </tbody> </table>						Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	def. horizontal (%)	esf.corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado (kg/cm ²)	Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	def. horizontal (%)	esf.corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado (kg/cm ²)	Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	def. horizontal (%)	esf.corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado (kg/cm ²)	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.50	4.988	0.824	0.159	0.396	0.25	4.988	0.412	0.168	0.211	0.25	5.216	0.412	0.180	0.113	1.00	9.980	1.648	0.228	0.584	0.50	9.980	0.824	0.227	0.396	0.50	7.216	0.824	0.250	0.198	1.50	8.536	2.472	0.295	0.725	0.75	8.916	1.238	0.305	0.579	0.75	9.166	1.238	0.317	0.197	2.00	10.25	3.296	0.354	0.863	1.00	10.528	1.648	0.364	0.450	1.00	10.876	1.648	0.346	0.232	2.50	12.82	4.120	0.443	1.070	1.50	13.098	2.472	0.463	0.556	1.50	13.448	2.472	0.465	0.285	3.00	14.75	4.944	0.510	1.221	2.00	15.028	3.296	0.525	0.632	2.00	15.376	3.296	0.532	0.323	3.50	16.83	5.768	0.554	1.315	2.50	16.308	4.120	0.564	0.680	2.50	16.858	4.120	0.576	0.347	4.00	17	6.592	0.588	1.383	3.00	17.278	4.944	0.597	0.714	3.00	17.626	4.944	0.609	0.384	4.50	17.18	7.416	0.593	1.383	3.50	17.438	5.768	0.603	0.715	3.50	17.788	5.768	0.615	0.384	5.00	17.97	8.240	0.621	1.426	4.00	18.248	6.592	0.621	0.741	4.00	18.596	6.592	0.643	0.378	5.50	18.95	9.064	0.635	1.500	4.50	18.328	7.416	0.668	0.734	4.50	18.576	7.416	0.677	0.394	6.00	18.65	9.888	0.679	1.542	5.00	19.828	8.240	0.688	0.795	5.00	20.276	8.240	0.701	0.404	6.50	20.25	10.712	0.700	1.574	5.50	20.528	9.064	0.710	0.812	5.50	20.876	9.064	0.722	0.415	7.00	20.75	11.536	0.717	1.588	6.00	21.028	9.888	0.727	0.824	6.00	21.376	9.888	0.739	0.419	7.50	21.25	12.360	0.735	1.622	6.50	21.528	10.712	0.744	0.836	6.50	21.876	10.712	0.756	0.425	8.00	21.95	13.184	0.759	1.659	7.00	22.228	11.536	0.768	0.855	7.00	22.576	11.536	0.781	0.434	8.50	22.25	14.008	0.769	1.666	7.50	22.528	12.360	0.779	0.869	7.50	22.876	12.360	0.791	0.436	9.00	21.15	14.832	0.751	1.568	8.00	21.428	13.184	0.741	0.809	8.00	21.776	13.184	0.753	0.411	9.50	21.25	15.656	0.735	1.561	8.50	21.528	14.008	0.744	0.805	8.50	21.876	14.008	0.756	0.409	10.00	21.86	16.480	0.756	1.590	9.00	22.138	14.832	0.765	0.820	9.00	22.488	14.832	0.778	0.418	10.50	22.02	17.304	0.761	1.588	9.50	22.298	15.656	0.771	0.818	9.50	22.648	15.656	0.783	0.415	11.00	22.41	18.128	0.784	1.578	10.00	22.388	16.480	0.774	0.813	10.00	22.88	16.480	0.784	0.412
Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	def. horizontal (%)	esf.corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado (kg/cm ²)	Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	def. horizontal (%)	esf.corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado (kg/cm ²)	Deformación horizontal (mm)	Carga (kgf)	def. horizontal (%)	esf.corte kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado (kg/cm ²)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.00	0	0.000	0.000	0.000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0.50	4.988	0.824	0.159	0.396	0.25	4.988	0.412	0.168	0.211	0.25	5.216	0.412	0.180	0.113																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.00	9.980	1.648	0.228	0.584	0.50	9.980	0.824	0.227	0.396	0.50	7.216	0.824	0.250	0.198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.50	8.536	2.472	0.295	0.725	0.75	8.916	1.238	0.305	0.579	0.75	9.166	1.238	0.317	0.197																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2.00	10.25	3.296	0.354	0.863	1.00	10.528	1.648	0.364	0.450	1.00	10.876	1.648	0.346	0.232																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2.50	12.82	4.120	0.443	1.070	1.50	13.098	2.472	0.463	0.556	1.50	13.448	2.472	0.465	0.285																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3.00	14.75	4.944	0.510	1.221	2.00	15.028	3.296	0.525	0.632	2.00	15.376	3.296	0.532	0.323																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3.50	16.83	5.768	0.554	1.315	2.50	16.308	4.120	0.564	0.680	2.50	16.858	4.120	0.576	0.347																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
4.00	17	6.592	0.588	1.383	3.00	17.278	4.944	0.597	0.714	3.00	17.626	4.944	0.609	0.384																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
4.50	17.18	7.416	0.593	1.383	3.50	17.438	5.768	0.603	0.715	3.50	17.788	5.768	0.615	0.384																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
5.00	17.97	8.240	0.621	1.426	4.00	18.248	6.592	0.621	0.741	4.00	18.596	6.592	0.643	0.378																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
5.50	18.95	9.064	0.635	1.500	4.50	18.328	7.416	0.668	0.734	4.50	18.576	7.416	0.677	0.394																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
6.00	18.65	9.888	0.679	1.542	5.00	19.828	8.240	0.688	0.795	5.00	20.276	8.240	0.701	0.404																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
6.50	20.25	10.712	0.700	1.574	5.50	20.528	9.064	0.710	0.812	5.50	20.876	9.064	0.722	0.415																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
7.00	20.75	11.536	0.717	1.588	6.00	21.028	9.888	0.727	0.824	6.00	21.376	9.888	0.739	0.419																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
7.50	21.25	12.360	0.735	1.622	6.50	21.528	10.712	0.744	0.836	6.50	21.876	10.712	0.756	0.425																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
8.00	21.95	13.184	0.759	1.659	7.00	22.228	11.536	0.768	0.855	7.00	22.576	11.536	0.781	0.434																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
8.50	22.25	14.008	0.769	1.666	7.50	22.528	12.360	0.779	0.869	7.50	22.876	12.360	0.791	0.436																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
9.00	21.15	14.832	0.751	1.568	8.00	21.428	13.184	0.741	0.809	8.00	21.776	13.184	0.753	0.411																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
9.50	21.25	15.656	0.735	1.561	8.50	21.528	14.008	0.744	0.805	8.50	21.876	14.008	0.756	0.409																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
10.00	21.86	16.480	0.756	1.590	9.00	22.138	14.832	0.765	0.820	9.00	22.488	14.832	0.778	0.418																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
10.50	22.02	17.304	0.761	1.588	9.50	22.298	15.656	0.771	0.818	9.50	22.648	15.656	0.783	0.415																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
11.00	22.41	18.128	0.784	1.578	10.00	22.388	16.480	0.774	0.813	10.00	22.88	16.480	0.784	0.412																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DARWIN AYLLANEDA HERRANDEZ
LABORATORISTA

GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DARWIN J. SANCHEZ TAMAY
ING. EN CIVIL

