



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Diseño estructural de aulas y laboratorios del Colegio Militar  
Gran Mariscal Ramón Castilla – Huanchaco – Trujillo – La  
Libertad”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Quiroz Salazar, Daniel Horacio (ORCID: 0000-0001-9422-5574)  
Sanchez Pinedo, Jhonatan Wilson (ORCID: 0000-0002-8283-7247)

**ASESOR:**

Dr. Valdivieso Velarde, Alan Yordan (ORCID: 0000-0002-8179-2809)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Construcción Sostenible Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres Horacio Quiroz Cueva y Soledad Salazar Díaz, que con mucho esfuerzo han logrado apoyarme durante el transcurso de estos años de formación educativa.

A mis familiares, que dejaron tempranamente la vida terrenal y se encuentran guiando mi camino junto a Dios.

***Quiroz Salazar, Daniel Horacio***

A Dios todo poderoso que me brindo la fortaleza y constancia para culminar esta hermosa etapa de mi vida, a mis padres Wilson Víctor Sánchez Collao y Rosa María Pinedo Chú por su apoyo y aliento incondicional en los momentos que más los necesité brindándome las fuerzas necesarias para iniciar y culminar mi formación académica, y a mi familia en general ya que sin su incentivo no hubiera podido llegar hasta donde me encuentro hoy.

***Sanchez Pinedo, Jhonatan Wilson***

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todo poderoso, por darnos la sabiduría, inteligencia y persistencia para poder superar todos los retos que demandan nuestra formación académica.

A nuestras familias, quienes fueron nuestra principal fortaleza y motivación para poder culminar con éxito nuestra formación académica, ya que sin su apoyo de manera constante el camino recorrido estos años hubiera sido más difícil, es por ello que les damos las gracias por la confianza depositada en nosotros. Este logro es para ustedes.

A nuestros educadores y querido asesor, por tener la paciencia y dedicación de guiarnos hacia el éxito, gracias por los conocimientos brindados.

**Quiroz, Daniel & Sánchez, Jhonatan**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCARO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2 Operacionalización de variables.....	18
3.2.3 Matriz de operacionalización de variables .....	19
3.3 Población, muestra y muestreo .....	19
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	19
3.5 Procedimiento.....	20
3.6 Métodos de análisis de datos.....	20
3.7 Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	21
4.1. Estudio topográfico.....	21
4.2 Diseño arquitectónico .....	27
4.3 Estudio de mecánica de suelos .....	30
4.4. Análisis Sismorresistente.....	36
4.5. Diseño y análisis estructural .....	56

