



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Modelamiento Estructural usando los programas ETABS y SAFE de la
I.E.80850 San Salvador – secundaria, Paiján, Ascope, La Libertad –
2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Lopez Arteaga, Euclides Elmer (orcid.org/0000-0002-6480-1275)

Vega Villavicencio, Diego Alejandro (orcid.org/0000-0003-4786-620X)

ASESOR:

Dr. Herrera Viloche, Alex Arquimedes (orcid.org/0000-0001-9560-6846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos sus niveles

TRUJILLO - PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mis padres y a mi novia.
López Arteaga, Euclides Elmer

A dios, a mis padres, a mis padrinos
y a mi abuela por sus palabras de aliento.
Vega Villavicencio, Diego

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis docentes, por sus
conocimientos
A mi familia por su
apoyo incondicional.
López Arteaga, Euclides Elmer

Estas labores van dedicadas en primer lugar a
Dios, mis Padres y Familia por su infinito
apoyo a lo largo de mi vida universitaria.
Y a mis maestros por sus palabras y
enseñanzas a lo largo del tiempo.
Vega Villavicencio, Diego

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:.....	11
3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:.....	11
3.1.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:.....	11
3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	11
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	13
3.3.1 POBLACIÓN:.....	13
3.3.2 MUESTRA:	13
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	13
3.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	14
3.6 ASPECTOS ÉTICOS	14
IV. RESULTADOS	15
4.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: ESTUDIO TOPOGRÁFICO	15
4.1.1 COORDENADAS	15
4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2: ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS:	15
4.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD	16
4.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3: DISEÑO ARQUITECTÓNICO	19
4.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4: MODELAMIENTO ESTRUCTURAL CON LOS PROGRAMAS ETABS Y SAFE.....	22
4.4.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL	23

4.4.2 NORMAS EMPLEADAS	27
4.4.3 MATERIALES DE DISEÑO.....	27
4.4.4 ANÁLISIS POR SOLICITACIONES DE CARGAS	28
4.4.5 ANÁLISIS SÍSMICO.....	33
4.4.6 DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	56
V. DISCUSIÓN.....	86
VI. CONCLUSIONES	90
VII. RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS.....	93
ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables y operacionalización	12
Tabla 2 Coordenadas	15
Tabla 3 Calicata 1	16
Tabla 4 Calicata 2	17
Tabla 5 Calicata 3	18
Tabla 6 Características mecánicas de los materiales estructurales	28
Tabla 7 Restricciones estructurales	35
Tabla 8 Distribución del cortante en altura, $xx - yy$, modulo "A"	39
Tabla 9 Distribución del cortante en altura, $xx - yy$, modulo "B"	41
Tabla 10 Distribución del cortante en altura, $xx - yy$, modulo "C"	42
Tabla 11 Distribución del cortante en altura, $xx - yy$, modulo "D"	43
Tabla 12 Distribución del cortante en altura, $xx - yy$, modulo "E"	44
Tabla 13 Espectro de aceleraciones	46
Tabla 14 Modos, Periodos y Masas Participativas, modulo "A"	48
Tabla 15 Modos, Periodos y Masas Participativas, modulo "B"	48
Tabla 16 Modos, Periodos y Masas Participativas, modulo "C"	48
Tabla 17 Modos, Periodos y Masas Participativas, modulo "D"	49
Tabla 18 Modos, Periodos y Masas Participativas, modulo "E"	49
Tabla 19 Máxima distorsión angular, dirección x-x, modulo A	52
Tabla 20 Máxima distorsión angular, dirección y-y, modulo A	52
Tabla 21 Máxima distorsión angular, dirección x-x, modulo B	52
Tabla 22 Máxima distorsión angular, dirección y-y, modulo B	52
Tabla 23 Máxima distorsión angular, dirección x-x, modulo C	52
Tabla 24 Máxima distorsión angular, dirección y-y, modulo C	53
Tabla 25 Máxima distorsión angular, dirección x-x, módulo D	53
Tabla 26 Máxima distorsión angular, dirección y-y, módulo D	53
Tabla 27 Máxima distorsión angular, dirección x-x, módulo E	53
Tabla 28 Máxima distorsión angular, dirección y-y, módulo E	53
Tabla 29 Demanda sísmica absorbida por la columna 50x50cm	69
Tabla 30 Combinaciones de diseño sísmico en columna 50x50	70
Tabla 31 Combinaciones de diseño, sismo xx en columna 50x50	70
Tabla 32 Combinaciones de diseño, sismo yy en columna 50x50	70
Tabla 33 Solicitaciones de diseño	74
Tabla 34 Reporte de programa, entre otros se tiene la relación entre la capacidad y demanda	75
Tabla 35 Cálculo de la relación entre la resistencia nominal a la flexión y momento actuante, Eje X	77
Tabla 36 Cálculo de la relación entre la resistencia nominal a la flexión y momento actuante, Eje Y	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plano de distribución.....	19
Figura 2 Plano de distribución 2 nivel.....	19
Figura 3 Plano de distribución 3 nivel.....	20
Figura 4 Planos de cortes	21
Figura 5 Planos de elevación	21
Figura 6 Distribución típica primer nivel	23
Figura 7 Encofrado típico de 1°, 2° y 3° techo.....	25
Figura 8 Planta típica de cimentación proyectada	26
Figura 9 Modelo típico estructural (geometría y condiciones de continuidad en las fronteras)	30
Figura 10 Carga muerta de muro tabique distribuido sobre vigas	32
Figura 11 Reporte de peso sísmico por techo, modulo "A" (no considerar fuerzas inerciales, no corresponde a E 030).....	36
Figura 12 Reporte de peso sísmico por techo, modulo "B" (no considerar fuerzas inerciales, no corresponde a E 030).....	36
Figura 13 Reporte de peso sísmico por techo, modulo "C" (no considerar fuerzas inerciales, no corresponde a E 030).....	37
Figura 14 Reporte de peso sísmico por techo, modulo "D" (no considerar fuerzas inerciales, no corresponde a E 030).....	37
Figura 15 Reporte de peso sísmico por techo, modulo "E" (no considerar fuerzas inerciales, no corresponde a E 030).....	38
Figura 16 Diseño Seudo Espectro Dirección corta y larga, xx - yy	47
Figura 17 Envoltente de momentos y cortantes, eje A (tonf - m)	55
Figura 18 Envoltente de momentos y cortantes, eje C (tonf - m)	55
Figura 19 Estados de cargas consideradas en el diseño de losas aligeradas (kgf/m)	60
Figura 20 Envoltente de momento y acero requerido (tonf – m, cm ²)	61
Figura 21 Envoltente de cortantes (kg).....	63
Figura 22 Cuantías calculadas en vigas del segundo techo (critico, cm ²).....	65
Figura 23 Diagrama de envoltente de fuerza cortante, critico 1° techo, eje C (kgf).....	66
Figura 24 Distribución del acero, columna 50x50cm	69
Figura 25 Diagrama de Interacción M33 y M22, columna C-02.....	71
Figura 26 Compatibilidad de ejes locales y globales	74
Figura 27 Propuesta refuerzo PL-2	75
Figura 28 Curva de resistencia flexión biaxial PL-2.....	76
Figura 29 Modelo de cimentación y sobre carga (tonf/m ²).....	81
Figura 30 Distribución de presiones bajo acción de cargas de gravedad	83
Figura 31 Distribución de presiones bajo acción de carga de gravedad y sismo	83
Figura 32 Cortante máximo de la cimentación	84
Figura 33 Momentos máximos de diseño en zapatas	85
Figura 34 Envoltente de Momentos en vigas de cimentación	85

RESUMEN

Cuando llegamos al colegio San Salvador 80850 nos dimos cuenta que se encontraba en mal estado, había pocas áreas verdes y mucho espacio sin utilizar, también había pocos juegos infantiles, la cancha de futbol estaba deteriorada, no había bibliotecas, laboratorios, el nivel secundario no tenía pabellón y solo daban clases en módulos temporales. Fue entonces que nos decidimos a realizar nuestro proyecto de tesis con la finalidad de ofrecerles un mejor servicio educativo a los alumnos del colegio "San Salvador". Nuestra muestra fueron los alumnos. Del estudio topográfico concluimos que la topografía es llana y presenta muy poco desnivel, el diseño arquitectónico nos brinda la distribución y medidas de espacios, con el estudio de mecánica de suelos obtenemos datos esenciales como capacidad portante, módulo de corte, módulo de balasto, desplante; datos necesarios para la cimentación de la estructura, posteriormente se realizó el análisis sismorresistente para verificar si nuestra edificación cumplía con las derivas máximas permitidas por la norma .

Palabras Clave:

Diseño estructural, sismorresistente, colegios, análisis estructural, arquitectónica

ABSTRACT

When we arrived at the San Salvador 80850 school, we realized that it was in poor condition, there were few green areas and a lot of unused space, there were also few children's games, the soccer field was deteriorated, there were no libraries, laboratories, the secondary level was not It had a pavilion and they only gave classes in temporary modules. It was then that we decided to carry out our thesis project in order to offer a better educational service to the students of the "San Salvador" school. Our sample was the students. From the topographic study we conclude that the topography is flat and presents very little unevenness, the architectural design provides us with the distribution and measurements of spaces, with the study of soil mechanics we obtain essential data such as bearing capacity, shear module, ballast module, offset ; necessary data for the foundation of the structure, later the seismic analysis was carried out to verify if our building complied with the maximum drifts allowed by the standard.

Keywords :

Structural design, seismic resistance, schools, structural analysis, architecture

I. INTRODUCCIÓN

Durante este siglo XXI, varios países acontecieron movimientos telúricos de gran fuerza, los cuales originaron perjuicios que no tenían reparación en las estructuras. (SILGADO, 1978)

(JENA, 2020) Por otro lado, el Perú se encuentra ubicado en la beta sísmica, así como Japón, Chile, México, entre otros, hallándonos propensos a la liberación de energía en mayor cantidad, debido a los periódicos movimientos y choques que se producen entre una placa contra otra.

(CARCELEN, y otros, 2020) Hasta antes de que el terremoto ocurrido en 1746 destruyese Lima y Callao, en la capital virreinal se registraron catorce terremotos en los años 1582, 1586, 1609, 1630, 1655, 1687, 1694, 1699, 1716, 1725, 1735, 1734 y 1743, siendo el de 1746 el más destructivo 1. Se puede observar la constante destrucción de la infraestructura hidráulica de Lima y su entorno productivo originado por una serie de sucesivos terremotos.

(BLONDET, 2011) En nuestro territorio es fácil darnos cuenta que las edificaciones, estatales o privadas, no presentan un buen estado, ya que no garantizan el buen ambiente y la seguridad que todo estudiante necesita para recibir sus lecciones.

(MA, 2021) Es por eso que se considera necesario diseñar las estructuras de tal manera que estas puedan permitir un correcto desenvolvimiento de las diversas actividades de la institución.

(GOMEZ, y otros, 2005) De igual manera, para que la estructura realice con éxito tiene como funciones una vida útil, no solo se requiere diseño y construcción, sino también un buen diseño estructural, un desarrollo estructural adecuado y el uso de un material de calidad, utilizando conocimiento, experiencia y adecuado control de calidad.

(MONTERO, y otros, 2020) En México, se halló que el porcentaje de instituciones educativas que se hallan en malas condiciones ocasionadas por un inadecuado diseño estructural está superando el 50%

Luego de realizarse la investigación se presenta la pregunta: **¿Cuál sería el modelamiento estructural que asegure la integridad de los alumnos mediante la correcta disposición de los elementos?**

Dicho centro educativo está localizado en el Sector San Salvador, distrito de Paiján, provincia de Ascope, departamento de La Libertad, cuenta con 45 años de antigüedad. Manteniendo el mismo diseño desde que se inauguró, hay paredes que están rajadas y la losa deportiva se encuentra en mal estado, el techo de la zona de alimentos es de calamina. Teniendo en cuenta lo mencionado antes es que decidimos plantear un nuevo diseño estructural para el centro educativo de tal manera que asegure la integridad de los estudiantes ante un sismo. **Nuestro objetivo es brindar recomendaciones de acuerdo a estudios hechos en el extranjero, principalmente en países que se encuentren geolocalizados en el “Cinturón de Fuego”: existiendo aplastamiento en el centro y esquinas, también falla por deslizamiento o agrietamiento diagonal.**

El proyecto tiene como principal objetivo Diseñar un colegio con 3 niveles que sea seguro ante la existencia de un sismo. También se plantearon como **objetivos específicos** en primer lugar realizar el levantamiento topográfico del terreno escogido, para el colegio de 3 niveles; de igual manera realizar el estudio de mecánica de suelos, además realizar el diseño arquitectónico del colegio, así mismo realizar el análisis sísmico estático; en esa misma línea realizar el análisis sísmico dinámico y finalmente realizar el diseño estructural de los elementos estructurales.

La justificación teórica de este proyecto de investigación tiene como fundamento de que las edificaciones deben contar con la asesoría y consentimiento de personal que estén capacitados y especializados, y al (RNE) como base.

La justificación técnica de esta investigación se fundamenta en el uso de los parámetros técnicos siendo estos los que dará el apoyo a los colegios futuros para que el nivel de vulnerabilidad sea menor, evitando fallas de tipo estructural y daños no estructurales durante un movimiento telúrico. Esto ayudará en la reducción de peligros para los alumnos.

Metodológicamente se justifica esta investigación en la realización del diseño del colegio con el fin de que llegue a aportar como muestra para alguna futura construcción o también proyectos de edificaciones que se puedan emplear el presente trabajo y de la misma manera otorgar en las construcciones mejor seguridad.

Se justifica de manera práctica este proyecto en permitir otorgar un nivel más alto de seguridad a cualquier construcción futura, así mismo permitir la protección de la población estudiantil frente a un movimiento telúrico de grandes magnitudes.

Esto nos hace reflexionar que debemos ser conscientes al realizar diseños estructurales eficientes, por este motivo se sustenta la presente investigación, la cual se realizará teniendo en cuenta hasta el más mínimo detalle para edificar un colegio que cumpla con los requerimientos de la norma y sea segura para los alumnos que habitarán en ella.

II. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo cuenta con investigaciones relacionadas como se muestra a continuación:

(JARA, y otros, 2022) nos dice que tras muchos sismos ocurridos en Perú se ha podido verificar que el sistema constructivo regular es medianamente deficiente en viviendas y edificaciones con más de 20 años de vida útil.

(GIUFFRIDA, y otros, 2019) Sin embargo, las construcciones más contemporáneas han resistido en cierta medida el sismo, pero con daños considerables y otras que han colapsado.

(RODDIS, 1993) Una de las fallas al momento de la construcción es la modelación, pues en ciertos casos las normativas vigentes han sido ignoradas en cuanto a sus recomendaciones e indicaciones para las diferentes zonas sísmicas de nuestro país.

(ARTEAGA, y otros, 2017) Actualmente el desarrollo de proyectos novedosos y complejos exige concebir propuestas estructurales con desempeños óptimos.

(AFZAL, 2020) Entre estos resaltan los muros estructurales empleados en sistemas resistentes a cargas laterales, como una opción que permite solucionar múltiples problemas de diseño, relacionados con la rigidez de los elementos, los cuales son más complicados de resolver utilizando sistemas tradicionales aporricados.

(SANTA CRUZ, 2014) nos comenta que, entre las ventajas de la utilización de los muros entramados frente a los muros de fábrica homogéneos, está su menor peso.

(D'ALTRI, 2020) Los muros de fábrica homogéneos, requieren de un gran espesor para evitar el colapso por flexión, dado que los morteros de junta no son capaces de resistir las tensiones de tracción provocadas por dicha flexión

(BLANCO, 1994) dice que en el país las construcciones responden a los sismos teniendo presentes las resistencias estructurales frente a movimientos ligeros, siendo estos los que no provocan daños importantes, debido a que la respuesta a nivel estructural es alta cuando llegan movimientos telúricos poco comunes, como resultado la edificación no colapsará.

(MOHAMED, 2022) Sin embargo, la simetría es el inicio de la solución para lograr evadir el colapso de cualquier estructura, siendo desde el lineamiento a nivel de arquitectura elaborada y determinada.

(CHETHAN, 2019) La definición de simetría es brindar rigidez semejante a ambos ejes de análisis que posee la estructura, ofrecer la aprobación de rigidez y el sentido de elementos (diafragmas rígidos, vigas, placas y columnas) iguales.

(MEZA, 2020) en su trabajo de investigación recordada como “Desempeño sísmico de una edificación esencial mediante métodos de análisis sísmico no lineal– Institución Educativa Santa Rosa, Abancay, Apurímac 2020” su objetivo determinar el desempeño sísmico de una edificación esencial mediante métodos de análisis sísmico no lineal. Meza como metodología se aplicó el método científico, del tipo: aplicativo, del nivel: explicativo, y diseño: cuasi experimental. Los resultados obtenidos para ambos métodos aplicados fueron el nivel de desempeño, obteniendo: para el sismo ocasional funcional, para el sismo raro de resguardo de vida, y para el sismo muy raro de colapso. La investigación muestra como conclusión que los niveles de desempeño mediante los métodos de análisis sísmico no lineal fueron similares, pero un análisis dinámico no lineal tiempo historia, es el más adecuado debido a que considera los ciclos reversibles de la carga sísmica.

(EPIFANIA, y otros, 2021) realizó una tesis denominada “Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Particular San José, Chimbote – 2021” esta tesis tiene como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica de dos de los módulos de la Institución Educativa Particular San José, los módulos estudiados presentan revestimiento y dificulta el estudio de la estructura. El método de investigación empleado es cualitativo, usando la investigación aplicada siendo un diseño de investigación no experimental y el nivel de investigación es descriptivo. La conclusión que se obtuvo en la presente tesis es que la Institución Educativa Particular San José presenta vulnerabilidad sísmica, porque no cumple con los parámetros establecidos por la E.030, Diseño Sismorresistente.

(HERNANDEZ, 2018) en su tesis “Evaluación del desempeño sísmico para verificar el comportamiento sismorresistente de la Institución Educativa Secundaria Nuestra Señora del Rosario, Chiclayo”, tiene como objetivo principal,

“Evaluar la estructura aplicando el desempeño sísmico para verificar el comportamiento de la Institución educativa Nuestra Señora del Rosario, Chiclayo, en el cual se evaluó el desempeño de una edificación de Muros estructurales de 3 niveles con un techo de 2 aguas. El procedimiento utilizado es el análisis estático no lineal (AENL).

Según (RUPAY, y otros, 2022) El método sísmico estático o fuerzas estáticas equivalentes tiene en su formulación marcadas simplificaciones para el análisis de estructuras, en donde se puede analizar mediante este procedimiento estructuras consideradas como regulares o irregulares (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018). Para determinar el desempeño sísmico del módulo aula se realizó el modelamiento de la estructura usando el programa ETABS 2016. Finalmente el desempeño de la estructura se obtiene hallando el punto de desempeño que se obtiene superponiendo las gráficas del espectro de demanda y el espectro de capacidad (este espectro es la representación de la curva de capacidad en coordenadas Aceleración vs Desplazamiento)

(HUAYLLANI, 2019) en su tesis “Diseño de un edificio educativo de cinco pisos de concreto armado”, estableció el objetivo fue realizar el diseño y análisis estructural de concreto armado de una construcción de 5 fases, para salones con la finalidad de extender una institución educativa. El procedimiento que escogió el escritor en su investigación, consiste de cinco partes; en la primera fase comenzó desarrollando el diseño de las estructuras basándose al plano de arquitectura, también hizo el pre-dimensionamiento de los componentes de tipo estructural. En la siguiente fase hizo el análisis de carga vertical, debido a esto consideraba el metrado de cargas y la norma respectiva (E 020 “Cargas”). En la fase tres llevó a cabo el análisis sísmico apoyándose E 030 “Diseño Sismorresistente”. Implicando análisis dinámico y estático, así mismo realizó el análisis dinámico de traslación con el objetivo de prever la reacción impropia a nivel estructural. La fase cuatro abarcó los diseños de losa aligerada, escalera, viga, columna y placa de acuerdo a la norma E 060 “Concreto Armado”. Su última fase efectuar diseños de la cimentación según la norma E 050 “Suelos y Cimentaciones”.

(BLAS, y otros, 2019) de la tesis “Diseño estructural en concreto armado del

colegio inicial N° 935 de Acos”, se planteó como finalidad hacer el diseño estructural de concreto armado de una correcta infraestructura del Establecimiento. Llevó a cabo una indagación de enfoque cuantitativo, tipo transversal, diseño no experimental, investigación descriptiva aplicada. Para diseñar la arquitectura se empleó el ETABS v. 2016, y se estableció cada característica que poseía el suelo (3.07 Kg/cm² en capacidad portante), como zona 3 fue decretada según la zonificación, la sección de cada elemento estructural para columnas es 40x55 cm, 30x40 cm y vigas de 40x55, 30x40, 25x40 y 25x35, respectivamente. Según su análisis sísmico dispuso como correctas las medidas de los elementos que no son de tipo estructural. El diseño estructural planteado se ejecutó. En conclusión, en concreto armado el diseño estructural se llevó a cabo para una correcta infraestructura del Plantel Educativo.

(VELA, 2018) según su investigación “Diseño estructural de concreto armado de ocho pabellones en el Colegio Militar Gran Mariscal Ramón Castilla, Distrito Huanchaco – Trujillo – La Libertad”, se planteó como objeto realizar el diseño de las estructuras de concretos para ocho bloques de la institución educativa. Metodológicamente este trabajo fue no experimental transversal descriptiva simple. Se cuenta con 6512.61 m² de área de terreno; los bloques diseñados han sido: restaurant, salón de usos múltiples, administración, capilla, lavandería, museo, vivienda y sanidad; este último de cogió de manera representativa. El terreno es llano y de suelo arenoso que ha sido graduado empleando grava con limos y cuenta con 2 m de profundidad de desplante y 1.75 kg/cm² de capacidad portante. Su sistema de estructuras empleado es dual porque las placas pueden absorber de la cortante basar el 64% con su espesor de 30cm y 35% absorben columnas de 40cm x 40cm, las dimensiones en las vigas son de 30cm x 50 cm; se usó losas aligeradas de 20 cm de espesor, finalmente se usaron zapatas aisladas para diseñar la cimentación posterior a la obtención del peso total estructural, considerando en las Nomas E 030 del R.N.E. los parámetros establecidos, los resultados obtenidos verificamos que se cumplieron las derivas que fueron menos de 0.0007 como está dispuesto. Por último, se utilizó en programas el SAP2000 al diseñar las columnas, contando con 1% - 4% de rango en cuantía, además el Excel en el resto de elementos de tipo estructural, que están de acuerdo a lo determinado en la Norma E 060 del R.N.E.

(PACHAS, 2009) nos dice que se entiende por levantamiento topográfico al conjunto de actividades que se realizan en el campo con el objeto de capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, en la siguiente etapa se hará el estudio de mecánica de suelos.

(ONYELOWE, 2019) Nos dice que el proyecto de suelos da a conocer los estratos de suelo donde se edificara la estructura, la cual dicho estudio brinda valores referentes a los parámetros sísmicos in-situ, La estabilización de suelos se refiere al procedimiento en el que un suelo especial, un material de cemento u otros materiales químicos o no químicos se combinan o mezclan con un suelo natural problemático o una técnica aplicada en un suelo natural para mejorar una o más de sus propiedades.

(ESPINACE, y otros, 2004) define como mecánica de suelos al estudio tanto de características químicas como mecánicas y físicas propias del suelo, esto permite conocer cómo se comporta y al mismo tiempo tener un conocimiento del uso del suelo como un tipo de material en el sector de la construcción (bases de pavimentos, terraplenes, rellenos, entre otros).

También se tendrá en cuenta la (NTP, 2009) establece requisitos y las mínimas exigencias que se deben tener para la realización del análisis, control de calidad, los materiales, y supervisar la estructura de concretos simple, preesforzado como armado.

(MARTINEZ, 2020) nos dice que la distribución arquitectónica nos permite conocer las áreas que se dejará para cada ambiente libre, respetando el reglamento, se respetará la exigencia requerida para distribución de centros educativos del tipo costa

En el diseño de la arquitectura se tendrá en cuenta la (NTP, 2014); la (A.010, 2014), señala las consideraciones y cada requisito de diseño en la arquitectura que tienen que tener las construcciones para garantizar la seguridad, funcionalidad, habitabilidad, acomodamiento al lugar y sobre todo no afectando al medio ambiente.

(CAETANO, y otros, 2020) El crecimiento y la difusión de CD marcaron un "giro computacional" en el diseño de edificios que revolucionó los procesos de diseño tradicionales, que se basaban en gran medida en tareas de dibujo manual.

Actualmente, el CD desafía y renueva las convenciones y praxis previas del diseño arquitectónico

(SPENCE, 2020) Por tanto, el diseño de la arquitectura es primordial para diseñar las estructuras de la obra, así mismo es la tercera etapa del proyecto.

Para (TORRES, y otros, 2021) diseñar la parte arquitectónica involucra un acontecimiento de invención y creatividad, que inicia con el proyecto del conjunto habitacional o edificación, hasta llegar a ejecutar un plan que cuando se desarrolle, plasme en su realización lo que se deseó.

(MEGAHED, y otros, 2021) Teniendo la distribución de ambientes arquitectónicos, lo que sigue es distribuir adecuadamente los elementos estructurales, tal como; columnas, placa, vigas, losas, etc., estas dimensiones proporcionadas pueden ser alteradas después del análisis sísmico y diseño del concreto armado.

(CABALLERO, 2019) narra que las losas aligeradas representan un soporte horizontal, es decir se diseñan a flexión y corte, si las losas tienen una inclinación de hasta 2 grados con respecto a la horizontal, está garantizado un desplazamiento equivalente en la estructura, ya que cuenta con 3 GL (grado de libertad) por techo, 2 en traslación y 1 en sentido rotacional.

(MAZA, y otros, 2012) nos narra que las vigas que es elementos estructurales horizontales y diagonales que sirven para aguantar las cargas propias de las estructuras y cargas originadas por la columna y/o placa, la viga se diseña sumamente a flexión y corte, permitiendo unir todo el cascarón estructural.

(MORALES, 2020) señala que el elemento que trabaja con mayor compresión y ha sido diseñado para lograr aguantar esfuerzos a flexo-compresión y carga axial son las columnas, adicional los efectos de corte.

(ABDELWAHED, 2019) Este es un elemento vertical que se encarga de recibir cargas verticales de la estructura, además es quien se responsabiliza de recibir las

cargas externas que producen los movimientos telúricos de cualquier magnitud. Esta investigación tendrá como base el RNE con el cual nos guiaremos en especial de las normas A 010, A 020, E 020, E 030, E 050 y E 060. Para la cuarta y última parte es necesario haber realizado el metrado y predimensionamiento respectivo, tomando en cuenta la (NTPE, 2006), esta señala que toda la edificación tendrá que tener la capacidad de resistir cargas que se adicionen como resultado del uso. No deben ocasionar ningún esfuerzo y tampoco algún tipo de deformación que se pase de lo que señala del tipo de material de construcción. Esta parte de la investigación será el análisis sísmico estático. En la (NTP, 2018), indica que este es una agrupación de fuerzas horizontales que se desarrollan en cada piso. También se analizará el edificio con un grado de libertad global por piso. Así mismo se calculará las cargas vivas y muertas del edificio a realizar.

Según (DELGADO, 2011) la carga muerta comprende también el peso propio de la construcción tomando en cuenta la parte estructural y también los elementos no estructurales.

Según (JOVANOVIC, 2021) comprenden las cargas móviles como las personas, equipos, mueblería, etc, para el análisis sísmico dinámico, según el artículo, debe emplearse en la totalidad de la obra que tiene clasificación irregular, además se realizará el análisis modal espectral. Así mismo se analizará el edificio con 3 grados de libertad globales por cada nivel. Se realizará también el diseño de estructural de los elementos del colegio, además del modelamiento en el ETABS y SAP 2000.

(BOUTAGOUGA, 2021) dice el grupo de elementos rígidos que son capaces de soportar cargas o fuerzas manteniéndose en equilibrio se denomina estructura.

Según (ROCHEL, 2012) los diseños estructurales son aquellos diseños que se basan en normas que regulen toda construcción sismorresistente, así mismo tiene que tener la capacidad de soportar eventos sísmicos de gran impacto, tolerando daños menores, pero sin permitir el derrumbe de la edificación.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Según su enfoque es cuantitativa porque en nuestra investigación analizaremos datos obtenidos en el análisis sísmico estático y análisis sísmico dinámico. Según su finalidad es básica porque en esta primera etapa de nuestro proyecto de investigación se recopila información cuyo uso será posteriormente y no de forma inmediata.

Según su nivel es descriptiva porque se interpretará los datos obtenidos del análisis sísmico estático y dinámico, así mismo los datos obtenidos con los programas ETABS V.19 y SAFE V.16.

Según su temporalidad es transversal porque los datos obtenidos en los ensayos que se realizará en la mecánica de suelos se realizarán una sola vez.

3.1.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Según (TAM, y otros, 2008) su diseño es no experimental transversal descriptivo simple, ya que se realizará el modelamiento en los programas ETABS y SAP 2000 para obtener datos.

M O

Dónde:

M: Diseño Estructural de un edificio multifamiliar de 8 niveles con sistema dual.

O: Recolección de datos del proyecto de investigación.

3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Diseño estructural del colegio "San Salvador"	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	Es el estudio para realizar las mediciones requeridas para determinar los diferentes niveles de los puntos según sea colocados en la superficie de la tierra (Frederick S, 1999).	Es el conjunto de características que representan la superficie del terreno.	Altimetría	Razón
				Alineamientos	
				Perfiles Longitudinales	
				Vista en planta	
				Secciones Transversales	
	MECANICA DE SUELOS	Es la aplicación de las normas mecánicas e hidráulicas a los inconvenientes de ingeniería que tratan con sedimentos y diferentes acumulaciones no consolidadas de partículas duras, producidas por la división mecánica o la descomposición química de las rocas, liberalmente de que esta no obtuviese materia orgánica (Terzaghi K, 1978).	Consiste en la realización de prospecciones correspondientes a calicatas y sondajes de exploración.	Granulometría	Razón
				Limites de consistencia	
				Peso específico	
				Proctor modificado	
	PLANO ARQUITECTONICO	Es la representación gráfica de la futura construcción, en el cual hay elementos que permiten visualizar los detalles sobre la obra que se va a construir las cotas reales del dibujo. (Palacios, 2015).	Visualizar los detalles de la construcción	Dibujo	Razón
	ANALISIS SISMICO ESTATICO Y DINAMICO	Es aquel análisis que tiene como objetivo efectuar una apreciación de la respuesta de una estructura cuando ocurre un evento sísmico (Bazán, 1999).	Se realiza una serie de cálculos para obtener fuerzas sísmicas horizontales y verificar el control de las derivas.	Periodo de vibración	Razón
				Aceleración espectral	
Fuerza cortante mínima					

Tabla 1 Variables y operacionalización

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 POBLACIÓN:

Los alumnos del colegio “San Salvador”, del Distrito de Paiján.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

Se realizará el diseño estructural del colegio teniendo presente que la deriva máxima afectada por el reglamento es 0.007 rad como máximo así mismo los muros deberán absorber entre el 20 y 70 por ciento de la cortante basal del edificio.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

Se recomienda construir con asistencia técnica profesional para asegurar el óptimo diseño de la estructura rigiéndonos en el RNE.

3.3.2 MUESTRA:

En la Institución educativa “San Salvador” hay 237 alumnos de nivel secundaria

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

TÉCNICAS:

El trabajo de investigación se empleará la observación, debido a que se analizará los datos que obtenidos de los cálculos.

INSTRUMENTOS:

INSTRUMENTOS MECÁNICOS:

Utilizaremos equipos de topografía para efectuar del levantamiento de la topografía necesario para evaluar el terreno donde se localizará el colegio, así mismo se utilizará instrumentos de recolección de muestras de suelos en el laboratorio “Crisal - Ingeniería y Arquitectura”.

INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS:

Memoria USB, discos y laptop, en el almacenamiento de los datos que se obtendrán en el transcurso de la investigación. La laptop contará con el software necesario e indicado posteriormente para procesar la información.

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD:

- Los softwares a utilizarse para los análisis y diseños del proyecto contarán con la guía de un ingeniero civil colegiado.
- Los Datos que obtenidos del análisis de mecánica de suelos (EMS), serán evaluados y analizados por el especialista a cargo de laboratorio de suelos de nuestra universidad.

3.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

- Los puntos en coordenadas UTM serán tomadas con GPS y estación total luego ingresarlos al programa AutoCAD 2019.
- Se realizará el estudio de mecánica de suelos en un laboratorio especializado en el cual obtendremos la capacidad portante del lugar elegido para el proyecto.
- Se realizará los planos correspondientes en el programa AutoCAD 2019 teniendo en cuenta los análisis previos.
- Se realizará el modelamiento y comparación de cálculos con el programa ETABS y SAP2000 según el RNE.

3.6 ASPECTOS ÉTICOS

La investigación se efectuará los parámetros en su totalidad según indique el reglamento nacional de investigación sin copia y/o adulteración de datos, tales como E 010 Madera, E 020 Cargas, E 030 Diseño Sismorresistente, E 070 Albañilería y E 060 Concreto Armado.

IV. RESULTADOS

Según los objetivos propuestos obtuvimos los resultados que se presentan a continuación:

4.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Se hizo el levantamiento topográfico empleando una estación total, un prisma y una mira, del cual se radió 178 puntos por lo cual se determinó que el terreno es de forma llana. (Ver Anexo 7)

4.1.1 COORDENADAS

Nº VÉRTICE	LADO	DISTANCIA	COORDENADAS UTM PSAD 56	
			ESTE	NORTE
1	1-2	64.697	687416.593	9145709.576
2	2-3	66.283	687448.538	9145765.836
3	3-1	91.442	687505.329	9145731.656

Tabla 2 Coordenadas

En la tabla 2 se observan los datos con las coordenadas UTM de lapoligonal.

4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2: ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS:

Se realizó el estudio de mecánica de suelos en el laboratorio realizando el análisis a tres muestras, obteniendo los siguientes resultados:

4.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

4.2.1.1. CALICATA NÚMERO 1

contenido de humedad ASTM D-2216 (calicata 1)

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	21.72	21.68	21.71
Peso de la tara + suelo humedad (g)	128.85	129.77	128.41
Peso de la tara + suelo seco (g)	122.08	122.72	121.40
Peso del suelo seco (g)	100.36	101.04	99.69
Peso del agua (g)	6.77	7.05	7.01
% de humedad (%)	6.75	6.98	7.03
% de humedad promedio (%)	6.92		

Tabla 3 Calicata 1

Profundidad 0.00 -2.00 m. Arena mal gravada; 0 89% de finos que pasala malla N° 200, 2.61% de gravas y 96 50% de arenas, suelo de color pardo claro En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-3 (0), con una humedad natural de 6.92% Índice de plasticidad NP y peso unitario seco igual a 1234 gr/cm.