Figura 140 Ensayos especiales

Anexo 03: Ensayos químicos de suelos

		GRUPO DASAT - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		AREA:	LABORATORIO		
		FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD		REG. ESTUDIO:	339-2022		
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL			
PROYECTO:	"DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORESISTENTE DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AMAZONAS MEDIANTE ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO Y DINÁMICO"			JEFE DE CALIDAD	ING. DARWIN SANCHEZ TAMAY		
UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE CHACHAPOYA			TEC. LAB.:	DARLEN ABELLANEDA HERNÁNDEZ		
SOLICITANTE:	GLORIA A. BANCES PUERTA			ASISTENTE LAB.:	JHON SANCHEZ TAMAY		
DATOS DEL MUESTREO				CLASIFICACIÓN DEL SUELO CON FINES DE DIMENTACION			
CALICATA:	C-1 HASTA C-04	PROFUNDIDAD:	1.50 m. A 1.50 m.	DEL SUELO	SM Y SC		
MUESTRA:	M-01	FECHA:	15/08/2022				
METODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA - NTP 339.117 - NTP 339.118							
LOCALIDAD	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	pH	SULFATOS (SO ₄) AGUA (ppm)	CONTENIDO DE SALES (%)	Cl-1 (ppm)
CHACHAPOYA	C-01	M-01	1.50	6.55	328.65	0.036	59.91
	C-02	M-01	1.50	6.83	321.49	0.034	58.43
	C-03	M-01	1.50	6.33	298.71	0.035	75.18
	C-04	M-01	1.50	6.83	302.39	0.034	72.13
OBSERVACIONES	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO EJECUTADA SEGUN LA NORMA (NTP 339.117 Y NTP 339.118), Y SE DESCRIBE COMO UN SUELO CON BAJO CONTENIDO DE CLORUROS, SULFATOS Y SALES SOLUBLES TOTALES, POR LO TANTO, EXISTE ESCASA AGRESIVIDAD AL CONTACTO DEL CONCRETO						
NORMAS QUE IMPLICAN EL ENSAYO	NTP 339.117 - NTP 339.118 - NTP 400.042 - ASTM C 40 - ASTM C 123 - ASTM C 289						

GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
[Firma]
DARLEN M. ABELLANEDA HERNÁNDEZ
LABORATORISTA
CIP 11848

GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
[Firma]
DARWIN SANCHEZ TAMAY
JEFE DEL LABORATORIO
CIP 31847

Figura 140 Ensayos químicos de suelos

Anexo 04: Perfiles estratigráficos

GRUPO DASAT - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		AREA:	LABORATORIO							
FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD		REG. ESTUDIO:	039-2022							
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL								
PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORESISTENTE DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AMAZONAS MEDIANTE ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO Y DINÁMICO		JEFE DE CALIDAD:	ING. DARWIN SANCHEZ TABAY						
UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE CHAZARPOYAS		TEC. LAB.:	DARWIN VILLARDEA HERRERA						
SOLICITANTE:	GLORIA A. SANCHEZ PUERTA		ASISTENTE LAB.:	JEON SANCHEZ TABAY						
DATOS DEL MUESTREO		CLASIFICACION DEL SUELO								
CALCATA:	C-01	PROFUNDIDAD:	0.30 m. a 1.30 m.		Asena Intensa SM					
MUESTRA:	M-01	FECHA:	15/08/2022							
Profundidad (m)	N.F. (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	MUESTRA	LIMITE		% Humedad	% Sales	capn.
		SIMBOLO SUCS	SIMBOLO GRAFICO			LL (%)	PL (%)			
0.00		CH		SUELO CONFORMADO POR MATERIA ORGANICA (PASTOS Y RAICES)	CH	-	-	-	-	-
0.50	0.00	M-1		PRESENTE UN SUELO IMPERMEABLE CON RESISTENCIA A LA TURBIFICACION MUY ALTA, CON RESISTENCIA AL CORTANTE BAJA A MEDIA, COMPRESIBILIDAD, LOS ASENTAMIENTOS PUEDEN SER GRANDES Y SE CALCULAN CON BASE EN PRUEBAS DE CONSOLIDACION, SUSCEPTIBILIDAD AL AGRIETAMIENTO DE MEDIANA A ALTA, SUCEPTIBILIDAD A LA LIQUACION MUY BAJA.	SM	54.82	17.82	15.87	0.038	0.74
1.00										
1.50										
2.00										
2.50										
3.00										
3.50										
4.00										
4.50										
5.00										
OBSERVACIONES		LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (ASTM: D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO UN SUELO ARENOSO LIMOSO DE MEDIANA PLASTICIDAD								

Figura 141 Perfiles estratigráficos



GRUPO DASAT - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS		AREA:		LABORATORIO						
FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD				REG. ESTUDIO: 039-2022						
DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL						
PROYECTO:	"DISEÑO ESTRUCTURAL SEMIPRESISTENTE DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA DIRECCION REGIONAL DE SALUD AMAZONAS MEDIANTE ANALISIS NO LINEAL ESTADICO Y DINAMICO"			JEFE DE CALIDAD:	ING. DARWIN SANCHEZ TAMAY					
UBICACION:	LOCALIDAD DE CHACHANDUYAS			TEC. LAB.:	DARIN AVELLANEDA HERNANDEZ					
SOLICITANTE:	GLORIA S. BANCOS FUERTA			ASISTENTE LAB.:	JHON SANCHEZ TAMAY					
DATOS DEL MUESTRO				CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE OMBIAS						
CALCATA:	C-01	PROFUNDIDAD:	0.20 m. A 1.50 m.	CLASIFICACION DEL SUELO:	Arenas arcillosas SC					
MUESTRA:	M-01	FECHA:	15/06/2022							
Profundidad (m)	N.F. (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION LITOLÓGICA	MUESTRA	LIMITES		% Humedad	% Sales	q _{adm.}
		SÍMBOLO SUCS	SÍMBOLO GRÁFICO			LL (%)	IP (%)			
0.00		CH		SUELO CONFORMADO POR MATERIA ORGANICA (PASTOS Y RACES)	CH	-	-	-	-	-
0.50	0.00	M-1		PRESENTE UN SUELO IMPERMEABLE CON RESISTENCIA A LA TUBIFICACION MUY ALTA, CON RESISTENCIA AL CORTANTE BAJA A MEDIA, COMPRESIBILIDAD, LOS ASENTAMIENTOS PUEDEN SER GRANDES Y SE CALCULAN CON BASE EN PRUEBAS DE CONSOLIDACION, SUSCEPTIBILIDAD AL AGRIETAMIENTO DE MEDIANA A ALTA, SUCEPTIBILIDAD A LA LIGACION MUY BAJA.	SC	44.8	18.42	16.34	0.554	0.78
1.00										
1.50										
2.00										
2.50										
3.00										
3.50										
4.00										
4.50										
5.00										
OBSERVACIONES	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA (ASTM D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES); Y SE DESCRIBE COMO UN SUELO ARENOSO ARCILLOSO DE MEDIANA PLASTICIDAD									