<b>DISCUSIÓN</b> .....	71
<b>CONCLUSIONES</b> .....	72
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	73
<b>REFERENCIAS</b> .....	74
<b>ANEXOS</b> .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Identificación de Variables</i> .....	18
Tabla 2. <i>Data obtenida en levantamiento topográfico</i> .....	24
Tabla 3. <i>Bench Mark en levantamiento topográfico</i> .....	26
Tabla 4. <i>Áreas totales</i> .....	29
Tabla 5. <i>Ensayos aplicados a las muestras extraídas</i> .....	31
Tabla 6. <i>Ensayos aplicados a las muestras extraídas</i> .....	36
Tabla 7. <i>Factor "<math>\alpha</math>" según ubicación de columnas</i> .....	43
Tabla 8. <i>Cálculo de Predimensionamiento columnas</i> .....	43
Tabla 9. <i>Verificación de densidad de muros</i> .....	45
Tabla 10. <i>Factores de zona</i> .....	48
Tabla 11. <i>Factores de suelo</i> .....	48
Tabla 12. <i>Periodos TP y TL</i> .....	49
Tabla 13. <i>Comprobación de control de giro de planta</i> .....	54
Tabla 14. <i>Comparación de cortantes en base</i> .....	55
Tabla 15. <i>Cuantía refuerzo contracción y temperatura</i> .....	59
Tabla 16. <i>Fuerzas internas de columna 25*50cm (C-3)</i> .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Perfil Estratigráfico C-01 .....	33
<i>Figura 2.</i> Estimación de Peso en Estructura .....	40
<i>Figura 3.</i> Dimensiones Columna C1.....	44
<i>Figura 4.</i> Dimensiones Columnas C2.....	44
<i>Figura 5.</i> Zonas Sísmicas.....	47
<i>Figura 6.</i> Control de irregularidades .....	51
<i>Figura 7.</i> Resumen de Espectro de Pseudo Aceleraciones .....	52
<i>Figura 8.</i> Participación Modal en Aulas .....	53
<i>Figura 9.</i> Control de derivas .....	53
<i>Figura 10.</i> Cortante por Análisis Estático y Dinámico.....	55
<i>Figura 11.</i> Losa Aligerada de Primer Nivel Laboratorios .....	59
<i>Figura 12.</i> Creación de Envolventes y Combinaciones .....	59
<i>Figura 13.</i> Vigas del Módulo Aulas y Laboratorios .....	60
<i>Figura 14.</i> Envoltente de Momentos (Tn-m) .....	60
<i>Figura 15.</i> Corte del Refuerzo de las Viga VP-102 en Aulas.....	61
<i>Figura 16.</i> Desarrollo de Viga VP – 102 en Aulas .....	63
<i>Figura 17.</i> Colocación de Acero de 4 $\emptyset$ 5/8 + 6 $\emptyset$ 1/2.....	64
<i>Figura 18.</i> Diagrama de Interacción para la Columna C-3 en el Eje Y .....	65
<i>Figura 19.</i> Diagrama de interacción para la columna C-3 en el eje X .....	66
<i>Figura 20.</i> Dimensiones por Punzonamiento.....	68
<i>Figura 21.</i> Vista Planta Zapata-Bloques Aulas.....	70
<i>Figura 22.</i> Parte de la Fachada del Ambiente utilizado como Laboratorio de Robótica y Matemática, se aprecia que es de un solo nivel.....	88
<i>Figura 23.</i> Precario Estado de algunos Ambientes destinados como Laboratorios, los cuales no cuentan con Mobiliario adecuado para poder realizar clases. ....	88
<i>Figura 24.</i> Precario Estado de algunos Ambientes destinados como Laboratorios, los cuales no cuentan con Mobiliario adecuado para poder realizar clases. ....	89
<i>Figura 25.</i> Extracción de Muestras necesarias para poder realizar el Estudio de Mecánica de Suelos correspondiente.. .....	89
<i>Figura 26.</i> Extracción de Muestras necesarias para poder realizar el Estudio de Mecánica de Suelos correspondiente. ....	90

<i>Figura 27.</i> Equipo de trabajo conformado por los Bachilleres en Ingeniería Civil: Alva Saldaña Luis, Gutiérrez Mora Brayam, Quiroz Salazar Daniel y Sánchez Pinedo Jhonatan. ....	90
<i>Figura 28.</i> Exposición de Alcances del Proyecto a Autoridades de la Jurisdicción (alcalde de Trujillo Cnel. Elidio Espinoza Quispe, alcalde del Centro Poblado El Trópico Jan Larsen, Gerente Regional de Educación de La Libertad Rafael Moya, entre otros) realizada en los Ambientes del Colegio Militar.....	91



## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo realizar el “Diseño Estructural de Aulas y Laboratorios del Colegio Militar Gran Mariscal Ramón Castilla – Huanchaco – Trujillo – La Libertad”.

El proyecto enmarca tres pabellones de aulas y uno de laboratorios, los cuales están distribuidos por cuatro ambientes por nivel, dando un total de ocho ambientes por pabellón. Con el diseño arquitectónico, se procede al predimensionamiento de los elementos estructurales y el metrado de cargas de acuerdo con la norma E.020 “Cargas”. El diseño arquitectónico se realiza de acuerdo con la normativa vigente. Se realiza el diseño sísmico y estructural siguiendo la normativa vigente E.030 “Diseño Sismorresistente” y norma E.060 “Concreto Armado”.