4.2.1.2 CALICATA NÚMERO 2

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	21.67	21.72	21.67
Peso de la tara + suelo humedad (g)	125.04	128.17	127.23
Peso de la tara + suelo seco (g)	113.38	113.62	111.35
Peso del suelo seco (g)	91.71	91.90	89.68
Peso del agua (g)	11.66	14.55	15.88
% de humedad (%)	12.71	15.83	17.71
% de humedad promedio (%)	15.42		

Tabla 4 Calicata 2

Contenido de humedad ASTM D-2216 (calicata 2)

Profundidad 0.00-2.00 m. Arena mal gravada; 0.93% de finos que pasa la malla N° 200, 17.16% de gravas y 82.03% de arenas, suelo de color pardoclaro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-3 (0), con una humedad natural de 15.42%, Índice de plasticidad NP y peso unitario seco igual a 1.066gr/cm³

4.2.1.3 CALICATA NUMERO 3

Contenido de humedad ASTM D-2216 (calicata 3)

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	21.68	21.65	21.62
Peso de la tara + suelo humedad (g)	132.02	137.05	138.73
Peso de la tara + suelo seco (g)	128.30	133.60	134.64
Peso del suelo seco (g)	106.62	111.95	113.02
Peso del agua (g)	3.72	3.45	4.09
% de humedad (%)	3.49	3.08	3.62
% de humedad promedio (%)	3.40		

Tabla 5 Calicata 3

Profundidad 0.00-2.00 m. Arena mal gravada; 0.77% de finos que pasa la malla N° 200, 6.81% de gravas y 92.42% de arenas, suelo de color pardo claro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un 'SP y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-3 (0), con una humedad natural de 6.83% Índice de plasticidad NP y peso unitario seco igual a 1.11 gr/cm³.

4.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3: DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Se ha hecho el diseño arquitectónico teniendo las consideraciones estipuladas en el RNE y Minedu, lo cual presentamos a continuación:



Figura 1 Plano de distribución

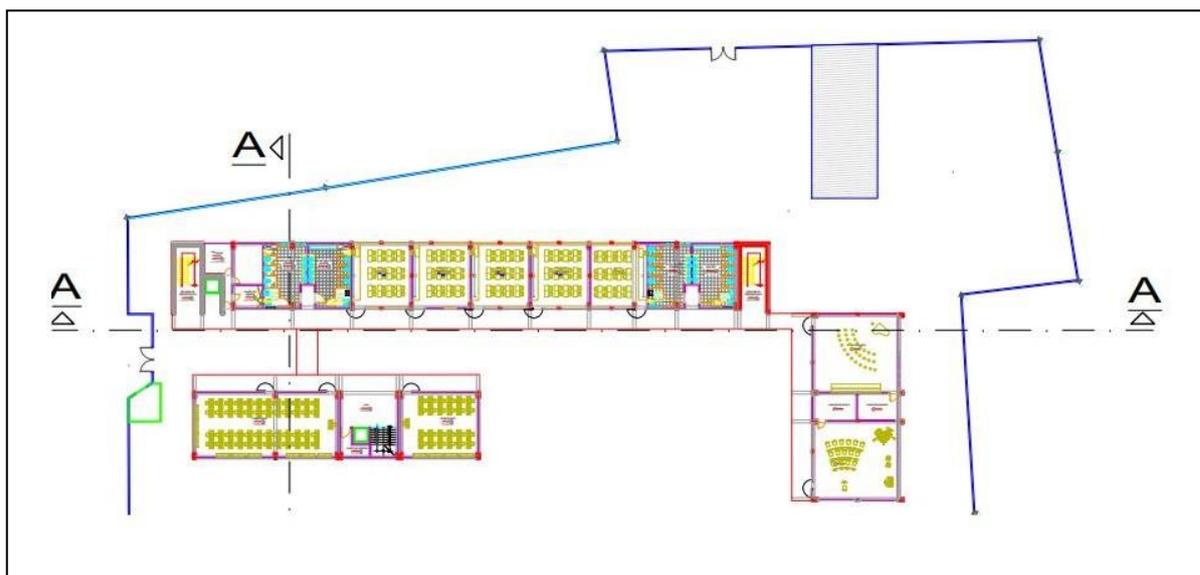


Figura 2 Plano de distribución 2 nivel

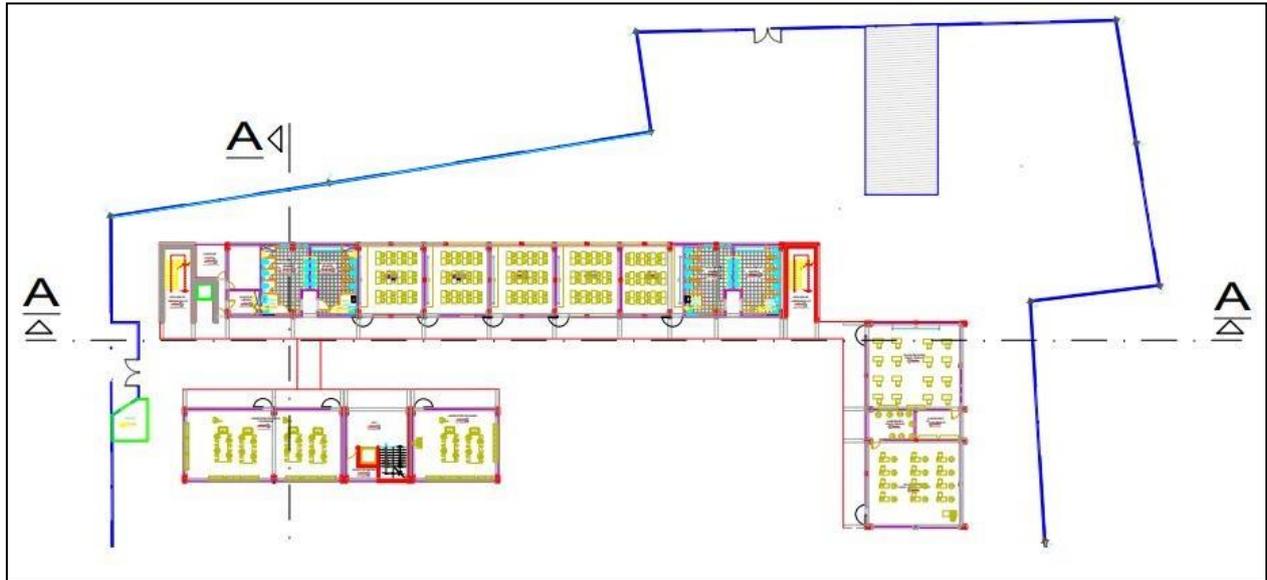


Figura 3 Plano de distribución 3 nivel

La distribución arquitectónica está compuesta por cinco módulos (A, B, C, D y E), siendo los módulos A, B, C y D de tres niveles y el módulo E de un nivel, que estructuralmente están aisladas mediante una junta sísmica calculada. En lo general, la distribución arquitectónica cumple con las exigencias mínimas exigidas por el RNE, que regula mediante el decreto de la Norma Técnica, A.010. Además, el diseño de arquitectura se realizó en base a la estadística de la calidad educativa (ESCALE), quien está en concordancia con la entidad reguladora PRONIED. Según ESCALE, el proyecto en mención pertenece a una institución educativa, con modalidad de nivel secundaria, que estadísticamente se deberán implementar un total de diez aulas con áreas no menores a los 54 m², para los estudiantes de nivel secundaria.

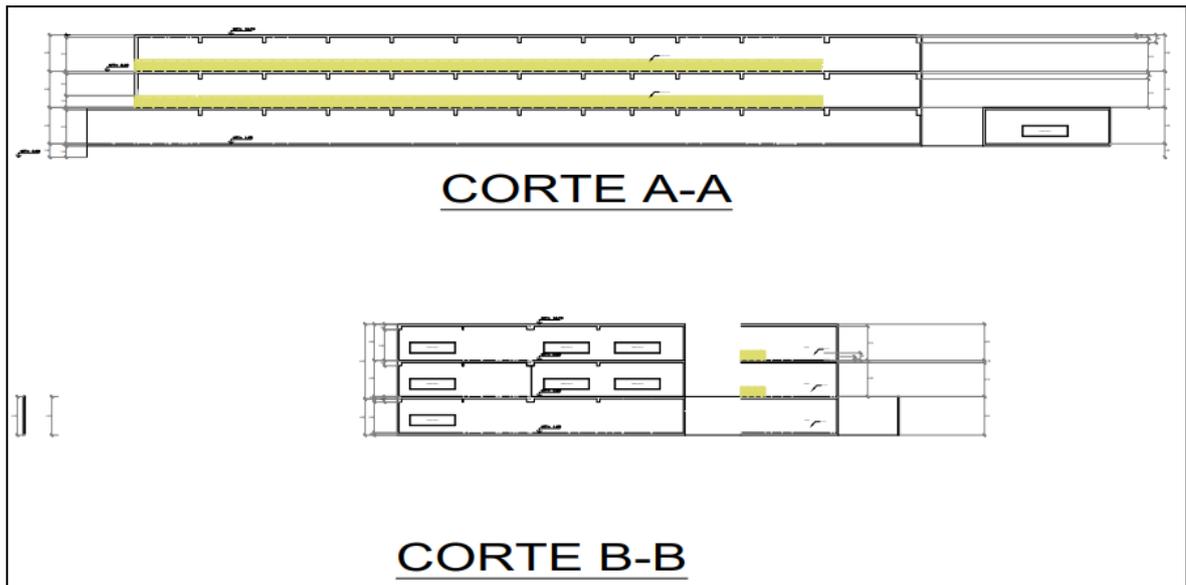


Figura 4 Planos de cortes

En el plano de cortes se visualiza una parte del modelo donde se muestra la estructura interna. En el corte A-A se muestran los diferentes ambientes que son las aulas, el cafetín, cocina y las escaleras.

En el corte B-B se muestra los ambientes de los SS.HH., los laboratorios (computación, física, química), enfermería, oficinas y losa deportiva.

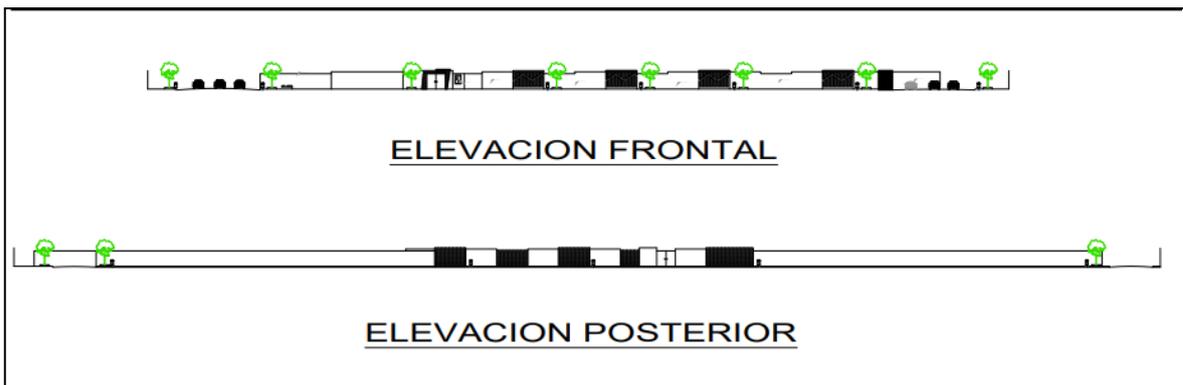


Figura 5 Planos de elevación

En el plano de elevaciones ofrece una vista frontal y posterior del diseño, donde se puede observar el frontis que tendrá la obra concluida. Tanto el ancho como la altura son las dimensiones que se hallan en este plano.

4.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4: MODELAMIENTO ESTRUCTURAL CON LOS PROGRAMAS ETABS Y SAFE

La presente memoria de cálculo de estructuras pertenece a la categoría de **“Edificios Esenciales”**, denominada con el expediente **“Modelamiento Estructural Usando los Programas Etabs y Safe de la I.E 80850 San Salvador, Paiján, Ascope, La Libertad”**, ubicado en el sector Manco Cápac.

El proyecto señalado consta de 5 módulos (A, B, C, D y E), topográficamente el terreno posee un área de aproximado 8860.00 m². Conforme planteamiento arquitectónico, los módulos “A y B”, en todos los niveles en planta están formados por SS. HH publico hombres y mujeres, más ambientes de aulas. En modulo “C”, la primera planta está formado por ambientes de tópico, administración, sala de estar, dirección, recepción, oficina persona de bienestar, sala de docentes, cuarto de control y biblioteca; el segundo y tercer nivel está constituido por salas de computación, un hall y cuarto de control; de otro lado el módulo “D”, la primera planta se forma con ambientes de taller de arte y pintura, almacén general, más taller de arte y dibujo. Mientras que el módulo “E” corresponde a una edificación de una sola planta, formado por ambientes como, mesa de partes, almacén general, SS. HH mujeres y hombres de personal. Los módulos “A, B, C y D” son edificios de 3 niveles en planta. Además, todos los niveles en planta están conectados mediante escaleras independientes (figura N°1). El nivel del primer piso se sitúa a una altura de piso terminado + 1.50m (referenciado desde el nivel de vereda), todos los niveles tienen una altura de entrepisos $h = 4.00\text{m}$. Estructuralmente todos los techos están compuestos por diafragmas rígidos (techo plano).

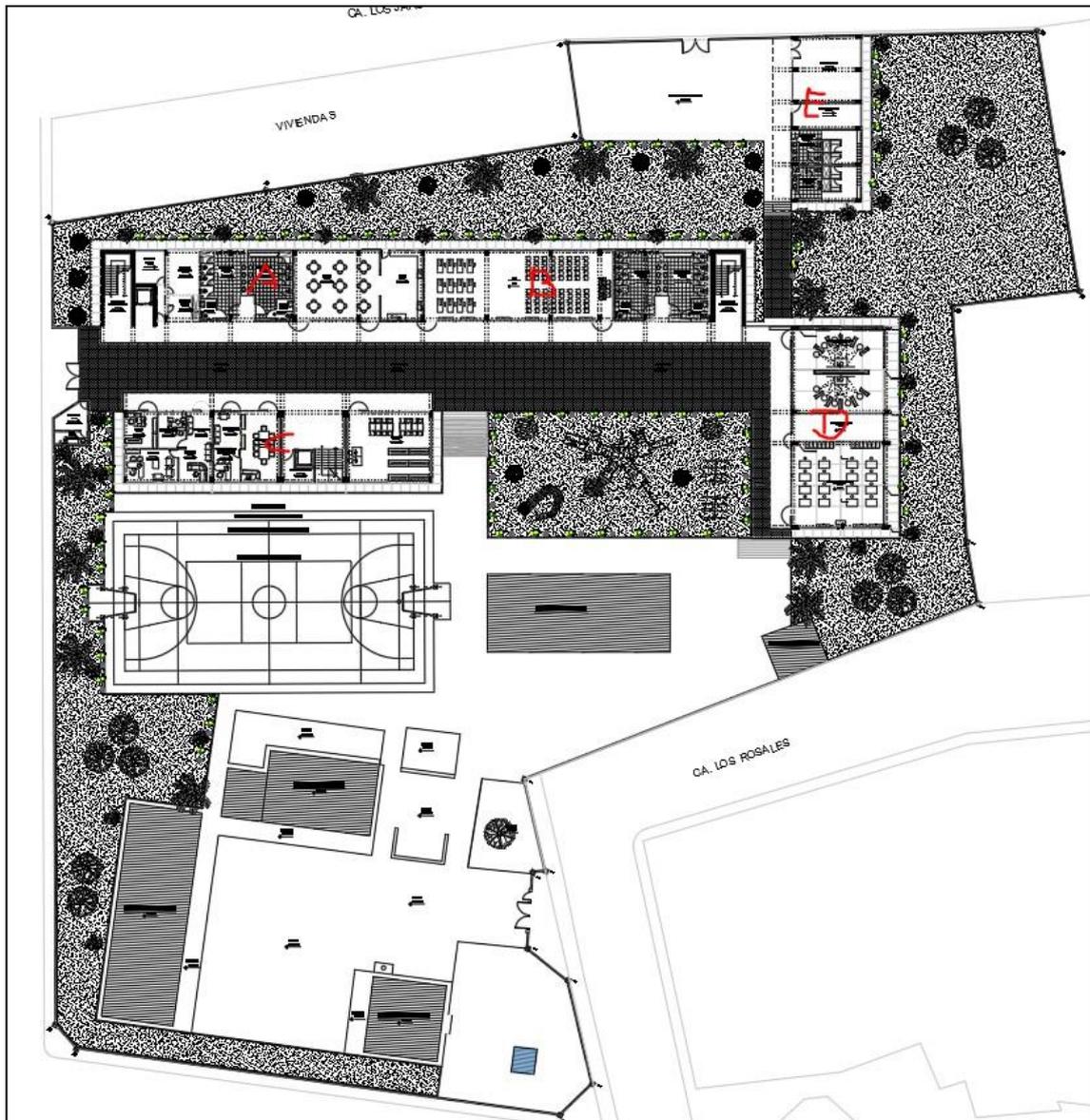


Figura 6 Distribución típica primer nivel

4.4.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

Sistema Estructural

Debido a las limitaciones impuestas por la arquitectura y los requerimientos Normativos Estructurales, la alternativa que constituye al sistema estructural resistente a la carga lateral, es del tipo “*Muros Estructurales de Concreto Armado*” en ambas direcciones de análisis. Éste tiene compatibilidad con la ubicación y categoría del edificio (E.030). Estos elementos estructurales fueron distribuidos de manera tal de proveer resistencia, rigidez y estabilidad en las dos direcciones principales del edificio. Las columnas de concreto armado

tienen secciones de 0.50x0.50, las vigas tienen distinto peralte (mínimo $h_v = 0.60\text{m}$), base mínimo $b = 0.25\text{m}$ (según E 060); las placas tienen un espesor $e = 0.25\text{m}$ y $e=0.30\text{m}$, la longitud se determinó de acuerdo a la solicitud del cálculo estructural (Figura 7).

Sistema Resistente a Cargas Verticales

Todos los techos se componen de losa aligerada, analizadas en una dirección, con espesor de $h = 0.20$ metros, se apoyan sobre pórticos principales, también se cuenta.

Sistema Resistente a Cargas Laterales

- Dirección larga: *Sistema de Muros Estructurales de Concreto Armado*
- Dirección corta: *Sistema de Muros Estructurales de Concreto Armado*

Los elementos que no son de tipo estructural (tabiquería) se encuentran apartados de la principal estructura de manera que eviten influir en la reacción de la estructura. Los tabiques se encontrarán divididos mediante juntas de construcción (1") de la principal estructura.

Sistema de Fundación

El estrato de apoyo está desplantado a $D_f = 2.00\text{m}$ (según EMS) con respecto al nivel más bajo (vereda), además posee 2.26 kg/cm^2 de capacidad de soporte. La cimentación está desplantada a la misma profundidad, con zapatas corridas de concreto armado, conectadas con vigas de cimentación, esto para evitar la superposición de presiones, puesto que al estrato resistente se llega con sub-zapatas de concreto ciclópeo. Las figuras 7 y 8 muestran la planta del encofrado típico, más la planta principal de cimentación proyectada.

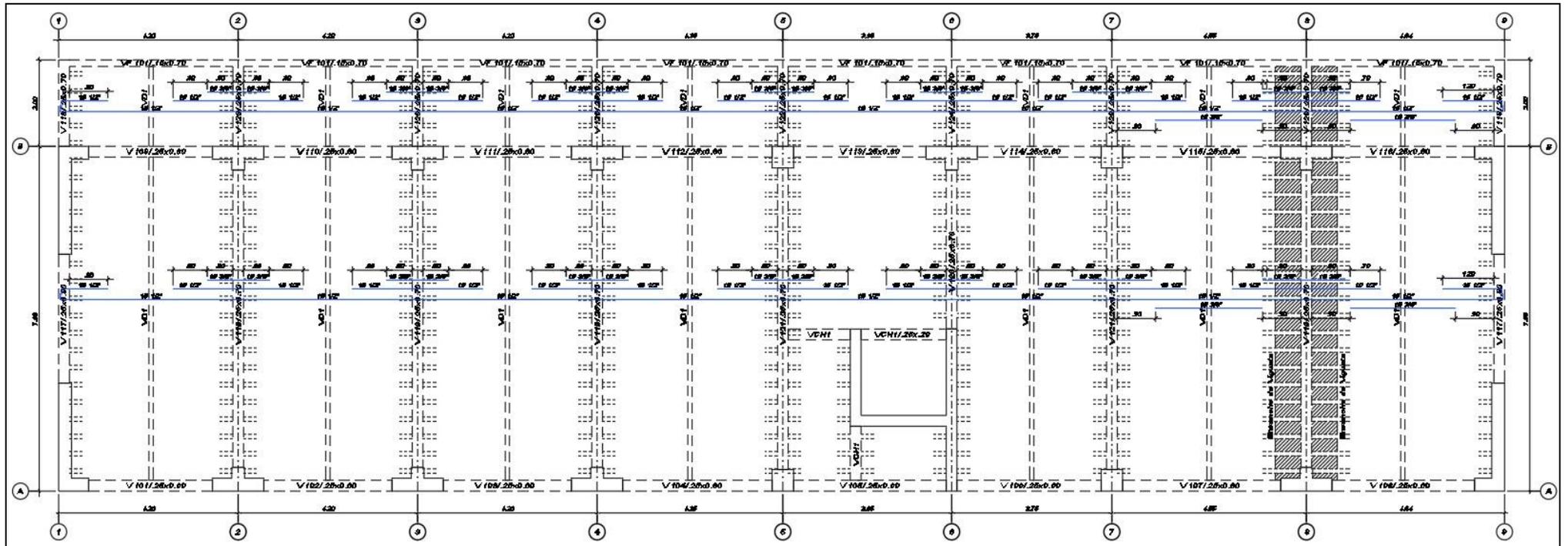


Figura 7 Encofrado típico de 1°, 2° y 3° techo

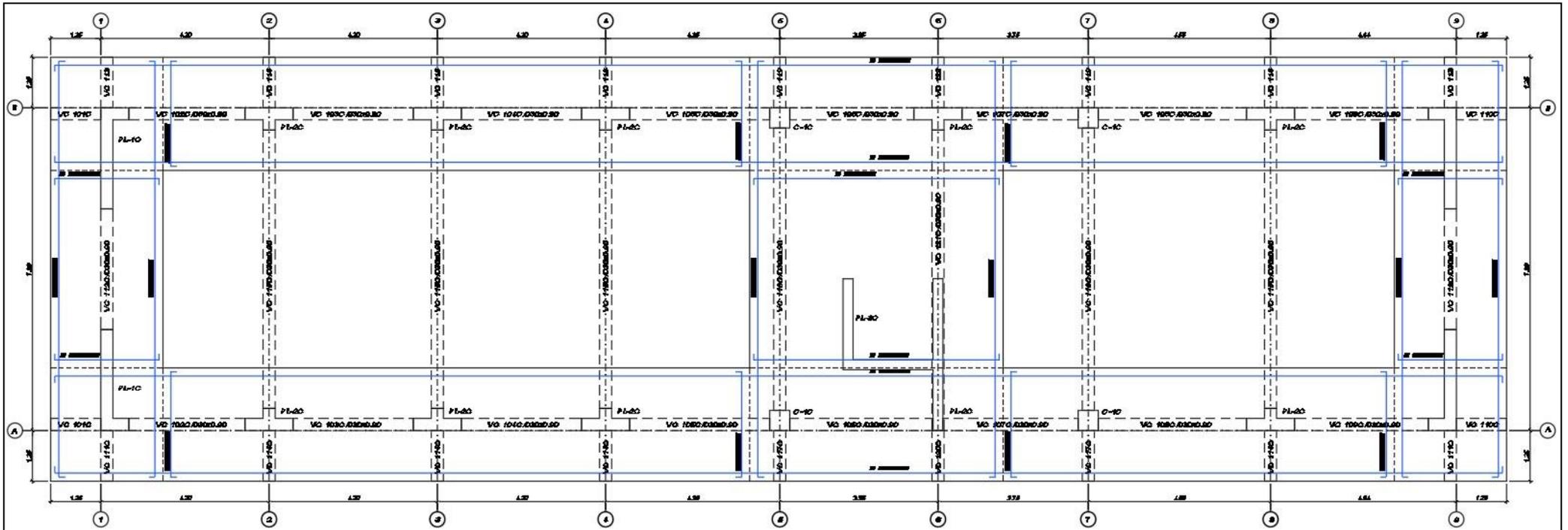


Figura 8 Planta típica de cimentación proyectada

Los siguientes parámetros: hz, N.F.Z; son comunes en toda la cimentación. Profundidad de Desplante, Df : 2.00 m

Espesor de Zapata, hz : 0.60 m

Espesor de sub-zapata, hc : 0.55 m

Nivel Fondo Zapata (N.F.Z) : 2.00 m

4.4.2 NORMAS EMPLEADAS

Al realizar el diseño estructural de la obra se proceden los mandatos exigidos por todo Reglamento, ya sea Nacional e Internacional descritas:

- American Concrete Institute (A.C.I. 318-2019) Building Code Requirements for Structural Concrete.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú).

Se comprende que todo Reglamento y Norma continúan vigentes y/o de la edición última. Las Normas de control del presente proyecto son:

- Norma Técnica de Edificaciones E 070: Albañilería
- Norma Técnica de Edificaciones E 060: Concreto Armado
- Norma Técnica de Edificaciones E 050: Cimentaciones
- Norma Técnica de Edificaciones E 030: Diseño Sismorresistente
- Norma Técnica de Edificaciones E 020: Cargas

4.4.3 MATERIALES DE DISEÑO

4.4.3.1. Propiedades del Acero Corrugado ASTM A615-Gr60

- Límite de Fluencia : $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
- Límite de Fractura : $f_u = 6,300 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad : $E_s = 2'000,000 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson : $\mu = 0.30$
- Peso Específico : $\gamma = 7.85 \text{ ton/m}^3$

Los materiales considerados en el diseño del presente proyecto se indican en la siguiente tabla N°1:

- (*) Artículos 8.5.2, 8.5.4 y 21.3.2.1 de la Norma Técnica E 060.
- (**) Barras ASTM A715 grado 60. Artículos 8.5.5 y 21.3.3 de la Norma Técnica E 060.
- (***) Unidades industriales, tipo IV, artículo 5.1.9 y 8.3.7 de la Norma Técnica E 070.
-

Material	Peso Volumétrico (ton/m ³)	Módulo de elasticidad (kgf/cm ²)	Módulo de Poisson	Módulo de Corte (kgf/cm ²)	Resistencia (kgf/cm ²)
Concreto	2.40	217 370 *	0.15	94 509 *	210 *
Barras de construcción	7.85	2 000000 **	0.30	784 000 **	4 200 **
Albañilería	1.80	32 500 ***	0.25	13 000 ***	65 ***

Tabla 6 Características mecánicas de los materiales estructurales

4.4.4 ANÁLISIS POR SOLICITACIONES DE CARGAS

Debemos hacer el análisis estructural como primer paso para determinar fuerzas internas y desplazamientos

4.4.4.1 Modelo Estructural

El modelo estructural se comenzó a desarrollar con el soporte de los programas ETABS y SAFE, versión profesional, con el primero se diseñó la superestructura y con el segundo la subestructura, el número de licencia es 700328382.

Todos los elementos que influyen sobre la respuesta estructural se representaron a través de elementos lineales o superficiales, estos están unidos rígidamente entre sí, las columnas se suponen empotradas en la cimentación. La continuidad de las vigas en columnas se consigue mediante brazos rígidos. Las propiedades geométricas, de los elementos de tipo

estructural por su sección transversal de cada uno ellos, son calculados por el programa considerando la sección bruta. Se acepta que todos los techos actúan como diafragmas rígidos (Figura 9).

La acción de diafragma de los techos se modela mediante riostras dispuestas en cada uno de los paños de manera tal que se forma sistema triangulado (estable en plano del techo), a estas riostras se le ha proporcionado rigidez axial infinita y nula rigidez a la flexión; las riostras se articulan en sus extremos a fin de que no interactúen con los elementos estructurales.

Para calcular el peso sísmico de la obra, asumimos que la carga permanente actúa de manera simultánea con la carga viva instantánea (veinticinco por ciento de la carga viva de piso), esto según la Norma E 030, correspondiente a las edificaciones de categoría "C" (edificios de uso común). Se utiliza el modelo de masas concentradas 3 GL (grado de libertad) en vistas 3D por techo plano.

En los modelos (análisis sísmicos dinámico y estático) se han considerado como incertidumbre que tiene con respecto a la localización del centro de rigideces y masas vía excentricidades accidentales indicadas en la E 030. Se utiliza el modelo de masas concentradas y 3 GL (techo plano).

En el modelo estructural se ha incluido lo indicado en el anterior ítem (Figura 9). Se asume que el material tiene comportamiento elástico lineal infinito, supuesto que permite efectuar análisis lineal de segundo orden (artículo 8.3 E 060 y 6.2.3 ACI 318-14).

Al formular el modelo estructural de los techos se tiene como consideración:

- ✓ La sección transversal de la losa puede realizarse una división en franjas con dirección perpendicular a las vigas de apoyo.
 - ✓ Las franjas son independientes, no interactúan unas con otras, por ende, a cada franja le corresponde la carga aferente a su ancho.
 - ✓ Se desprecia el ancho de la franja, es decir, solo se consideran las deformaciones longitudinales, esto permite representar cada franja como un elemento unidimensional (barra).
 - ✓ La rigidez torsional de toda viga de apoyo se desprecia.

- ✓ Las franjas se empotran en los muros de concreto.
- ✓ Los extremos de las barras se han declarado como brazos rígidos (longitudinales que penetra la vigueta en la viga de apoyo).

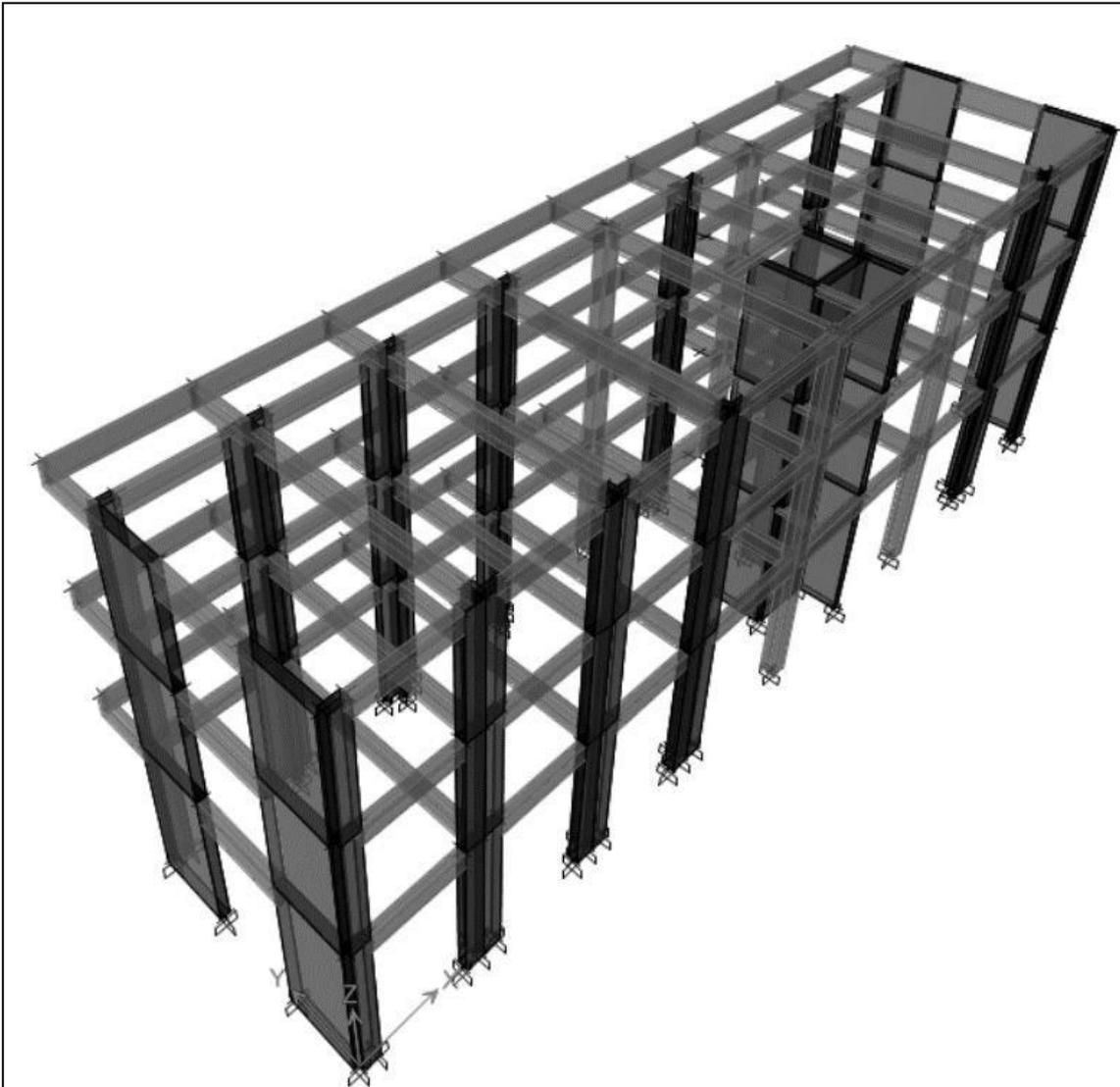


Figura 9 Modelo típico estructural (geometría y condiciones de continuidad en las fronteras)

4.4.4.2 Cargas de Diseño

4.4.4.2.1. Cargas de Gravedad

Las que son con dirección vertical se evaluaron según la Norma E 020. Para los elementos cada peso fue calculado con sus reales dimensiones y sus correspondientes.

A. Carga Permanente (CM):

Es el peso propio de cada elemento de tipo estructural y el peso de cada elemento que acompaña la estructura.

En el modelo solo se ha considerado la carga permanente sobre impuesta (losas y tabiquería). El software posee la suficiencia de agregar el propio peso de los miembros estructurales y de distribuir la carga por unidad de superficie sobre las vigas. El peso de los tabiques que se recaen directamente sobre las vigas se representa como cargas distribuidas por unidad de longitud y el peso de los tabiques que se apoyan sobre los paños como cargas uniformemente distribuidas por unidad de superficie, en este último caso, el peso de las losas y acabaos se sumara el peso de los tabiques.