Figura 143 Perfiles estratigráficos

Anexo 04: Plano ubicación de calicatas

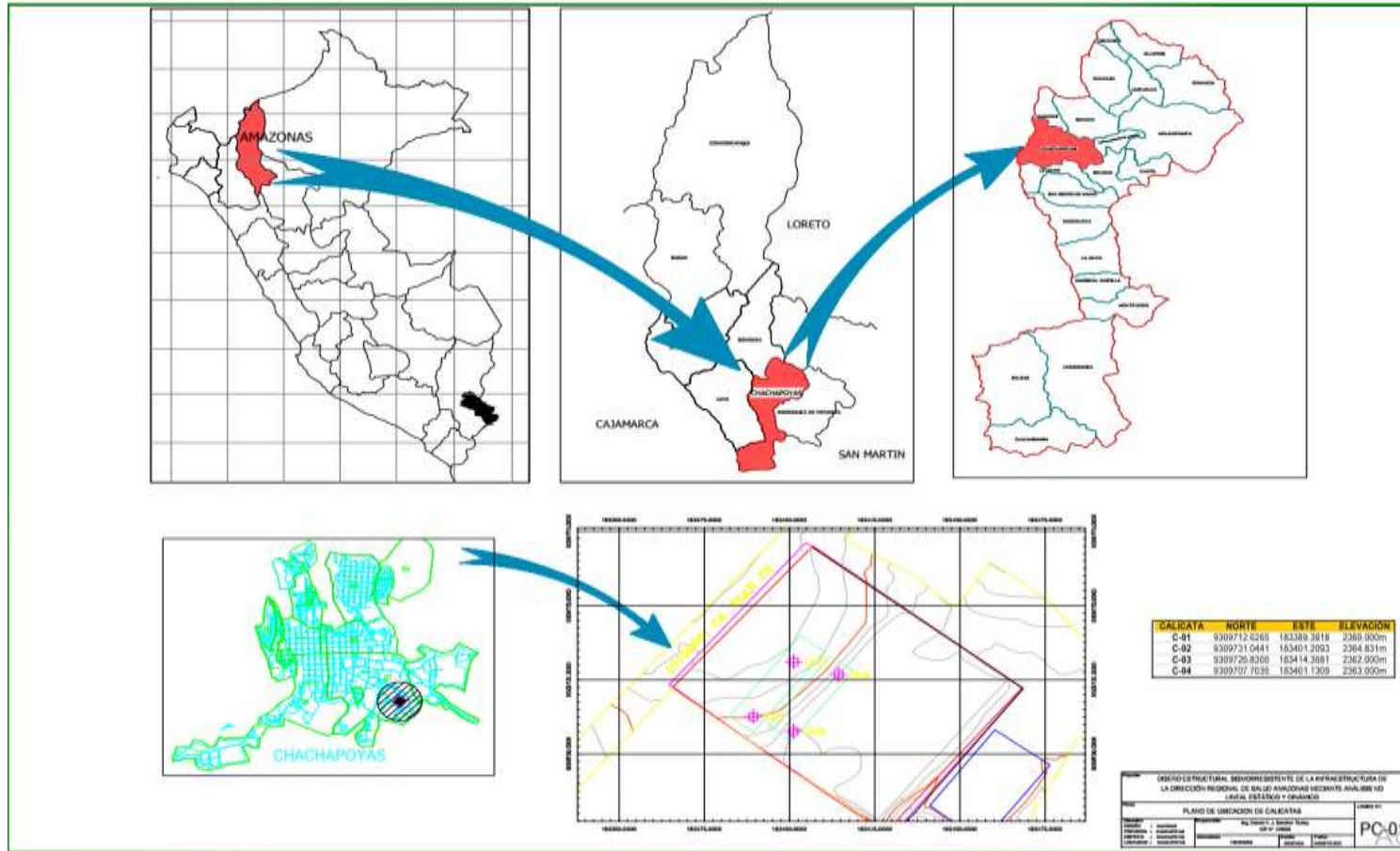


Figura 134 Plano de ubicación de calicatas

Anexo 05: Panel fotográfico-Ensayos en laboratorio:

Figura 145 Ensayo de contenido de humedad de la muestra extraída



Figura 146 Ensayo de límites de consistencia



Figura 147 Ensayo de límites de la humedad extraída



Figura 148 Ensayo a corte directo

Anexo 6: Realización de la topografía -Panel Fotográfico



Figura 149: Ubicación del BM1



Figura 150: Ubicación del BM2



Figura 151: Trabajo de campo con estación total



Figura 152: Trabajo de campo con estación total



Figura 153: Trabajo de campo con estación total



Figura 154: Trabajo de campo con estación total



Figura 155: Trabajo de campo con estación total



Figura 156: Trabajo de campo con estación total



Figura 157: Trabajo de campo con estación total



Figura 158: Trabajo de campo con estación total

Anexo 08: Plano de Arquitectura

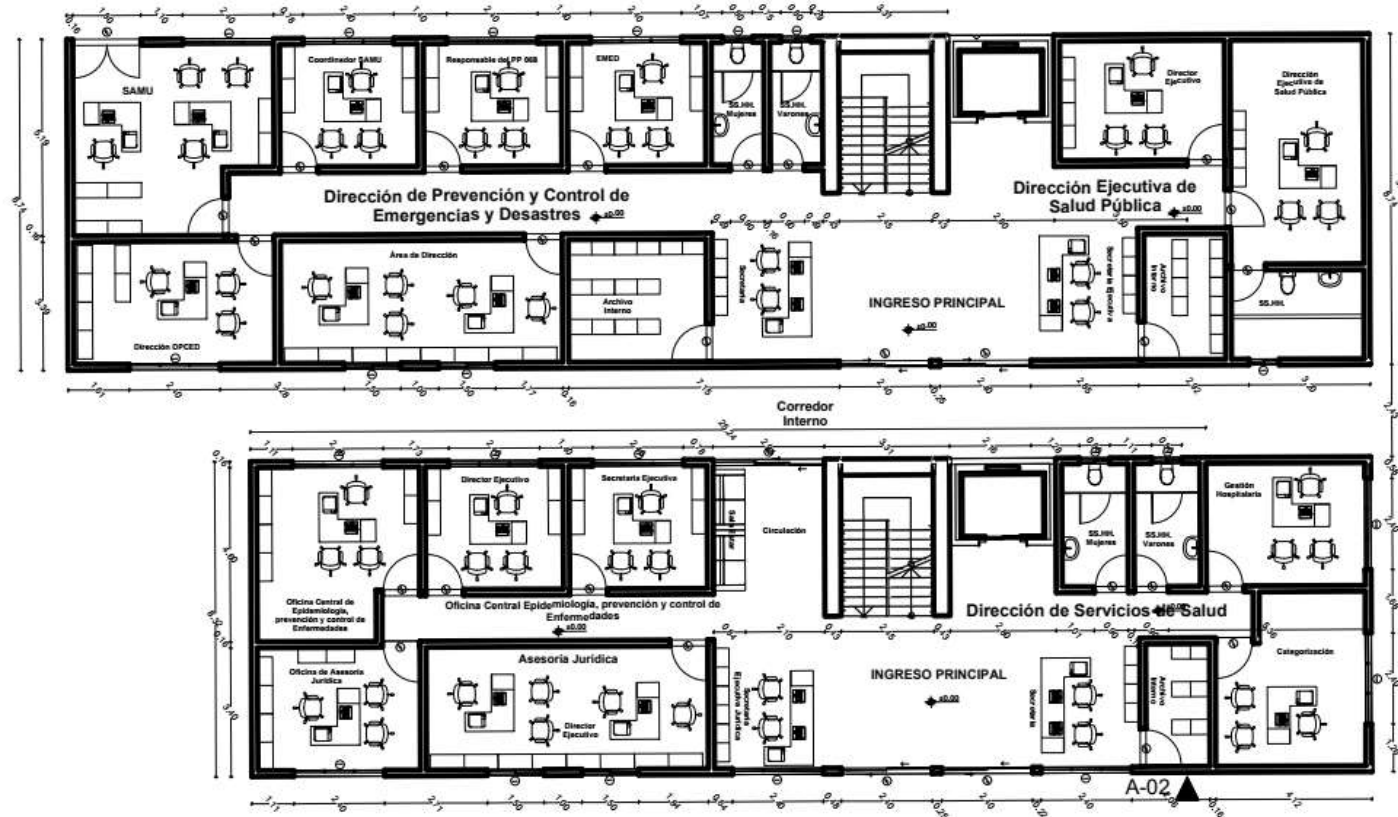


Figura 162: Plano Arquitectónico, 1er, 2do, 3er piso

Anexo 9: Plano de estructuras-edificio 2

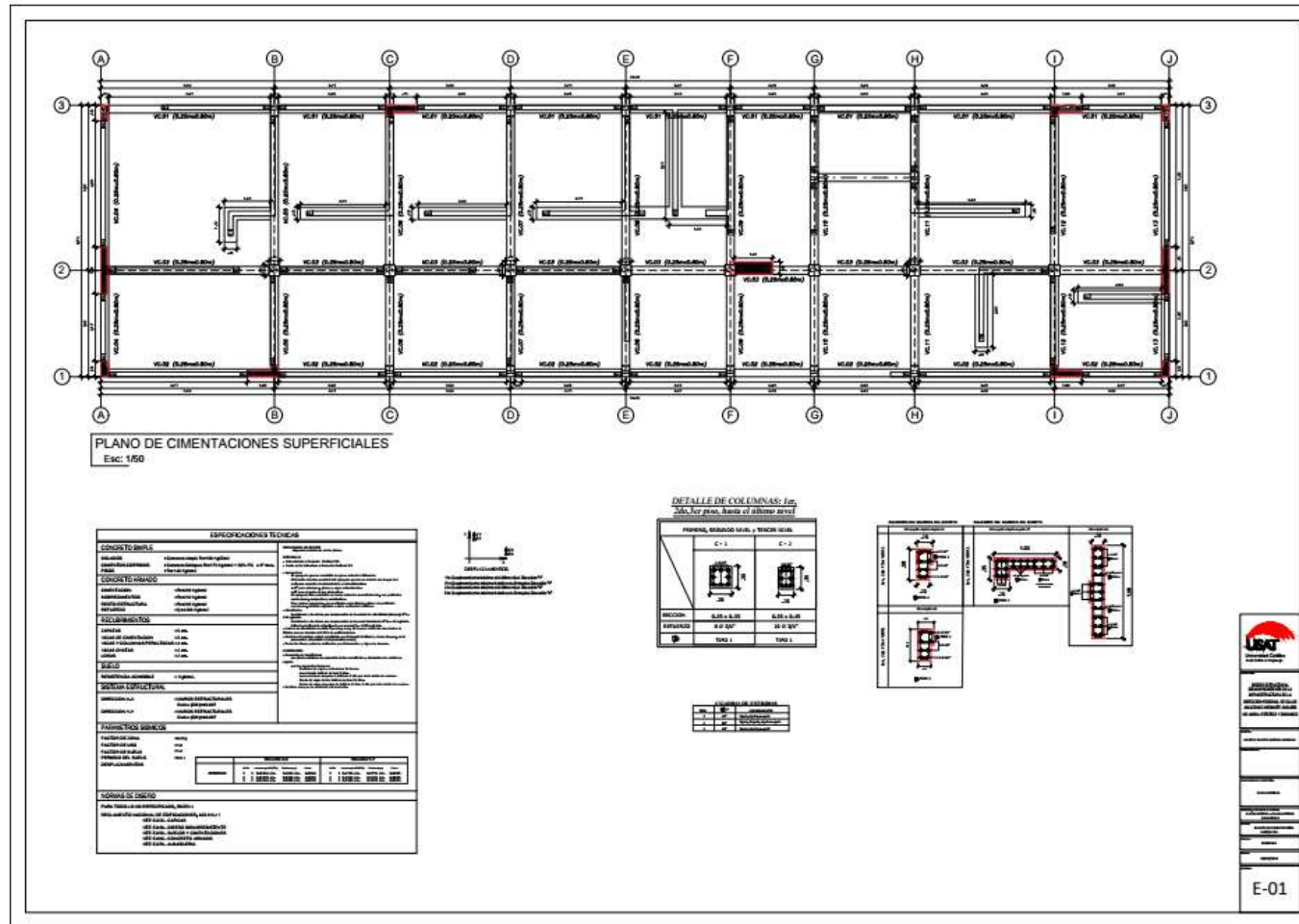
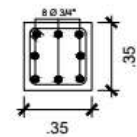
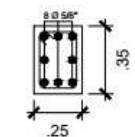




Figura 163: Plano de Cimentaciones

DETALLE DE COLUMNAS: 1er, 2do, 3er piso, hasta el último nivel

PRIMERO, SEGUNDO NIVEL Y TERCER NIVEL		
	C - 1	C - 2
		
SECCION	0.35 x 0.35	0.35 x 0.45
REFUERZO	8 Ø 3/4"	10 Ø 3/4"
	TIPO 1	TIPO 1

CUADRO DE ESTRIBOS		
TIPO		ESPACIAMIENTO
1	3/8"	1Ø, 2Ø, 5Ø, 10, 15, 20, 25
2	1/2"	1Ø, 2Ø, 10Ø, 15, 20, 25
3	3/8"	1Ø, 2Ø, 5Ø, 10, 15, 20, 25