Este será desarrollado en siete capítulos: el primer capítulo el cual corresponde a “Introducción”, comprende todo respecto a las características generales del proyecto, el segundo capítulo lleva como nombre “Marco teórico”, detalla las referencias e información de los alcances de la presente investigación, en el tercer capítulo titulado “Metodología”, describe todo los aspectos del diseño de la investigación, el cuarto capítulo denominado “Resultados”, enmarca estudio topográfico, diseño arquitectónico, estudio de mecánica de suelos, análisis sismorresistente, diseño y análisis estructural, posteriormente encontraremos los títulos “Discusiones”, “Conclusiones”, “Recomendaciones”, seguida de “Referencias”, y por ultimo de “Anexos” en el cual se encuentran los planos correspondientes, panel fotográfico, informes de laboratorios entre otros.

Finalmente, el proyecto cumplió con los parámetros indicados en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

**PALABRAS CLAVE:** Diseño Sismorresistente, Metrado de Cargas, Mecánica de Suelos.

## **ABSTRACT**

The project frames three pavilions for classrooms and one for laboratories, which are distributed in four rooms per level, giving a total of eight rooms per pavilion. With the architectural design, the structural elements are pre-dimensioned and the loads are measured in accordance with the E.020 "Loads" standard. The architectural design is carried out in accordance with current regulations. The seismic and structural design is carried out following the current regulation E.030 "Seismic-resistant Design" and norm E.060 "Reinforced Concrete".

This will be developed in seven chapters: the first chapter which corresponds to "Introduction", includes everything regarding the general characteristics of the project, the second chapter is called "Theoretical framework", it details the references and information on the scope of this research , in the third chapter entitled "Metology", describes all the aspects of the research design, the fourth chapter called "Results", frames topographic study, architectural design, study of soil mechanics, earthquake analysis, design and structural analysis, Later We will find the titles "Discussions", "Conclusions", "Recommendations", followed by "References", and finally by "Annexes" in which are the corresponding plans, photographic panel, laboratory reports among others.

Finally, the project complied with the parameters indicated in the National Building Regulations.

**KEYWORDS:** Seismic Design, Metering of Loads, Soil Mechanics,.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Ministerio de Educación del Perú (MINEDU), promueve y apoya cualquier tipo de desarrollo, ya sea transformar, remodelar, ampliar o mejorar cualquier espacio educativo en el país, ya que con ello los estudiantes obtendrán ambientes adecuados y seguros para un mejor desarrollo académico. (Beltran,2016, p.3).

Gracias a los esfuerzos realizados por la comunidad de Huanchaco y las autoridades correspondientes de la Región La libertad, un 07 de diciembre del año 1963 fue creada la Institución Educativa Publica Militar Gran Mariscal Ramón, amparado en el decreto supremo N°64, siendo en ese entonces el Ministro de Educación el Dr. Francisco Miro Quezada Cantuarias y presidente de la República el Arq. Fernando Belaunde Terry, para posteriormente iniciar sus actividades el 01 de abril del año 1964, con un numero inicial de 208 cadetes. (Baltazar,2015,p.1).

A consecuencia de los 56 años de existencia de la mencionada institución, y sin haber realizado trabajos de mantenimiento, reconstrucción y mejoras significativas las instalaciones y sus diferentes ambientes educaciones militares se encuentran en un estado deteriorable y deslucidas. Además, en sus inicios, la institución educativa solo se proyectó para la formación de estudiantes varones, lo que constituye un problema, ya que en la actualidad el colegio también presta sus servicios a estudiantes mujeres, esto hace que la institución dentro de sus limitaciones debe adaptar su deteriorada infraestructura a ambientes propios del género.

Hoy en día nos damos cuenta de la gran problemática que tenemos respecto a la infraestructura educativa de la institución en mención, vemos que los elementos estructurales tienen grandes daños y fallas que son muy notorios y de gran preocupación, ya que se está tratando de la vida de los estudiantes, y área administrativa que labora en estas instalaciones.

Con este proyecto se pretende dar una alternativa de diseño para los ambientes correspondientes aulas y laboratorio, debido a que las actuales instalaciones quieren mejorar parte de las instalaciones de dicho colegio, para el confort, seguridad y estabilidad de todos los que residen de éste.