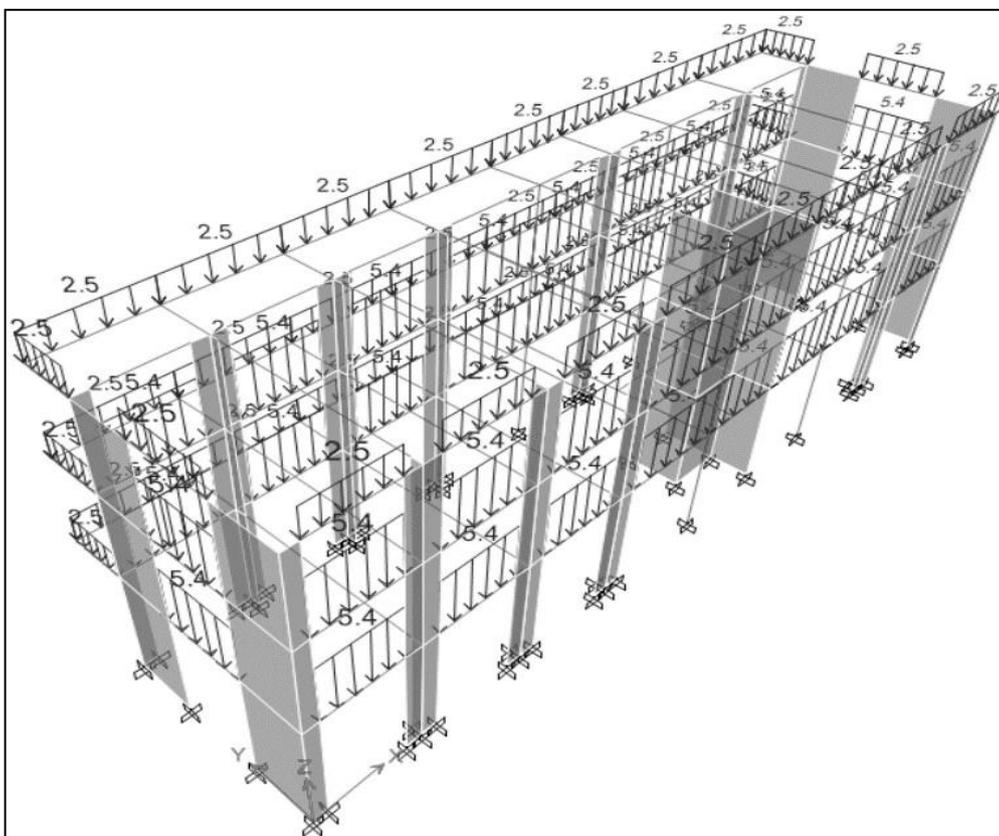
➤	Carga Muerta Sobre Impuesta del Primer Techo:		
-	Peso de acabados interiores)	:	100 kgf/m ² (ambientes interiores)
-	Peso de losa aligerada	:	300 kgf/m ² (h=0.20m)
-	Peso distribuido en vigas : perimetrales)	:	540 kgf/m (zonas perimetrales)
	-	Peso distribuido en vigas :	250 kgf/m (parapeto)

B. Carga Viva (CM):

Es toda aquella carga que se puede mover, no está permanente solo está temporal. Según el RNE E 020 Cargas, señala lo siguiente:

- Carga Viva Sobre el Primer Techo:
 - Sobrecarga en laboratorios, s/c: 300 kgf/m²
 - Sobrecarga en zonas de servicio, s/c: 300 kgf/m²
 - Sobrecarga en corredores y escaleras, s/c : 400 kgf/m²
 - Sobrecarga en baños, s/c : 300 kgf/m²
 - Sobrecarga en salas de archivo, s/c : 500 kgf/m²
 - Sobrecarga en salas de computación, s/c : 250 kgf/m²
 - Sobrecarga en bibliotecas (salas de lectura), s/c : 300 kgf/m²
 - Sobrecarga en bibliotecas (salas almacén), s/c : 750 kgf/m²
 - Sobrecarga en talleres, s/c : 350 kgf/m²
 - Sobrecarga en aulas, s/c : 250 kgf/m²
 - Sobrecarga en oficinas, s/c : 300 kgf/m²
 - Sobrecarga en techos, s/c : 100 kgf/m²

Figura 10 Carga muerta de muro tabique distribuido sobre vigas



4.4.4.3 Carga Sísmica (E.030)

En este acápite se define la acción sísmica generada sobre la estructura del edificio, la cual deberá ser soportada mediante la rigidez lateral otorgada por los elementos estructurales verticales. Según E 030 estas cargas sísmicas se calculan generalmente empleando el método de fuerzas estáticas equivalentes, tal como se extiende a continuación, (ver análisis sísmico).

4.4.4.4 Combinaciones de Carga

Las verificaciones de las capacidades de cada elemento de la estructura metálica estuvieron basadas en el desarrollo de cargas factoradas de acuerdo a la Norma de Estructuras E 0.60 concreto armado actual. Los diferentes tipos de combinación de carga analizadas fueron los que se muestran a continuación:

- COMB1= 1.4D + 1.7L
- COMB2= 1.25(D+L) ± SISXX
- COMB3= 1.25(D+L) ± SISYY
- COMB4= 0.9D ± SISXX
- COMB5= 0.9D ± SISYY

Donde:

- D : Carga Permanente
- L : Carga Variable
- SISXX : Carga de sismo en dirección XX
- SISYY : Carga de sismo en dirección YY

4.4.5 ANÁLISIS SÍSMICO

Es la mezcla de diversas definiciones que facilitan diseñar una edificación con la capacidad de soportar las consecuencias de los temblores futuros.

4.4.5.1 Peligro Sísmico

- a) Aceleración Máxima Horizontal (factor de zona), $Z_4 = 0.45 g$ (Paiján)

b) Tipo de Suelo: Perfil S3, suelo blando

c) Parámetros de Sitio:

- Factor de amplificación del suelo, $S_3 = 1.10$
- Periodo que define la plataforma del factor C, $TP = 1.00$ s (perdido corto)
- Periodo que define el inicio de la zona del factor C, con desplazamiento constante $TL = 2.50$ s (perdido largo del suelo)

4.4.5.2 Características del Edificio

a) Categoría de las Edificaciones:

- Categoría A2, edificaciones esenciales (instituciones educativas)
- Factor de Uso $U = 1.50$

b) Sistema Estructural:

Dirección corta y larga: Muros Estructurales de Concreto Armado. Sistema estructural propuesto es pertinente con la categoría de la edificación (artículo 17 E 030).

c) Coeficiente básico de Reducción de Fuerza Sísmica:

- Dirección larga (X): Muros Estructurales de Concreto Armado, $R_o = 6$
- Dirección corta (Y): Muros Estructurales de Concreto Armado, $R_o = 6$

d) Regularidad estructural:

La estructura es regular en planta y elevación. $l_a = 1$ y $l_p = 1$

e) Restricción a la irregularidad, según E 030 (artículo 21):

- Según la categoría y ubicación de la edificación, la estructura debe clasificarse como regular (categoría A2 y zona Z4)

Tipo	Zona	Restricciones
A1 y A2	Z1	No se permiten irregularidades extremas
	Z2	No se permiten irregularidades
	Z3	No se permiten irregularidades
	Z4	No se permiten irregularidades
B	Z1	Sin restricciones
	Z2	No se permiten irregularidades extremas
	Z3	No se permiten irregularidades extremas
	Z4	No se permiten irregularidades extremas
C	Z1	Sin restricciones
	Z2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8m de altura total
	Z3	No se permiten irregularidades extremas
	Z4	No se permiten irregularidades extremas

Tabla 7 Restricciones estructurales

f) Coeficiente de reducción de fuerza sísmica:

- $R_x = R_0 \cdot I_a \cdot I_p = 6 \times 1 \times 1 = 6$

- $R_y = R_0 \cdot I_a \cdot I_p = 6 \times 1 \times 1 = 6$

4.4.5.3 Análisis Sísmico Estructural

Esto se le conoce al procedimiento de métodos matemáticos, que permiten conocer cada valor, como de la fuerza cortante actuante en las bases de la estructura (cortante dinámica y cortante estática), quienes dependen del peso estimado y parámetros sísmicos dado por Norma Vigente E 030

4.4.5.1.1. Modelo Estructural:

Ver modelo estructural en ítem 3.4.4.1

4.4.5.1.2. Estimación del Peso

La masa de cada techo (D + %L) se determina de acuerdo a la altura tributaria de cada entrepiso, figura 10.

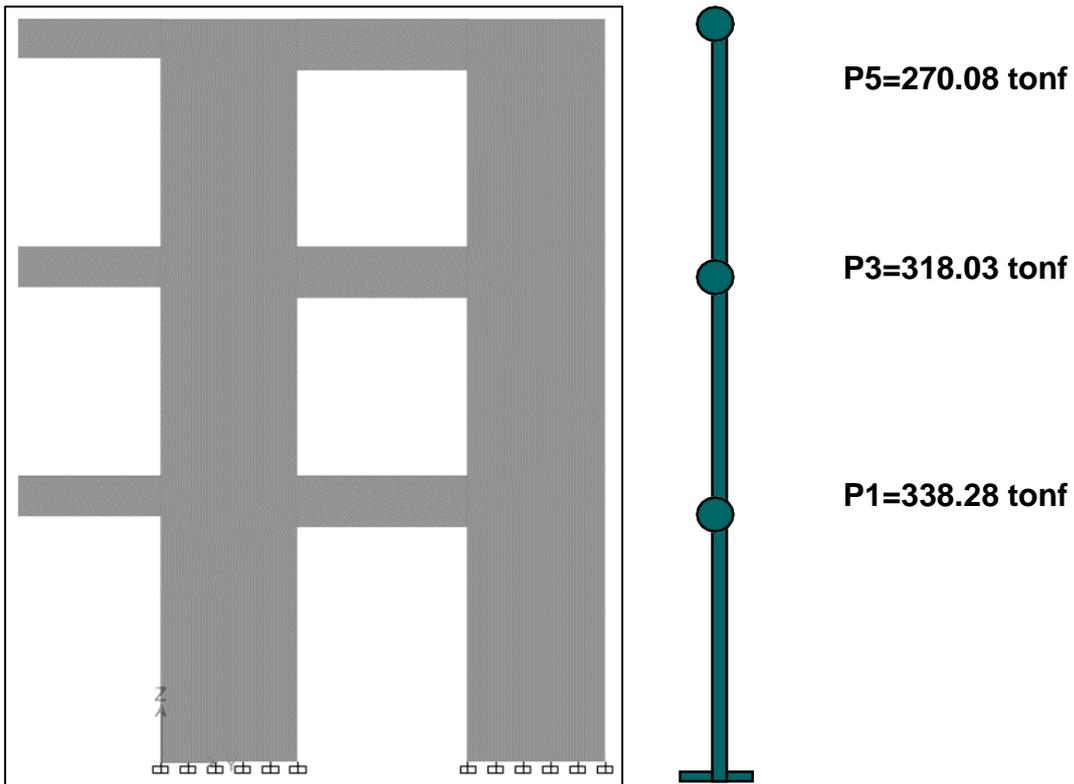


Figura 11 Reporte de peso sísmico por techo, modulo "A" (no considerar fuerzas inerciales, no corresponde a E 030)

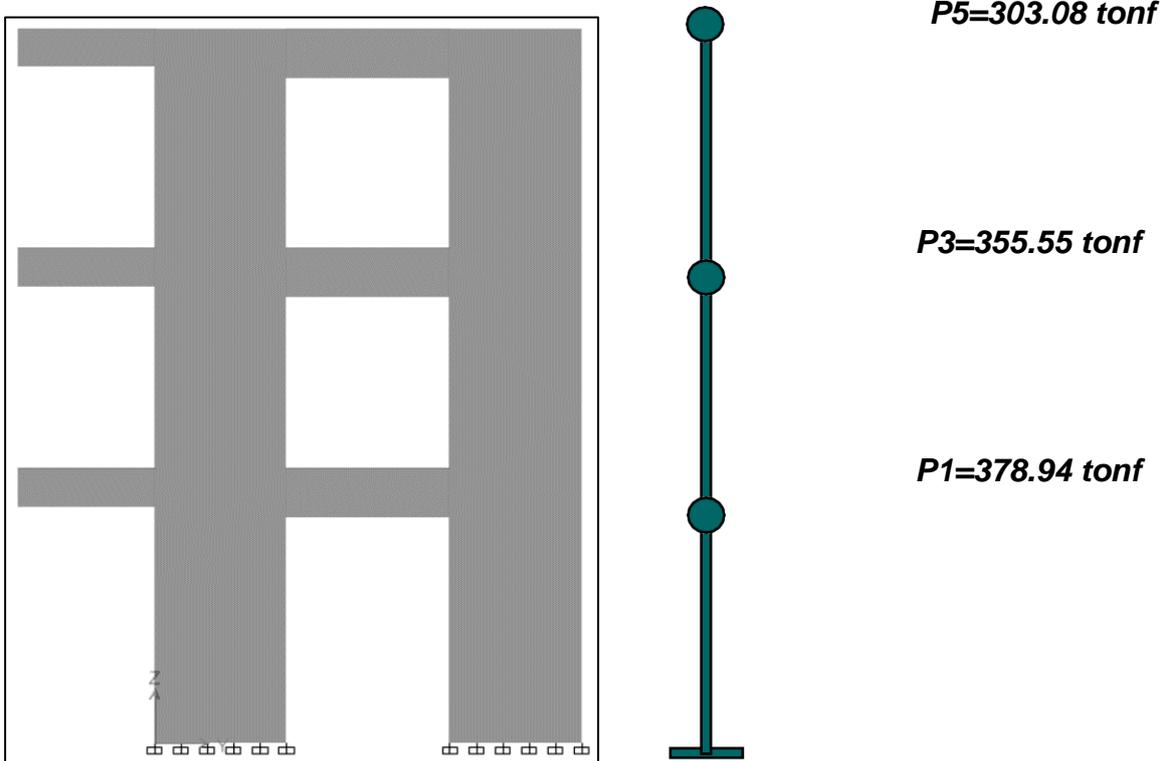
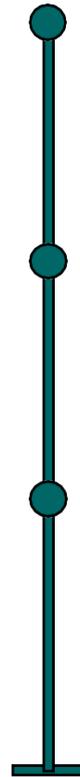
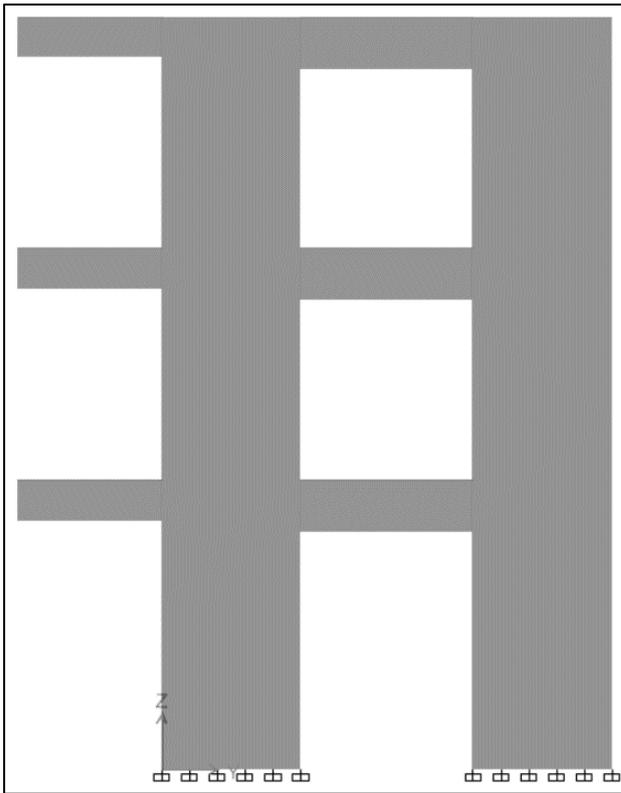


Figura 12 Reporte de peso sísmico por techo, modulo "B" (no considerar fuerzas inerciales, no corresponde a E 030)

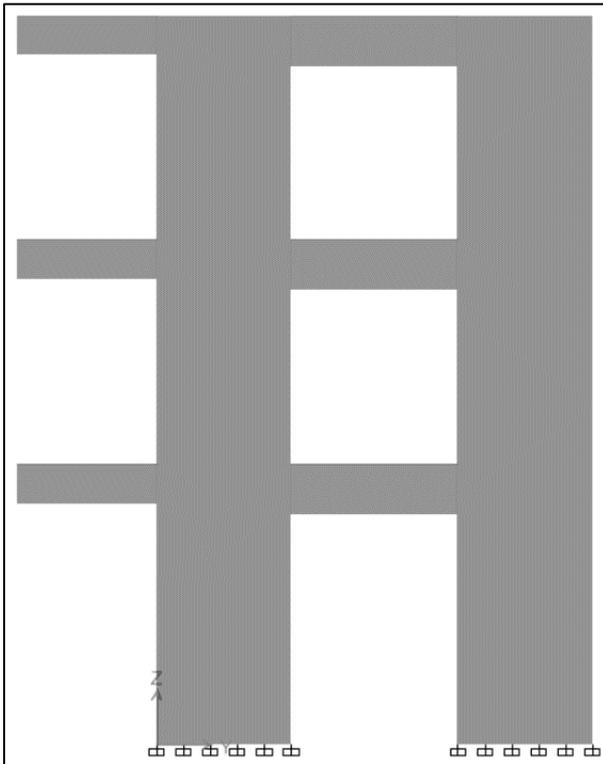


$P_5=359.87 \text{ tonf}$

$P_3=384.03 \text{ tonf}$

$P_1=410.87 \text{ tonf}$

Figura 13 Reporte de peso sísmico por techo, modulo "C" (no considerar fuerzas inerciales, no corresponde a E 030)



$P_5=267.19 \text{ tonf}$

$P_3=319.66 \text{ tonf}$

$P_1=339.24 \text{ tonf}$

Figura 14 Reporte de peso sísmico por techo, modulo "D" (no considerar fuerzas inerciales, no corresponde a E 030)

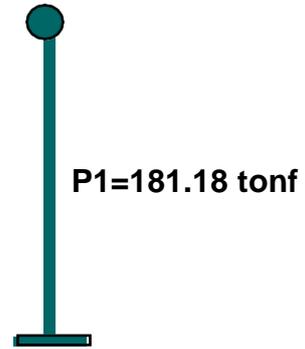
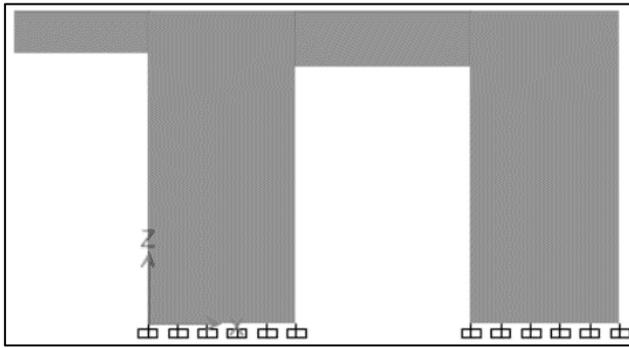


Figura 15 Reporte de peso sísmico por techo, modulo "E" (no considerar fuerzas inerciales, no corresponde a E 030)

4.4.5.1.3. Procedimiento de Análisis

Se utilizarán tanto el estático como el dinámico (se cumple con las restricciones indicadas en el artículo 28.1.2 E 030)

4.4.5.1.3.1. Análisis Estático

a) Modulo A

El periodo principal de las estructuras es mayor a $T_P=1.00$ s, según reporte de análisis $T_X=0.32$ s, $T_Y=0.31$ s, por ende, $C_{XY}=2.50$, considerando la sumatoria del peso sísmico, resulta $P = 926.39$ tonf, el cortante calculado es:

$$Z_{USC} = 0.45 \times 1.10 \times 1.50 \times 2.50$$

$$R = 6$$

$$P = 926.39$$

$$V_X = 286.60 \text{ tonf}$$

$$\frac{Z_{USC}}{R} = \frac{0.45 \times 1.10 \times 1.50 \times 2.50}{6}$$

$$R = 6$$

$$P = 926.39$$

$$V_Y = 286.60 \text{ tonf}$$

➤ **Distribución en altura del cortante basal (dirección X y Y)**
 $C/R (xy) = 2.50/6 = 0.42 > 0.11$

$$F_i = \alpha_i V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^2}$$

Como $T=0.32s \leq 0.50s$, $k=1$

Tabla 8 Distribución del cortante en altura, xx – yy, modulo “A”

Z	=	0.45	C	=	2.50
U	=	1.50	R	=	6.00
S	=	1.1	V	=	286.60
T p	=	1.00	TL	=	1.60
Nivel	hi	Pi	Pihi	Pihi/SPi HI	Fi tonf
	m	Tonf	tonf-m		
2	13.00	270.08	3511.04	0.44	124.77
3	9.00	318.03	2862.27	0.35	101.72
1	5.00	338.28	1691.40	0.21	60.109
		926.39	8064.71		286.60

➤ **Excentricidad accidental**

Según Artículo 28.5 E 030, $eax=0.05 \times 28.14=1.41\text{m}$ y $eay=0.05 \times 10.31=0.52\text{m}$

b) Modulo B

El periodo principal de las estructuras es mayor a $TP=1.00\text{ s}$, según reporte de análisis $TX=0.26\text{ s}$, $TY=0.25\text{ s}$, por ende, $CXY=2.50$, considerando la sumatoria del peso sísmico, resulta $P=1037.57\text{ tonf}$, el cortante calculado es:

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0.45 \times 1.10 \times 1.50 \times 2.50}{6}$$

$$R = 6$$

$$P = 1037.57$$

$$V_x = 321.00 \text{ tonf}$$

$$\frac{ZUSC}{R} = \frac{0.45 \times 1.10 \times 1.50 \times 2.50}{6}$$

$$R = 6$$

$$P = 1037.57$$

$$V_y = 321.00 \text{ tonf}$$

➤ **Distribución en altura del cortante basal (dirección X y Y)**

$$C/R (xy) = 2.50/6 = 0.42 > 0.11$$

$$F_i = \alpha_i V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^2}$$

Como $T=0.26s \leq 0.50s$, $k=1$

Tabla 9 Distribución del cortante en altura, xx – yy, modulo “B”

Z	=	0.45	C	=	2.50
U	=	1.50	R	=	6.00
S	=	1.1	V	=	321.00
TP	=	1.00	TL	=	1.60
Nivel	hi	Pi	Pihi	Pihi/SPIHI	Fi
	m	Tonf	tonf-m		tonf
3	13.00	303.08	3940.04	0.44	139.99
2	9.00	355.55	3199.95	0.35	113.69
1	5.00	378.94	1894.70	0.21	67.318
		1037.57	9034.69		321.00

➤ **Excentricidad accidental**

Según Artículo 28.5 E 030, $eax=0.05 \times 31.48=1.57m$ y $eay=0.05 \times 10.31=0.52m$

c) Modulo C

El periodo principal de las estructuras es mayor a $TP=1.00$ s, según reporte de análisis $TX=0.27$ s, $TY=0.253s$, por ende, $CXY=2.50$, considerando la sumatoria del peso sísmico, resulta $P=1154.77$ tonf, el cortante calculado es:

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0.45 \times 1.10 \times 1.50 \times 2.50}{6}$$

$$P = 1154.77$$

$$V_x = 357.26 \text{ tonf}$$

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0.45 \times 1.10 \times 1.50 \times 2.50}{6}$$

$$P = 1154.77$$

$$V_y = 357.26 \text{ tonf}$$

➤ **Distribución en altura del cortante basal (dirección X y Y)**

$$C/R (xy) = 2.50/6 = 0.42 > 0.11$$

$$F_i = \alpha_i V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^2}$$

Como $T=0.27s \leq 0.50s$, $k=1$

Tabla 10 Distribución del cortante en altura, xx – yy, modulo “C”

Z	=	0.45	C	=	2.50
U	=	1.50	R	=	6.00
S	=	1.1	V	=	357.26
Tp	=	1.00	TL	=	1.60
Nivel	hi	Pi	Pihi	Pihj/SPiHj	Fi
	m	Tonf	tonf-m		tonf
3	13.00	359.87	4678.31	0.46	164.04
2	9.00	384.03	3456.27	0.34	121.19
1	5.00	410.87	2054.35	0.20	72.032
		1154.77	10188.93		357.26

➤ Excentricidad accidental

Según Artículo 28.5 E 030, $eax=0.05 \times 33.84=1.69m$ y $eay=0.05 \times 9.99=0.50m$

d) Módulo D

El periodo principal de la estructura es mayor a $TP=1.00$ s, según reporte de análisis $TX=0.28$ s, $TY=0.23s$, por ende, $CXY=2.50$, considerando la sumatoria del peso sísmico, resulta $P=926.09$ tonf, el cortante calculado es:

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0.45 \times 1.10 \times 1.50 \times 2.50}{6}$$

$$R = 6$$

$$P = 926.09$$

$$V_x = 286.51 \text{ tonf}$$

$$\frac{ZUSC}{R} = \frac{0.45 \times 1.10 \times 1.50 \times 2.50}{6}$$

$$R = 6$$

$$P = 926.09$$

$$V_y = 286.51 \text{ tonf}$$

➤ **Distribución en altura del cortante basal (dirección X y Y)**

$$C/R (xy) = 2.50/6 = 0.42 > 0.11$$

$$F_i = \alpha_i V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^2}$$

Como $T=0.28s \leq 0.50s$, $k=1$

Tabla 11 Distribución del cortante en altura, xx – yy, modulo “D”

Z	=	0.45	C	=	2.50
U	=	1.50	R	=	6.00
S	=	1.1	V	=	286.51
TP	=	1.00	TL	=	1.60
Nivel	hi	Pi	Pihi	Pihi/SPiHI	Fi
	m	Tonf	tonf-m		tonf
3	13.00	267.19	3473.47	0.43	123.68
2	9.00	319.66	2876.94	0.36	102.44
1	5.00	339.24	1696.20	0.21	60.395
		926.09	8046.61		286.51

➤ **Excentricidad accidental**

Según Artículo 28.5 E 030, $eax=0.05 \times 12.79=0.64m$ y $eay=0.05 \times 22.28=1.11m$

e) Módulo E

El periodo principal de la estructura es mayor a $TP=1.00$ s, según reporte de análisis $TX=0.047$ s, $TY=0.077s$, por ende, $CXY=2.50$, considerando la sumatoria del peso sísmico, resulta $P=181.18$ tonf, el cortante calculado es:

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0.45 \times 1.10 \times 1.50 \times 2.50}{6}$$

$$P = 181.18$$

$$V_x = 56.05 \text{ tonf}$$

$$\frac{ZUCS}{R} = \frac{0.45 \times 1.10 \times 1.50 \times 2.50}{6}$$

$$P = 181.18$$

$$V_y = 56.05 \text{ tonf}$$

➤ **Distribución en altura del cortante basal (dirección X y Y)**

$$C/R (xy) = 2.50/6 = 0.42 > 0.11$$

$$F_i = \alpha_i V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^2}$$

Como $T=0.077s \leq 0.50s$, $k=1$

Tabla 12 Distribución del cortante en altura, xx – yy, modulo “E”

Z	=	0.45	C	=	2.50
U	=	1.50	R	=	6.00
S	=	1.1	V	=	56.05
Tp	=	1.00	TL	=	1.60
Nivel	hi	Pi	Pihi	Pihi/SPiHi	Fi
	m	Tonf	tonf-m		tonf
1	5.00	181.18	905.90	1.00	56.053
		181.18	905.90		56.05

➤ **Excentricidad accidental**

Según Artículo 28.5 E 030, $e_{ax}=0.05 \times 9.77=0.49\text{m}$ y $e_{ay}=0.05 \times 18.40=0.92\text{m}$

4.5.3.3.2. Análisis Dinámico

En las normas la E 030 nos dice que al efectuar el análisis sísmico usando el método de superposición espectral es necesario tomar en cuenta como criterio de superposición el promedio de la sumatoria de absolutos y la media cuadrática según como está indicando la ecuación:

$$r = 0.25 \sum |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum r_i^2}$$

También podemos emplear como uno de los criterios de superposición la mezcla cuadrática completa (CQC). En este análisis utilizamos este criterio mencionado al final.

➤ **Espectro Inelástico de Pseudo aceleraciones**

De acuerdo al EMS. $Z_4=0.45g$, $S=1.10$ $T_P=1.00\text{s}$, $T_L=1.60\text{s}$

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

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$$

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

Tabla 13 Espectro de aceleraciones

ESPECTRO DE ACELERACIONES		
T(s)	C	Sa(m/s ²)
0.00	2.50	3.0350
0.10	2.50	3.0350
0.20	2.50	3.0350
0.30	2.50	3.0350
0.40	2.50	3.0350
0.50	2.50	3.0350
0.60	2.50	3.0350
0.70	2.50	3.0350
0.80	2.50	3.0350
0.90	2.50	3.0350
1.00	2.50	3.0350
1.10	2.27	2.7591
1.20	2.08	2.5291
1.30	1.92	2.3346
1.40	1.79	2.1678
1.50	1.67	2.0233
1.60	1.56	1.8969
1.70	1.38	1.6803
1.80	1.23	1.4988
1.90	1.11	1.3451
2.00	1.00	1.2140
2.20	0.83	1.0033
2.40	0.69	0.8430
2.60	0.59	0.7183
2.80	0.51	0.6194
3.00	0.44	0.5396
3.30	0.37	0.4459
3.60	0.31	0.3747
3.90	0.26	0.3193
4.30	0.22	0.2626
4.80	0.17	0.2108

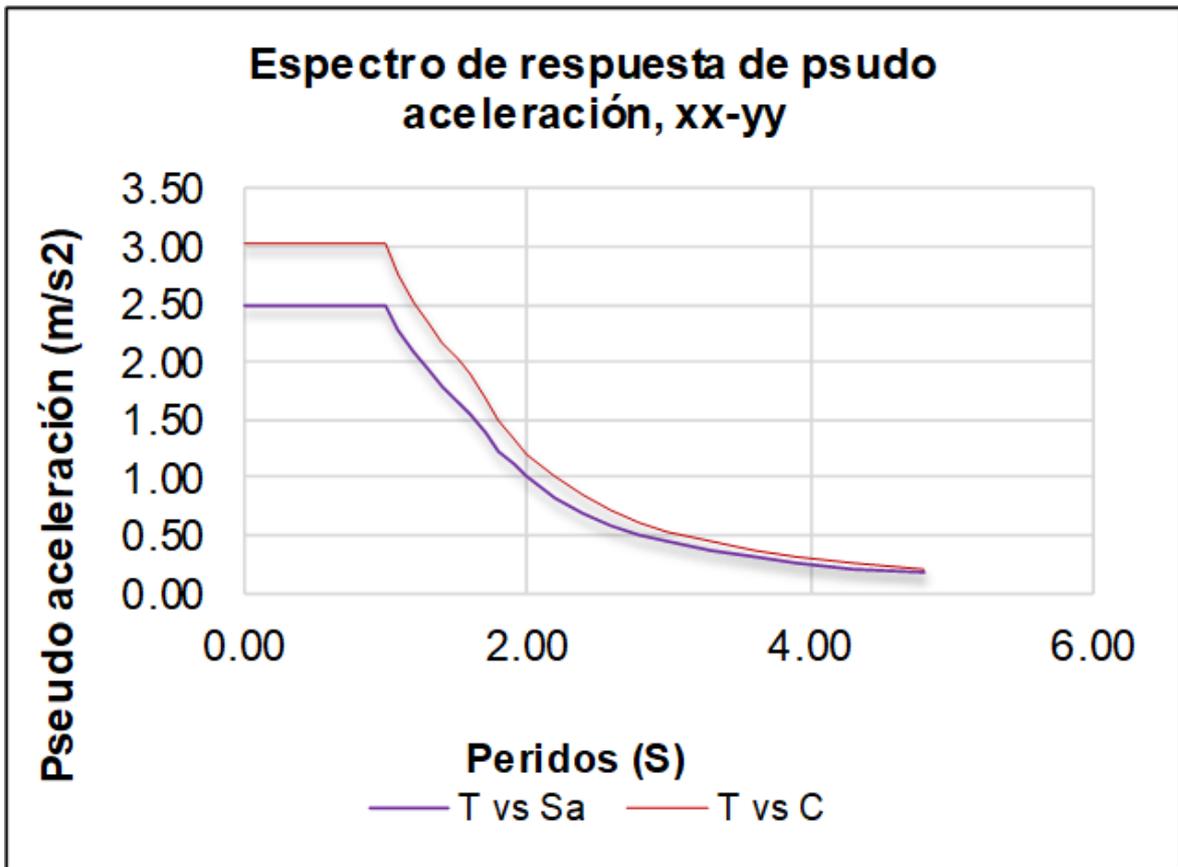


Figura 16 Diseño Seudo Espectro Dirección corta y larga, xx - yy

➤ **Modos de Vibración, Periodos Naturales y Masas Participativas**

Periodo Fundamental: en las siguientes tablas se adjunta los modos, periodos máximos generados por la masa participativa de la estructura.

Masa participativa: cien por ciento de masa participativa (Artículo 29.1.2 E 030).

Tabla 14 Modos, Periodos y Masas Participativas, modulo "A"

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.321	0.0014	0.7876	0	0.0014	0.7876
Modal	2	0.307	0.8373	0.0016	0	0.8387	0.7891
Modal	3	0.224	0.0068	0.0018	0	0.8454	0.791
Modal	4	0.082	0.1102	2.378E-05	0	0.9556	0.791
Modal	5	0.073	2.256E-05	0.1753	0	0.9557	0.9663
Modal	6	0.051	0.0002	0.0004	0	0.9559	0.9667
Modal	7	0.031	0.0007	0.0327	0	0.9566	0.9994
Modal	8	0.031	0.0429	0.0006	0	0.9995	0.9999
Modal	9	0.022	0.0003	2.212E-05	0	0.9998	1

Tabla 15 Modos, Periodos y Masas Participativas, modulo "B"

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.33	0.0001	0.7916	0	0.0001	0.7916
Modal	2	0.263	0.8112	0.0004	0	0.8114	0.792
Modal	3	0.225	0.0351	0.0024	0	0.8464	0.7944
Modal	4	0.077	0.0001	0.1693	0	0.8465	0.9637
Modal	5	0.07	0.1096	0.0002	0	0.9561	0.9639
Modal	6	0.052	0.0009	0.0009	0	0.957	0.9648
Modal	7	0.032	2.785E-05	0.0347	0	0.957	0.9995
Modal	8	0.027	0.0414	0.0001	0	0.9984	0.9996
Modal	9	0.023	0.0013	0.0004	0	0.9997	0.9999

Tabla 16 Modos, Periodos y Masas Participativas, modulo "C"

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.301	0.0918	0.6973	0	0.0918	0.6973
Modal	2	0.277	0.6031	0.0831	0	0.6949	0.7804
Modal	3	0.234	0.1305	0.0058	0	0.8253	0.7862
Modal	4	0.072	0.1143	0.0194	0	0.9396	0.8056
Modal	5	0.064	0.0147	0.1613	0	0.9543	0.9669
Modal	6	0.053	0.0069	0.0004	0	0.9612	0.9673
Modal	7	0.029	0.0353	0.002	0	0.9965	0.9693
Modal	8	0.028	0.0012	0.0304	0	0.9977	0.9997
Modal	9	0.023	0.0021	0.0002	0	0.9998	0.9999

Tabla 17 Modos, Periodos y Masas Participativas, modulo "D"

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.331	0.7817	3.49E-05	0	0.7817	3.49E-05
Modal	2	0.23	0.0003	0.7655	0	0.7819	0.7655
Modal	3	0.203	0.001	0.094	0	0.7829	0.8596
Modal	4	0.071	0.1778	0.0001	0	0.9607	0.8596
Modal	5	0.064	0.0002	0.1015	0	0.9609	0.9611
Modal	6	0.05	0.0006	0.0019	0	0.9615	0.963
Modal	7	0.029	0.0369	0.0009	0	0.9984	0.964
Modal	8	0.028	0.0011	0.0348	0	0.9995	0.9987
Modal	9	0.022	0.0003	0.0005	0	0.9999	0.9992

Tabla 18 Modos, Periodos y Masas Participativas, modulo "E"

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.077	0	0.9994	0	0	0.9994
Modal	2	0.047	1	0	0	1	0.9994
Modal	3	0.034	2.626E-05	0.0006	0	1	1

➤ **Cálculo de la Respuesta Máxima, Modulo A**

Cortante basal dinámico:

$V_{sisxx} = 201.40$

$tonf \ V_{sisyy} =$

195.23 tonf

Cortante basal estático:

$VX \ Y = 286.60 \ tonf$

Factor de escala:

Dirección x-x, $f = 286.60/201.40=1.42$ (si se requiere incremento de cortante) Dirección y-y, $f = 286.60/195.23=1.47$ (si se requiere incremento de cortante)

➤ **Cálculo de la Respuesta Máxima, Modulo B**

Cortante basal dinámico: $V_{sisxx} = 257.61$ tonf $V_{sisyy} = 249.40$ tonf

Cortante basal estático:

$V_X Y = 321.00$ tonf

Factor de escala:

Dirección x-x, $f = 321.00/257.61 = 1.25$ (si se requiere incremento de cortante) Dirección y-y, $f = 321.00/249.40 = 1.29$ (si se requiere incremento de cortante)

➤ **Cálculo de la Respuesta Máxima, Modulo C**

Cortante basal dinámico:

$V_{sisxx} = 274.73$ tonf $V_{sisyy} = 270.46$ tonf

Cortante basal estático:

$V_X Y = 357.26$ tonf

Factor de escala:

Dirección x-x, $f = 357.26/274.73 = 1.30$ (si se requiere incremento de cortante) Dirección y-y, $f = 357.26/270.46 = 1.32$ (si se requiere incremento de cortante)

➤ **Cálculo de la Respuesta Máxima, Módulo D**

Cortante basal dinámico:

$V_{sisxx} = 217.94$ tonf $V_{sisyy} = 229.60$ tonf

Cortante basal estático:

$V_X Y = 286.51$ tonf

Factor de escala:

Dirección x-x, $f = 286.51/217.94=1.31$ (si se requiere incremento de cortante) Dirección y-y, $f = 286.51/229.60=1.25$ (si se requiere incremento de cortante)

➤ **Cálculo de la Respuesta Máxima, Módulo E**

Cortante basal dinámico:

$$V_{sisx} = 33.52 \text{ tonf} \quad V_{sisy} = 33.50 \text{ tonf}$$

Cortante basal estático:

$$V_{X Y} = 56.05 \text{ tonf}$$

Factor de escala:

Dirección x-x, $f = 56.05/33.52=1.67$ (si se requiere incremento de cortante)

Dirección y-y, $f = 56.05/33.50=1.67$ (si se requiere incremento de cortante)

➤ **Cálculo de los Desplazamientos y Derivas de Entrepiso**

El análisis estructural nos brinda los desplazamientos elásticos para toda dirección de análisis.