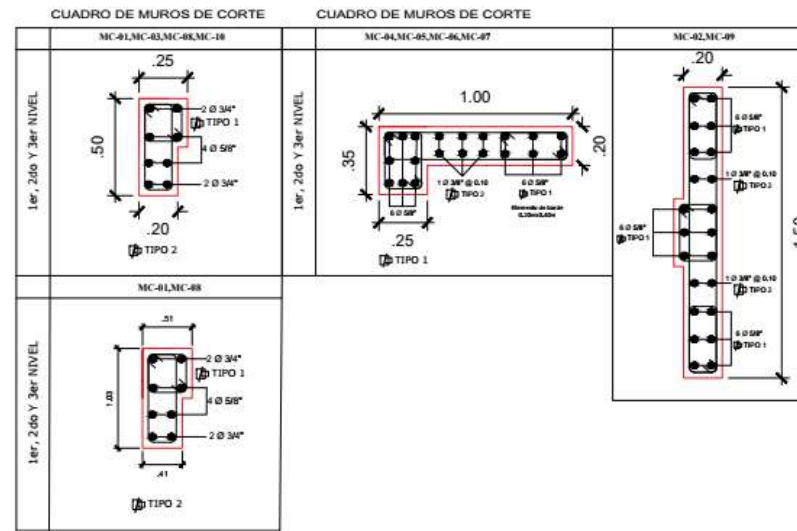


Figura 164: Diseño de columnas y placas

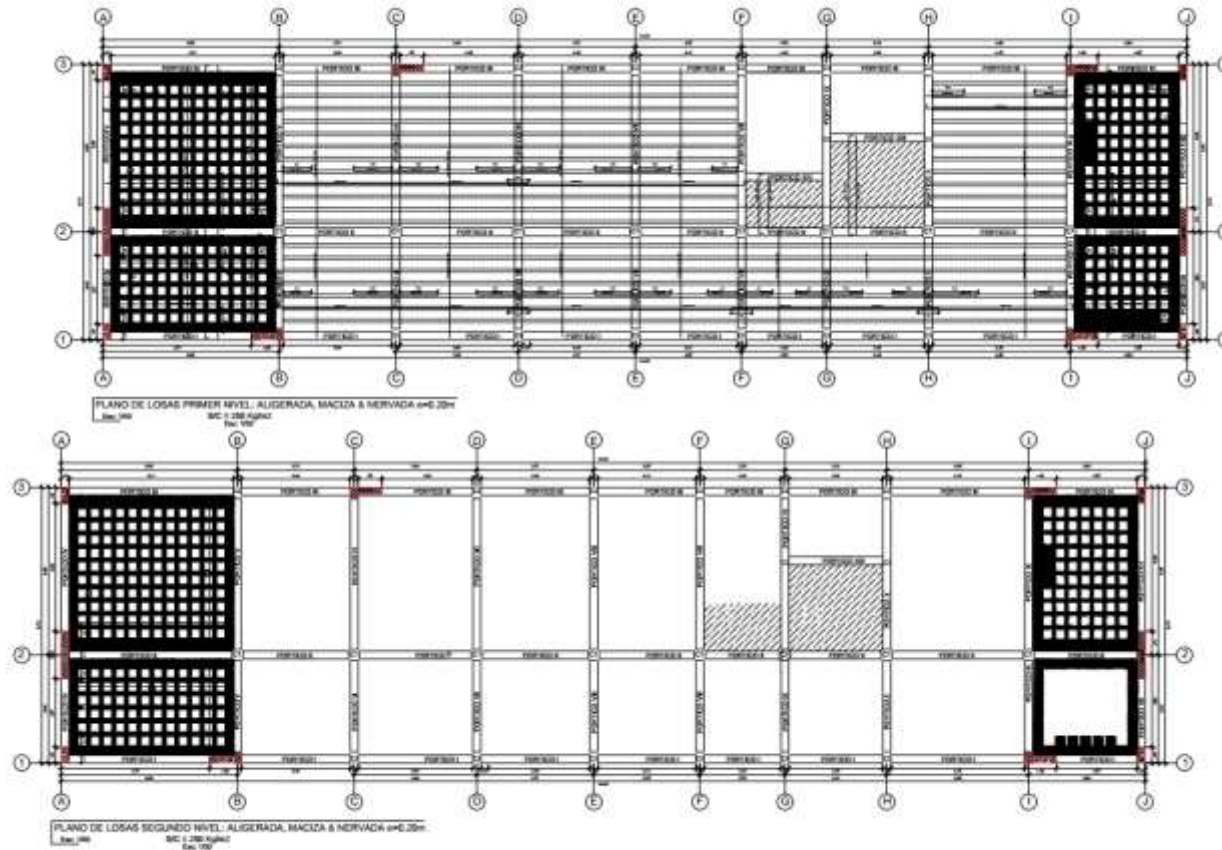


Figura 165: Diseño de Losa

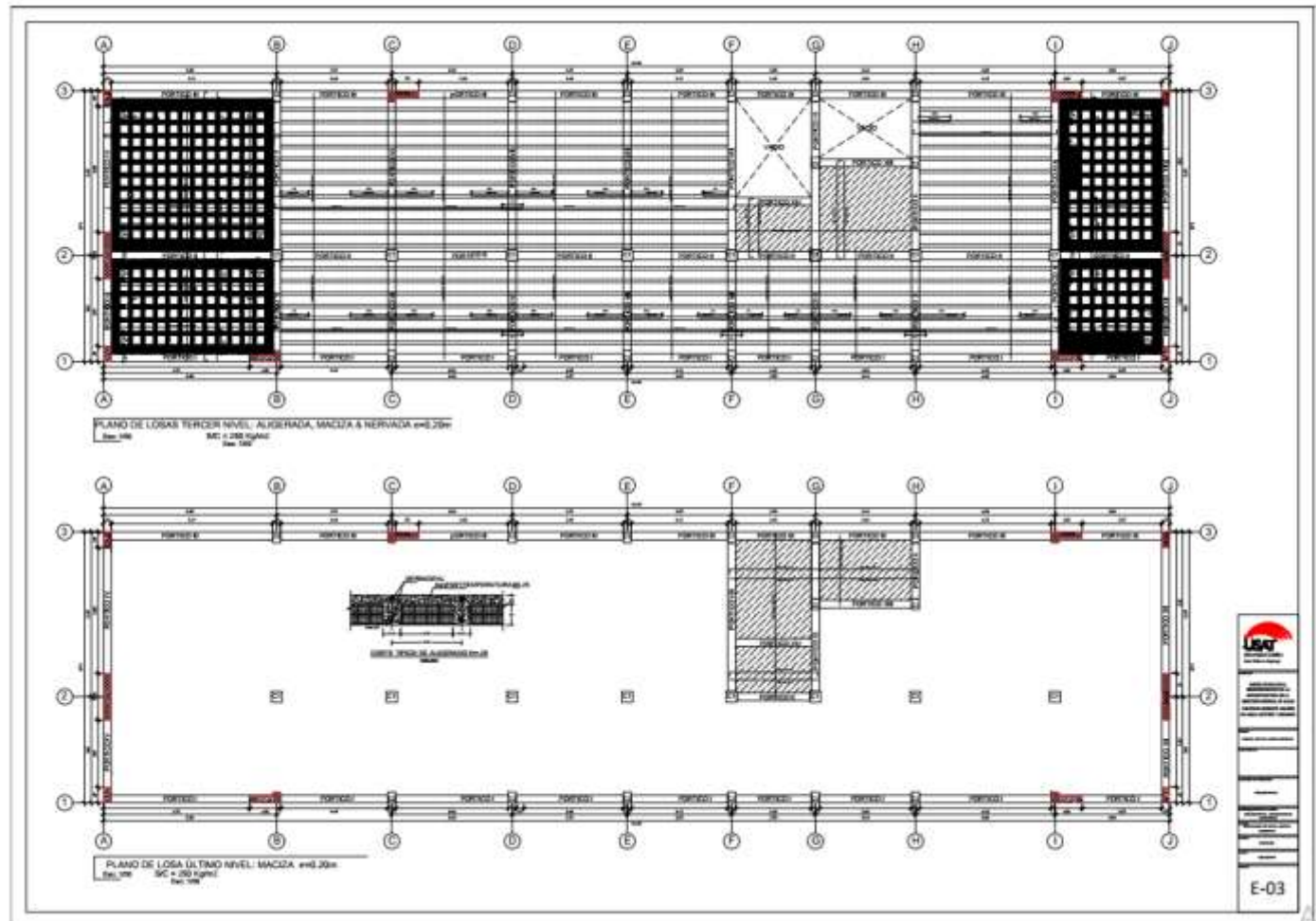


Figura 166: Diseño de Losa

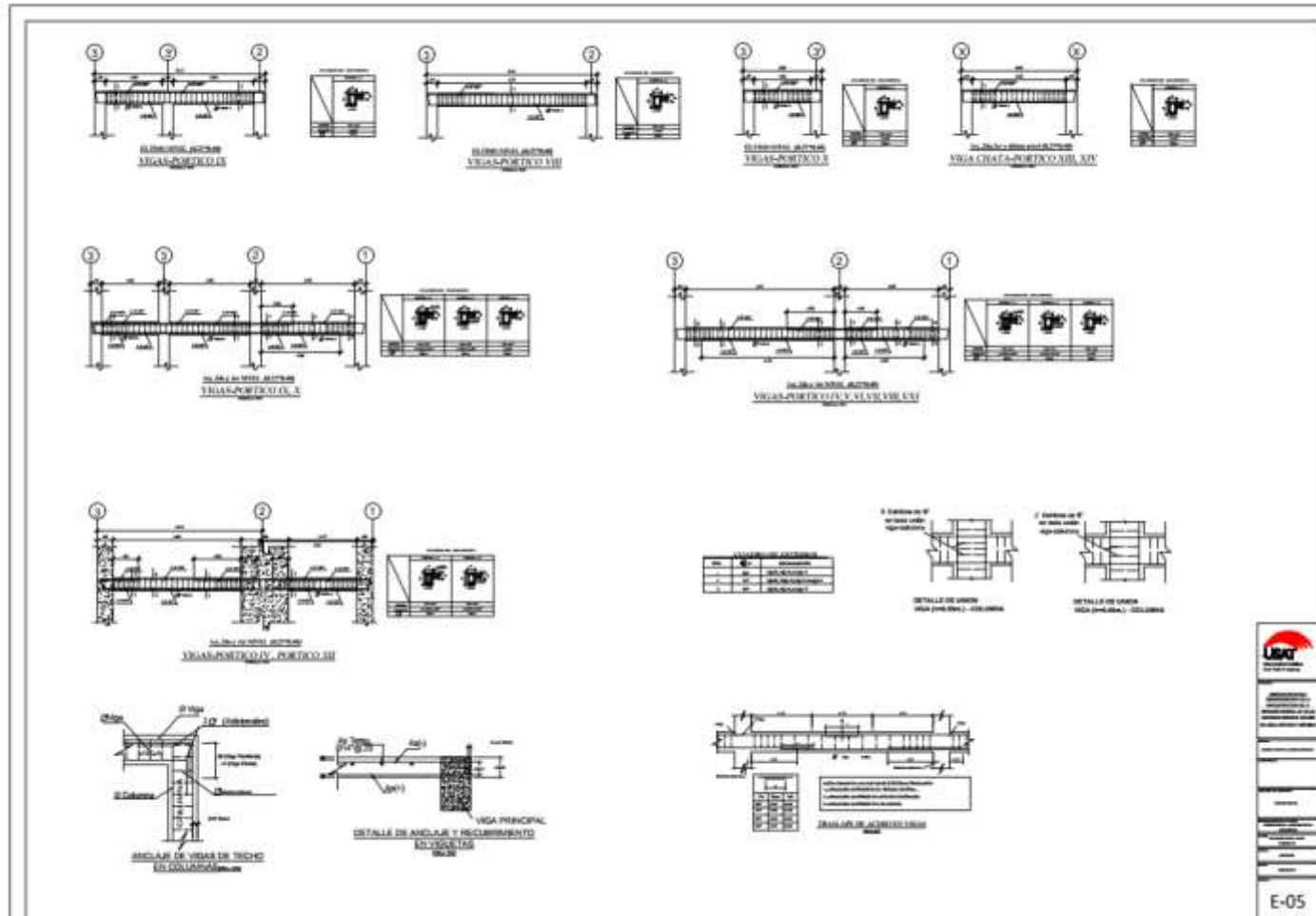


Figura 167: Diseño de Viga

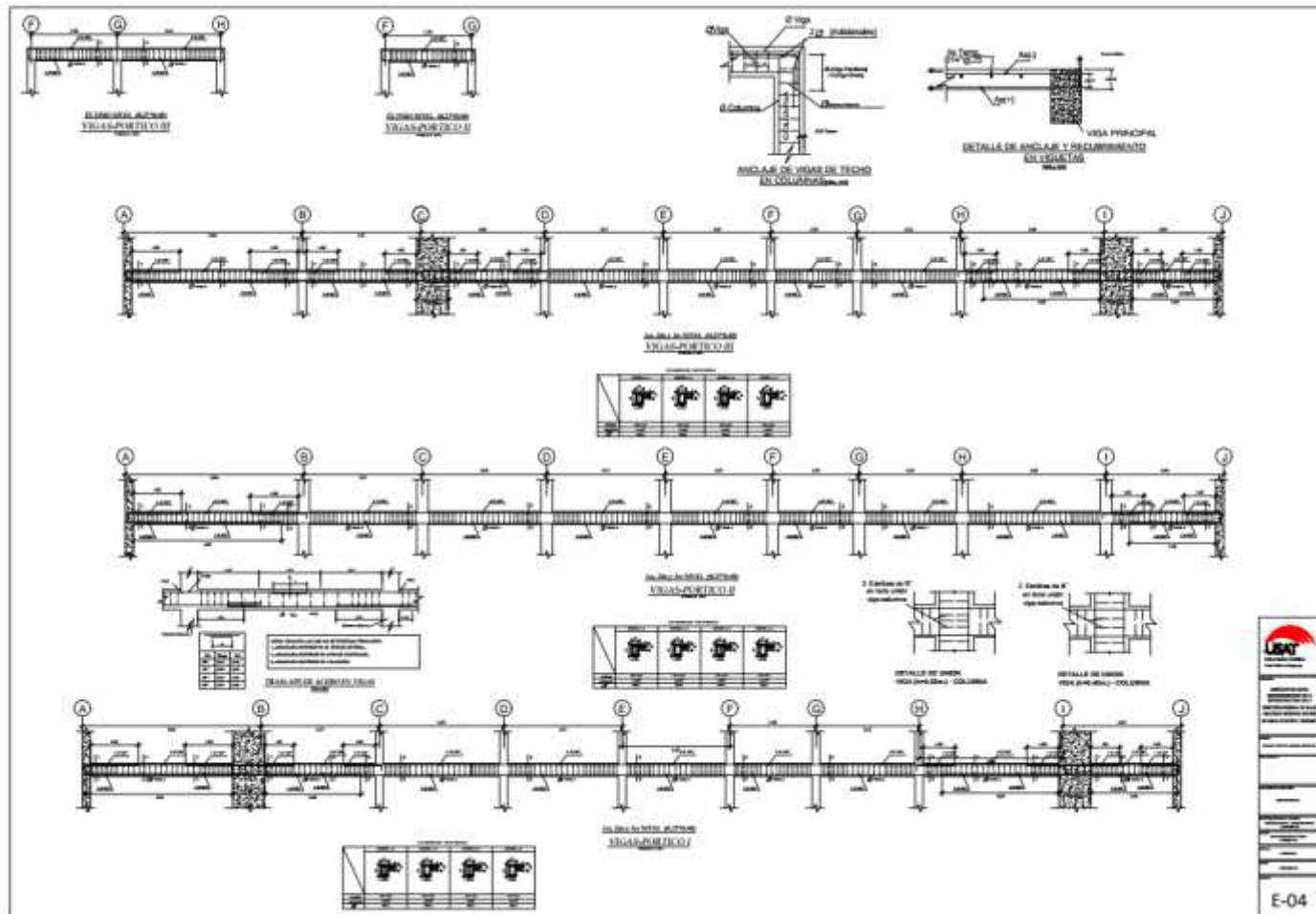