## II. MARCARO TEÓRICO

Gómez (2016) en su tesis titulada “Diseño de un edificio de aulas de 6 niveles”, tuvo como objetivo ejecutar estudios estructurales, posteriormente a ello realizar el diseño en concreto armado de uno de los dos mecanismos de un edificio de 6 niveles, en el cual serán distribuidos en aulas y laboratorios de una universidad. Los servicios higiénicos y la segunda escalera se encuentran en el mismo nivel adyacente, dicho sea de paso, permite establecer las propiedades técnicas y normativas del diseño en dicho edificio, basado en la cantidad de habitantes que tendrán uso y acceso a estos establecimientos. Teniendo en cuenta el diseño sísmico y dinámico para tener en cuenta los tipos de elementos estructurales y otros.

Chang (2015) en su trabajo titulado “Diseño estructural de una edificación destinada aulas de concreto armado de cuatro niveles en el distrito de San Miguel”, La investigación se encargó de desarrollar el diseño estructural y analizar en una edificación de concreto armado de 4 pisos que previamente serán destinadas a centros Educativos. Mencionado proyecto fue elaborado sobre un terreno constituido por gravas densas de capacidad de  $4.0\text{kg/cm}^2 - 1.50\text{cm}$  de hondonada. Además, se desarrolló utilizando el método de superposición modal especial, basándose por la Norma Técnica E.030 DSR. Utilizándose modelos pórticos planos, para el análisis estructural por cargas de gravedad de columnas, vigas y columnas. Concluyendo de esta manera satisfactoriamente mencionado proyecto.

Galván (2013) en su tesis titulada “Diseño de las aulas de la Facultad de Arquitectura de PUCP”, el trabajo se desarrolló en un edificio de 4 niveles destinados a talleres y se dividió en 5 fragmentos principales. La primera consistió en la definición de los posibles techados a emplear, la segunda abarca la elección de la mejor opción de techado, manejando distintos criterios económicos y de construcción, la tercera considero en realizar un análisis sísmico dinámico de 3 grados de libertad por nivel, la cuarta parte se diseñó las vigas, columnas, placas y cimentaciones sucesivamente. Finalmente, en la quinta parte se realizó el metrado del concreto y de acero de refuerzo que resultó sumamente viable y efectivo.

Ruiz y Vega (2014) en su tesis nombrada “Diseño Estructural de la I.E. Manuel González Prada - Nivel Primaria, Distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco - La Libertad”. Consistió en diseñar edificaciones con fines educativos, cuyo proyecto se desarrolló en base al plano de arquitectura ya realizado, compuesto por ambientes destinados para aulas, bibliotecas, salas de cómputo, baños tanto para hombres y mujeres, entre otros ambientes; dicha infraestructura se construirá sobre un terreno de 3,858.02m<sup>2</sup>. El diseño se ha realizado de acuerdo a los requerimientos de la norma técnica peruana de edificaciones. Cuya investigación se ejecutó de manera satisfactoria.

Valdivieso (2018) en su tesis “Diseño de la infraestructura del nivel inicial y primario de la Institución Educativa N° 82138 del centro poblado de Surual, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, región La Libertad”, se diseñó y efectuó un diseño estructural de la Institución educativa del nivel primaria e inicial, se optó por la reestructuración de la dicha institución debido a que estaba diseñada con material de adobe, cuya ambientación consistió de dos niveles; una biblioteca, sala de cómputo, tópico, dos baterías de servicios higiénicos, dicho diseño se basó en las normas técnicas del Perú debidamente actualizadas. Se concluyó que mencionado proyecto cumplió debidamente con la norma técnica en edificaciones, de igual manera con las especificaciones del ministerio de educación y vivienda, lo cual asegura su efectividad de manera explícita.

Laguna (2017) en su investigación titulada “Diseño del mejoramiento y ampliación del servicio educativo I.E. N° 81024 Miguel Grau Seminario, distrito de Salaverry, provincia de Trujillo, departamento de la Libertad” El objetivo de esta investigación fue instaurar propiedades técnicas óptimas que ayuden a desarrollar el diseño mejoramiento y ampliación de la I.E N°81024, cuyo diseño arquitectónico empleó las normativas del Minedu. Seguidamente se realizó los siguientes estudios; levantamiento topográfico, mecánica de suelos y diseño arquitectónico, se elaboraron los diseños sísmicos y estructurales, de igual manera las instalaciones sanitarias, eléctricas y data. Para finalizar, se realizó un (EIA) de tal modo se conocerá los efectos adversos que se generan a consecuencia de la elaboración del proyecto y por último el estudio de costos y presupuesto. Concluyendo que dicho proyecto cumplió positivamente con cada uno de los objetivos propuestos.