El desplazamiento máximo relativo de entrepiso calculado, reducida por el coeficiente "R", tendrá que ser menor de la fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material que predomine.

La Norma E 030, determina la distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.005 radianes para sistemas de concreto armado, cumpliéndose en ambas direcciones de análisis mediante la siguiente expresión:

$$\delta_{x,y} = 0.75R \times \frac{\Delta_i}{V_i} \leq 0.007$$

Estos valores fueron calculados multiplicando los resultados por 0.75R conforme indica la norma E 030

Tabla 19 Máxima distorsión angular, dirección x-x, modulo A

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story3	DERIVA XX Max	X	0.003836
Story2	DERIVA XX Max	X	0.005676
Story1	DERIVA XX Max	X	0.003387

Tabla 20 Máxima distorsión angular, dirección y-y, modulo A

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story3	DERIVA YY Max	Y	0.006215
Story2	DERIVA YY Max	Y	0.006189
Story1	DERIVA YY Max	Y	0.003221

Tabla 21 Máxima distorsión angular, dirección x-x, modulo B

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story3	DERIVAXX Max	X	0.00288
Story2	DERIVAXX Max	X	0.004245
Story1	DERIVAXX Max	X	0.002492

Tabla 22 Máxima distorsión angular, dirección y-y, modulo B

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story3	DERIVAYY Max	Y	0.006683
Story2	DERIVAYY Max	Y	0.006791
Story1	DERIVAYY Max	Y	0.00358

Tabla 23 Máxima distorsión angular, dirección x-x, modulo C

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story3	DERIVAXX Max	X	0.003622
Story2	DERIVAXX Max	X	0.00436
Story1	DERIVAXX Max	X	0.002341

Tabla 24 Máxima distorsión angular, dirección y-y, modulo C

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story3	DERIVAYY Max	Y	0.005341
Story2	DERIVAYY Max	Y	0.00503
Story1	DERIVAYY Max	Y	0.002566

Tabla 25 Máxima distorsión angular, dirección x-x, módulo D

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story3	DERIVAXX Max	X	0.006897
Story2	DERIVAXX Max	X	0.006709
Story1	DERIVAXX Max	X	0.003374

Tabla 26 Máxima distorsión angular, dirección y-y, módulo D

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story3	DERIVAYY Max	Y	0.002232
Story2	DERIVAYY Max	Y	0.00338
Story1	DERIVAYY Max	Y	0.002036

Tabla 27 Máxima distorsión angular, dirección x-x, módulo E

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story1	DERIVAXX Max	X	0.00044

Tabla 28 Máxima distorsión angular, dirección y-y, módulo E

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story1	DERIVAYY Max	Y	0.000704

Se puede apreciar que las derivas encontradas son valores sumamente inferiores a los permitidos por (NTR E 030)

➤ Junta de Separación Sísmica

Conforme lo señalado en la Norma E 030, todas construcciones deberán tener una separación sísmica llamadas juntas de dilatación el cálculo de estas juntas se realiza entre los desplazamientos laterales y la altura total.

Lo podemos ver en la siguiente La expresión:

$$S = \text{Max}(0.006xh)$$
$$S = 3\text{cm (minimo)}$$
$$S = \frac{2}{3}\Delta\text{Max}(\text{edificos vecino})$$

Aclarar que no son conocidos los desplazamientos laterales de las edificaciones vecinas, sin embargo, se calcularan con los desplazamientos máximos generados en el último techo de ambos bloques separados, es por ello que la separación se determinara de la siguiente manera:

$$S = \text{Max}(0.006x1300\text{cm}) = 7.80\text{cm} \cong \mathbf{8\text{cm}}$$

Dado que en el análisis aplicamos los criterios de superposición modal la junta no sobrepasa un centímetro en los niveles, debido a que se poseen tres niveles, la separación es igual 1.8 cm

Por último, la separación sísmica optada es, **S=8cm**

4.4.5.4 Resultados del Análisis por Cargas de Gravedad y Sismo

4.4.5.4.1 Combinaciones de Carga Ver ítem 3.4.4.4

4.4.5.4.2 Envolvente de Momentos en Vigas

En las posteriores figuras enseñan las envolventes de momentos y de cortantes de las vigas. Las envolventes de cortantes con un factor de resistencia de 2.5 (artículo 21.4.3 E 060).

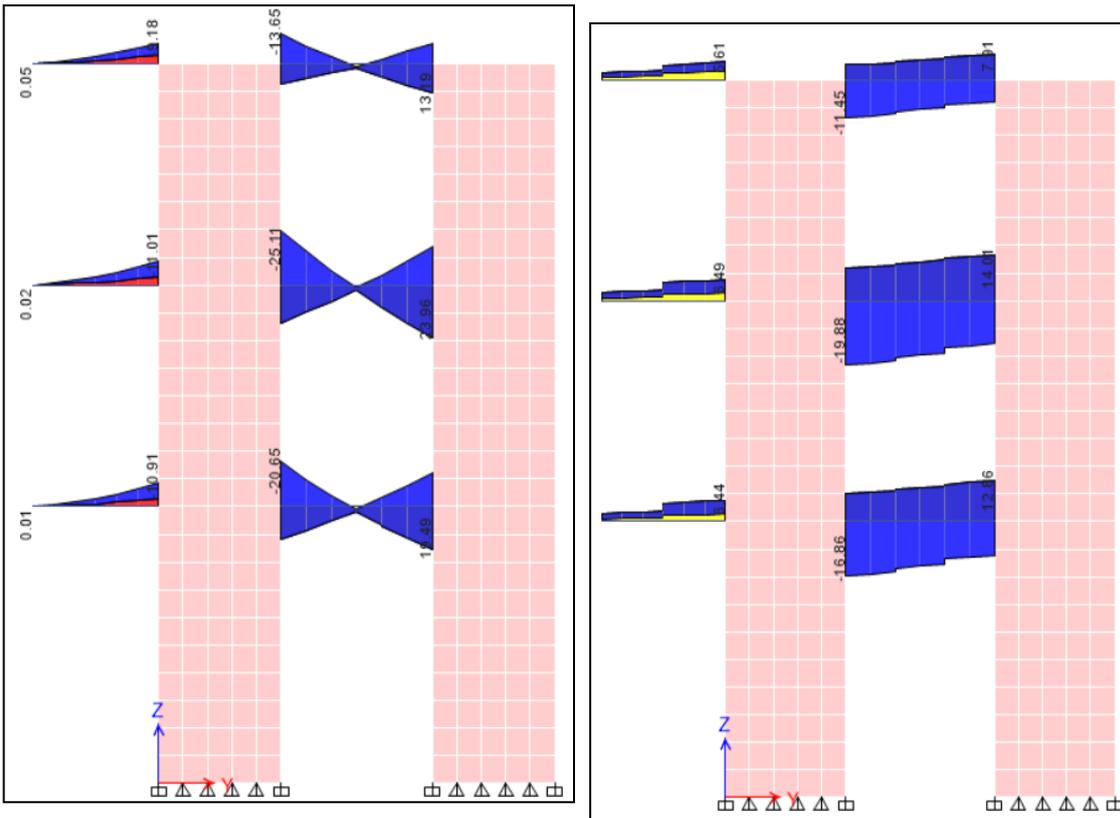


Figura 17 Envolvente de momentos y cortantes, eje A (tonf - m)

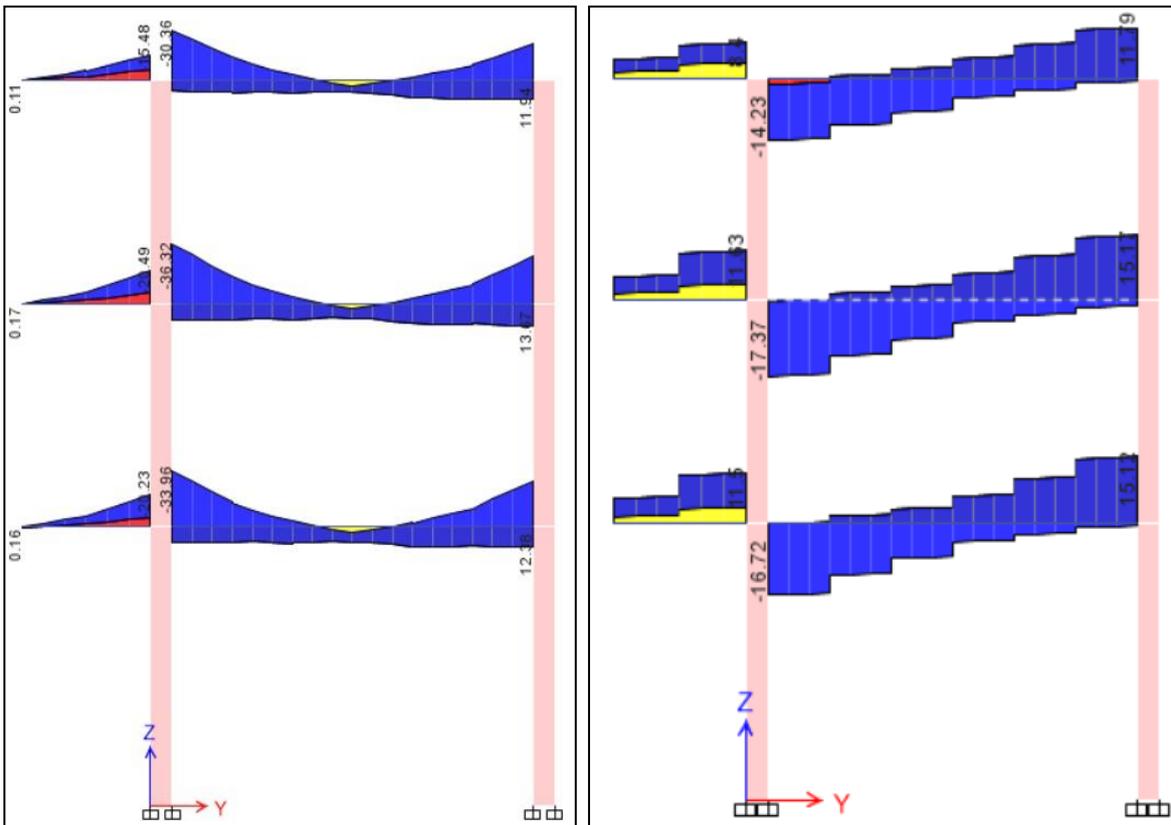


Figura 18 Envolvente de momentos y cortantes, eje C (tonf - m)

4.4.6 DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

El diseño estructural de concreto armado se llevará a cabo considerando el sistema estructural resistente a cargas laterales que predomina en cada dirección, es decir, en la dirección larga y corta se tomarán en cuenta las exigencias que aplican al diseñar los elementos de tipo estructural que conforman todo sistema estructural resistentes a cargas laterales del tipo “muroestructurales”, Artículos 21.4 y 21.9 de la Norma Técnica E 060.

4.4.6.1 Consideraciones de Diseño

Se empleo el diseño por Resistencia donde la ecuación general es:

Accion Última ≤ Capacidad Nominal Reducida

Las combinaciones de los casos de carga muerta, carga viva y cargas externas de sismo dieron como resultado las últimas acciones. Posteriormente se muestran los procedimientos que estimaron las resistencias de los elementos:

4.4.6.1.1. Combinaciones de Carga

Se hicieron las combinaciones de carga que dicta la Norma de Diseño de Concreto Armado:

- Combinaciones de (CM y CV)

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV$$

Donde:

CM : Carga Muerta

CV : Carga Viva

- Combinaciones de Carga Muerta y Carga Viva

$$U = 1.25(CM + CV) + FE (CS)$$

$$U = 0.9 CM + FE. (CS)$$

Donde:

CS : Carga Sísmica

Se asume los aceros en los dos sentidos (negativo y positivo) en las direcciones. Se uso los factores de disminución de Resistencia exigidos por la Norma E 060:

- Para flexión : 0.90
- Para cortante : 0.85
- Para flexo-compresión : 0.70

4.4.6.2 Consideraciones Generales de Diseño

□ Capacidad a Flexión

Cálculo de capacidad resístete a flexión se utilizó la siguiente expresión

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

Donde:

Mn : Momento Nominal

As : Acero Requerido

fy : Esfuerzo de Fluencia del

acero (4200 kg/cm²)d : Peralte efectivo

a : Profundidad del bloque equivalente de compresiones

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

b : Ancho de sección

Ø : Factor de reducción (0.9 para flexión simple)

Se realizo el comportamiento dúctil del acero colocado, cumpliendo una cantidadde acero menor s 0.75 (Asb) (0.75 del acero balanceado), si se utiliza acero en comprensión.

➤ **Capacidad a Corte**

Calculo la capacidad a corte del elemento (ϕV_n):

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s$$

➤ **Donde:**

V_n : Resistencia Nominal a Corte

V_c : Resistencia por aporte

de concreto V_s : Resistencia por aporte del acero

ϕ : Factor de reducción (0.85 para corte)

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

Para evaluar la contribución del concreto, la expresión es la siguiente:

➤ **Donde:**

f'_c : Resistencia cilíndrica del concreto a compresión

Para el uso de estribos perpendiculares al eje del elemento, se tiene:

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

➤ **Donde:**

S : espaciamiento de estribos

A_v : Área de estribos al hacer un corte en el eje horizontal

La fuerza ultima (V_u) se calcula en una sección que esta "d" desde la cara del apoyo.

En caso V_u exceda ϕV_c emplearán estribos ubicados con un espacio correcto. La resistencia cortante ϕV_n , no se deberá considerar mayor que:

$$\phi V_n = \phi (2.63\sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d)$$

➤ **Capacidad a Flexo-compresión**

La capacidad de flexo-compresión de las columnas y placas se realiza por intermedio de un diagrama de interacción que se hace de acuerdo al concreto, el

acero y la sección transversal del elemento. Cada uno de los puntos es una combinación de resistencias ϕP_n y ϕM_n . Cuando la carga axial es menor a $0.1 (f'_c) (A_g)$ se considera sólo flexión al diseño.

4.4.6.3 Diseño de Losas Aligeradas

Todos los techos, están divididos en cuatro paños de una dirección y un paño en dos direcciones, espesor de techo $h = 0.20\text{m}$.

a) Metrado de Cargas (ancho de franja $b=0.40\text{m}$)

□ Carga Muerta (WD)

- Peso propio de losa aligerada, $h=0.20\text{ m}$: $300\text{ kgf/m}^2 \times 0.40\text{ m} = 120\text{ kg/m}$

- Peso propio de acabados : $100\text{ kgf/m}^2 \times 0.40\text{ m} = 40\text{ kg/m}$

- Peso propio de tabiquería : $100\text{ kgf/m}^2 \times 0.40\text{ m} = 40\text{ kg/m}$

$$WD = 200\text{ kg/m}$$

□ Carga Viva (WL)

- Carga viva de piso : $300\text{ kgf/m}^2 \times 0.40\text{ m} = 120\text{ kg/m}$
WL = 120 kg/m

a) Cálculo estructural

Se han considerado siete estados de carga y seis combinaciones de cargas

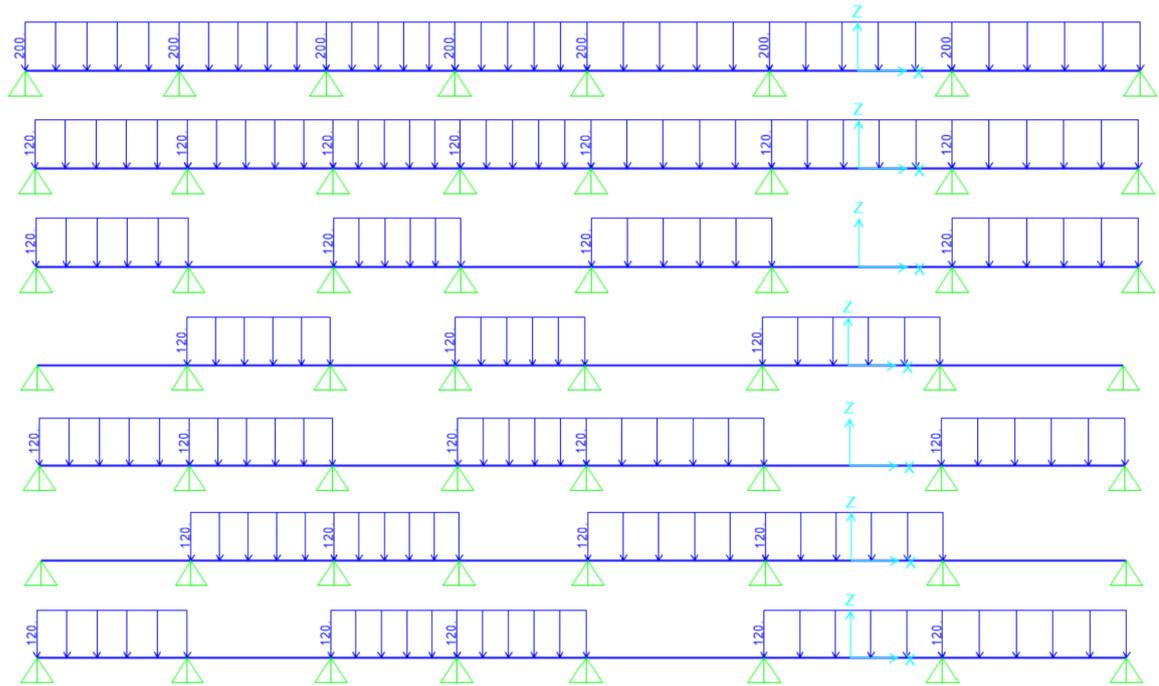


Figura 19 Estados de cargas consideradas en el diseño de losas aligeradas (kgf/m)

4.4.6.1.1. Diseño por Flexión

En el reporte adjunto la envolvente de momentos y el refuerzo requerido en cada una de las secciones críticas de momento. La envolvente está contemplada con la combinación señalada por E 060 (1.4 WD + 1.7WL).

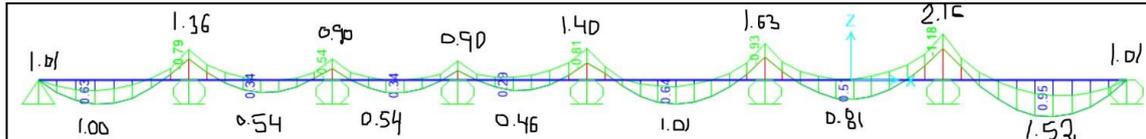


Figura 20 Envolvente de momento y acero requerido (tonf – m, cm2)

a) Acero Mínimo en Flexión

El área mínima de acero está dada por la siguiente expresión (h = 20cm):

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{0.7\sqrt{210}}{4200} = 0.0024$$

$$A_{s\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0.0024 \cdot 10 \cdot 17 = \mathbf{0.41 \text{ cm}^2}$$

b) Acero Máximo en Flexión

El área máxima de acero está dada en función de la cuantía balanceada (ρ_b) y se calcula con la siguiente expresión:

$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b = 0.75 \left[0.85 \left(\frac{\beta_1 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{6000}{6,000 + f_y} \right) \right]$$

Donde:

$$\beta_1 = 0.85 \text{ (para } f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2\text{)}$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \left[0.85 \left(0.85 \cdot \frac{210}{4,200} \cdot \frac{6,000}{6,000 + 4,200} \right) \right] = \mathbf{0.016}$$

$$A_s \text{ máx} = \rho_{\text{max}} \cdot b \cdot d = 0.016 \cdot 10 \cdot 17 = 2.71 \text{ cm}^2$$

c) Cálculo del Acero Requerido

El acero requerido, se puede determinar aplicando la siguiente expresión:

$$\omega = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 \times M_U}{\phi \times f'_c \times b \times d^2}} \quad \rho = \omega \times \frac{f'_c}{f_y} \quad A_s = \rho \times b \times d$$

$$\omega^+ = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 \times (0.95)(10^5)}{0.9 \times \frac{210\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 40 \times 17^2}} = 0.04469$$

$$\omega^- = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 \times (1.18)(10^5)}{0.9 \times \frac{210\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 10 \times 17^2}} = 0.254185$$

$$A_s^+ = 1.52 \text{ cm}^2 \quad A_s^- = 2.16 \text{ cm}^2$$

El acero calculado supera al valor mínimo y es inferior a la cuantía máxima, por lo tanto, en los lados solo será necesario ver el área de acero mínimo por eso se colocará un refuerzo 1 Ø 1/2". Las zonas centrales del momento positivo y negativo, se sustituirán con barras 1 Ø 1/2" + 1 Ø 3/8"

d) Acero de Temperatura

$A_s = 0.0025bt = 0.0025 (100) (5) = 1.25 \text{ cm}^2/\text{m}$ (se colocará barras de 1/4" @25 cm)

4.4.6.1.2. Diseño por Corte

Espesor de losa, mediante la siguiente fórmula:

$$\phi V_n = 1.1(0.85)(0.53)\sqrt{f'c} bd$$

$$\phi V_n = 1.1(0.85)(0.53)\sqrt{210 \times 10 \times 17} = 1220 \text{ kg}$$

$\phi V_n = 1220 \text{ kg} \geq V_{ud} = 1398.81 \text{ kg}$ [se requiere ensanche de viguetas $L=0.60\text{m}$]

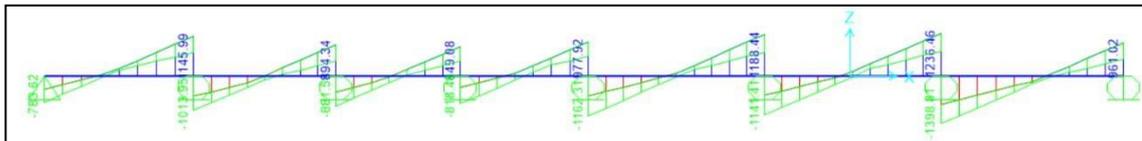


Figura 21 Envolvente de cortantes (kg)

4.4.6.1.3. Deflexiones

En la Norma Peruana E 060 será posible obtener el cálculo de las deflexiones del elemento estructural, cuando se cumpla la siguiente condición:

$$h \geq \frac{L}{25}$$

en este caso, la mayor longitud de la vigueta es la correspondiente a 4.40 m, por lo tanto:

$$h \geq \frac{3.9}{25} = 0.156 < 0.20 \text{ m}$$

finalmente, no se verificarán deflexiones en paños de losas aligeradas.

4.4.6.4 Diseño de Vigas

Las vigas son diseñan para soportar cargas por flexión y corte considerando cargas de gravedad aplicadas en ella.

4.4.6.4.1 Diseño por Flexión

Debido a las vigas, tanto peraltadas y chatas, de la estructura configurada con tres cascotes estructuras, de sección transversal del tipo rectangular, el diseño se hizo siguiendo los lineamientos para el diseño de este tipo de secciones.

$$\omega = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * Mu}{\phi * f'c * b * d^2}}$$

de esta manera obtendremos un área de acero para cada sección de la viga. Las vigas peraltadas tienen distinta sección transversal, la más crítica de ellas es de sección rectangular (b x hv: 0.35 x 0.55, eje 3), las cuales permitieron verificar el diseño por resistencia a la flexión de todos los techos. Puesto que en el caso de secciones rectangulares podemos deducir, de la norma E 060, la cual establece las ecuaciones (limitaciones) de diseño para el acero máximo y mínimo.

$$A_{Smin} = \frac{0.7\sqrt{f_c}}{f_y} b_w * d$$

$$A_{s \text{ máx}} = 0.75\rho_b * b_w * d$$

Como en todos los techos la viga crítica es peraltada, sección de 0.25x0.64, el acero mínimo y máximo resulta:

➤ **Cuantía mínima y máxima Para Secciones de 0.25x0.70m**

- Base, bW : 0.25 m
- Peralte, hv : 0.70 m
- Recubrimiento, d' : 0.06 m
- Peralte efectivo, d : 0.64 m
- As min : 3.86 cm²
- As max : 30.26 cm²

Además, la E 060, proporciona la siguiente ecuación, lo cual explica que el acero propuesto no será inferior al mínimo ni mayor al máximo calculado, es decir:

$$AS_{min} \leq A_{pro} \leq AS_{max}$$

En el reporte adjunto, se presenta el diseño de las vigas proyectadas (refuerzo longitudinal cm², techo más crítico), siendo estas las que cumplen con la ecuación general de diseño en concreto armado, según E 060.

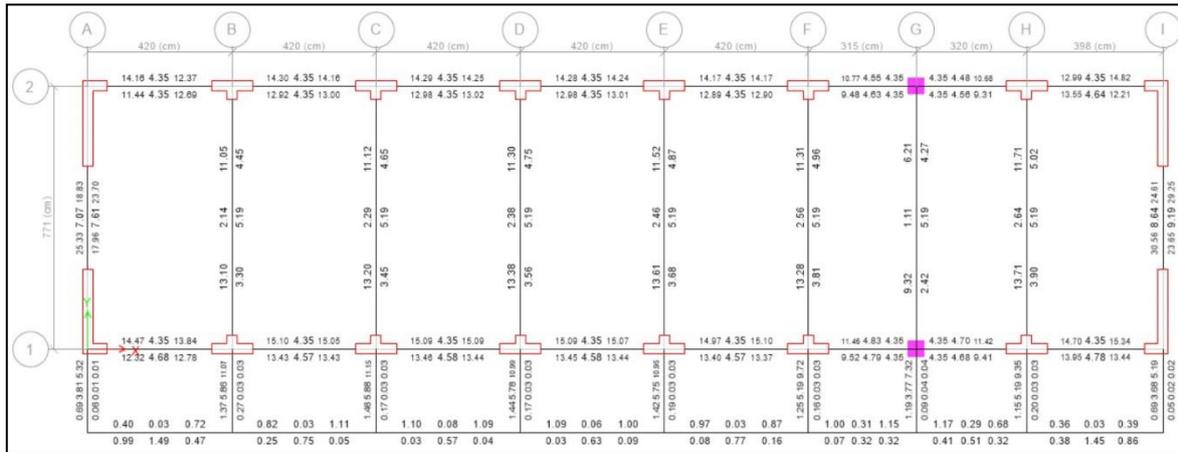


Figura 22 Cuantías calculadas en vigas del segundo techo (crítico, cm²)

a) Resultados del Diseño por Flexión

Del reporte presentado, la viga más crítica pertenece al eje C, del techo 1, por eso, el acero calculado es sustituido con barras longitudinales de 3 Ø 3/4", con bastones superiores de 5 Ø 5/8" y 3 Ø 3/8" colocados al extremo izquierdo y derecha de la viga; consecuentemente el acero proporcionado satisface la demanda, y cumple con el diseño a flexión, según filosofía de E 060.

4.4.6.4.2 Diseño por Corte

La suma del aporte del concreto y aparte del refuerzo transversal (estribos) indica la capacidad de corte de vigas. Se indica que la fuerza cortante ultima en la sección crítica está ubicada a una distancia "d", medida desde la cara del apoyo.

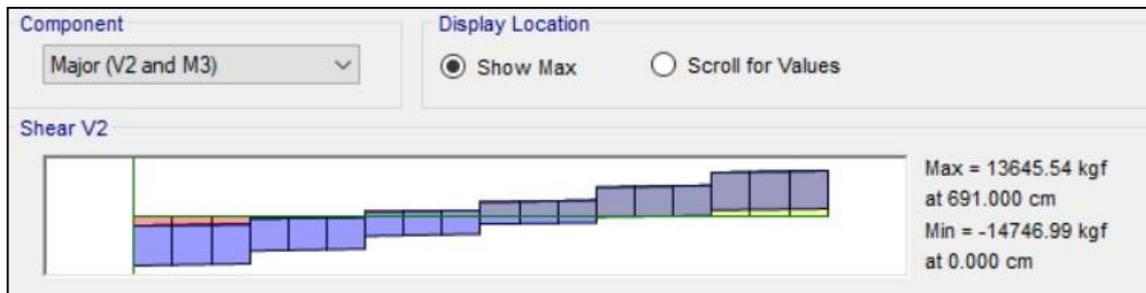


Figura 23 Diagrama de envolvente de fuerza cortante, critico 1° techo, eje C (kgf)

El concreto resiste, $V_c = 0.53 \times \sqrt{210} \times 25 \times 64 = 12288.68$ kgf, al amplificar el factor de reducción de resistencia resulta, $\phi V_c = 0.85 \times 12288.68$ kgf = 10445.38 kgf. En casos en que se requiere refuerzo, la separación resulta muy amplia. Finalmente se presenta la justificación de cálculo.

- Cortante nominal en zona de confinamiento

$$V_U = 14746.99 \text{ kgf} (\text{cortante crítico})$$

$$S = \frac{S_v \times f_y \times d}{V_s}$$

$$V_s = \frac{(2 \times 0.71) \times 4200 \times 64}{10 \text{ cm}} = 38169.60 \text{ kgf}$$

$$\phi V_n = 0.85(12288.68 + 38169.60) = 42889.54 \text{ kgf}$$

$$V_u \leq \phi V_n (\text{cumple})$$

- Cortante nominal en zona central

$$V_U = 7060.32 \text{ kgf} (2 \text{ h cara})$$

$$V_s = \frac{(2 \times 0.71) \times 4200 \times 64}{15 \text{ cm}} = 25446.40 \text{ kgf}$$

$$\phi V_n = 0.85(12288.68 + 25446.40) = 32074.82 \text{ kgf}$$

$$V_u \leq \phi V_n (\text{cumple})$$

La norma E 0.60 indica para la colocación de estribos de confinamiento una longitud del doble del elemento (140 cm medidos de los extremos hacia el centro de la luz). La cual no debe exceder de 100mm tampoco puede ser menor a ello.

- $d/4 = 64/4 = 16 \text{ cm}$
- $10 \text{ } \varnothing = 16 \text{ cm (10 x 1.6)}$
- $24 \text{ } \varnothing \text{ (estribo)} = 22.8 \text{ (24x0.95)}$
- 30 cm

Presentando el cálculo, usar estribos de $\varnothing 3/8''$: **1a.05, 12@.10, Rto. @.15**
 Finalmente se realiza el cálculo del cortante asociado al desarrollo de las resistencias probables a flexión, verificándose que el refuerzo proporcionado satisface esta condición. También se verifican las condiciones generales que estipula la Norma E 060 Concreto Armado, en su capítulo 21.

4.4.6.5 Diseño de Columnas

Se considera que los momentos flectores y las cargas axiales actúan simultáneamente para el diseño de columnas. A esto se le llama flexo-compresión, también estudia las condiciones generales que estipula la norma E 0.60 de concreto armado.

4.4.6.5.1 Diseño por Flexo-compresión

Según la Norma E 060, señala que la cuantía de refuerzo longitudinal no será menor que 1% ni mayor que 6% del área bruta de la sección transversal de la columna.

Desarrollaremos el diseño de la columna de concreto armado de 50x50cm de sección, referente al primer nivel.

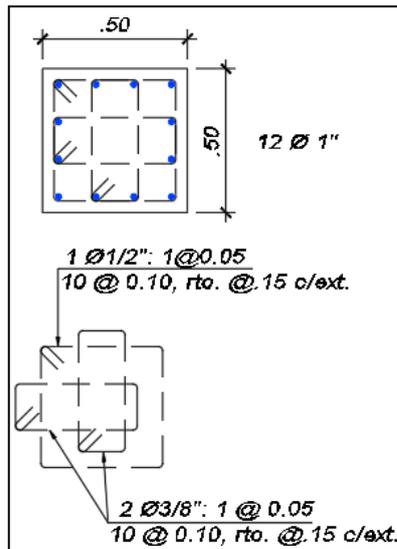


Figura 24 Distribución del acero, columna 50x50cm

a) Análisis Sísmico – Columna 50x50cm

Tabla 29 Demanda sísmica absorbida por la columna 50x50cm

Story	Columnn	Load Case/Comb	P	V2	V3	T	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf	tonf-m	ton-m
techo 01	50x50	Dead	-81.5639	0.405	0.327	0.00	0.5877	0.676
techo 01	50x50	Live	-29.2806	0.165	0.179	0.00	0.3212	0.273
techo 01	50x50	SISXX Max	0.6649	2.343	0.063	0.01	0.1355	7.65
techo 01	50x50	SISYY Max	4.2822	0.28	0.999	0.09	2.6229	0.924

b) Combinaciones Según E 060 y Diagrama de Interacción

En la tabla siguiente presentamos los momentos flectores y cargas axiales ultimas para las 9 combinaciones de carga de la columna de concreto armado.