Figura 168: Diseño de Viga

Anexo 10: Plano de estructuras-Edificio 1

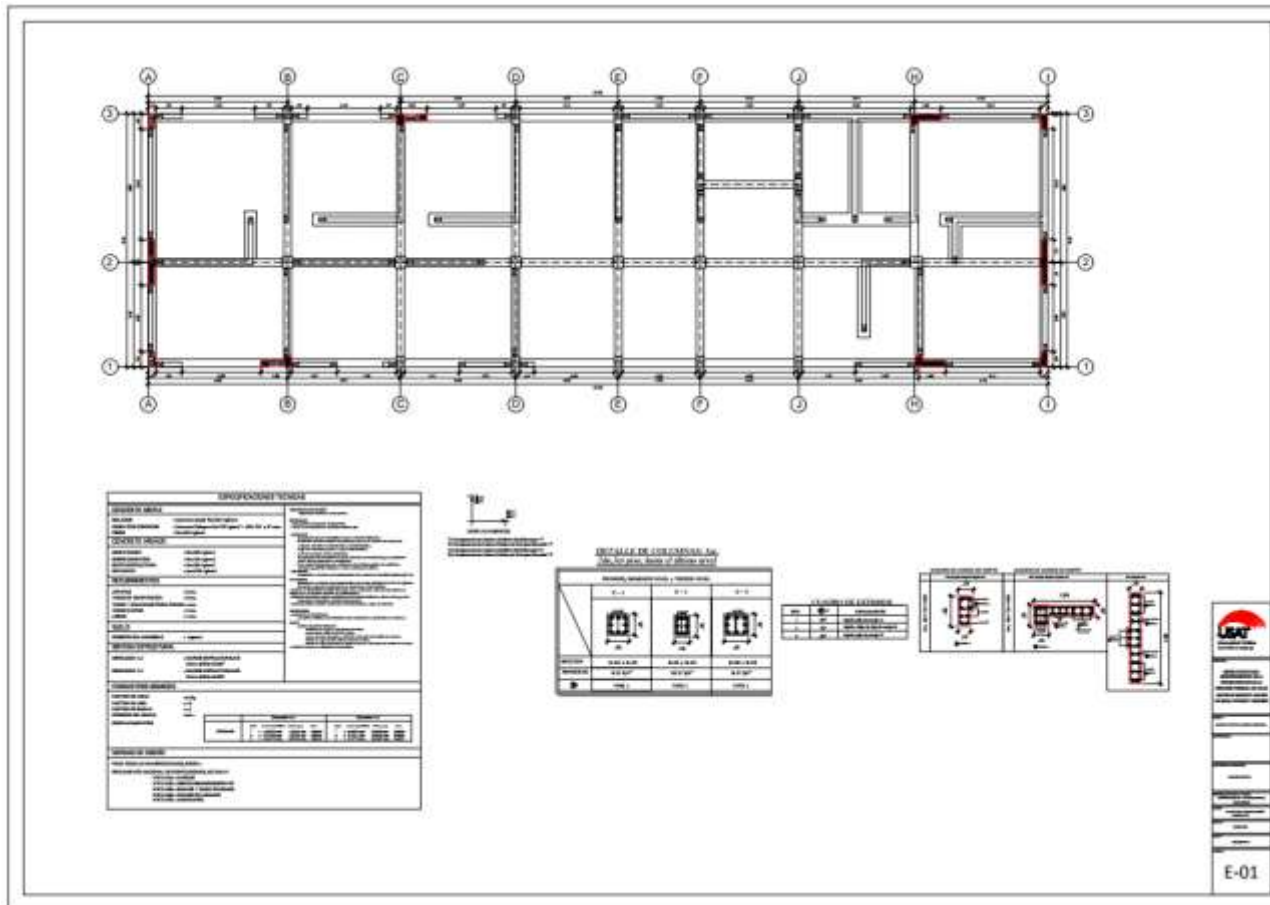


Figura 169: Plano de cimentación



DETALLE DE COLUMNAS: Ver,
2do, 3er piso, hasta el último nivel

PERFILES, SEGUNDO NIVEL Y TERCER NIVEL			
	C - 1	C - 2	C - 3
SECCION	28 x 28	28 x 28	28 x 28
REFUERZO	8 Ø 3/4"	10 Ø 3/4"	8 Ø 3/4"
	TIPO 2	TIPO 1	TIPO 1