Acevedo (2013) en su tesis titulada “Diseño de la Infraestructura de la Institución Educativa N° 81682 Nivel Inicial y Primaria, del caserío de Santa Rosa, Distrito de Otuzco, Provincia de Otuzco - La Libertad”, el trabajo consistió en el análisis y diseño estructural de dicha institución, El trabajo está dividido en cuatro etapas, la primera aborda la estructuración, la segunda predimensionamiento de los objetos estructurales, la tercera metrado de cargas determinado por el reglamento nacional de edificaciones peruana E.020 (Cargas) y por ultimo diseño de losas, en la cual se utilizaron hojas de cálculo basadas en el método de Cross y para el diseño se han utilizado los requerimientos de la Norma Peruana E.060 Concreto Armado.

La investigación requirió algunos conceptos teóricos, técnicos, prácticos y esenciales de los siguientes autores:

Mendoza (2012) en su libro “Topografía técnicas modernas”. Nos enseña de manera práctica y detallada todo el proceso de un buen levantamiento topográfico, usando como instrumento de medición una estación total, así mismo nos indica los procedimientos a seguir respecto al trabajo de gabinete.

Los siguientes términos son necesarios para entender la totalidad del proyecto de investigación:

**Levantamiento:** Viene a ser el conjunto de operaciones topográficas realizadas respecto a una superficie con los instrumentos adecuados para realizar de manera eficaz una representación gráfica o plano. (Franquet y Querol, 2010, p. 17).

**Diseño Arquitectónico:** Habilidad de diseñar y distribuir ambientes funcionales para cada finalidad de uso. (Plazola y Plazola, 1992, p. 83).

**Estudio de Mecánica de Suelos:** Está constituido en su conjunto por diversas exploraciones e investigaciones realizadas en campo, así mismo abarca una secuencia de ensayos en laboratorio y diferentes análisis realizados en gabinete, los cuales tienen como objetivo principal determinar el comportamiento estático y dinámico de los suelos en estudio ante la interacción que tendrá con la edificación proyectada sobre ella. (E.050 Suelos y cimentación, 2018, p. 32).

**Diseño Estructural:** Esta constituido como una interacción de partes y componentes que se combinan de manera articulada, ordenada y jerárquica con el objetivo de cumplir una función dada. (Morales, 2014, p.1)

**Análisis Estructural:** Se refiere al uso de las ecuaciones respecto a la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente. (Hibbeler, 2016, p.52).

**Análisis Sísmico:** Estudio que parte del análisis estructural de una determinada edificación, y tiene como objetivo evaluar y determinar estática y dinámicamente el comportamiento de la estructura frente a un evento sísmico. (Gómez, 2007, p.73).

**Losa:** Son un tipo de cimentación superficial que tiene muy buen comportamiento en terrenos poco homogéneos que con otro tipo de cimentación podrían sufrir asentamientos diferenciales (E.060 Concreto Armado, 2009, p. 27).

**Viga:** Esta comprendido como un elemento estructural, la cual se diseña para soportar y sostener cargas lineales, concentradas o uniformes, estas en su mayoría trabaja principalmente a flexión y cuya orientación en la cual se le puede encontrar es de forma horizontal o determinada por una pendiente. (E.060 Concreto Armado, 2009, p. 27).

**Columna:** Está enmarcada dentro de un elemento estructural, está diseñada para soportar cargas verticales, se caracterizan por tener una longitud vertical pronunciada respecto a su sección transversal. (E.060 Concreto Armado, 2009, p. 26).