Tabla 30 Combinaciones de diseño sísmico en columna 50x50

COMBOS		P	M2	M3
Gravedad	U1=1.4CM+1.7CV	163.97	1.37	1.41
Sismo XX	U2=1.25(CM+CV)+SISXX	139.22	1.27	8.84
	U3=1.25(CM+CV)-SISXX	137.89	1.00	-6.46
	U4=0.9CM+SISXX	74.07	0.66	8.26
	U5=0.9CM-SISXX	72.74	0.39	-7.04
Sismo YY	U2=1.25(CM+CV)+SISYY	142.84	3.76	2.11
	U3=1.25(CM+CV)-SISYY	134.27	-1.49	0.26
	U4=0.9CM+SISYY	77.69	3.15	1.53
	U5=0.9CM-SISYY	69.13	-2.09	-0.32

Tabla 31 Combinaciones de diseño, sismo xx en columna 50x50

SISXX				
COMBOS		Combinaciones de Diseño		
		P	M2	M3
Gravedad	U1=1.4CM+1.7CV	163.97	1.37	1.41
Sismo XX Positivo	U2=1.25(CM+CV)+SISXX	139.22	1.27	8.84
	U3=1.25(CM+CV)-SISXX	137.89	1.00	-6.46
	U4=0.9CM+SISXX	74.07	0.66	8.26
	U5=0.9CM-SISXX	72.74	0.39	-7.04
Sismo XX Negativo	U2=1.25(CM+CV)+SISXX	139.22	-1.27	-8.84
	U3=1.25(CM+CV)-SISXX	137.89	-1.00	6.46
	U4=0.9CM+SISXX	74.07	-0.66	-8.26
	U5=0.9CM-SISXX	72.74	-0.39	7.04

Tabla 32 Combinaciones de diseño, sismo yy en columna 50x50

SISYY				
COMBOS		Combinaciones de Diseño		
		P	M2	M3
Gravedad	U1=1.4CM+1.7CV	163.97	1.37	1.41
Sismo YY Positivo	U2=1.25(CM+CV)+SISYY	142.84	3.76	2.11
	U3=1.25(CM+CV)-SISYY	134.27	-1.49	0.26
	U4=0.9CM+SISYY	77.69	3.15	1.53
	U5=0.9CM-SISYY	69.13	-2.09	-0.32
Sismo YY Negativo	U2=1.25(CM+CV)+SISYY	142.84	-3.76	-2.11
	U3=1.25(CM+CV)-SISYY	134.27	1.49	-0.26
	U4=0.9CM+SISYY	77.69	-3.15	-1.53
	U5=0.9CM-SISYY	69.13	2.09	0.32

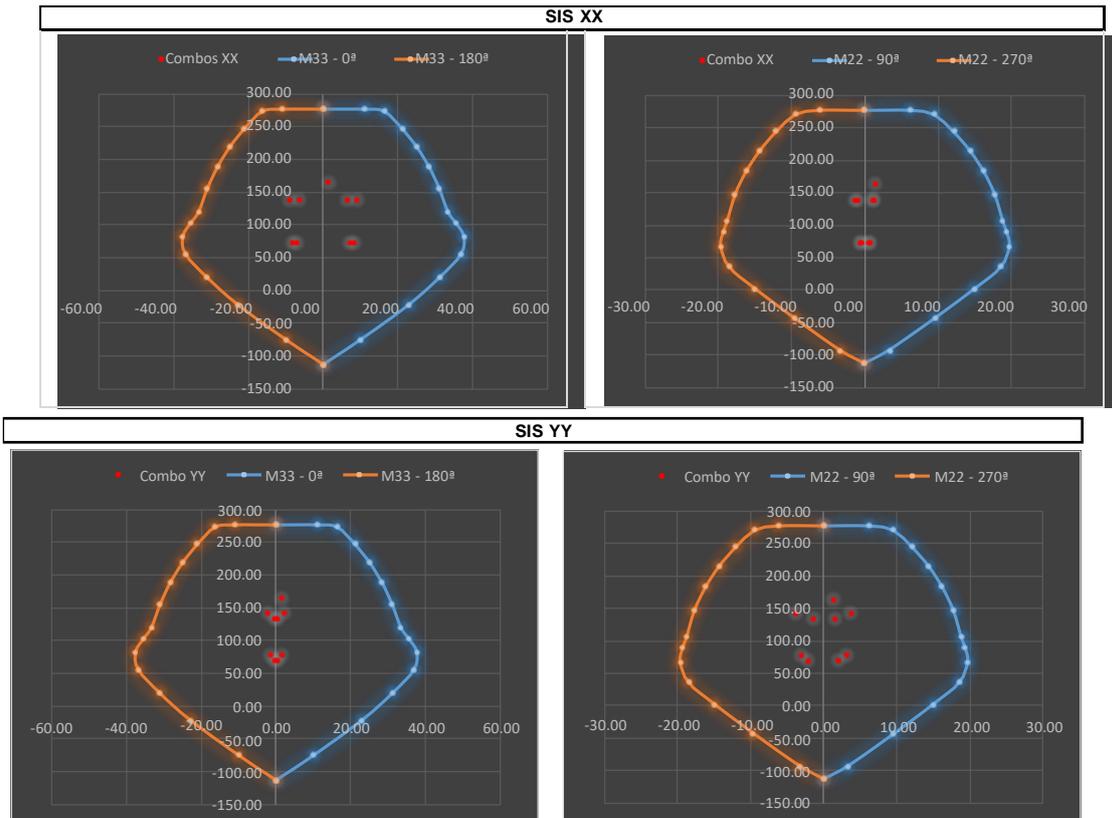


Figura 25 Diagrama de Interacción M33 y M22, columna C-02

Se muestran los diagramas de interacción de las columnas 50 x 50cm, se puede apreciar que las combinaciones P-M caen dentro del diagrama por lo que se considera que el diseño es correcto.

El diseño de la columna toma 12 Ø 1" (60.84 cm²). La cuantía del refuerzo es 0.024 (2.44%), queda entre los límites indicados en el artículo 21.6.3. de la E 060.

4.4.6.5.2 Diseño por Corte

La determinación de la fuerza cortante de diseño VU se determinan considerando las máximas fuerzas que se generan en las cargas de los nudos en cada extremo del elemento. Estas fuerzas se determinan usando las resistencias máximas probables en flexión ($M_{pr} = 1.25 M_n$) en los extremos del elemento que corresponden al rango de cargas axiales amplificadas PU que en él actúan

➤ $L_n/6 = 66\text{cm}$ (400 cm / 6)

➤ $h = 50\text{ cm}$

➤ 50 cm

la longitud de confinamiento en cada lado de la columna será **70** cm. El espaciamiento máximo SO no deberá exceder de:

➤ $8 \varnothing = 20.32\text{ cm}$ (8 x 2.54)

➤ $b/2 = 50/2 = 25\text{ cm}$

➤ **SO = 10 cm**

Se toma 10 cm de separación, por lo tanto, emplearemos estribos de 1 \varnothing 3/8":1a.05, 10@.10, rto@.15 en ambos extremos

En el tramo central de la columna colocamos estribos de separación 15 cm para que sea capaz de soportar la fuerza cortante asociada al desarrollo de las resistencias máximas probables en flexión, según capítulo 21.4.5.4. E 060.

A continuación, se presenta la justificación de cálculo, disponible en la distribución de estribos colocados en la columna 50x50cm.

$V_u = 3054.05\text{ kgf}$

$V_u \leq \phi V_n$ (Filosofía)

$P_o = 81563.90\text{ kgf}$

$V_n = V_c + V_s$

$$V_c = 0.53\sqrt{210} \left[1 + \frac{81563.9}{0} \right] \frac{50 \times 44}{140 \times 50 \times 44}$$

$= 17091.32\text{ kgf}$ (resistencia concreto a corte)

$$V_s = \frac{A_v \times f'_y \times d}{S} = \frac{2(2 \times 0.71)4200 \times 44}{10} = 52483.20\text{ Kgf}$$
 (aporte de estribos)

$$V_n = \phi(V_c + V_s) = 0.85(17091.32 + 52483.20)$$
$$= 59138.34 \text{ kgf}(\text{cortante nominal})$$

$$V_u \leq \phi V_n (\text{cumple})$$

Finalmente, se concluye que el acero disponible por corte en columnas, cumple con las condiciones demandadas por sismo y normativo.

4.4.6.6 Diseño de Placas

El muro de corte o placas son elementos estructurales que resistir tanto cargas axiales como laterales. El proceso de diseño es similar al seguido para una columna, con la particularidad que, debido a su gran rigidez lateral absorben grandes momentos y cortantes producidos por las fuerzas de sismo.

Se ha seleccionado el muro PL-2, este forma parte de un sistema resistente a cargas laterales del tipo muro estructurales de concreto reforzado, por lo que en su diseño se tomaran en cuenta los requisitos indicados en el artículo 21.9 de la E 060.

a) Acero de refuerzo Mínimo

Tanto para el acero de refuerzo vertical como para el horizontal la cuantía mínima será:

$$\rho \geq 0.025$$

Además, cuando V_u sea mayor que $0.5 \phi V_c$, las cuantías de refuerzo horizontal y vertical podrán reducirse a:

$$\rho_h \geq 0.020 \quad \rho_v = 0.015$$

Cuando el espesor del muro sea mayor o igual a 20 cm, deberá distribuirse el refuerzo por corte horizontal y vertical en dos caras.

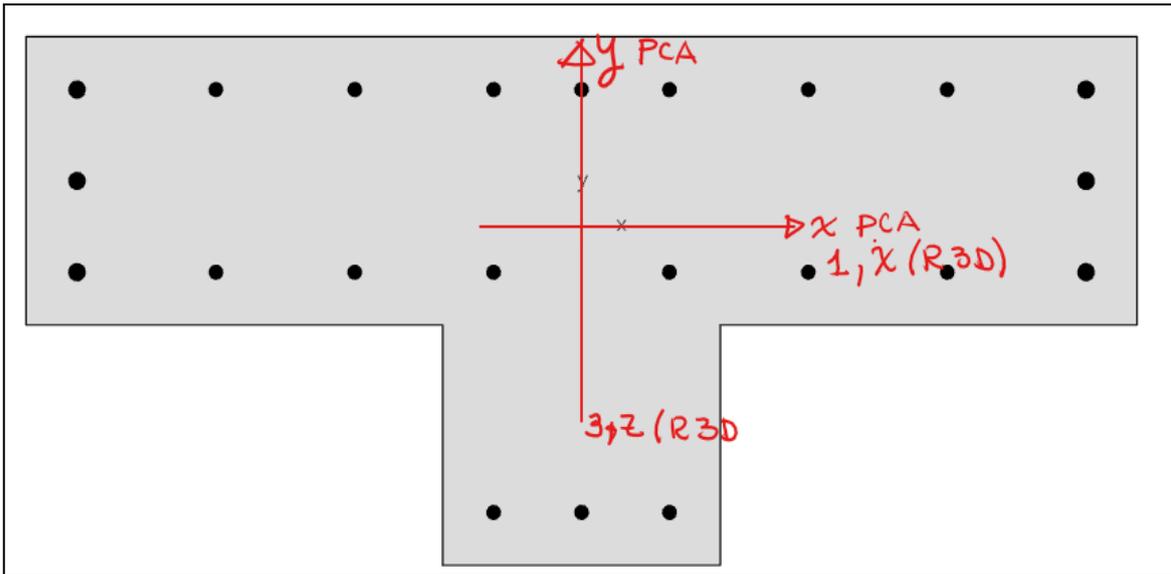


Figura 26 Compatibilidad de ejes locales y globales

4.4.6.1.4. Solicitaciones de diseño

Tabla 33 Solicitaciones de diseño

CARGA	F1	F2	F3	M1	M2	M3
	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
D	0	750	9	16	0	1
L	0	229	4	7	0	0
ELZ+X	-4	-34	-19	-74	1	13
ELZ-X	3	-34	-19	-74	0	-12
ELX+Z	-231	0	0	0	12	722
ELX-Z	-234	0	0	0	13	732

4.4.6.1.5. Diseño por Flexo-Compresión

En la figura se muestra el refuerzo propuesto. Se ha concentrado mayor cantidad de barras en el extremo que recibirá la carga concentra proveniente de una viga que es perpendicular al plano del muro. En la tabla, se aprecia que la mínima relación capacidad demanda es de 1.41.

Tabla 34 Reporte de programa, entre otros se tiene la relación entre la capacidad y demanda

Combinación	P _u	M _{ux}	M _{uy}	φ M _{nx}	φ M _{ny}	φ M _n /M _u	NA Depth	d _t Depth	ε _t	φ
	kN	kNm	kNm	kNm	kNm		mm	mm		
1.4D+1.7L	1439	34	-1	388	-16	11.31	343	500	0.001	0.7
1.25(D+L) +EZ +	1190	-45	-14	-442	-139	9.77	135	520	0.009	0.9
0.9D+EZ +	641	-60	-14	-390	-91	6.55	106	512	0.012	0.9
1.25(D+L)-EZ+	1258	103	12	385	44	3.75	333	510	0.002	0.7
0.9D-EZ+	709	88	12	376	52	4.26	303	517	0.002	0.7
1.25(D+L) +EZ-	1190	-45	11	-446	106	9.86	129	514	0.010	0.9
0.9D+EZ-	641	-60	11	-392	73	6.58	103	508	0.013	0.9
1.25(D+L)-EZ	1258	103	-13	385	-50	3.75	334	512	0.002	0.7
0.9D+EZ-	709	88	-13	377	-55	4.26	303	518	0.002	0.71
U = 1.25 (D+L) + ELX+Z	1224	29	-723	46	-1145	1.58	410	1097	0.005	0.9
U = 0.9 D + ELX+Z	675	14	-723	21	-1034	1.43	357	1090	0.006	0.9
U = 1.25 (D+L) - ELX+Z	1224	29	721	46	1145	1.59	410	1096	0.005	0.9
U = 0.9 D - ELX+Z	675	14	721	21	1034	1.43	357	1090	0.006	0.9
U = 1.25 (D+L) - ELX-Z	1224	29	-733	45	-1145	1.56	411	1097	0.005	0.9
U = 0.9 D - ELX-Z	675	14	-733	20	-1034	1.41	357	1090	0.006	0.9
U = 1.25 (D+L) + ELX-Z	1224	29	731	45	1145	1.57	411	1097	0.005	0.9
U = 0.9 D + ELX-Z	675	14	731	20	1034	1.41	357	1090	0.006	0.9

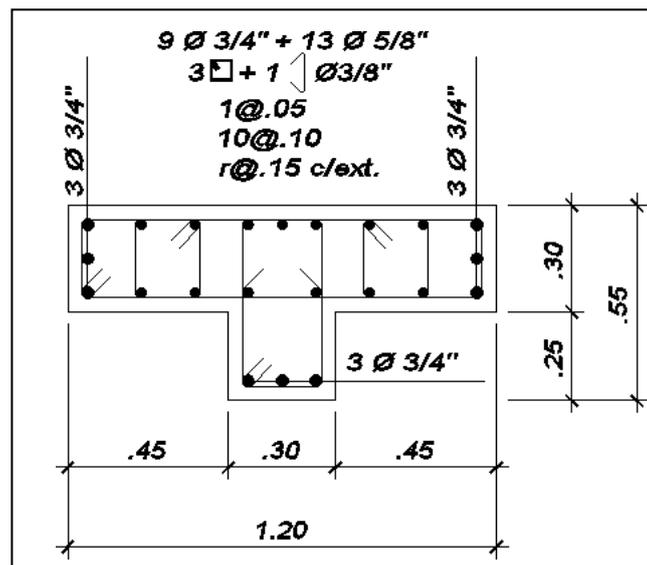


Figura 27 Propuesta refuerzo PL-2

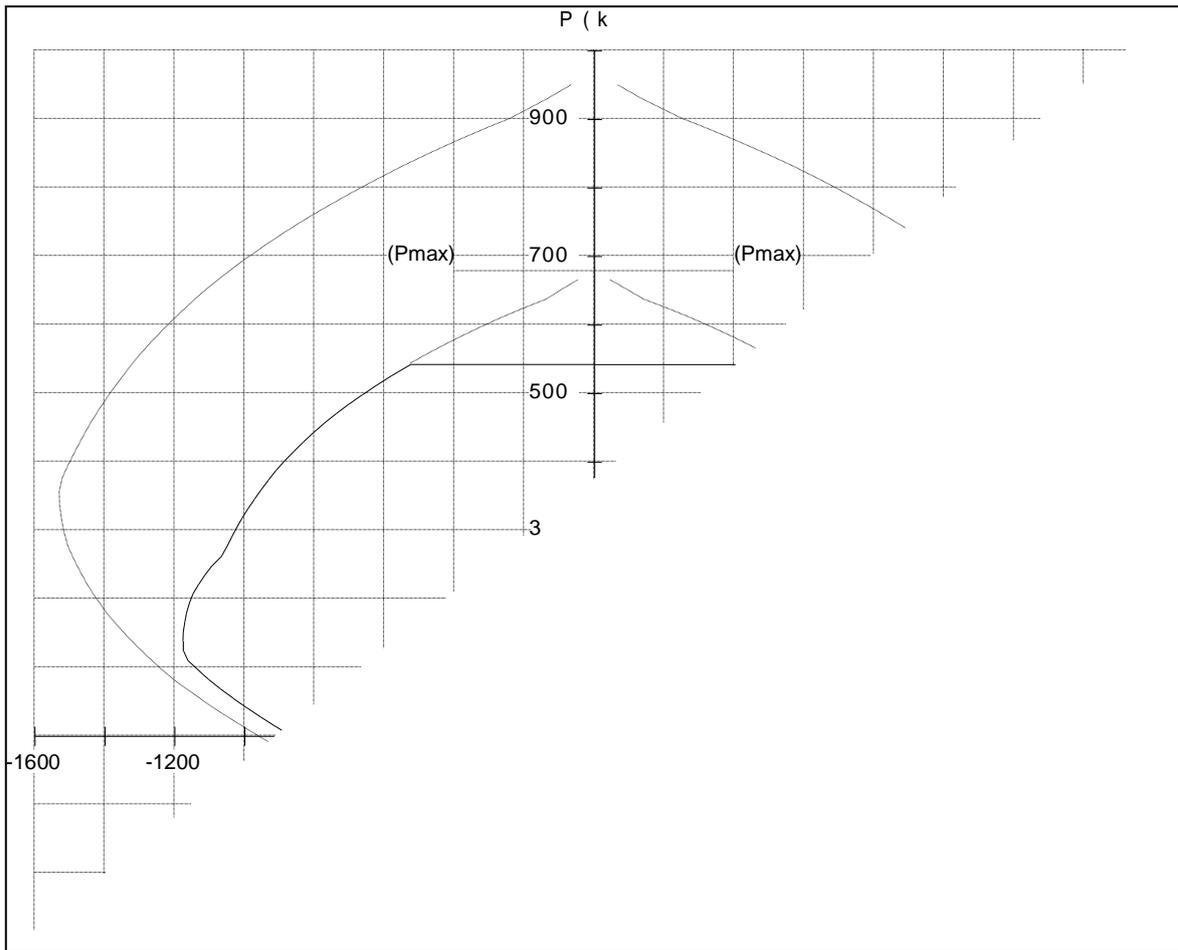


Figura 28 Curva de resistencia flexión biaxial PL-2

4.4.6.1.6. Diseño por corte

a) Cálculo del cortante asociado al desarrollo de la resistencia en flexión del muro

✓ Flexión X= La máxima relación $M_n/M_{ua}=10.97$ y que según el artículo 21.9.5.3 E 060 no debe tomarse mayor de $R=6$. La profundidad de bloque de compresión $c=31.30$ cm. EL cortante de diseño es de $V_{uy}=6 \times 2.0=12$ ton

Tabla 35 Cálculo de la relación entre la resistencia nominal a la flexión y momento actuante, Eje X

Combinación	P _u	M _{uax}	M _{nx}	M _{nx} /M _{uax}	NA Depth	d _t Depth	ε _t	φ
	kN	kNm	kNm		mm	mm		
1.25(D+L)+EZ +	1190	-45	-496	10.97	105	495	0.0111	1
0.9D+EZ +	641	-60	-436	7.31	87	495	0.01407	1
1.25(D+L)-EZ+	1258	103	536	5.22	313	495	0.00174	1
0.9D-EZ+	709	88	520	5.88	295	495	0.00204	1
1.25(D+L) +EZ-	1190	-45	-496	10.97	105	495	0.0111	1
0.9D+EZ-	641	-60	-436	7.31	87	495	0.01407	1
1.25(D+L)-EZ	1258	103	536	5.22	313	495	0.00174	1
0.9D+EZ-	709	88	520	5.88	295	495	0.00204	1

✓ Flexión Y= La máxima relación Mn/Mua=1.87 y profundidad de bloque decompresión c=42.10 cm. EL cortante de diseño es de Vux=1.87x23.4=43.76 ton

Tabla 36 Cálculo de la relación entre la resistencia nominal a la flexión y momento actuante, Eje Y

Combinación	P _u	M _{uay}	M _{ny}	M _{ny} /M _{uay}	NA Depth	d _t Depth	ε _t	φ
	kN	kNm	kNm		mm	mm		
U=1.25(D+L) + ELX+Z	1224	-723	-1348	1.86	421	1145	0.0052	1
U= 0.9 D + ELX+Z	675	-723	-1241	1.72	353	1145	0.0067	1
U=1.25 (D+L) - ELX+Z	1224	721	1348	1.87	421	1145	0.0052	1
U = 0.9 D - ELX+Z	675	721	1241	1.72	353	1145	0.0067	1
U = 1.25 (D+L) - ELX-Z	1224	-733	-1348	1.84	421	1145	0.0052	1
U = 0.9 D - ELX-Z	675	-733	-1241	1.69	353	1145	0.0067	1
U = 1.25 (D+L) + ELX-Z	1224	731	1348	1.85	421	1145	0.0052	1
U = 0.9 D + ELX-Z	675	731	1241	1.70	353	1145	0.0067	1

4.4.6.1.7. Fuerzas coplanares (plano muro)

a) Verificación dimensiones muro

$$A_{cw} = 30 \times 120 = 3600 \text{ cm}^2$$

$$V_u \leq \phi(2.6\sqrt{f'_c A_{cw}}) = \frac{0.85 \times 2.6 \sqrt{210 \times 3600}}{1000}$$

$$= 115.29 \text{ ton}$$

$$V_u = 43.76 \text{ ton} \leq \phi(2.6\sqrt{f'_c A_w}) = 115.29 \text{ ton}$$

Las dimensiones de la placa son apropiadas

b) Distribución del refuerzo

$$0.27\sqrt{f_c A_w} = \frac{0.27\sqrt{210} * 3600}{1000} = 14.09 \text{ Ton}$$

$$V_u = 43.76 \text{ Ton} \geq 0.27\sqrt{f_c A_w} = 14.09 \text{ Ton}$$

Aplica artículo 11.10.10 E 060

c) Cálculo del refuerzo horizontal

Aporte del concreto

$$\frac{hm}{lm} = \frac{10.50}{1.20} = 8.75 \geq 2$$

$$\phi V_c = \phi(0.53\sqrt{f'_c} A_w) = \frac{0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 3600}{1000} = 23.50 \text{ Ton}$$

$$\rho h = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi f_y A_w} = \frac{43.76 - 23.50}{0.85 * 4.2 * 3600} = 0.0016$$

$$\rho h = 0.0016 \geq \rho_{min} = 0.0025$$

$$\text{Con } A_v = 2x.71 = 1.42 \text{ cm}^2 \text{ (2 ramas } 3/8\text{) } 1.42$$

$$S = \frac{1.42}{0.0025 * 25} = 18.93 \text{ cm}$$

Usar 2 ramas de 3/8" @0.15

4.4.6.1.8. Fuerzas ortogonales

Se considera que el cortante debe ser resistido por el alma del muro. El cortante calculado es $V_u=6.00$ ton. Considerando $d=55-(4+.95+1.91)/=49.10$ cm, se obtiene:

$$\phi V_c = \phi(0.53\sqrt{210bd}) = \frac{0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 30 * 49.10}{1000} = 9.62 \text{ Ton}$$

El cortante actuante $V_u=6.00$ ton < $\phi V_c=9.62$ ton, colocar refuerzo mínimo,

Se dispondrá un estribo cerrado de 3/8", 1 a @.05, 10 @ 0.10, rto @ 0.15

a) Elementos de borde

$$c = 42.10 \text{ cm}$$

$$\delta u = 3.51 \text{ cm}$$

$$h = 1050 \text{ cm}$$

$$\frac{\delta u}{hm} = \frac{3.51}{1050} = 0.0033 \geq 0.005$$

$$c = 42.10 \text{ cm} \geq \frac{lm}{600 \left(\frac{\delta u}{hm} \right)} = \frac{120}{600 * 0.005} = 40 \text{ cm}$$

Longitud elemento de borde (lb).

$$lb = c - 0.1lm \geq \frac{c}{2}$$

$$Lb = 42.10 - 0.1 * 120 = 30.10 \text{ cm} < 42.10 / 2 = 21.05 \text{ cm}$$

$$10db = 10 * 1.91 = 19.1 \text{ cm}$$

$$S_{max} \leq \{ bc = 30 \text{ cm}$$

$$25 \text{ cm}$$

La longitud vertical en la que debe extenderse el confinamiento de los elementos de borde (hb):

$$hb \geq \left\{ \frac{Mu}{4Vu} = \frac{73.10 * 100}{4 * 43.76} = 41.76 \text{ cm} \right.$$

Primer entrepiso: Se propone usar estribos cerrados de 3/8", 1 @ 0.05, 10 @ 0.10, rto @ 0.15

4.4.6.1.9. Diseño por corte fricción

$$Av = 5 \times 1.98 = 9.98 \text{ cm}^2$$

$$Nu = 0.90 \times 75 = 67.50 \text{ ton}$$

$$u = 1.00$$

$$\phi Vn = \phi u [Nu + Avx fy]$$

$$\phi Vn = 0.85 \times 1.0 [67.50 + 9.98 \times 4.2] = 93.00 \text{ ton}$$

$$\phi Vn = 93.00 \text{ ton} \geq Vu = 43.76 \text{ ton} , \text{ conforme}$$

4.4.6.7 DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

La cimentación es transmitir las cargas las columnas, muros portantes, sin que se produzcan asentamientos laterales peligrosos para la estructura y sin exceder el esfuerzo admisible del terreno.

4.4.6.7.1 Generalidades

Para realizar el diseño de la cimentación de la estructura se ha adquirido la información necesaria sobre las propiedades del terreno en el cual se va realizar la cimentación. Estas propiedades se obtuvieron a través de un estudio de mecánica de suelos (EMS). Para el presente proyecto la presión admisible del terreno, ubicado en el sector Manco Cápac, Distrito de Paiján, Provincia de Ascope, Departamento La Libertad es igual a **2.26 kg/cm²**.

Para una presión neta de 2.26 kg/cm^2 , el estudio de mecánica de suelos recomienda usar un valor "k" igual a 4.52 kg/cm^3 (Según reporte del EMS).

Para el estudio de la cimentación, se exportaron las cargas provenientes de la superestructura del ETABS al programa SAFE, se realiza el modelo matemático, considerando la capacidad portante del terreno, estado de carga muerta, estado de carga viva y estados de carga de sismo actuantes en cada dirección X-X e Y-Y.

El programa traslada las reacciones de la superestructura a la subestructura. En la siguiente figura N°26 se muestra la carga permanente y el peso del relleno ubicado por encima de la cimentación.

- Carga de relleno, carga permanente : 4.20 tonf/m^2
- Sobre Carga : 0.50 tonf/m^2

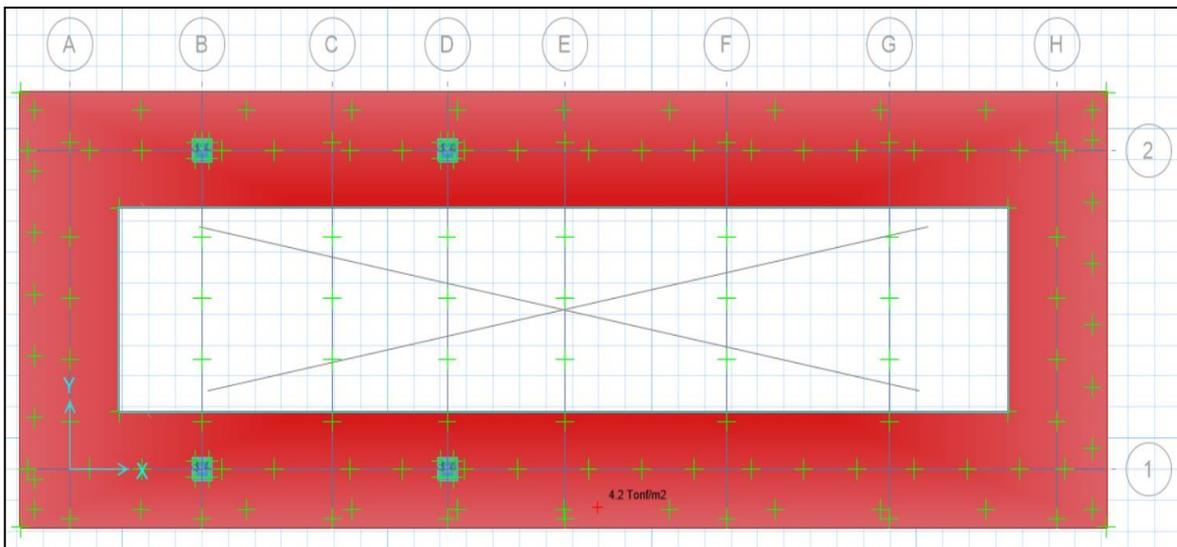


Figura 29 Modelo de cimentación y sobre carga (tonf/m²)

Según las cargas transferidas por la superestructura a la subestructura, a permitió diseñar un tipo de cimentación: zaparas corridas de concreto armado, con espesor de $h_z=0.60\text{m}$, con vigas de cimentación de **VC / $0.25 \times 0.90 \text{ m}$** .

4.4.6.7.2 Diseño por Servicio (dimensionamiento en planta)

El dimensionamiento en planta se conoció las combinaciones de carga, disminuyendo las solicitaciones sísmicas en un 80%, según se señala en el capítulo 15 de la Norma Técnica E 060, para pasar de resistencia a servicio.

4.4.6.7.2.1 DL + LL

- DL + LL + 0.80 EY (+X)
- DL + LL + 0.80 EY (-X)
- DL + LL + 0.80 EX (+Y)
- DL + LL + 0.80 EX (-Y)
- DL + LL - 0.80 EY (+X)
- DL + LL - 0.80 EY (-X)
- DL + LL - 0.80 EX (+Y)
- DL + LL - 0.80 EX (-Y)

La presión neta admisible a la profundidad de desplante es de:

4.4.6.7.2.2 Cargas de gravedad : $q_{adm} = 22.60 \text{ tonf/m}^2$

4.4.6.7.2.3 Cargas de gravedad + sismo : $q_{adm} = 30.06 \text{ tonf/m}^2 (1.33 \times 22.60)$

4.4.6.7.2.4 Módulo de balasto : $K = 4.52 \text{ kg/cm}^3$

Con ayuda del programa se han definido las dimensiones en planta de la cimentación de modo la máxima precisión no supera la capacidad de carga gravedad, cargas de gravedad y sismo.

La máxima presión transmitida al suelo de cimentación, bajo la acción de cargases de 11.09 tonf/m^2 , que resulta ligeramente menor a la capacidad admisible de 22.60 tonf/m^2 , el suelo no está sobre esforzado, supera en 51% al esfuerzo generado por las cargas de gravedad.

La máxima presión transmitida al suelo de cimentación, bajo la acción combinada de cargas de gravedad y sismo es de 17.24 tonf/m^2 , que resulta ligeramente menor a la capacidad admisible de 30.06 tonf/m^2 , el suelo no está sobre esforzado, supera en 43% al esfuerzo generado por las cargas de gravedad y sismo.

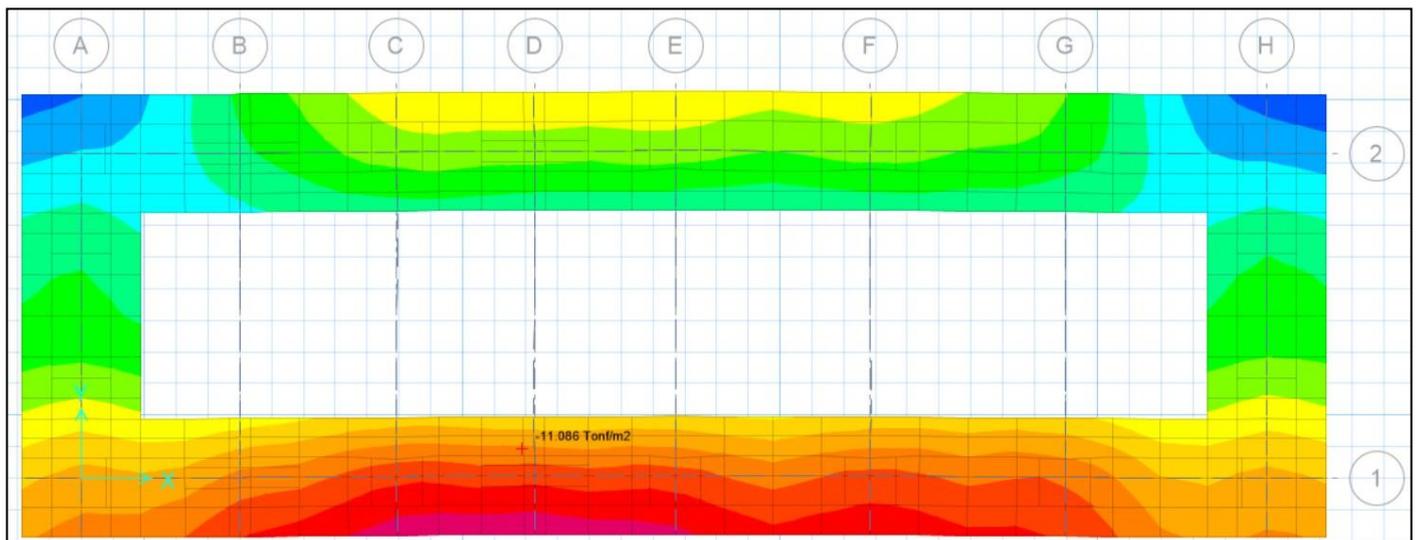


Figura 30 Distribución de presiones bajo acción de cargas de gravedad

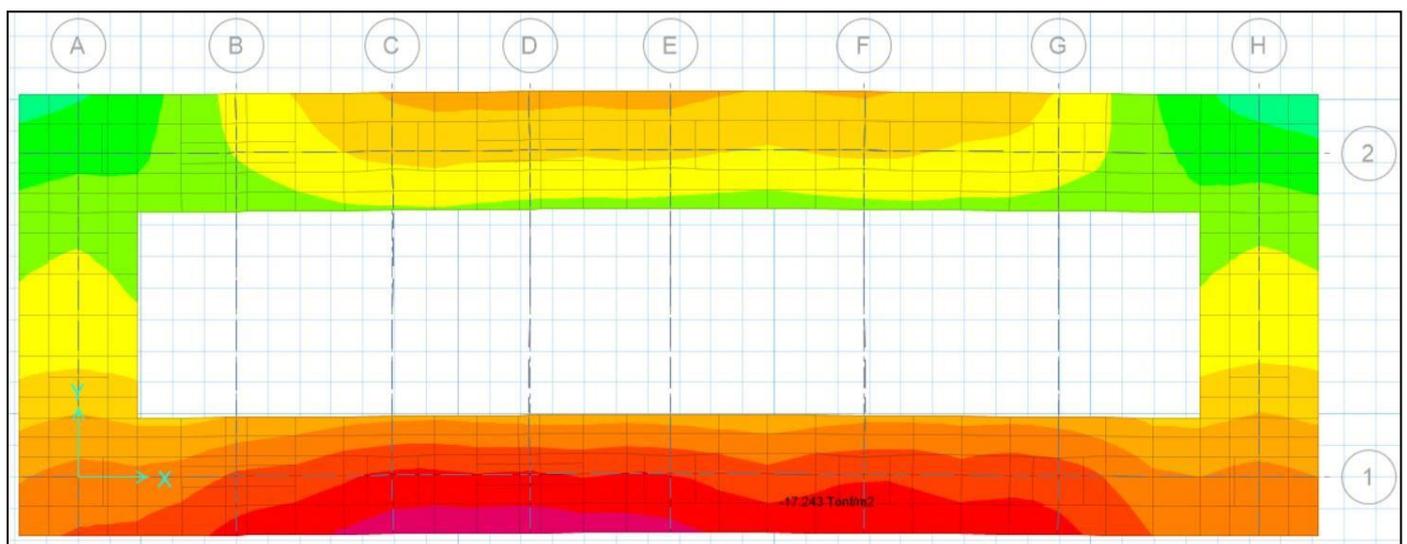


Figura 31 Distribución de presiones bajo acción de carga de gravedad y sismo

4.4.7.1.1. Diseño por Resistencia

El programa desarrolla el diseño por flexión y cortante. Se adjuntan los reportes del diseño de la cimentación.

a) Diseño por Corte

en los reportes (proporcionados por el programa) se aprecia que en ninguno de los ejes el cortante actuante (acción de viga) supera el cortante resistente. la demanda de corte es ligeramente inferior al cortante nominal, consecuentemente no se requiere verificar por punzonamiento. Finalmente, el peralte de la cimentación $h=0.60\text{m}$ VC / $0.25 \times 0.90\text{ m}$ son los correctos.