CUADRO DE ESTRIBOS		
TIPO	SECCION	ESPESORES
1	Ø 3/4"	10x10, 10x10, 10x10
2	Ø 3/4"	10x10, 10x10, 10x10, 10x10
3	Ø 3/4"	10x10, 10x10, 10x10

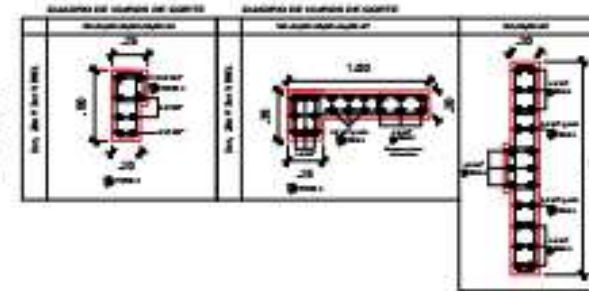


Figura 170: Diseño de columnas y placas

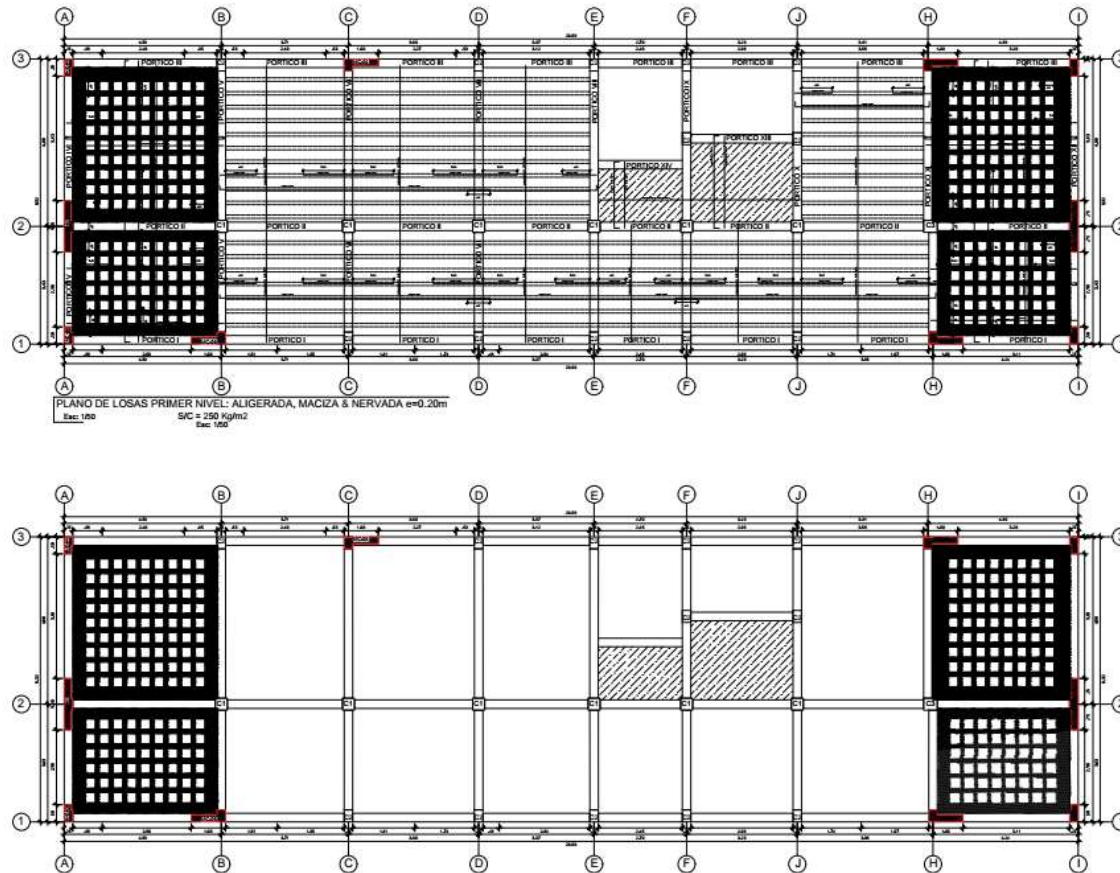