**Muro estructural:** Está incluido en la lista de elemento estructurales, se caracteriza por ser vertical, sus principales objetivos son de enmarcar o separar ambientes, está diseñada para resistir cargas axiales por gravedad y soportar cargas perpendiculares a su plano los cuales provienen de empujes laterales de suelos o líquidos. (E.060 Concreto Armado, 2009, p. 28).

**Muro de corte o Placa:** Cumple la función de soportar combinaciones de fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales las cuales provienen de cargas laterales. (E.060 Concreto Armado, 2009, p. 28).

**Concreto:** Es un conglomerado de cemento, agregados, agua y en ocasiones aditivos, están determinadas por proporciones adecuadas según la resistencia que se desea alcanzar. (E.060 Concreto Armado, 2009, p. 26).

**Agregado:** Está clasificada como un material granular, empleado para la creación de concreto o mortero hidráulico, su procedencia puede ser natural o artificial. (Concreto Armado, 2009, p. 25).

**Zapatas:** Está considerado como un elemento estructural, el cual cumple la función de transmitir al terreno en cual está apoyado, las diferentes tensiones a la cual está sometida, está situada bajo los pilares de la estructura y diseñada para resistir compresiones medias o altas. (Peck, Hanson y Tornburn, 2004, p. 23).

**Cimentación:** Constituido como un conjunto de elementos estructurales, diseñadas para soportar y distribuir al suelo las diferentes cargas a la cual se encuentran sometidas, de tal manera que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. (E.050 Suelos y cimentación, 2018, p. 32).

De acuerdo con la problemática mencionada anteriormente se formula la siguiente pregunta. ¿Qué características técnicas deberá tener el “Diseño estructural de aulas y laboratorios del Colegio Militar Gran Mariscal Ramón Castilla – Huanchaco – Trujillo – La Libertad”, para lograr un diseño óptimo que brinde confiabilidad y seguridad, y que cumpla con los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones?

La investigación descrita se justifica teóricamente debido a que aportará conocimiento sobre el diseño sísmico y estructural de una Institución Educativa Pública Militar, haciendo énfasis en todos los procedimientos necesarios, así como la aplicación de la normativa y su importancia al momento del uso de los softwares de diseño.

Se justifica metodológicamente debido a que se emplea un método científico, siguiendo los aspectos necesarios para que esta sea validada con respecto a otros trabajos de la misma línea de investigación, en base a los métodos, técnicas e instrumentos y procedimiento que se realizaron para su elaboración.



La justificación técnica se basa en el resultado que se presentará, el cual plantea la ejecución de unos nuevos módulos de aulas y laboratorios, debido a que en la actualidad la institución cuenta con unos en mal estado, lo que no permite que los alumnos aprovechen al máximo la enseñanza que puedan brindar los profesores, debido a la falta de equipamiento u ambientes disponibles. Por lo que el diseño que se propone tiene en consideración las deficiencias actuales, y busca disolverlas, garantizando seguridad y comodidad para el alumnado.

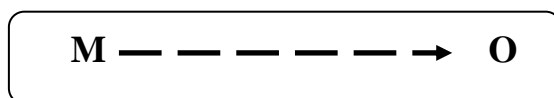
La presente investigación tiene como objetivo general, realizar el diseño estructural de las aulas y laboratorios del Colegio Militar Gran Mariscal Ramón Castilla, y como objetivos específicos consistió en desarrollar el levantamiento topográfico in situ, definir diseño arquitectónico de acuerdo con a las características técnicas indicados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, desarrollar el estudio de mecánica de suelos que muestre las propiedades propias del terreno implicado en el proyecto, realizar el análisis sísmico resistente de aulas y laboratorios de acuerdo con los parámetros indicados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, finalmente realizar el diseño estructural de las aulas y laboratorios de acuerdo con los parámetros indicados en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

De acuerdo con las investigaciones anteriores que está asignado en los antecedentes, se supone que el “Diseño Estructural de Aulas y Laboratorios del Colegio Militar Gran Mariscal Ramón Castilla – Huanchaco – Trujillo – La Libertad”, será óptimo pues cumplirá con los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación.