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \sqrt{210} \times 100 \times 52.5 = 34.27 \text{ ton/m}$$

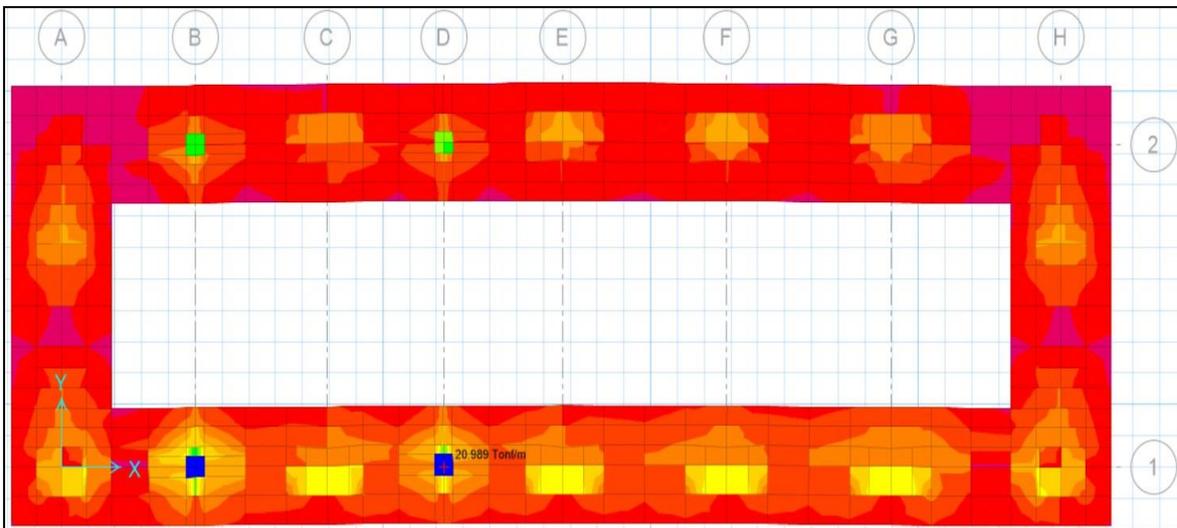


Figura 32 Cortante máxima de la cimentación

b) Diseño por Flexión

En el reporte del programa se muestra la envolvente de momentos de cada uno de los ejes estructurales, así como el cálculo del refuerzo requerido (cara superior e inferior). El refuerzo dispuesto en cada eje es tal que supere el requerimiento de resistencia y temperatura.

1 Zapatas Corridas

Las figuras muestran la acción de momentos últimos en cada dirección de análisis y el diseño respectivo, tomando en cuenta el refuerzo mínimo y lo requerido según la demanda de esfuerzos.

- **Refuerzo Mínimo:** Se considera una cuantía mínima del 1.8% para zapatas ($h=50\text{cm}$).

Asmin = $\rho \cdot \text{min. } b \cdot d = 0.0018 (100\text{cm}) (52.50\text{cm}) = 9.45 \text{ cm}^2: \text{Ø } 5/8'' @15\text{cm}$

Refuerzo Demandado: Se consideran los momentos actuantes máximos

Para $\mu < 17.30 \text{ tonf-m}$ (Usar Areq: $\text{Ø } 5/8'' @17.5\text{cm}$, ambas caras y direcciones)

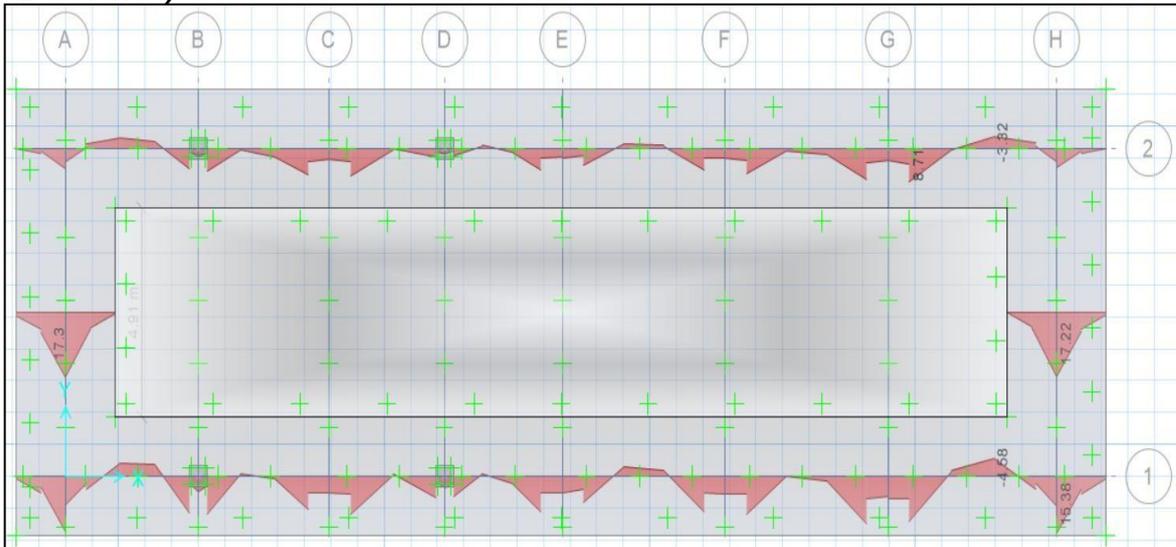


Figura 33 Momentos máximos de diseño en zapatas

➤ Vigas de Cimentación

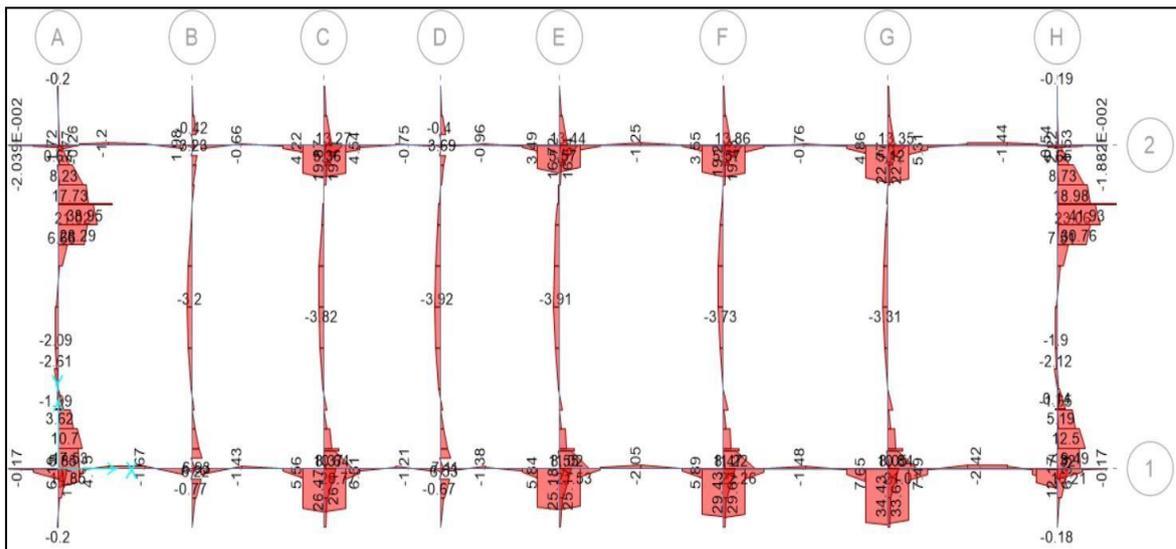


Figura 34 Envoltura de Momentos en vigas de cimentación

Según el diseño se obtuvieron los siguientes resultados:

- Para VC / 0.25x0.90 m: Barras corridas 3 Ø 3/4" (superior e inferior).

Estribos : 1@.05, 12@.10, Rto @.20

V. DISCUSIÓN

En la topografía para el estudio realizado se tuvo en cuenta los diferentes puntos de localización relativa, la altura dimensiones cota y espacio para hallar la poligonal cerrada (Sánchez, 2018), teniendo como resultados, cuatro coordenadas en direcciones Norte y Este.

Para el vértice A (9206128.41, 775517.60) B (9206114.05, 775503.67), C (9206105.39, 775512.18), D (9206119.78, 775526.14) las dimensiones del predio para el lado A-B de 20.02m, lado B-C de 12.14m lado C-D de 20.05m lado D-E de 12.14m, finalmente el área fue de 243.1843m².

Según Cruz (2018), del estudio de mecánica de suelos llegó a la conclusión que es primordial poseer el conocimiento en mecánica elemental y diversos tipos de aplicación de Terzaghi a fin de lograr la definición del asentamiento

La capacidad portante permisible, tipo de cimentación y desplante, obteniendo en la investigación el desplante con resultado de 2.925m, tipo de cimentación una platea maciza, su capacidad portante de 1.386 kgf/cm² y asentamiento es de 0.721cm.

Mediante el diseño de la arquitectura se permitió en la estructura la distribución de sus elementos de modo simétrico, esto se debió a la simple distribución que se le dio a cada división en su arquitectura, comenzando desde la entrada de la construcción hasta su nivel superior (techo a dos aguas).

Debido a que esta distribución cumple con los parámetros dispuestos en el Reglamento Nacional de Edificaciones establecida en su Norma A.0.10 de Diseño Arquitectónico, en consecuencia, permitió poseer una correcta rigidez en su estructura, logrando obtener ninguna irregularidad en planta ni altura.

Esto como resultado de seguir los criterios dados por la normativa se obtuvieron

estructuras económicas y simples, así como señala Blasco (2015).

Hay la posibilidad que, realizando en la arquitectura diseños regulares en sus distribuciones, permita establecer de manera correcta en la estructura las distribuciones de sus elementos, siendo estos los que serán el principal soporte de la obra en su totalidad y que contrarrestarán las fuerzas causadas por diferentes movimientos telúricos.

Los análisis que se usaron empleando los programas ETABS y SAFE, usando los métodos dinámico y estático, logran complacer las exigencias máximas producidas por las cargas de servicio (cargas por gravedad) y de movimiento telúrico

Adicionalmente estos análisis no llegaron a pasar los lineamientos estipulados en la norma Diseño Sismorresistente E 0.30- 019, esto quiere decir que el valor estimado de la distorsión angular es menor al máximo aceptado (0.007 rad).

También el programa ETABS ofrece valores de derivas máximas de 0.035 y 0.033 rad (xx e yy).

Además, Mosqueira (2012) presenta resultados similares, de análisis sísmicos realizados usando el mismo programa empleando tanto el método dinámico como estático, rigiéndose de la norma E 0.30.

Todo resultado obtenido en totalidad fue aprobado por el reglamento, esto debido a que la propuesta de la rigidez para la estructura cumplió las necesidades de los deslizamientos laterales exigidas por los movimientos sísmicos aplicados a la construcción.

En el concreto armado se diseñaron todo elemento de tipo estructural, complacen la demanda sísmica de diseño final y deberes del Diseño de concreto de la norma E 0.60, siendo resultante del proceso de comparar ETABS y SAFE.

Inclusive se menciona que en el caso de ETABS, este da cuantías de acero, los cuales se encuentran dentro del rango Reglamento Nacional De Edificaciones.

Este procedimiento es igual al que llevo a cabo el investigador Oviedo (2015), dando a conocer que al momento de diseñar una edificación de concreto armado, es fundamental acatar en su totalidad con los esfuerzos exigidos por el sismo e inclusive estos deberían estar dentro de los límites de verificación estipulados por el E 060 (Diseño de concreto armado).

Esto como resultado que la edificación llega a cumplir con la rigidez lateral necesaria.

En resumen, que las secciones transversales que se propuso a los elementos estructurales, son los correctos.

El diseño de concreto armado de los elementos en cuestión, complacen los requerimientos sísmicos de diseño último y las necesidades de la norma de Diseño de concreto, comparadas el programa Etabs, Este brinda cuantías de acero que están en el rango del límite.

Esta investigación es casi igual a la realizada por Oviedo (2015) quien manifestó que el diseño de concreto armado es crucial cumplir con los esfuerzos demandados por el sismo y que ellos deben estar en el rango de verificaciones establecidas en la norma, para verificar que el edificio tenga la suficiente rigidez

lateral.

VI. CONCLUSIONES

- Se concluyó con las curvas de nivel sacadas del estudio topográfico el relieve de la superficie del terreno es llana; por lo tanto, nos permite graficar y representar las formas de la superficie.
- Las calicatas estudiadas en la zona de estudio, se concluye que el terreno de fundación explorado presenta un estrato, teniendo así que el estrato donde se cimentará está compuesto por Arena mal gravada (SP), según la clasificación SUCS.
- Se distribuyó arquitectónicamente en cinco módulos, donde podremos encontrar en el **módulo A** en su **primer nivel** el **cafetín, cocina, SS.HH. (mujeres y hombres), cuarto de eléctricas, cuarto de limpieza, cuarto de control**, pasando al **segundo nivel** están localizados el **cuarto de control, cuarto de limpieza, SS.HH. (mujeres y hombres), 2 aulas**, esta última distribución también se realizó en el tercer nivel; en el **módulo B** comenzando por su **primer nivel** se encuentran los **SS.HH. (mujeres y hombres), sala de usos múltiples**, tanto en el **segundo como tercer nivel** están ubicadas **3 aulas y SS.HH. (mujeres y hombres)**; posteriormente en el **módulo C**, en el **primer nivel** se tiene distribuido **la biblioteca, cuarto de control, sala de docentes, oficina personal de bienestar, tópico, ambientes administrativos**, en el **segundo nivel** se localizan **2 salas de cómputo** y en el **tercer nivel** están los **laboratorios de ciencia y tecnología, química y un cuarto de control**; en el **módulo D** se hallan en el **primer nivel** el **taller de arte – dibujo, taller de arte – pintura y un almacén general**, en el **segundo nivel** se encuentran **dos talleres de música**, en el **tercer nivel** están **taller de educación por el trabajo, taller de educación por el trabajo (costura)**, y finalmente en el **módulo E** en el **primer nivel** se encuentra **la mesa de partes, SS.HH. (mujeres y hombres) y almacén general**.
- Se estableció el análisis de sismos realizando el método dinámico y estático empleando el software ETABS. El análisis estructural cumple cada lineamiento estipulado por la norma E. 030 – 2019 Diseño Sismorresistente.

Además, el resultado estructural que brinda la rigidez de la edificación, es menor a la deriva máxima aceptada por dicha norma, es decir, la distorsión máxima calculada es de 0.0057 rad para el eje X-X y 0.0062 radianes para el eje Y-Y siendo estos valores menores a las derivas máximas permisibles por la norma E. 030 de 0.007 con esto se concluye que los desplazamientos ocurridos están totalmente controlados. Se hizo el diseño de concretoarmado de los elementos de tipo estructural en su totalidad que forman el esqueleto estructural del colegio con techo a dos aguas, tal diseño fue elaborado empleando los programas ETABS y SAFE para el diseño de cimentación.

VII. RECOMENDACIONES

- La cimentación superficial recomendable e idónea para este tipo de suelo y proyecto es cimentación cuadrada, la cual según el estudio de mecánica de suelos y criterio técnico nos brinda una capacidad de carga admisible mínima igual a 2.26 kg/cm^2 se usará este tipo de cimiento siempre que la profundidad de desplante de la cimentación no sea menor a 2.00 m. En el cálculo efectuado de asentamiento se ha obtenido un asentamiento igual a $1:26 \text{ cm}$, el cual no es superior a 2.5 cm que es lo máximo aceptable según norma.
- Para $q_{adm} = 2.26 \text{ kg/cm}^2$ Coeficiente de balasto = 4.52 kg/cm^3
- En base a las características de las estructuras, Ensayos de laboratorio y trabajos de campo es recomendable realizar la cimentación a la profundidad mínima según la condición de la subestructura que en esta investigación se propone.
- Las recomendaciones y Conclusiones que se establecieron en este informe son únicamente aplicables en el área de estudio. De ningún modo se puede aplicar a otro tipo de sector o fin.

REFERENCIAS

- ABDELWAHED, b. 2019.** A review on building progressive collapse, survey and discussion. *Case Studies in Construction Materials*. Case Studies in Construction Materials, 2019, Vol. 11, 1.
- AFZAL, muhammad. 2020.** Reinforced concrete structural design optimization: A critical review. *Journal of Cleaner Production*. Journal of Cleaner Production, 2020, Vol. 260, 1.
- ARTEAGA, simon, MALAVE, jorge y OLIVAL, jose. 2017.** Comparación del diseño de muros estructurales de concreto armado según FONDONORMA 1753: 2006 y ACI 318–14. *Revista Ingeniería UC*. Revista Ingeniería UC, 2017, Vol. 24, 1.
- BLANCO, antonio. 1994.** *Estructuración y de Edificación de Concreto Armado*. Lima : Capítulo de ingeniería civil, consejo departamental de Lima, 1994.
- BLAS, carlos y HUARANGA, hector. 2019.** *Diseño estructural en concreto armado del colegio inicial N° 935 de Acos*. Huacho : s.n., 2019.
- BLONDET, marcial. 2011.** Construcción sismorresistente en tierra: la gran experiencia contemporánea de la Pontificia Universidad Católica del Perú. *Informes de la Construcción*. Informes de la Construcción, 2011, Vol. 63, 523.
- BOUTAGOUGA, djamel. 2021.** A review on membrane finite elements with drilling degree of freedom. *Archives of Computational Methods in Engineering*. Archives of Computational Methods in Engineering, 2021, Vol. 28, 4.
- CABALLERO, william. 2019.** Self-construction in informal settlements: a multiple-criteria decision-making method for assessing sustainability of floor slabs in Bucaramanga, Colombia. *Journal of Housing and the Built Environment*. Journal of Housing and the Built Environment, 2019, Vol. 34, 1.
- CAETANO, ines, SANTOS, luis y LEITAO, antonio. 2020.** Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*. Frontiers of Architectural Research, 2020, Vol. 9, 2.
- CARCELEN, carlos, MORAN, daniel y AMADOR, laura. 2020.** El terremoto de 1746 y su impacto en la salud en la ciudad de Lima. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica, 2020, Vol. 37, 1.
- CHETHAN, k.n. 2019.** Static structural analysis of different stem designs used in total hip arthroplasty using finite element method. *Heliyon*. Heliyon, 2019, Vol. 5, 6.
- D'ALTRI, antonio. 2020.** Modeling strategies for the computational analysis of unreinforced masonry structures: review and classification. *Archives of computational methods in engineering*. Archives of computational methods in engineering, 2020, Vol. 27, 1.
- DELGADO, genaro. 2011.** *Diseño de estructuras aporricadas de concreto armado*. Lima : Edicivil, 2011.
- EPIFANIA, gregory y MERCADO, geraldine. 2021.** *Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa Particular San José, Chimbote*. Lima : s.n., 2021.
- ESPINACE, raul y SANHUEZA, carola. 2004.** *Texto guía para la cátedra de mecánica de suelos*. Santiago de Chile : s.n., 2004.
- GIUFFRIDA, g, CAPONETTO, r y CUOMO, m. 2019.** An overview on contemporary rammed earth buildings: technological advances in production, construction and material characterization. *IOP conference series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2019, Vol. 1, 1.
- GOMEZ, juan y FARBIARZ, josef. 2005.** Procedimiento de diseño estructural con base en las Nsr-98, errores, ejemplos y propuestas de actualización. *Dyna*. Dyna, 2005, Vol. 72, 147.
- HERNANDEZ, thalía. 2018.** *Evaluación del desempeño sísmico para verificar el comportamiento sismorresistente de la institución educativa secundaria Nuestra Señora del Rosario*. Chiclayo : s.n., 2018.
- HUAYLLANI, pier. 2019.** *Diseño de un edificio educativo de cinco pisos de concreto*

armado. Lima : s.n., 2019.

JARA, andrés, y otros. 2022. Comportamiento estructural de muros portantes. *Polo del Conocimiento*. Polo del Conocimiento, 2022, Vol. 7, 10.

JENA, ratiranjan. 2020. Seismic hazard and risk assessment: a review of state-of-the-art traditional and GIS models. *Arabian Journal of Geosciences*. Arabian Journal of Geosciences, 2020, Vol. 13, 1.

JOVANOVIC, balsa. 2021. Review of current practice in probabilistic structural fire engineering: Permanent and live load modelling. *Fire Technology*. Fire Technology, 2021, Vol. 57, 1.

MA, wei. 2021. Deep learning for the design of photonic structures. *Nature Photonics*. Nature Photonics, 2021, Vol. 15, 2.

MARTINEZ, daymi. 2020. Integración de la gestión por procesos y el diseño arquitectónico en organizaciones de servicios públicos. *ingeniería industrial*. Provincia, 2020, Vol. 41, 2.

MAZA, mauro, FLORES, fernando y PREIDIKMAN, sergio. 2012. Interacción Fluido-Estructura, No-Estacionaria y No-Lineal, con Modelos de Flujo Potencial y Estructuras de Vigas. *mecanica computacional*. mecanica computacional, 2012, Vol. 31, 6.

MEGAHED, naglaa y GHONEIM, ehab. 2021. Indoor Air Quality: Rethinking rules of building design strategies in post-pandemic architecture. *Environmental research*. Environmental research, 2021, Vol. 193, 1.

MEZA, margoth. 2020. *Desempeño sísmico de una edificación esencial mediante métodos de análisis sísmicos no lineal - institución educativa Santa Rosa, Abancay, Apurímac*. Lima : s.n., 2020.

MOHAMED, saad. 2022. Understanding the Structural Collapse During Activation of Metal–Organic Frameworks with Copper Paddlewheels. *Inorganic Chemistry*. Inorganic Chemistry, 2022, Vol. 61, 25.

MONTERO, judith y CANTON, rosa. 2020. Validación de un instrumento para medir satisfacción de usuarios en instituciones educativas del sector privado: ciudad de Xalapa-Enríquez (México). *Revista Innovaciones Educativas*. Revista Innovaciones Educativas, 2020, Vol. 22, 32.

MORALES, roberto. 2020. *Diseño en concreto armado*. Lima : ICG, 2020.

ONYELOWE, kennedy. 2019. Rheology of mechanical properties of soft soil and stabilization protocols in the developing countries-Nigeria. *Materials Science for Energy Technologies*. Materials Science for Energy Technologies, 2019, Vol. 2, 1.

PACHAS, raquel. 2009. El levantamiento topográfico: Uso del GPS y estación total. *Academia*. Academia, 2009, Vol. 8, 16.

ROCHEL, roberto. 2012. *Análisis y diseño sísmico de edificios*. Bogotá : EAFIT, 2012.

RODDIS, kim. 1993. Structural failures and engineering ethics. *Journal of Structural Engineering*. Journal of Structural Engineering, 1993, Vol. 119, 5.

RUPAY, marcos, y otros. 2022. Análisis sísmico de fuerzas estáticas equivalentes de un pórtico de 3 niveles. *Yotantsipanko*. Yotantsipanko, 2022, Vol. 2, 02, 87 -99.

—. 2022. Yotantsipanko. *Análisis sísmico de fuerzas estáticas equivalentes de un pórtico de 3 niveles*. Yotantsipanko, 2022, Vol. 2, 02, 87 -99.

SANTA CRUZ, jaimé. 2014. Modelo de comportamiento estructural de muros entramados de madera en el siglo XIX en España. *Informes de la construcción*. Informes de la construcción, 2014, Vol. 66, 536.

SILGADO, enrique. 1978. *Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú*. Lima : Instituto de geología y minería, 1978.

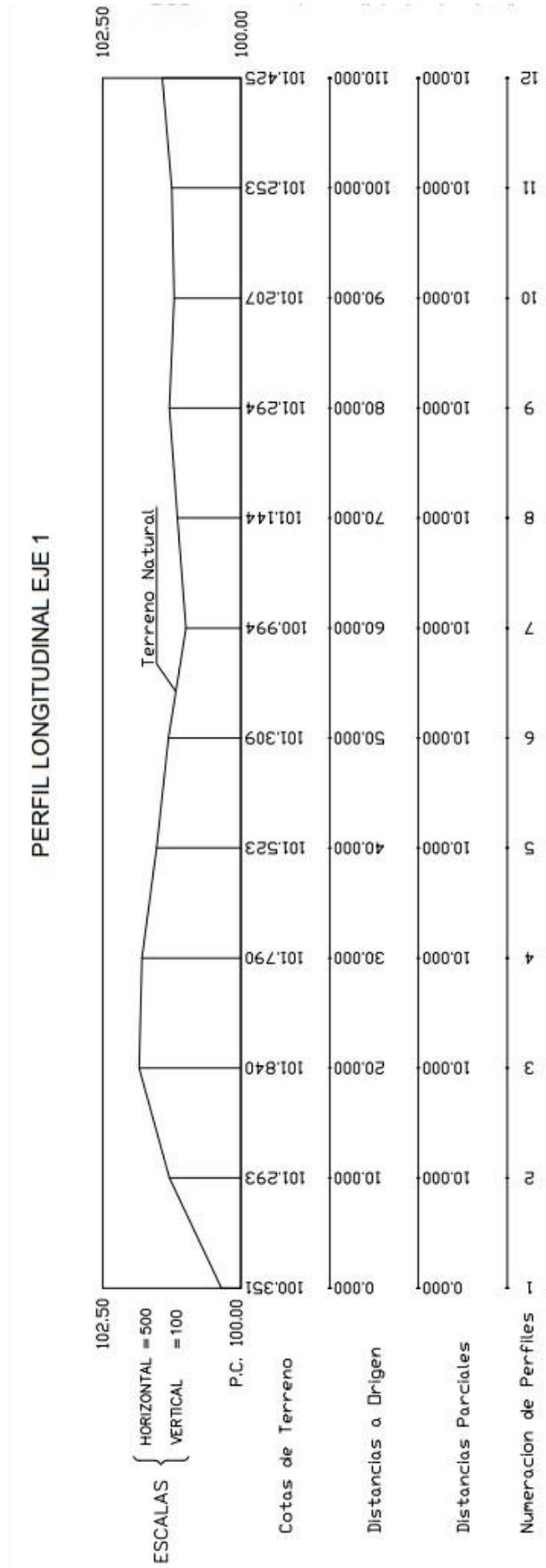
SPENCE, charles. 2020. Senses of place: architectural design for the multisensory mind. *Cognitive Research: Principles and Implications*. Cognitive Research: Principles and Implications, 2020, Vol. 5, 1.

TORRES, cristian y PEREZ, rodolfo. 2021. Diseño estructural de vigas con membrana inferior y su eficacia de espacios arquitectónicos. *revista científica UNTRM: ciencia naturales e ingeniería*. revista científica UNTRM: ciencia naturales e ingeniería, 2021,

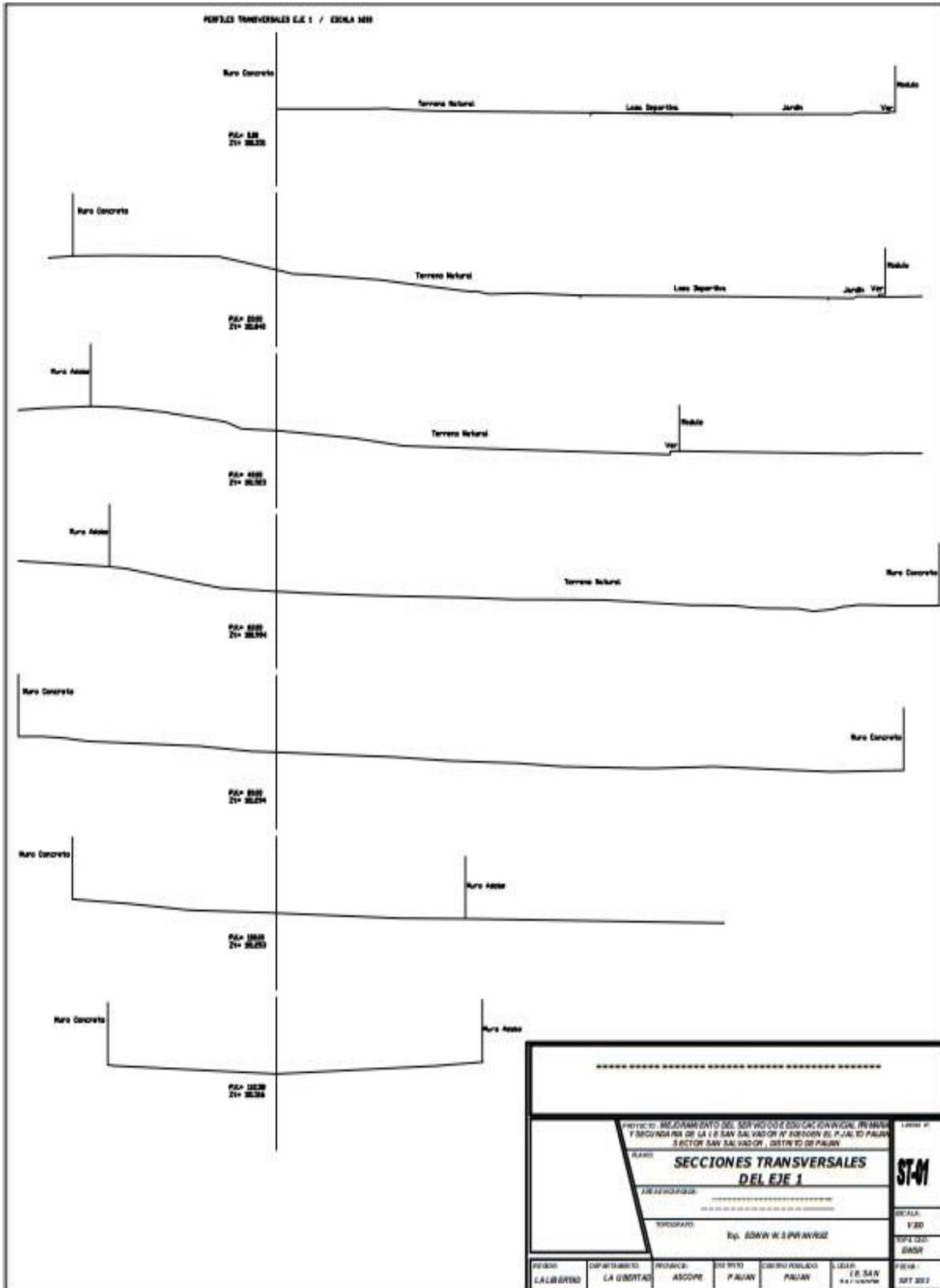
Vol. 3, 3.

VELA, wilmer. 2018. *Diseño estructural de concreto armado de ocho pabellones en el colegio militar Gran Mariscal Ramón Castilla, distrito Huanchaco-Trujillo- La Libertad .*
Trujillo : s.n., 2018.