Figura 171: Diseño de losa

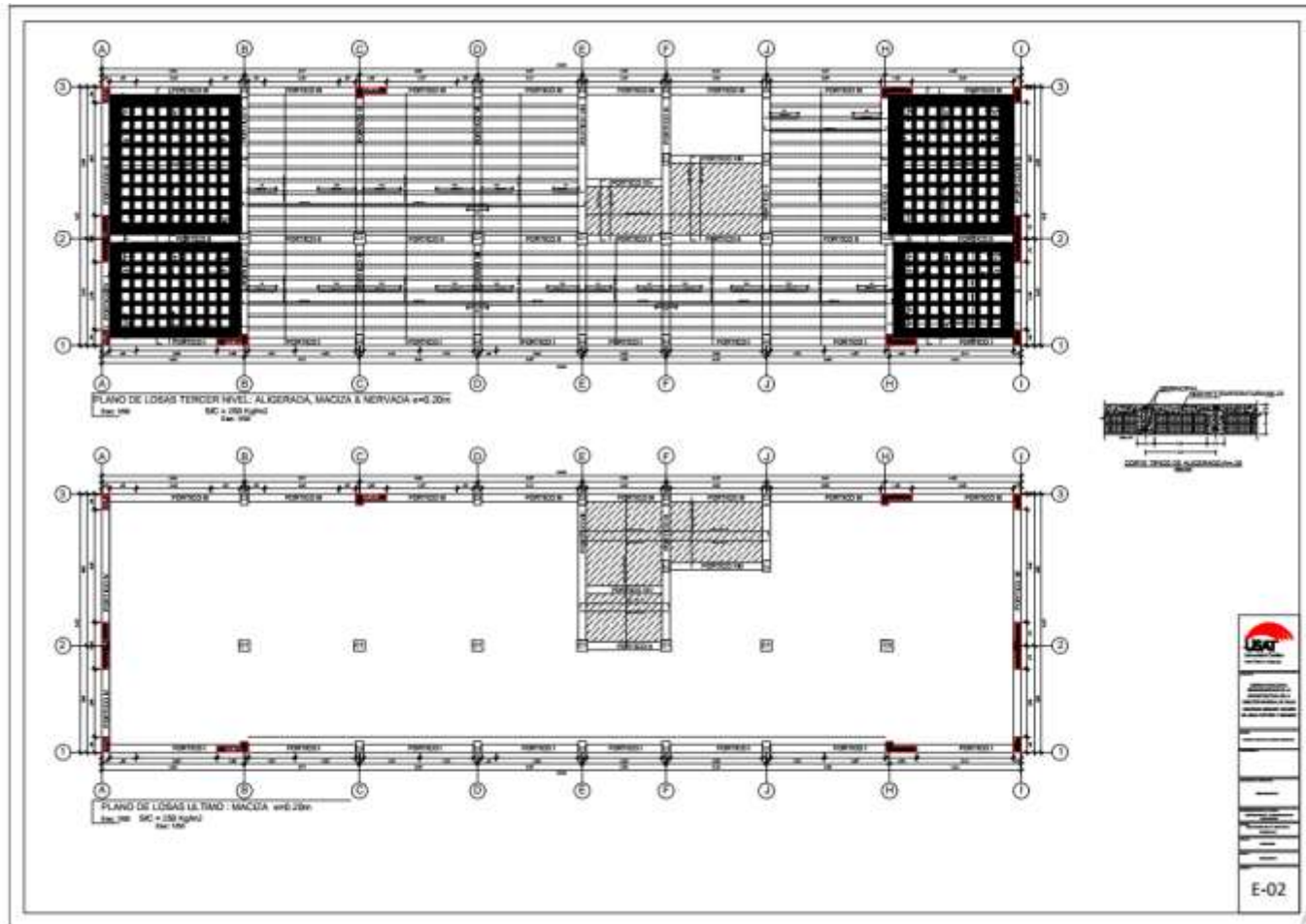


Figura 172: Diseño de losa

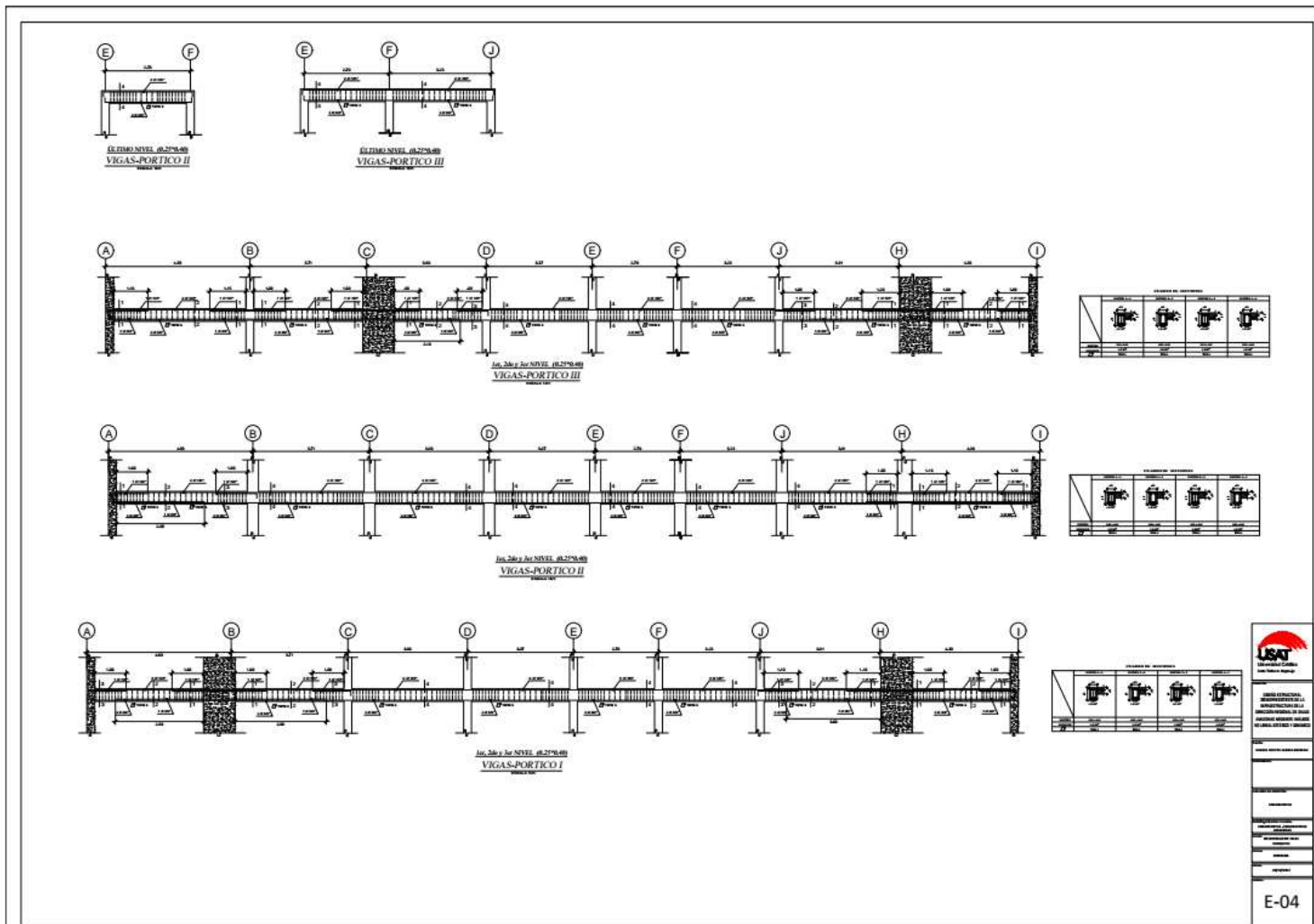


Figura 173: Diseño de viga

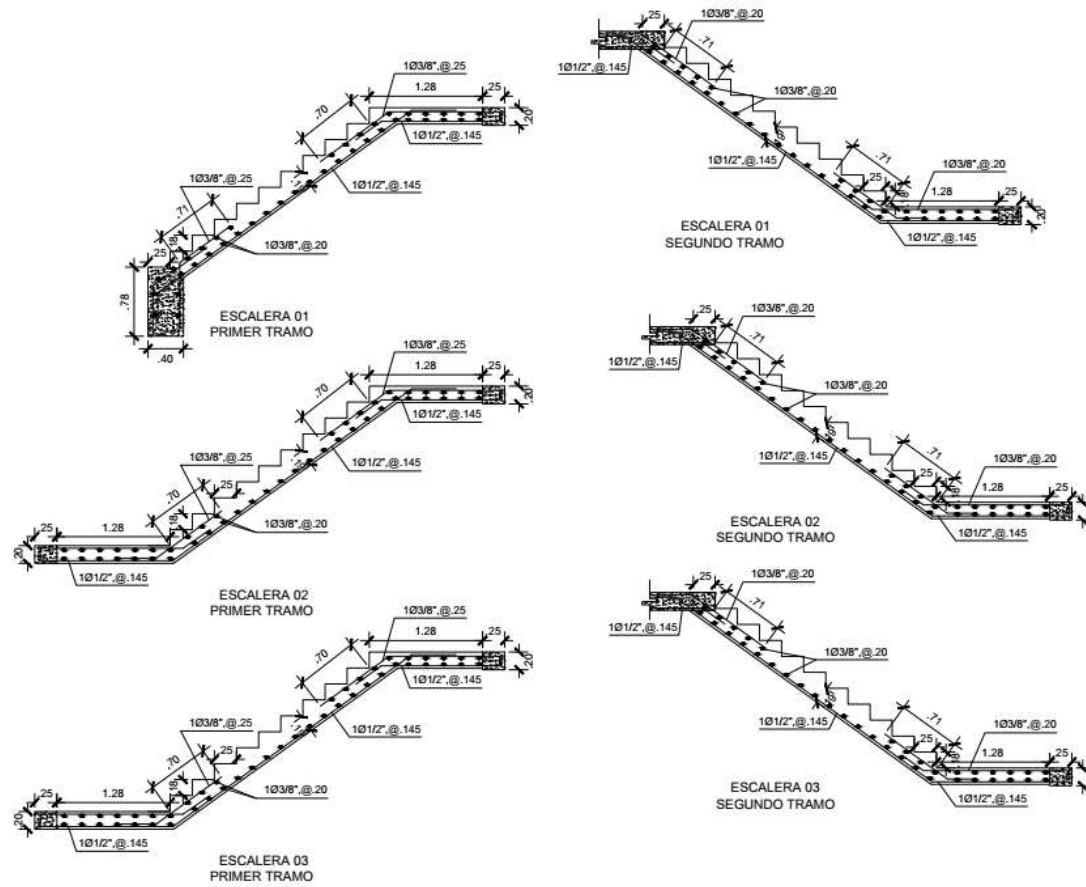


Figura 175: Plano de escaleras