La presente tesis es de tipo descriptivo, ya que empleará un diseño no experimental – transversal – descriptivo simple, cuya representación es el siguiente:



Donde:

**M:** Pabellón de Aulas y Laboratorios de la Institución Educativa Pública Militar Gran Mariscal Ramón Castilla.

**O:** Datos obtenidos de la mencionada muestra.

#### 3.2 Operacionalización de variables.

##### 3.2.1 Variable independiente

El presente proyecto de investigación cuenta con una sola variable, la cual es el diseño estructural de las cuadras de aulas y laboratorios.

Consiste en definir la geometría de la estructura, la dimensión de los elementos que la conforman y la resistencia de estos ante diferentes solicitaciones de carga, además se especifican los detalles de construcción para que el proyecto se comporte según lo planificado en los cálculos (Blanco, 1994, p.91).

##### 3.2.2 Matriz de clasificación de variable

**Tabla 1.** *Identificación de Variables*

VARIABLE	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Diseño estructural de aulas y laboratorios	Independiente	Cuantitativa discreta	Razón	Multidimensional	Indirecta

Fuente: Elaboración Propia

### **3.2.3 Matriz de operacionalización de variables**

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

Población: La presente tesis tiene como población al colegio Público

Militar Gran Mariscal Ramón Castilla.

Muestra: No se trabaja con muestra

Muestreo: No hay muestreo

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **Técnicas de recolección de datos:**

El método empleado, para el proyecto de investigación en estudios, será observación directa, de tal manera se obtendrá la información necesaria.

#### **Modalidad de observación:**

Según los medios utilizados: estructurada, ya que se manipula diversos equipos para la recolección de datos (equipos de laboratorio de suelos y equipos topográficos).

Según el papel del observador: participante, porque el observador intervendrá al momento que se integre a la población.

Según el número de observadores: grupal, porque se trata de dos investigadores.

Según el lugar donde se realiza: in situ, porque la observación se realizará en la ubicación real del colegio.

#### **Instrumentos:**

Equipo topográfico: GPS navegador, estación total, Prismas, estacas, wincha de 100 metros, pintura en aerosol.

Equipos de laboratorio de Mecánica de suelos: Balanza electrónica, bandejas de acero, tamices, espátula, Horno, cronometro.

Equipo de oficina: Cámara digital fotográfica, computadora personal, impresora plotter, memoria USB 32GB, lápiz, papel bond A-4.

### **3.5 Procedimiento**

#### **Levantamiento topográfico**

En primera instancia para iniciar con el Levantamiento Topográfico se tomarán las coordenadas tanto en este, norte y elevación de dos puntos referénciales con un GPS navegador, los cuales servirán como BMs, para posteriormente ser introducidos a la estación total, y así empezar a radiar.

Para realizar las operaciones topográficas se va a requerir 01 Estación Total TOPCON NT320 con precisión de 2 segundos en ángulo y de 1 mm en distancia, 01 GPS Navegador Marca TRIMBLE, 04 prismas.

Luego de haber realizado y culminado con el levantamiento topográfico se procederá con los trabajos en gabinete mediante el Software de diseño AutoCAD Civil 3D 2020, el cual permitirá elaborar los planos topográficos a escalas convenientes al proyecto.

#### **Estudio de mecánica de suelos**

Para poder hallar la capacidad portante del terreno, así como sus propiedades físicas y mecánicas, se realizará una calicata en la zona de estudio del presente proyecto, su estratificación y demás datos serán necesarios para un conocimiento real de las características propias del suelo en estudio. Para luego de ellos, realizar los ensayos de laboratorio de las muestras extraídas en el área de estudio para su uso como proyecto de edificación.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

La data obtenida en campo será debidamente procesada mediante software de diseño como AutoCAD Civil 2020 el cual permitirá desarrollar y elaborar los planos que demande el proyecto, para la redacción del presente informe se utilizará el software Microsoft Office 2016 y Microsoft Excel 2016 para la elaboración de cuadros respectivamente. Para realizar el análisis sismorresistente y el diseño de los elementos estructurales superficiales se empleará el software ETABS 2016 y SAFE 2016 para realizar el diseño estructural de losas aligeradas y cimentación. La verificación de los resultados obtenido en estos programas será verificada a fin de corroborar coherencia con lo que demanda las diferentes normas técnicas.