Anexo 5. Perfil Longitudinal eje 1



Anexo 6. Plano de secciones transversal del eje 1



Anexo 7. Estudio Topográfico de la Institución educativa 80850

FICHA DE DATOS PARA EL ESTUDIO TOPOGRÁFICO				
PROYECTO:	MODELAMIENTO ESTRUCTURAL USANDO LOS PROGRAMAS ETABS Y SAFE DE LA I.E. 80850 SAN SALVADOR - SECUNDARIA, PAIJÁN, LA LIBERTAD - 2022			
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
DATOS RECOLECTADOS				
PUNTO	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z	CÓDIGO
1	687416.593	9145709.576	100	E1
2	687434.133	9145714.278	100.019	ESQ
3	687433.772	9145713.868	100.023	VER
4	687431.556	9145717.962	100.023	VER
5	687422.864	9145713.557	100.002	VER
6	687423.567	9145712.477	99.87	POST
7	687427.698	9145713.002	99.952	ARB
8	687426.031	9145707.563	99.986	ESQ
9	687424.612	9145706.72	100.008	ESQ
10	687420.106	9145704.154	100.01	ESQ
11	687418.645	9145703.175	100.018	ESQ
12	687418.46	9145697.65	100.032	ESQ
13	687419.393	9145724.484	100.161	MODUL
14	687426.461	9145728.081	100.014	MODUL
15	687426.69	9145727.636	99.996	VER
16	687427.52	9145725.905	100.002	VER
17	687430.234	9145720.638	99.982	VER
18	687434.232	9145722.72	100.005	VER
19	687436.189	9145723.776	99.949	VER
20	687431.502	9145727.932	100.083	VER
21	687430.283	9145729.959	100.006	VER
22	687417.697	9145723.198	100.006	VER
23	687410.046	9145738.131	99.981	VER
24	687411.918	9145739.082	100.172	MODUL
25	687411.034	9145740.989	100.165	MODUL
26	687390.427	9145728.169	100.005	VER
27	687389.929	9145730.271	100.158	MODUL

28	687386.043	9145729.682	100.07	pare d
29	687406.865	9145715.348	100.153	MOD UL
30	687406.347	9145717.446	99.965	VER
31	687411.277	9145707.875	100.018	VER
32	687410.559	9145708.177	100.17	MOD UL
33	687403.139	9145704.309	100.159	MOD UL
34	687402.97	9145703.544	99.955	VER

35	687399.682	9145702.534	100.046	TN
36	687413.676	9145708.171	99.946	POST
37	687412.392	9145702.795	100.047	ARB
38	687406.805	9145696.992	99.986	TN
39	687409.267	9145698.268	99.929	TN
40	687410.452	9145696.057	99.971	TN
41	687410.699	9145689.083	99.997	ESQ
42	687406.009	9145689.995	100.065	ESQ
43	687448.538	9145765.836	100.921	EST
44	687382.039	9145737.544	100.135	ESQ
45	687382.845	9145740.856	100.136	ESQ
46	687420.952	9145738.742	100.185	MODUL
47	687421.188	9145739.483	99.988	VER
48	687418.688	9145737.569	100.193	MODUL
49	687418.931	9145738.314	99.951	VER
50	687407.468	9145748.078	100.177	MODUL
51	687416.722	9145741.505	100.201	MODUL
52	687417.214	9145741.751	100.05	VER
53	687407.689	9145748.751	100.002	VER
54	687422.651	9145744.49	100.042	VER
55	687411.514	9145741.3	99.967	VER
56	687421.723	9145746.407	100.04	VER
57	687415.458	9145758.365	100.018	VER
58	687413.105	9145761.922	100.026	TN
59	687445.222	9145740.225	100.188	VER
60	687431.346	9145766.823	100.171	VER
61	687449.762	9145731.368	100.183	MODUL
62	687449.943	9145732.05	99.976	VER
63	687452.236	9145728.128	100.04	VER
64	687454.398	9145729.382	99.97	VER
65	687460.202	9145719.454	100.014	VER
66	687458.04	9145718.2	100.028	VER
67	687460.333	9145714.277	100.018	VER
68	687459.648	9145714.458	100.189	MODUL
69	687462.523	9145726.095	99.991	TN
70	687464.494	9145732.973	100.363	JUEG
71	687471.782	9145736.443	100.53	JUEG
72	687472.593	9145727.665	100.461	JUEG
73	687476.222	9145728.968	100.601	JUEG
74	687480.434	9145721.722	100.532	JUEG
75	687455.168	9145791.248	101.275	ESQ
76	687460.176	9145786.007	102.522	TN
77	687455.997	9145780.377	102.661	TN

78	687451.716	9145783.631	100.945	TN
79	687448.428	9145786.54	100.432	TN
80	687451.756	9145776.066	102.161	TN
81	687447.959	9145779.224	100.641	TN
82	687448.812	9145772.586	101.93	TN
83	687446.443	9145774.52	100.678	TN
84	687447.158	9145770.338	101.514	TN
85	687445.336	9145771.371	100.668	TN
86	687445.762	9145768.718	100.662	TN
87	687438.319	9145771.799	100.639	TN
88	687433.727	9145776.359	100.275	PARE
89	687439.456	9145764.376	100.558	TN
90	687443.643	9145764.713	100.374	TN
91	687441.588	9145759.244	100.4	TN
92	687445.041	9145759.74	100.299	TN
93	687445.709	9145756.106	100.446	TN
94	687447.984	9145751.658	100.125	TN
95	687450.947	9145760.693	101.287	TN
96	687454.593	9145767.092	101.575	TN
97	687459.029	9145770.893	102.737	TN
98	687452.682	9145771.549	101.648	TN
99	687471.437	9145774.249	102.916	ESQ
100	687462.45	9145768.783	102.771	TN
101	687456.717	9145764.497	101.626	TN
102	687495.57	9145749.054	102.57	ESQ
103	687491.579	9145746.738	101.849	TN
104	687488.505	9145743.951	101.185	TN
105	687484.147	9145739.917	100.918	TN
106	687480	9145737.88	100.757	TN
107	687462.347	9145748.274	100.484	TN
108	687471.069	9145742.355	100.72	TN
109	687465.783	9145751.083	101.087	TN
110	687474.454	9145746.848	101.042	TN
111	687470.267	9145753.747	101.473	TN
112	687477.162	9145751.223	101.56	TN
113	687472.446	9145756.4	101.636	TN
114	687480.446	9145754.453	102.014	TN
115	687473.218	9145757.321	102.081	TN
116	687482.903	9145757.027	102.562	TN
117	687475.682	9145760.95	102.704	TN
118	687485.609	9145759.321	102.88	PARE
119	687478.876	9145763.26	103.06	TN
120	687480.681	9145764.494	103.126	TN

121	687483.561	9145748.912	101.71	TN
122	687485.488	9145751.699	102.229	TN
123	687505.329	9145731.656	101.76	EST
124	687494.807	9145746.418	101.759	TN
125	687491.975	9145740.443	101.335	TN
126	687498.435	9145743.941	101.558	TN
127	687499.294	9145746.892	102.754	TN
128	687504.345	9145747.262	102.017	TN
129	687501.823	9145743.952	101.618	TN
130	687495.903	9145735.028	101.262	TN
131	687503.442	9145756.356	103.104	ESQ
132	687508.231	9145750.036	102.405	PARE
133	687498.582	9145731.495	101.211	TN
134	687503.567	9145727.392	101.461	TN
135	687505.857	9145724.56	101.211	TN
136	687515.121	9145717.142	101.382	TN
137	687516.811	9145710.334	101.083	TN
138	687524.11	9145705.553	101.498	PARE
139	687533.716	9145714.781	102.076	ESQ
140	687511.047	9145742.297	102.345	TN
141	687506.079	9145742.246	101.783	TN
142	687511.546	9145737.045	102.073	TN
143	687512.649	9145731.974	101.697	TN
144	687520.131	9145733.653	102.184	TN
145	687512.869	9145694.743	101.134	TN
146	687520.998	9145724.158	101.833	TN
147	687519.692	9145719.865	101.469	TN
148	687503.607	9145705.138	100.805	ESQ
149	687493.344	9145697.253	100.252	PARE
150	687485.367	9145706.751	100.129	TN
151	687480.661	9145698.608	100.343	TN
152	687483.17	9145689.135	100.206	ESQ
153	687480.616	9145698.574	100.344	TN
154	687480.053	9145691.903	99.879	TN
155	687478.26	9145684.487	100.23	ESQ
156	687473.901	9145694.386	99.999	TN
157	687471.108	9145689.243	100.107	TN
158	687463.805	9145694.256	100.114	PARE
159	687466.547	9145698.359	100.061	PARE
160	687461.848	9145701.716	100.183	PARE
161	687475.09	9145705.455	100.381	TN
162	687485.473	9145714.994	100.556	TN
163	687457.566	9145704.041	100.069	VER

164	687453.778	9145701.015	100.175	VER
165	687447.126	9145706.464	100.044	VER
166	687453.097	9145710.659	100.185	MODUL
167	687464.033	9145715.463	100.11	TN
168	687465.166	9145711.943	100.284	TN
169	687461.445	9145713.688	99.924	TN
170	687463.461	9145710.627	99.84	TN
171	687463.669	9145708.528	100.182	TN
172	687456.954	9145712.21	99.864	TN
173	687460.824	9145709.222	99.879	TN
174	687455.632	9145711.58	99.973	TN
175	687459.252	9145708.287	100.245	TN
176	687457.014	9145710.253	99.644	TN
177	687456.045	9145707.779	100.01	TN
178	687469.075	9145721.737	100.475	TN



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

PROYECTO:

"MODELAMIENTO ESTRUCTURAL USANDO LOS PROGRAMAS
ETABS Y SAFE DE LA I.E. 80850 SAN SALVADOR, PAIJÁN,
ASCOPE, LA LIBERTAD - 2022"

SOLICITANTE:

LOPEZ ARTEAGA, EUCLIDES ELMER/ VEGA VILLAVICENCIO, DIEGO

UBICACIÓN:

LUGAR	:	PAIJÁN
DISTRITO	:	PAIJÁN
PROVINCIA	:	ASCOPE
DEPARTAMENTO	:	LA LIBERTAD



OCTUBRE – 2022


ING. CIVIL
R.C.P. N° 21197A



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

INDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Generalidades.....	4
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Alcance de trabajos.....	4
II. INVESTIGACIÓN GEOTECNICA	5
2.1. Generalidades.....	5
2.2. Calicata.....	7
2.3. Filtración de agua.....	7
2.4. Resumen de los trabajos.....	8
2.5. Sismicidad.....	9
III. ENSAYOS DE LABORATORIO	12
3.1. Ensayos de Laboratorio.....	12
3.2. Análisis granulométrico.....	13
3.3. Límites de Atterberg.....	13
3.4. Contenido de Humedad.....	13
3.5. Corte Directo.....	14
IV. CAPACIDAD PORTEANTE Y ASENTAMIENTOS	14
4.1. Cálculo de la Capacidad Última (qu).....	15
4.1.1. Capacidad de Carga Última Neta: $q(neta)_u$	15
4.1.2. Capacidad Portante Admisible: $(qadm)$	16
4.1.3. Factor de Seguridad: (FS).....	16
4.2. Cálculo de asentamientos.....	16
4.3. Otros Parámetros Geotécnicos.....	21
4.3.1. Coeficiente de Balasto.....	21
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
VI. REFERENCIAS	23
ANEXOS	24
ANEXO A. PANEL FOTOGRAFICO.....	24
ANEXO B ENSAYOS DE LABORATORIO.....	30


Ing. Civil
R.O.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

INDICE DE TABLA

Tabla 1. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS DE CALICATAS	13
Tabla 2. RESULTADOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - CALICATA	13
Tabla 3. RESULTADOS LÍMITES DE ATTERBERG - CALICATA	13
Tabla 4. RESULTADOS CONTENIDO DE HUMEDAD - CALICATA	14
Tabla 5. RESULTADOS CORTE DIRECTO DE SUELO - CALICATA	14


ING. CIVIL
R.O.P. N° 211874



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

El presente informe Técnico, contiene los resultados y conclusiones del Estudio de Mecánica de Suelos solicitado a nuestro Laboratorio de Mecánica de Suelos, de acuerdo con los requerimientos del proyecto denominado: **"MODELAMIENTO ESTRUCTURAL USANDO LOS PROGRAMAS ETABS Y SAFE DE LA I.E. 80850 SAN SALVADOR, PAIJÁN, ASCOPE, LA LIBERTAD - 2022"**

La finalidad del estudio fue poder identificar y conocer el tipo de suelo existente en la zona, así como determinar las principales propiedades físico-mecánicas de este y su comportamiento frente a la aplicación de cargas.

1.2. Objetivos

El objetivo general del Estudio de Suelos del proyecto: **"MODELAMIENTO ESTRUCTURAL USANDO LOS PROGRAMAS ETABS Y SAFE DE LA I.E. 80850 SAN SALVADOR, PAIJÁN, ASCOPE, LA LIBERTAD - 2022"**.

Es realizar la prospección geológica – geotecnia del área de estudios, investigar el subsuelo, para la cimentación del proyecto, mediante los trabajos de campo, realizados a través de calicatas o pozos exploratorios, ensayos de laboratorio estándar y especiales, determinando las principales características físicas y mecánicas del subsuelo, así como los parámetros de resistencia, ante las cargas establecidas, en base a los cuales se determina los perfiles estratigráficos de toda el área, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante del terreno y en este caso particular, las recomendaciones para fines de ejecución de la cimentación proyectada.

1.3. Alcance de trabajos

Las conclusiones y recomendaciones contenidas en el presente estudio se basan en los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados. Los resultados de este estudio podrán ser utilizados única y exclusivamente para el diseño de las cimentaciones, en el proyecto descrito anteriormente.


Ing. Civil
R.O.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

II. INVESTIGACIÓN GEOTECNICA

2.1. Generalidades

Se ha realizado la correspondiente investigación geotécnica con trabajos de campo y ensayos de laboratorio que han permitido definir la estratigrafía del terreno de fundación, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes, sus propiedades de resistencia y estimación de asentamientos - El Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, se ha efectuado en concordancia con la Norma Técnica E-050 "Suelos y Cimentaciones", del Reglamento Nacional de Edificaciones.

UBICACIÓN:

La zona donde se realizará el estudio, y se ejecutará la obra geográficamente está ubicada en la Región La Libertad, Provincia de Ascope, Distrito de Paiján, las coordenadas geográficas y altitud, son las siguientes:

SECTORE	LATITUD	LONGITUD
Paiján	-7.72779890	-79.30249381

Distrito : Paiján
Provincia : Ascope
Departamento : La Libertad

MAPA N° 1: DEPARTAMENTO LA LIBERTAD Y SUS PROVINCIAS




MSc. *Paula Esperanza Candore Solís*
ING. CIVIL
R.C.O.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

MAPA N° 2: PROVINCIA ASCOPE



MAPA N° 3: MAPA DEL DISTRITO DE PAIJAN



[Handwritten Signature]
MSc. Víctor Emmanuel Cordero Saldívar
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

2.2. Calicata

En base a los trabajos de campo en el área de estudio y resultados de los ensayos de Laboratorio, se ha elaborado 03 calicatas en el terreno, que se detalla a continuación:

CALICATA C-1:

ESTRATO E-1

Profundidad 0.00 – 2.00 m. Arena mal gravada; 0.89% de finos que pasa la malla N°200, 2.61 % de gravas y 96.50% de arenas, suelo de color pardo claro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-3 (0), con una humedad natural de 6.92%, Índice de plasticidad NP y peso unitario seco igual a 1.234 gr/cm³.

CALICATA C-2:

ESTRATO E-1

Profundidad 0.00 – 2.00 m. Arena mal gravada; 0.93% de finos que pasa la malla N°200, 17.16 % de gravas y 82.03% de arenas, suelo de color pardo claro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-3 (0), con una humedad natural de 15.42%, Índice de plasticidad NP y peso unitario seco igual a 1.066gr/cm³.

CALICATA C-3:

ESTRATO E-1

Profundidad 0.00 – 2.00 m. Arena mal gravada; 0.77 % de finos que pasa la malla N°200, 6.81 % de gravas y 92.42% de arenas, suelo de color pardo claro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-3 (0), con una humedad natural de 6.83%, Índice de plasticidad NP y peso unitario seco igual a 1.111gr/cm³.

2.3. Filtración de agua

No presenta nivel freático a la profundidad excavada (a la fecha de efectuada la excavación).


ING. Víctor Emmanuel Candiani Solís
ING. CIVIL
R.CIP. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

2.4. Resumen de los trabajos

Los trabajos de campo consistieron en la excavación de tres calicatas o pozo a cielo abierto de acorde a la Norma ASTM D420.

La profundidad máxima alcanzada fue de 2.00 m., computados a partir del nivel de subrasante, lo que permitió visualizar la estratigrafía y determinar el tipo de ensayos de laboratorio a ejecutar de cada uno de los estratos de suelos encontrados.

El nivel freático y/o aguas por filtración no se encontraron hasta la profundidad explorada, ver profundidad en la descripción de la calicata.

A medida que se efectuaron las excavaciones se describieron en forma tacto-visual los suelos (color, textura, etc.) a fin de establecer la secuencia, ubicación y espesores de los diferentes mantos que conforman la estratigrafía del área estudiada, en concordancia con la Norma ASTM D2487.

Finalmente, se tomaron muestras para realizar los ensayos de laboratorio.

TRABAJOS DE LABORATORIO:

Las muestras procedentes de la excavación de la calicata fueron extraídas y recepcionadas por el personal técnico de nuestra oficina, la que llegó en bolsa de polietileno, debidamente identificada.

Al momento de recepcionar las muestras, se nos alcanzó también la composición estratigráfica del suelo, señalando la profundidad de excavación y espesor de las diferentes capas de suelo encontrados.

Luego se efectuaron ensayos correspondientes a clasificación granulometría y límites de Atterberg, humedad natural, peso unitario, corte directo y sales solubles.

M. Sc. Víctor Manuel Córdova Saldaña
ING. CIVIL
R.C.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

2.5. Sismicidad

El sismo es la liberación súbita de energía generada por el movimiento de grandes volúmenes de rocas en el interior de la tierra, entre su corteza y manto superior, y se propagan en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externo o interno de la tierra.

Según los mapas de zonificación sísmicas y mapas de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo Resistentes aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2016 - Vivienda del Reglamento Nacional de Edificaciones, modificada mediante Resolución Ministerial N° 355-2018-VIVIENDA, la provincia de Ascope, se encuentra comprendido en la Zona 4, correspondiéndole una sismicidad muy alta. En el recuento de las investigaciones de los principales hechos sísmicos ocurridos en el Perú, presentado por Silgado (1978) en la página 03 del Mapa de Zonas Sísmicas de Máximas Intensidades observadas en el Perú, la cual está basada en Mapas de Isosistas de Sismos Peruanos y datos de intensidades de sismos históricos recientes (Ref. Alva Hurtado de 1984; se tiene que el Perú está considerado como una de las regiones de alta actividad sísmica y forma parte del CINTURON CIRCUMPACIFICO, que es una de las zonas más activas del mundo, que mantiene latente la posibilidad de sismos.

Los parámetros de Diseño Sismo existentes para el estudio de la zona son:

De acuerdo al reglamento nacional de construcciones y a la Norma Técnica de edificación E-030 Diseño Sismo resistente, se deberá tomar los siguientes valores:

➤ Factor de Zona = 4 Z = 0.45

El suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S3, que corresponde a un suelo blando.

➤ Factor de ampliación de ondas sísmicas S = 1.10
➤ Período de vibración predominante Tp = 1.0 seg TL = 1.6
➤ Factor de Uso U = 1.5


ING. CIVIL
R.L.C.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

FIG. N° 1. Zonas Sísmicas en el Perú – Norma E 030



FIG. N° 2. Parámetros de Sitio (S, TP y TL), Norma E 030

Tabla N° 3
FACTOR DE SUELO "S"

ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4
PERIODOS "T_p" Y "T_l"

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _l (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

[Signature]
MSc. Antonio Coronel Saldaña
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

FIG. N° 3. Categoría de las Edificaciones y Facto de uso (U), Norma E 030

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR 'U'		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puentes, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenan archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guarden patrimonio valioso como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,2
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuyo fallo no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 serán diseñadas o mejoradas en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 1 y 2. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir el uso o re-ubicamiento de ellas. Si se re-ubica el elemento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones se provee resaca y aguas adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.


ING. CIVIL
R.C.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

III. ENSAYOS DE LABORATORIO

Laboratorio de mecánica de suelos y concreto

Para los controles de calidad de compactación donde se exige el 100%, contenido de humedad óptima y demás ensayo de mecánica de suelos se tiene un laboratorio ubicado en la Urbanización 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06, La Esperanza, Trujillo.

Ensayos de mecánica de suelos

Los ensayos respectivos están a cargo del asistente técnico quien proporcionó información en forma general de los ensayos que exige un control de calidad para los trabajos que se está ejecutando.

Con los resultados obtenidos en laboratorio, los suelos fueron clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SUCS", que es el más descriptivo basado en el reconocimiento del tipo y predominio de sus componentes, como el diámetro de las partículas, gradación y plasticidad.

Los ensayos de mecánica de suelos son los siguientes:

3.1. Ensayos de Laboratorio

Con las muestras extraídas de las calicatas en el trabajo de campo, se obtuvieron en el Laboratorio los parámetros que nos permite deducir las condiciones de cimentación bajo las especificaciones normadas en el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - NORMA E-050, tales como:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	ASTM - D422 / MTC E 109
LÍMITES ATTERBERG	ASTM - D4318
CONTENIDO DE HUMEDAD	ASTM - D2216
CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	ASTM - D2487
MUESTREO CON TUBOS DE PAREDES DELGADAS	ASTM – D1587
PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS	NTP 339.139
CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)	ASTM D - 3080
SALES SOLUBLES TOTALES	NTP 339.152


ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

Tabla 1. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS DE CALICATAS

Calicata	Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS						CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS							
			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	USCS	AASHTO	MOS (g/cm ³)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	Pu (g/cm ²)	Ques. (Kg/cm ²)	
C-1	E-1	-	2.00 m	6.92	0.89	96.50	2.61	NP	NP	NP	SP	A-3 (0)	-	-	-	-	1.234	-
C-2	E-1	-	2.00 m	15.42	0.30	82.03	17.16	NP	NP	NP	SP	A-3 (0)	-	-	-	-	1.090	-
C-3	E-1	-	2.00 m	3.40	0.77	92.42	6.81	NP	NP	NP	SP	A-3 (0)	-	-	-	-	1.111	1.77

3.2. Análisis granulométrico

El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.

Tabla 2. RESULTADOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - CALICATA

CALICATA ESTRATO PROF.(m)	C-1 E1	C-2 E1	C-3 E1
0.00-2.00	0.00-2.00	0.00-2.00	0.00-2.00
% GRAVA	2.61	17.16	6.81
% ARENA	96.50	82.03	92.42
% FINOS	0.89	0.93	0.77

3.3. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg, límites de plasticidad o límites de consistencia, se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos.

Tabla 3. RESULTADOS LÍMITES DE ATTERBERG - CALICATA

CALICATA ESTRATO PROF.(m)	C-1 E1	C-2 E1	C-3 E1
0.00-2.00	0.00-2.00	0.00-2.00	0.00-2.00
LL	NP	NP	NP
LP	NP	NP	NP
IP	NP	NP	NP

3.4. Contenido de Humedad

Este método de ensayo cubre la determinación en laboratorio del contenido de humedad por masa de suelo, roca, y materiales similares donde la reducción en masa por secado se debe a la pérdida de agua. Este método de prueba requiere varias horas de secado para obtener el contenido de agua del espécimen.


Ing. Civil
R. OPI N° 211974



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956821026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

Tabla 4. RESULTADOS CONTENIDO DE HUMEDAD - CALICATA

CALICATA	C - 1	C - 2	C - 2
ESTRATO	E1	E2	E2
% DE HUMEDAD	6.92%	15.42 %	3.40%

3.5. Corte Directo

El ensayo de corte directo consiste en hacer deslizar una porción de suelo, respecto a otra a lo largo de un plano de falla predeterminado mediante la acción de una fuerza de corte horizontal incrementada, mientras se aplica una carga normal al plano del movimiento.

Tabla 5. RESULTADOS CORTE DIRECTO DE SUELO - CALICATA

CALICATA	C - 1	C - 2	C - 2
ESTRATO	E1	E2	E2
PROF.(m)	0.00-2.00	0.00-2.00	0.00-2.00
Clasif. SUCS	SP	SP	SP
ϕ	-	-	29.43 °
C (Kg/cm ²)	-	-	0.018
P (gr/ cm ³)	-	-	1.111

IV. CAPACIDAD PORTEANTE Y ASENTAMIENTOS

Este capítulo trata la determinación de la capacidad de carga o soporte del suelo aplicado a las cimentaciones superficiales y los posibles asentamientos. Para la evaluación del comportamiento del suelo como soporte de las estructuras a instalarse; se ha tomado dos calicatas, las muestras inalteradas fueron objeto para obtener el peso volumétrico seco y, porcentaje de humedad natural. Determinándose la clasificación de suelos y propiedades índice de los mismos, se ha realizado ensayo de corte directo, para hallar los valores del ángulo de fricción interna, cohesión; que son los datos necesarios para los cálculos de capacidad portante del suelo de fundación.


ING. CIVIL
R.C.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

4.1. Cálculo de la Capacidad Última (q_{ul})

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Kumbhojkar (1993).

$$Q_{ul} = 1.3CN_cF_{cs}F_{cd} + qN_qF_{qs}F_{qd} + 0.4\gamma BN_yF_{ys}F_{yd}$$

Donde:

γ: Peso Específico del Suelo.
φ: Angulo de Fricción del Suelo.
q: γD_f
q_{ul}: Capacidad de Carga Última en Kg/cm².
N_q N_y N_c: Factores de Capacidad de Carga.
F_{cs} F_{qs} F_{ys}: Factores de Forma.
F_{cd} F_{qd} F_{yd}: Factores de Profundidad.
D_f: Profundidad de Cimentación.

Condición de los Factores de Profundidad: Las ecuaciones para estos factores fueron propuestas por Hansen en 1970.

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B} \right) \cong \frac{D_f}{B} \leq 1$$

Factores de Profundidad

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right) \cong \frac{D_f}{B} > 1$$

Factores de Profundidad

Condición de los Factores de Forma: Las ecuaciones para estos factores fueron propuestas por De Beer en 1970.

*Factores de Forma: (L > B)
L: Longitud de la Cimentación.*

4.1.1. Capacidad de Carga Última Neta: q_{(neta)u}

Se define como la presión última por unidad de área de la cimentación que es soportada por el suelo en exceso de la presión causada por el suelo que la rodea en el nivel de la cimentación. Si la diferencia entre el peso específico del concreto usado para la cimentación y el peso específico del suelo que la rodea se supone insignificante.

$$q_{(neta)u} = q_u - q$$


ING. CIVIL
R.C.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

4.1.2. Capacidad Portante Admisible: (q_{adm})

La capacidad admisible de carga (q_{adm}), del terreno de cimentación, se ha calculado empleando la Teoría de Terzaghi (1943), quien sugirió que para una cimentación corrida (es decir cuando la relación ancha entre longitud de la cimentación tiende a cero), la superficie de falla en el suelo bajo carga última puede suponerse como una falla general por corte.

$$q_{adm} = q_{(neta)u} / FS$$

q_{adm} : Capacidad Portante en Kg./cm².

4.1.3. Factor de Seguridad: (FS)

Los factores de seguridad mínimos son los siguientes:

- Para cargas estáticas: 3.0
- Para sollicitación máximo de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2.5

Para el caso general de cimentaciones superficiales de importancia media y cuyo fallo no implique consecuencias especiales, se está adoptando para un tipo de situación persistente o transitoria de largo plazo, un coeficiente de seguridad global frente al hundimiento, F. S. > 3.0, para el caso de cimentaciones en arenas, considerando en nuestro caso particular un valor de 3.0.

4.2. Cálculo de asentamientos

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados asentamientos totales y los asentamientos diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa 1", que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando el tipo de cimentación superficial recomendada. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos. En suelos granulares permeables y suelos finos, los asentamientos son básicamente instantáneos o inmediatos.


Ing. Pedro Manuel Córdova Solís
ING. CIVIL
R.C.P. N° 21197A



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = \frac{q_{adm} \times B \times (1 - \mu^2)}{E_s} \times I_f$$

Donde:

S	=	Asentamiento (cm)
q _{adm}	=	Esfuerzo Neto Transmisible (Kg/cm ²)
B	=	Ancho de Cimentación (cm)
E _s	=	Modulo de elasticidad (Kg/cm ²)
μ	=	Relación de Poisson.
I _f	=	Factor de Influencia que depende de la forma y la rigidez de la cimentación

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a través de las tablas publicadas con valores para el tiempo de su suelo existente donde irá desplantada la cimentación. Para cada tipo de suelo donde irá desplantada la cimentación es conveniente considerar un módulo de elasticidad de E_s (Tn/m²) y un coeficiente de Poisson u.


M.C. Deyda Entemal Cordero Saldaña
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

Factores de Influencia que dependen de la forma y la rigidez de la cimentación

FORMA DE LA ZAPATA		VALORES DE I_f (cm/m)			
		Cimentación Flexible			Cim. Rígida
		Centro	Esquina	Medio	
Rectangular	L/B = 2	153	77	130	120
	L/B = 5	210	105	183	170
	L/B = 10	254	127	225	210
Cuadrada		112	56	95	82
Circular		100	64	85	88

Módulo de Elasticidad

Consistencia	Módulo de Elasticidad (MPa)
Muy Blanda	< 2,5
Blanda	2,5 a 5,0
Consistencia Media	5,0 a 10,0
Rígida	10,0 a 20,0
Muy Rígida	20,0 a 40,0
Dura	> 40,0

Descripción de la Arena	Módulo de Elasticidad (MPa)	
	Fofa	Compacta
Arenas de granos frágiles, angulares.	15	35
Arenas de granos duros, redondeados.	55	100


 ING. CIVIL
 R.O.P. N° 211974



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

Coefficiente de Poisson

Tipo de Suelo	$\mu (-)$	
Arcilla Saturada	0.4	0.5
Arcilla No Saturada	0.1	0.3
Arcilla Arenosa	0.2	0.3
Limo	0.3	0.35
Arena Densa	0.2	0.4
Arena de Grano Grueso	0.15	
Arena de Grano Fino	0.25	
Roca	0.1	0.4
Loess	0.1	0.3
Hielo	0.36	
Concreto	0.15	

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Factores de Capacidad de Carga de Terzaghi											
Según Kumbhojkar (1993)											
ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$tg \phi$	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$tg \phi$
0°	5.70	1.00	0.00	0.18	0.00	36°	27.09	14.21	9.84	0.52	0.49
1°	6.00	1.10	0.01	0.18	0.02	37°	29.24	15.90	11.60	0.54	0.51
2°	6.30	1.22	0.04	0.19	0.03	38°	31.61	17.81	13.70	0.56	0.53
3°	6.62	1.35	0.06	0.20	0.05	39°	34.24	19.98	16.18	0.58	0.55
4°	6.97	1.49	0.10	0.21	0.07	40°	37.16	22.46	19.13	0.60	0.58
5°	7.34	1.64	0.14	0.22	0.09	41°	40.41	25.28	22.65	0.63	0.60
6°	7.73	1.81	0.20	0.23	0.11	42°	44.04	28.52	26.87	0.65	0.62
7°	8.15	2.00	0.27	0.25	0.12	43°	48.09	32.23	31.94	0.67	0.65
8°	8.60	2.21	0.35	0.26	0.14	44°	52.64	36.50	38.04	0.69	0.67
9°	9.09	2.44	0.44	0.27	0.16	45°	57.75	41.44	45.41	0.72	0.70
10°	9.61	2.69	0.56	0.28	0.18	46°	63.53	47.16	54.36	0.74	0.73
11°	10.16	2.98	0.69	0.29	0.19	47°	70.01	53.80	65.27	0.77	0.75
12°	10.76	3.29	0.85	0.31	0.21	48°	77.50	61.55	78.61	0.79	0.78
13°	11.41	3.63	1.04	0.32	0.23	49°	85.97	70.61	95.03	0.82	0.81
14°	12.11	4.02	1.26	0.33	0.25	50°	95.66	81.27	115.31	0.85	0.84
15°	12.86	4.45	1.52	0.35	0.27	41°	106.81	93.85	140.51	0.88	0.87
16°	13.68	4.92	1.82	0.36	0.29	42°	119.67	108.75	171.99	0.91	0.90
17°	14.60	5.45	2.18	0.37	0.31	43°	134.58	126.50	211.56	0.94	0.93
18°	15.12	6.04	2.59	0.40	0.32	44°	151.95	147.74	261.60	0.97	0.97
19°	16.56	6.70	3.07	0.40	0.34	45°	172.28	173.28	325.34	1.01	1.00
20°	17.69	7.44	3.64	0.42	0.36	46°	196.22	204.19	407.11	1.04	1.04
21°	18.92	8.26	4.31	0.44	0.38	47°	224.55	241.80	512.84	1.08	1.07
22°	20.27	9.19	5.09	0.45	0.40	48°	258.28	287.85	650.67	1.11	1.11
23°	21.75	10.23	6.00	0.47	0.42	49°	298.71	344.63	831.99	1.15	1.15
24°	23.36	11.40	7.08	0.49	0.45	50°	347.50	415.14	1072.80	1.19	1.19
25°	25.13	12.72	8.34	0.51	0.47	Ing. De Cimentaciones 5ª Edición (Brajá M. Das)					


 ING. CIVIL
 R.O.P. N° 211974



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES C-3 / E-1

PROYECTO : Modelamiento Estructural usando los programas Etabs y Sls de la I.E. 80950 San Salvador - Paján, Ascope, La Libertad - 2022

SOLICITANTE : EUCLEDIS ELMER LOPEZ ARTSAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACION : PAJÁN - ASCOPE - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTO AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943) modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c Sc + q N_q Sq + \frac{\gamma B}{2} N_y S_y$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

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

$$N_q = e^{-\tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_1 q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_y = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Peso Unitario del Suelo encima del NNP	$\gamma'' = 0.838$ ton/m ³	Relación de Poisson	$\nu = 0.30$
Peso Unitario del Suelo debajo del NNP	$\gamma' = 1.111$ ton/m ³	Módulo de elasticidad del suelo	$E_s = 180.00$ Kg/cm ²
Profundidad de cimentación (ZAPATA)	= 2.00 m	Factor de forma y rigidez cimentación corrida	$C_1 = 79.00$ cm/m
Factor de seguridad	= 3	Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada	$C_2 = 82.00$ cm/m
Profundidad de cimentación corrida	= 1.00 m	Factor de forma y rigidez cimentación rectangular	$C_3 = 112.00$ cm/m
Sobrecarga en la base de la cimentación	$q = \gamma D = 1.00$ ton/m ²		
Sobrecarga en la base del cimentación corrida	$q = \gamma D = 0.54$ ton/m ²		

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE						
Ángulo de fricción ϕ	C (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_y (Vesic)	$N_q N_c$	Tan ϕ
20.43	0.018	26.812	17.254	20.587	0.588	0.364

CIMENTACION CORRIDA							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_y	q_u (kg/cm ²)	q_{adm} (kg/cm ²)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	2.42	0.81	0.18
0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.54	0.85	0.21
0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.65	0.88	0.26
0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	2.88	0.95	0.33
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.11	1.04	0.51

Se puede considerar como valor único de diseño:

$q_{admisible} = 2.06$ kg/cm²
 $q_{admisible} = 20.51$ tn/m²
 $Q = 29.67$ tn
 $S = 1.26$ cm

CIMENTACION CUADRADA							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_y	q_u (kg/cm ²)	q_{adm} (kg/cm ²)	S (cm)
1.20	1.20	1.00	1.56	0.85	6.18	2.06	1.20
1.30	1.30	1.00	1.56	0.85	6.25	2.08	1.36
1.50	1.50	1.00	1.56	0.85	6.39	2.15	1.63
1.80	1.80	1.00	1.56	0.85	6.59	2.20	2.02
2.00	2.00	1.00	1.56	0.85	6.73	2.24	2.29

CARGA ADMISIBLE BRUTA

29.67 tn

CIMENTACION RECTANGULAR							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_y	q_u (kg/cm ²)	q_{adm} (kg/cm ²)	S (cm)
1.00	1.20	1.50	1.47	0.67	5.83	1.93	1.39
1.20	1.50	1.48	1.45	0.68	5.90	1.97	1.65
1.50	1.30	1.50	1.47	0.67	6.18	2.06	2.16
1.80	2.00	1.54	1.51	0.64	6.48	2.16	2.71

CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO		
SUCS	SP	
AASHTO	A-3 (5)	
ϕ^*	C (Kg/cm ²)	P. u. (T/m ²)
20.43	0.018	1.111

ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 ING. CIVIL
 R.O.P. N° 211974

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

4.3. Otros Parámetros Geotécnicos

4.3.1. Coeficiente de Balasto

El coeficiente de balasto K_s es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto, p , y el asiento que se produce, y , es decir $K_s=p/y$. Este parámetro tiene dimensión de peso específico. Esta tabla es un resumen de diferentes trabajos en mecánica de suelos que han realizado el Prof. Terzaghi y otros cinco ingenieros connotados (en diferentes épocas).

TABLA N° 1: COEFICIENTE DE BALASTO

Modulo de Reaccion del Suelo Datos para SAFE					
Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.49	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

(Fuente: Nelson Morrison, Tesis de maestría: Interacción Suelo-Estructuras: Semiespacio de Winkler, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona-España.1993).

Siendo; para $q_{adm} = 2.26 \text{ kg/cm}^2$ - Coeficiente de Balasto = 4.52 kg/cm^3

ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo a la información proporcionada, El Proyecto **"MODELAMIENTO ESTRUCTURAL USANDO LOS PROGRAMAS ETABS Y SAFE DE LA I.E. 80850 SAN SALVADOR, PAIJÁN, ASCOPE, LA LIBERTAD - 2022"** se desarrollará y ubicará en el distrito de Paiján, provincia de Ascope – La Libertad
- Según las calicatas ensayadas en la zona de estudio, se concluye que el terreno de fundación explorado presenta un estrato, teniendo así que el estrato donde se cimentará está compuesto por: Arena mal gravada (SP), según la clasificación SUCS.
- La cimentación superficial recomendable e idónea para este tipo de suelo y proyecto es cimentación cuadrada, la cual según el estudio de mecánica de suelos y criterio técnico nos brinda una capacidad de carga admisible mínima igual a 2.26 kg/cm^2 , se usará este tipo de cimiento siempre que la profundidad de desplante de la cimentación no sea menor a 2.00 m. En el cálculo efectuado de asentamiento se ha obtenido un asentamiento igual a 1.26 cm, el cual no es superior a 2.5 cm que es lo máximo aceptable según norma.
- Para $q_{adm} = 2.26 \text{ kg/cm}^2$... Coeficiente de balasto = 4.52 kg/cm^3
- En base a los trabajos de campo, Ensayos de laboratorio y características de las estructuras, se recomienda cimentar, a una profundidad de cimentación mínima de acuerdo a la condición de la subestructura que se está planteando, para el presente estudio.
- Las excavaciones y extracción de las muestras de suelo fueron realizadas por el solicitante.
- Las Conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente Informe Técnico, son sólo aplicables para el área estudiada. De ninguna manera se puede aplicar a otros sectores o a otros fines.


MSc. *Benjamin* *Castro* *Saldívar*
ING. CIVIL
I.L.C.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

VI. REFERENCIAS

- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones.
- ✓ Bowles J.E. (1967), "Foundation Analysis and Design", McGraw Hill
- ✓ Norma Técnica de Edificación E-050, Suelos y Cimentaciones.
- ✓ Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones (Jorge Alva Hurtado)
- ✓ Terzaghi K. y Peck R.B. (1967), "Soil Mechanics in Engineering Practice"
- ✓ Ingeniería de Cimentaciones (Peck, Hanson y Thornburn)
- ✓ DAS BRAJA M. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. 7a ed. (2012).
- ✓ Cimentaciones Superficiales (Fernando Herrera Rodríguez)
- ✓ Lambe T.W. y Whitman R.V. (1969), "Soil Mechanics", John Wiley.


M.E. Víctor Emmanuel Cardenas Solís
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANEXOS ANEXO A. PANEL FOTOGRAFICO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO



FOTO N° 1



[Signature]
MSc. Sergio Antenor Candiani Saldaña
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211874



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



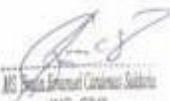
LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

FOTO N° 2:



FOTO N° 3




MSc. Sergio Antonio Cordero Saldaña
ING. CIVIL
R.C.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

FOTO N° 4



FOTO N° 5



FOTO N° 6


ING. CIVIL
R. O. P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO



FOTO N° 7



FOTO N° 8

Ros
MSc. Rosalva Arriola Carmona Solís
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO



FOTO N° 9



FOTO N° 10


MSc. Víctor Emmanuel Cordero Saldaña
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO



FOTO N° 11



FOTO N° 12

Res
MSc. Ronald Arriola Cordero Saldaña
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANEXO B ENSAYOS DE LABORATORIO


MSc. Sergio Antonio Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : Modelamiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 80050 San Salvador, Paján, Ascope, La Libertad - 2022

SOLICITANTE : EUCLIDES ELMER LOPEZ ARTEAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : PAJÁN - ASCOPE - LA LIBERTAD

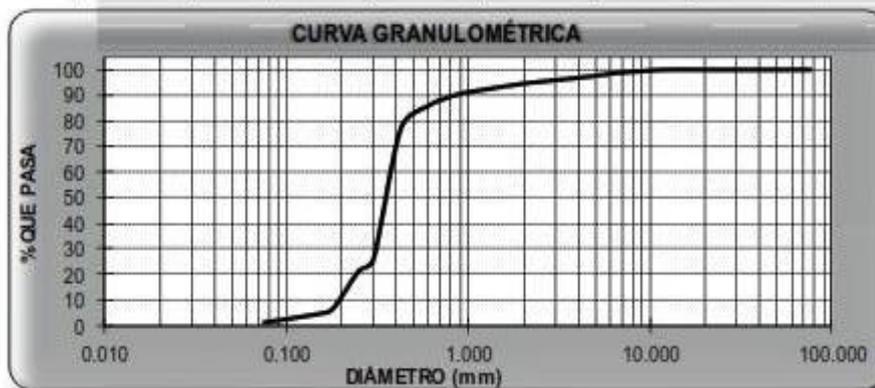
FECHA : OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca	2070.00
Peso de muestra seca luego de lavado	2060.74
Peso perdido por lavado	9.26

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	6.92%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
Límites e Índices de Consistencia						
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido NP
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico NP
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad NP
Clasificación de la Muestra						
No#4	4.750	24.75	1.20	2.61	97.39	Clas. SUCS SP
No#8	2.360	47.40	2.29	4.91	95.09	Clas. AASHTO A-3 (0)
No#10	2.000	11.75	0.57	5.48	94.52	Descripción de la Muestra
No#15	1.180	51.95	2.51	7.99	92.01	
No#20	0.850	40.35	1.95	9.94	90.06	SUCS: Arena más gruesa
No#30	0.600	58.83	4.29	14.23	85.77	AASHTO: Arena fina / Excelente ábrego
No#40	0.425	152.09	8.80	23.02	76.98	
No#60	0.250	1064.93	51.45	74.47	25.53	Tiene un % de finos de = 0.99%
No#80	0.250	80.40	4.32	78.79	21.21	Descripción de la Calicita
No#100	0.150	305.45	14.80	93.59	6.41	
No#150	0.100	44.32	2.17	95.76	4.24	C-1 : E-1
No#200	0.075	59.20	3.34	99.11	0.89	
PLATO		9.26	0.45	99.56	0.44	Profundidad : 0.00 m - 2.00 m
Total		2060.74	99.55			



D10	0.2793
D30	0.2916
D60	0.3535
Cu	1.37
Cc	0.79

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D - 4318

PROYECTO	: Mejoramiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 80050 San Salvador, Paján, Azuay, La Libertad - 2022
SOLICITANTE	: EUCLIDES ELMER LOPEZ ARTEAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: PALAÑ - ASCOPE - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTO AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION)
MUESTRA	: C-1 / E-1 / - / - (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
Descripción		Limite Líquido			Limite Plástico	
		NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes		NP	NP	NP	NP	NP
Peso de tara (g)	(g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)	(g)					
Peso tara + suelo seco (g)	(g)					
Contenido de Humedad	%	NP	NP	NP	NP	NP
Limites	%	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborado a partir de los datos de los ensayos)

ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216

PROYECTO	:	Mejoramiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 8050 San Salvador, Paján, Ascope, La Libertad - 2023
SOLICITANTE	:	EUCLEDIS ELMER LOPEZ ARTEAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	PAJÁN - ASCOPE - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	G-1 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	21.72	21.68	21.71
Peso de la tara + suelo húmed (g)	126.85	129.77	128.41
Peso de la tara + suelo seco (g)	122.06	122.72	121.40
Peso del suelo seco (g)	100.36	101.04	99.69
Peso del agua (g)	6.77	7.00	7.01
% de humedad (%)	6.75	6.90	7.03
% de humedad promedio (%)	6.92		


ING. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : Modelamiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 80850 San Salvador, Paján, Ascope, La Libertad - 2022

SOLICITANTE : EUCLIDES ELMER LOPEZ ARTEAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : PAJÁN - ASCOPE - LA LIBERTAD

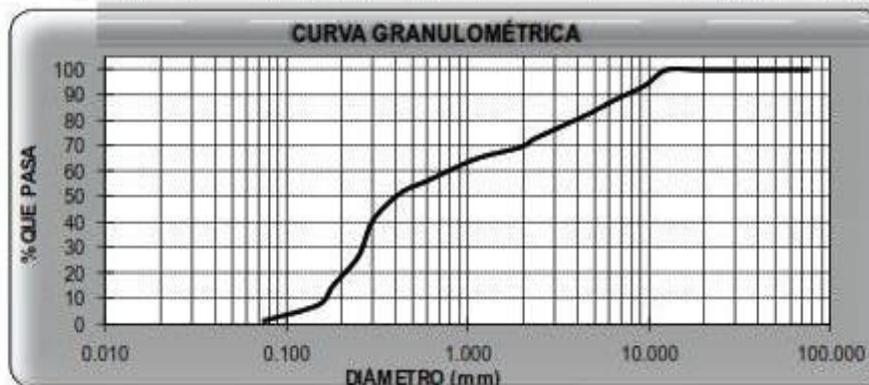
FECHA : OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1910.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1902.20
 Peso perdido por lavado : 7.80

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	15.42%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		L Líquido : NP
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		L Plástico : NP
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP	
3/8"	9.500	119.45	6.25	6.25	93.75	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.300	116.68	6.11	12.36	87.64		Clas. SUICS : GP
No#	4.750	91.68	4.80	17.16	82.84		Clas. AASHTO : A-3 (0)
No#	2.360	190.06	9.95	27.11	72.89	Descripción de la Muestra	
No#	2.000	62.95	3.29	30.40	69.60		SUICS : Arena mal graduada con grava
No#	1.180	78.94	4.13	34.53	65.47		AASHTO : Arena fina / Excelente si guano
No#	0.850	83.78	4.38	38.91	61.09	Tiene un % de finos de = 0.52%	
No#	0.600	96.91	5.07	43.98	56.02		
No#	0.425	94.20	4.93	48.91	51.09		
No#	0.300	204.97	10.73	59.64	40.36	Descripción de la Calicota	
No#	0.250	270.02	14.14	73.78	26.22		
No#	0.180	225.58	11.81	85.59	14.41		
No 100	0.150	141.99	7.43	93.02	7.17	C-2 / E-1	
No 200	0.075	119.98	6.28	99.30	0.70		
PLATO	7.80	0.41	0.41	99.89	0.11		
Total		1902.20	99.59			Profundidad : 0.00 m - 2.00 m	



D10	: 0.1546
D30	: 0.2717
D60	: 0.5274
Cu	: 2.88
Cc	: 0.76

[Firma]
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 ING. CIVIL
 R.C.P. N° 211074



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO : Mejoramiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 50850 San Salvador, Pajón, Ascope, La Libertad - 2022

SOLICITANTE : EUCLIDES ELMER LOPEZ ARTEAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : PAJÓN - ASCOPE - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTO AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION)

MUESTRA : C-2 / E-1 / - / MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes	NP	NP	NP	NP	NP
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

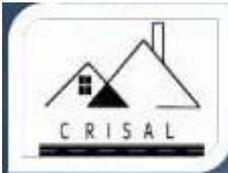
(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
ING. CIVIL
R.C.P. N° 211974

W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216

PROYECTO	: Mejoramiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 80850 San Salvador, Paján, Azuay, La Libertad - 2022
SOLICITANTE	: EUGUIDES ELMER LOPEZ ARTEAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDÑA
UBICACIÓN	: PALUÁN - ASCORE - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION)
MUESTRA	: C-2 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	21.67	21.72	21.67
Peso de la tara + suelo húmed (g)	125.04	125.17	127.23
Peso de la tara + suelo seco (g)	113.35	113.62	111.35
Peso del suelo seco (g)	91.71	91.90	89.68
Peso del agua (g)	11.60	14.55	15.65
% de humedad (%)	12.71	15.83	17.71
% de humedad promedio (%)	15.42		


ING. Bryan Emanuel Cárdenas Saldña
ING. CIVIL
R.C.P. N° 211974

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : Mejoramiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 80850 San Salvador, Paján, Ascope, La Libertad - 2022

SOLICITANTE : EUCLIDES ELMER LOPEZ ANTEAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDANA

UBICACIÓN : PAJÁN - ASCOPE - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

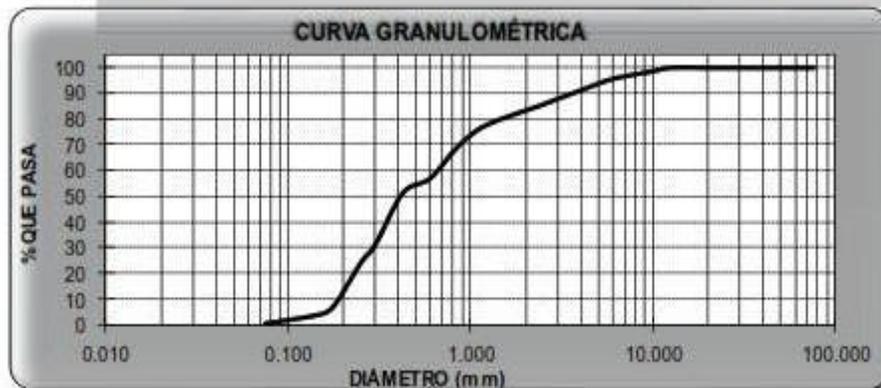
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2135.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 2126.00

Peso perdido por lavado : 9.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	75.200	0.00	0.00	0.00	100.00	3.40%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		L Líquido : NP
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		L Plástico : NP
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP	
3/8"	9.500	35.44	1.66	1.66	98.34	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.300	49.26	2.31	3.97	96.03		Clas. SUCS : SP
No#4	4.750	60.77	2.85	6.81	93.19		Clas. AASHTO : A-3 (0)
No#6	2.500	172.40	8.07	14.88	85.11	Descripción de la Muestra	
No#10	2.000	36.39	1.70	16.59	83.41		SUCS : Arena mal graduada
No#15	1.180	131.74	6.17	22.76	77.24		AASHTO : Arena fina / Excelente (sueno)
No#20	0.850	166.79	7.80	30.57	69.43	Tiene un % de frías de = 0.77%	
No#30	0.600	261.77	12.26	42.83	57.17		
No#40	0.425	121.31	5.68	48.51	51.49		
No#60	0.300	427.94	20.04	68.55	31.45	Descripción de la Calicata	
No#75	0.250	149.73	7.01	75.57	24.43		C-3
No#100	0.150	347.58	16.26	91.83	8.17		E-1
No#200	0.075	75.65	3.55	95.38	4.62	Profundidad : 0.00 m ... 2.00 m	
PLATO	8.20	0.36	0.02	99.69	0.31		
Total		2126.00	99.62				



D10	: 0.2066
D30	: 0.2744
D60	: 0.4787
Cu	: 1.77
Cc	: 0.56

ING. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211074

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D - 4318

PROYECTO	:	Modelamiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 50850 San Salvador, Paján, Ascope, La Libertad - 2022
SOLICITANTE	:	EUCLIDES ELMER LOPEZ ARTEAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMBRAUEL CÁRDENAS SALDARA
UBICACIÓN	:	PAJÁN - ASCOPE - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	G-3 / E-1 / - / MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes	NP	NP	NP	NP	NP
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)


ING. CIVIL
R.C.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216

PROYECTO	:	Modelamiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 80850 San Salvador, Paján, Ascope, La Libertad - 2022
SOLICITANTE	:	EUCLIDES ELMER LOPEZ ARTEAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDANA
UBICACIÓN	:	PAIJÁN - ASCOPE - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTO AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION)
MUESTRA	:	C-3 / S-1 / - / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de la tara (g)	21.08	21.65	21.62
Peso de la tara + suelo húmed (g)	132.02	137.05	136.73
Peso de la tara + suelo seco (g)	126.30	133.60	134.04
Peso del suelo seco (g)	106.62	111.95	113.02
Peso del agua (g)	3.72	3.45	4.09
% de humedad (%)	3.49	3.06	3.62
% de humedad promedio (%)	3.40		


ING. Bryan Emanuel Cárdenas Saldana
ING. CIVIL
R.O.P. N° 21974

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)

ASTM D - 3080

PROYECTO : Modelamiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 80850 San Salvador, Paján, Aconcagua, La Libertad - 2022

SOLICITANTE : EUCLIDES ELMER LOPEZ ARTEAGA Y DIEGO VEGA VELLAVIENCIO

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACION : PAJÁN - ASCOPE - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 (E-1) - MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE

Esfuerzo aplicado: 0.50 kg/cm²

DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	LECTURA DEL DIAL	CONSTANTE DEL DIAL	CONSTANTE DEL ANILLO	FUERZA HORIZONTAL	ÁREA (cm ²)	ESFUERZO CORTANTE	L (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	h (mm)	Δh (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA
0.00	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.00%	20	-0.01	-0.05%
0.03	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.00%	20	-0.01	-0.05%
0.06	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.50%	20	-0.01	-0.05%
0.12	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	1.00%	20	-0.01	-0.05%
0.18	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	1.50%	20	-0.01	-0.05%
0.24	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	2.00%	20	-0.01	-0.05%
0.30	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	2.50%	20	-0.01	-0.05%
0.36	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	3.00%	20	-0.01	-0.05%
0.42	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	3.50%	20	-0.01	-0.05%
0.48	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	4.00%	20	-0.01	-0.05%
0.54	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	4.50%	20	-0.01	-0.05%
0.60	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	5.00%	20	-0.01	-0.05%
0.66	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	5.50%	20	-0.01	-0.05%
0.72	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	6.00%	20	-0.01	-0.05%
0.78	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	6.50%	20	-0.01	-0.05%
0.84	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	7.00%	20	-0.01	-0.05%
0.90	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	7.50%	20	-0.01	-0.05%
0.96	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	8.00%	20	-0.01	-0.05%
1.02	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	8.50%	20	-0.01	-0.05%
1.08	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	9.00%	20	-0.01	-0.05%
1.14	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	9.50%	20	-0.01	-0.05%
1.20	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	10.00%	20	-0.01	-0.05%

Esfuerzo aplicado: 1.00 kg/cm²

DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	LECTURA DEL DIAL	CONSTANTE DEL DIAL	CONSTANTE DEL ANILLO	FUERZA HORIZONTAL	ÁREA (cm ²)	ESFUERZO CORTANTE	L (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	h (mm)	Δh (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA
0.00	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.00%	20	-0.01	-0.05%
0.03	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.00%	20	-0.01	-0.05%
0.06	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.10%	20	-0.01	-0.05%
0.12	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.20%	20	-0.01	-0.05%
0.18	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.30%	20	-0.01	-0.05%
0.24	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.40%	20	-0.01	-0.05%
0.30	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.50%	20	-0.01	-0.05%
0.36	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	1.00%	20	-0.01	-0.05%
0.42	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	1.50%	20	-0.01	-0.05%
0.48	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	2.00%	20	-0.01	-0.05%
0.54	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	2.50%	20	-0.01	-0.05%
0.60	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	3.00%	20	-0.01	-0.05%
0.66	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	3.50%	20	-0.01	-0.05%
0.72	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	4.00%	20	-0.01	-0.05%
0.78	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	4.50%	20	-0.01	-0.05%
0.84	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	5.00%	20	-0.01	-0.05%
0.90	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	5.50%	20	-0.01	-0.05%
0.96	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	6.00%	20	-0.01	-0.05%
1.02	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	6.50%	20	-0.01	-0.05%
1.08	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	7.00%	20	-0.01	-0.05%
1.14	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	7.50%	20	-0.01	-0.05%
1.20	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	8.00%	20	-0.01	-0.05%

Esfuerzo aplicado: 1.50 kg/cm²

DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	LECTURA DEL DIAL	CONSTANTE DEL DIAL	CONSTANTE DEL ANILLO	FUERZA HORIZONTAL	ÁREA (cm ²)	ESFUERZO CORTANTE	L (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA	h (mm)	Δh (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA
0.00	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.00%	20	-0.01	-0.05%
0.03	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.00%	20	-0.01	-0.05%
0.06	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.10%	20	-0.01	-0.05%
0.12	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.20%	20	-0.01	-0.05%
0.18	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.30%	20	-0.01	-0.05%
0.24	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.40%	20	-0.01	-0.05%
0.30	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	0.50%	20	-0.01	-0.05%
0.36	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	1.00%	20	-0.01	-0.05%
0.42	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	1.50%	20	-0.01	-0.05%
0.48	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	2.00%	20	-0.01	-0.05%
0.54	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	2.50%	20	-0.01	-0.05%
0.60	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	3.00%	20	-0.01	-0.05%
0.66	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	3.50%	20	-0.01	-0.05%
0.72	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	4.00%	20	-0.01	-0.05%
0.78	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	4.50%	20	-0.01	-0.05%
0.84	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	5.00%	20	-0.01	-0.05%
0.90	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	5.50%	20	-0.01	-0.05%
0.96	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	6.00%	20	-0.01	-0.05%
1.02	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	6.50%	20	-0.01	-0.05%
1.08	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	7.00%	20	-0.01	-0.05%
1.14	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	7.50%	20	-0.01	-0.05%
1.20	0	0.01	54.80	0.00	30.00	0.00	80	8.00%	20	-0.01	-0.05%

ING. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.P. N° 21974

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

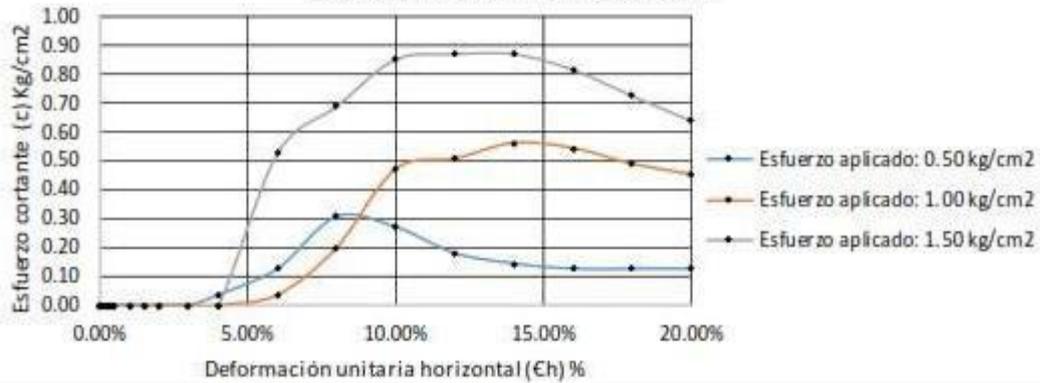


LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

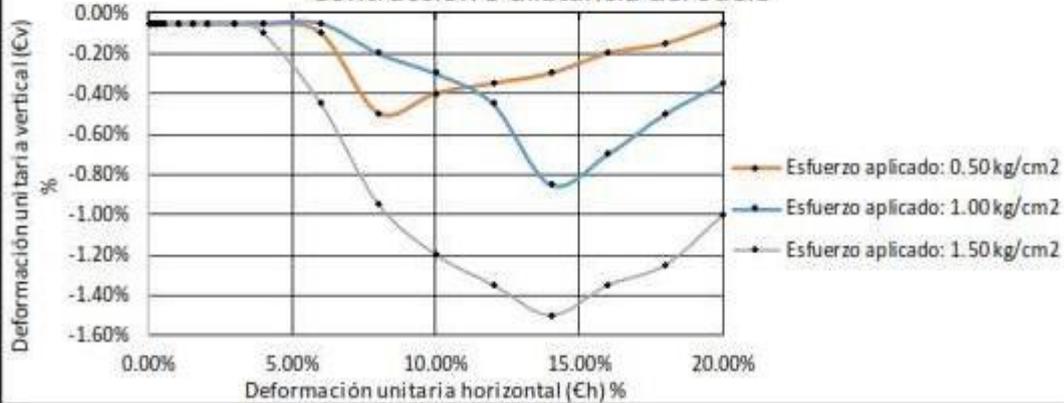
CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)

ASTM D - 3080

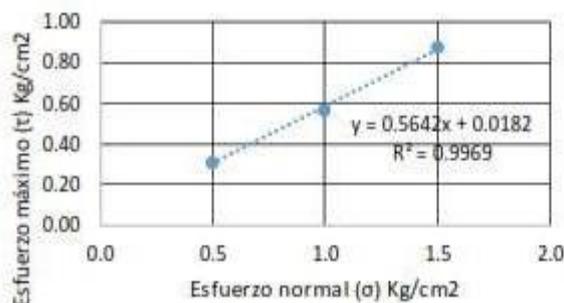
Curva esfuerzo - deformación



Contracción o dilatación del suelo



Envolvente de esfuerzos σ vs τ



Angulo de fricción ϕ	C (kg/cm ²)
29.43	0.018

[Signature]
Ing. Víctor Manuel Coronado Saldaña
ING. CIVIL
R.C.P. N° 271974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO VOLUMETRICO

ASTM D 1587

PROYECTO	: Mejoramiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 60850 San Salvador, Paján, Ascope, La Libertad - 2022
SOLICITANTE	: EUCLIDES ELMER LOPEZ ANTADGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: PAMÁN - ASCOPE - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-1 E-1 - (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	294.70	294.70
Volumen del frasco (cm ³)	1180.60	1180.60
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1780.30	1723.70
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1485.60	1429.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.258	1.210
Contenido de Humedad (%)	6.92%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.257	1.210
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.234	


ING. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.P. N° 211974

W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO ASTM D 1587

PROYECTO	: Modelamiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 80650 San Salvador, Paján, Ascope, La Libertad - 2022
SOLICITANTE	: EUCLIDES ELMER LOPEZ ARTEAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: PAIJÁN - ASCOPE - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTO AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACION)
MUESTRA	: C-2 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	294.70	294.70
Volumen del frasco (cm ³)	1180.60	1180.60
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1545.10	1563.80
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1250.40	1269.10
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.059	1.075
Contenido de Humedad (%)	6.92%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.058	1.074
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.066	


ING. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

ASTM D 1587

PROYECTO	: Modelamiento Estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 80550 San Salvador, Paján, Ascope, La Libertad - 2022
SOLICITANTE	: EUCLIDES ELMER LOPEZ ARTEAGA Y DIEGO VEGA VILLAVICENCIO
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMMANUEL CÁRDENAS SALDANA
UBICACIÓN	: PAJÁN - ASCOPE - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE 2022 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C3 / E-1 / - / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	294.70	294.70
Volumen del frasco (cm ³)	1180.60	1180.60
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1601.00	1614.20
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1306.30	1319.50
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.106	1.118
Contenido de Humedad (%)	6.92%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.106	1.117
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.111	


ING. CIVIL
R.O.P. N° 211974



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

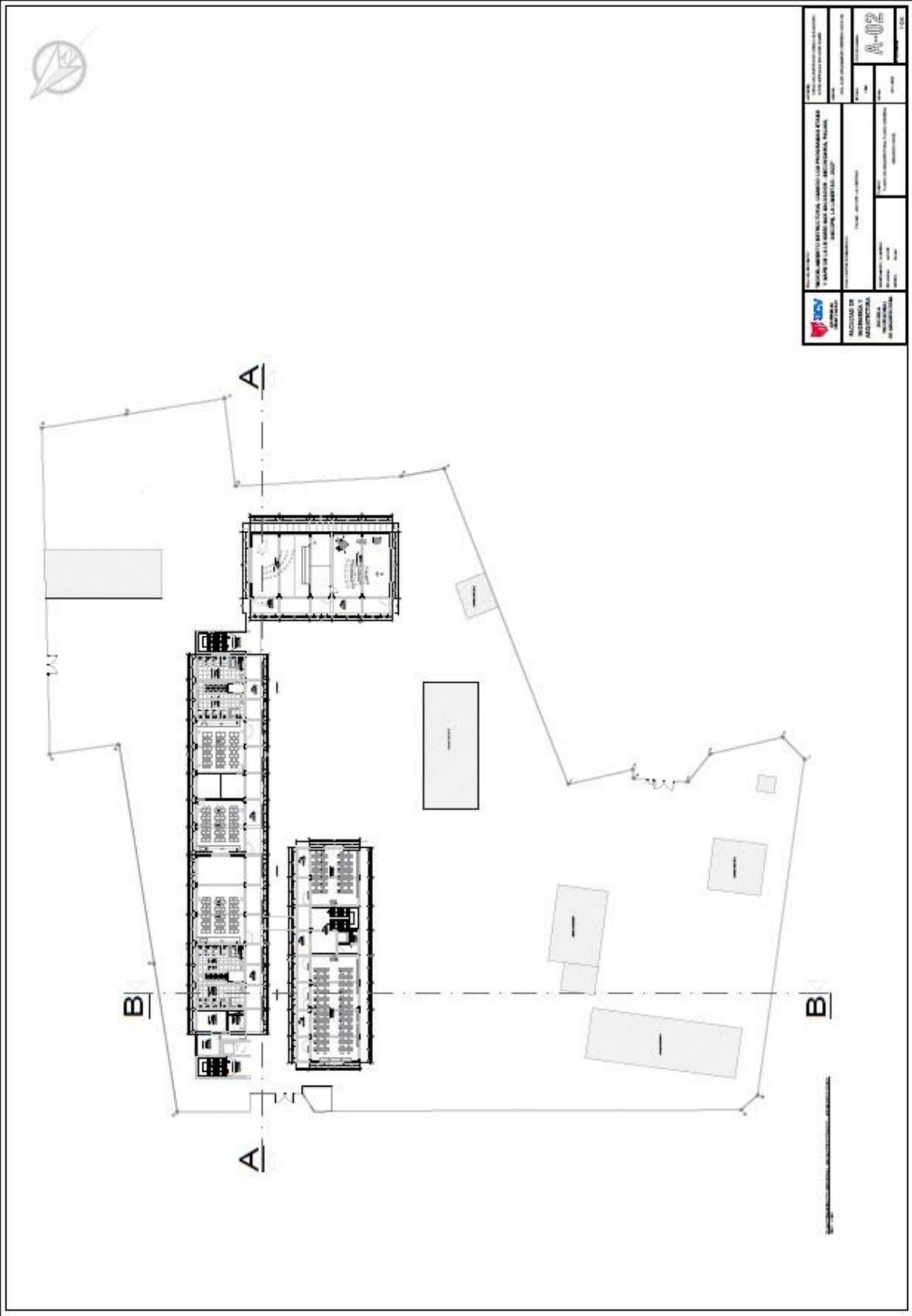


956621026
974040869

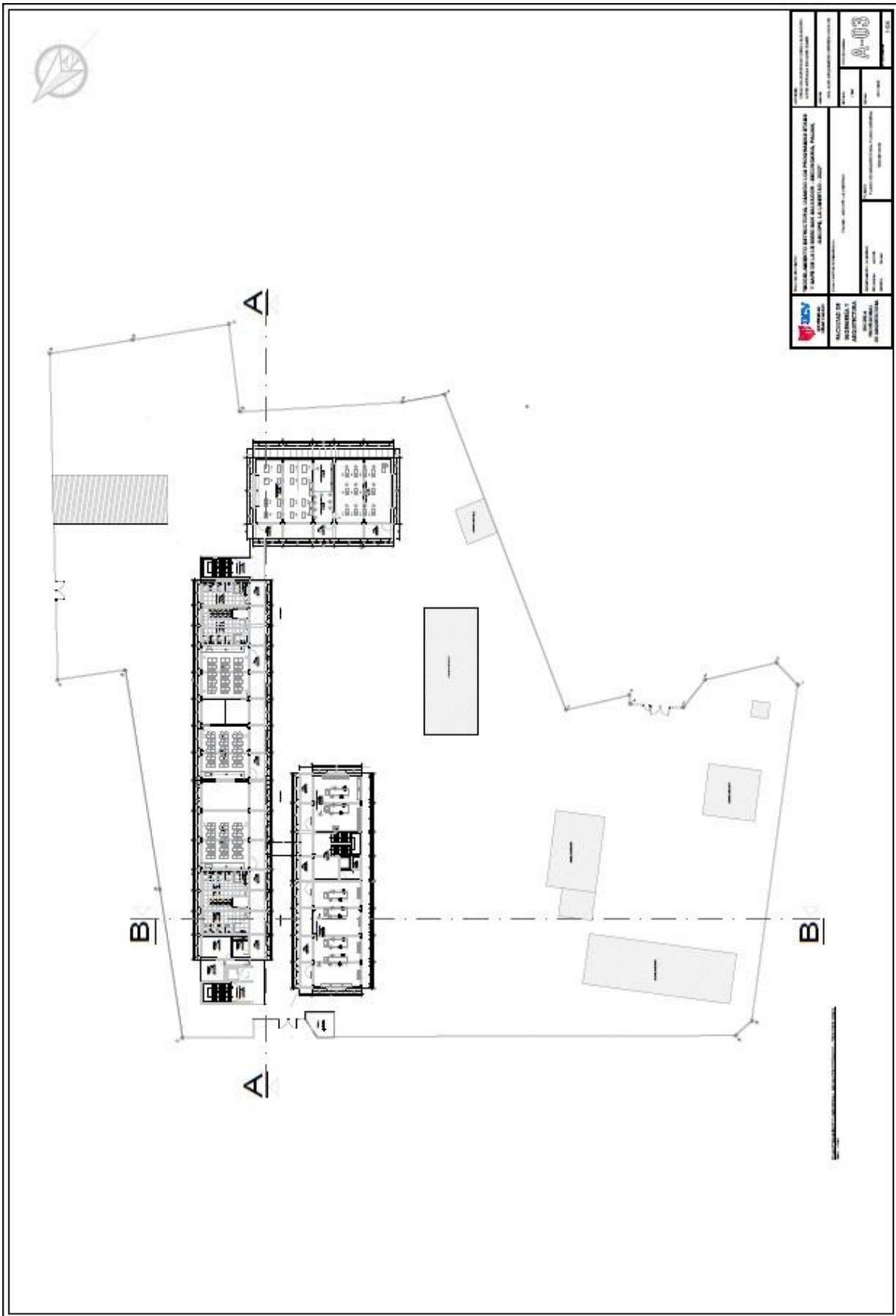


crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

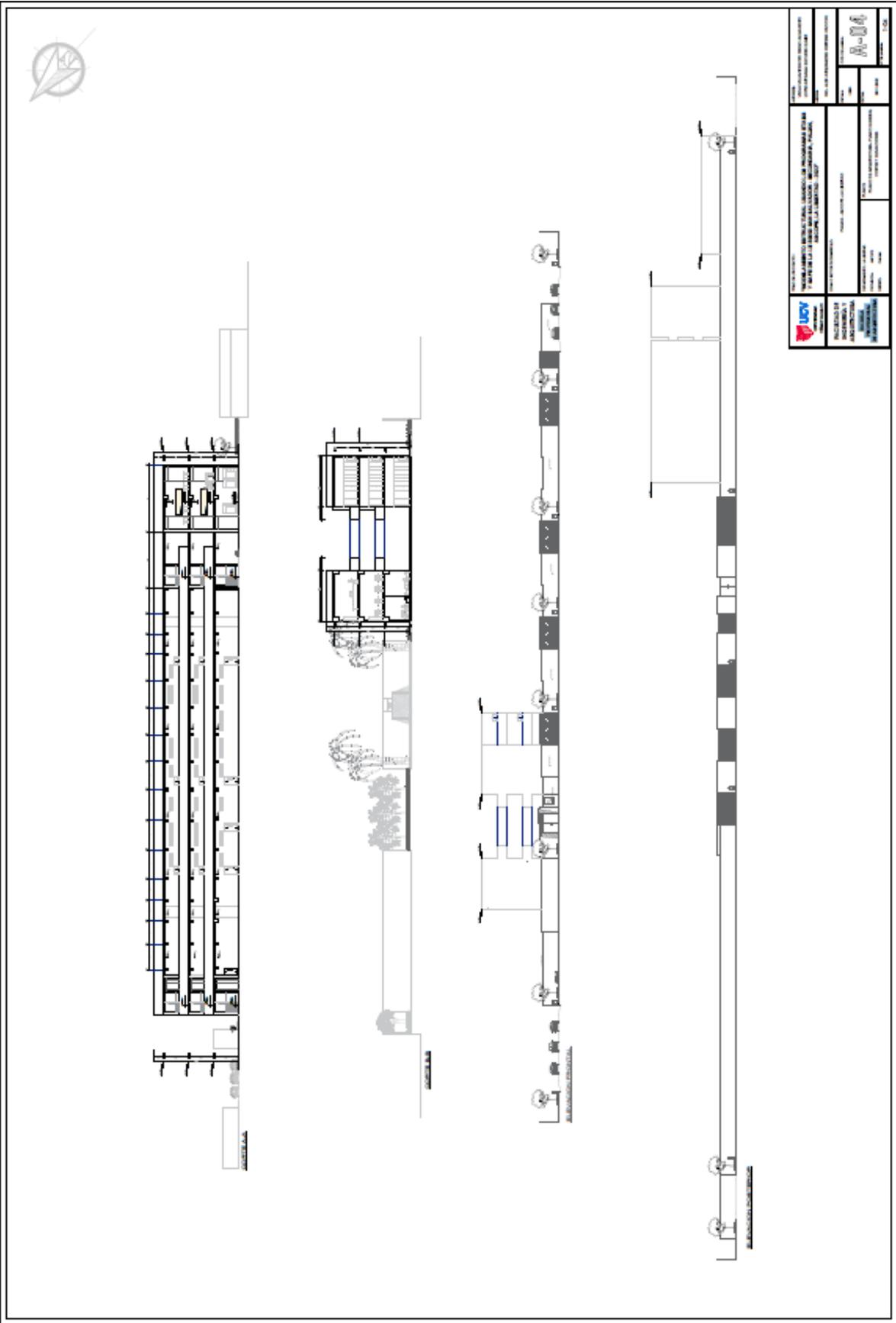
Anexo 10. Plano de arquitectura – Plano general (Segundo nivel)



Anexo 11. Plano de arquitectura – Plano general (Tercer nivel)



Anexo 11. Plano de arquitectura – Plano general (Corte y elevaciones)





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Modelamiento estructural usando los programas Etabs y Safe de la I.E. 80850 San Salvador - Secundaria, Paján, La Libertad - 2022", cuyos autores son VEGA VILLAVICENCIO DIEGO ALEJANDRO, LOPEZ ARTEAGA EUCLIDES ELMER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 17 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES DNI: 18210638 ORCID: 0000-0001-9560-6846	Firmado electrónicamente por: AHERRERAV el 30- 11-2022 18:37:05

Código documento Trilce: TRI - 0443913