### 3.7 Aspectos éticos

La presente investigación, así como los datos obtenidos tanto en campo, laboratorio y gabinete son de carácter propia/original, somos conscientes que dicha investigación es legítima y cumple con los estándares y valores éticos que rigen el código ético de la Universidad Cesar Vallejo, es por ello que garantizamos que la presente investigación es original y cumple con los diversos parámetros de diseño que rigen nuestra sociedad.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Estudio topográfico

#### Objetivo del estudio topográfico

Realizar el levantamiento topográfico tienen como objetivo fundamental determinar la posición, elevación e inclinaciones del terreno en estudio, esto permitirá realizar todo lo concerniente a los planos topográficos, así mismo proporcionará una base de datos topográfica que será de utilidad para la elaboración de geotecnia y de impacto ambiental, posibilitará la ubicación de manera precisa, de cualquier elemento estructural o servicio y permitirá establecer puntos de referencia para futuros replanteos.

#### Taquimetría

Es un procedimiento topográfico el cual establece las coordenadas que están clasificada en norte, este y elevación de puntos que están situados sobre la superficie del terreno.

#### Cálculo de Ángulos Azimutales

$$Z_B = Z_A \pm 180 + \angle D$$

$$\text{Si } Z_A < 180$$

$$Z_B = Z_A + 180 + \angle D$$

$$\text{Si } Z_A > 180$$

$$Z_B = Z_A - 180 + \angle D$$

$$Z_B = Z_A \pm 180 + \angle I$$

Si  $Z_A < 180$

$$Z_B = Z_A + 180 + \angle I$$

Si  $Z_A > 180$

$$Z_B = Z_A - 180 + \angle I$$

### **Cálculo de Distancia Horizontal**

$$D_H = D_I * \cos^2 \alpha$$

Donde  $\alpha = 90 - \angle V$

### **Cálculo de Distancia Vertical**

$$D_V = D_I * \sin \alpha * \cos \alpha$$

Donde  $\alpha = 90 - \angle V$

### **Cálculo de Coordenadas Relativas**

$$\Delta E = D_H * \sin(Z)$$

$$\Delta N = D_H * \cos(Z)$$

### **Cálculo de Coordenadas Absolutas**

$$N = N' + \Delta N$$

Donde  $N'$  = Norte obtenido con ayuda de GPS

$$E = E' + \Delta E$$

Donde  $E'$  = Este obtenido con ayuda de GPS

### **Cálculo de Cotas**

$$\text{Cota B} = \text{Cota A} \pm i \pm (D_V - m)$$

Si se jala Cota:

$$\text{Cota B} = \text{Cota A} - i - (D_V - m)$$

Si se manda Cota:

$$\text{Cota B} = \text{Cota A} + i + (D_v - m)$$

Donde:

$i$  = Altura de Instrumento

$m$  = Altura de Prisma

$D_v$  = Distancia Vertical

$A$  = Cota que se obtiene de GPS

## **Trabajos realizados**

### **Trabajo de Campo**

Se utilizaron coordenadas relativas para poder iniciar el levantamiento topográfico, al no existir puntos de primer orden en cual poder amarrar dicho levantamiento, mediante el GPS navegador se puede obtener dos puntos los cuales fueron denominados BM1 y BM2, dichos puntos se encuentran en el sistema de coordenadas UTM-WGS 1984 datum, Zone 17 South, Meter; Cent. Meridian 75d W.

Se empezó realizando una trisección con la estación total, teniendo en cuenta las coordenadas obtenidas de los BM's 1 y 2, una vez realizada el ajuste de coordenadas y reduciendo el error a cero, se inició con el levantamiento topográfico del terreno en estudio, el cual fue modelado según las características de la zona, tomando detalles como niveles de pisos, borde de veredas y plataformas, estructuras y edificaciones existentes, canales de tierra y revestidas existentes, entre otros; levantándose así un área aproximada de 30.15 ha.

El levantamiento realizado con Estación Total, no dios como producto una serie de puntos topográficos orientados en el sistema de coordenadas UTM-WGS 1984 datum, Zone 17 South, Meter; Cent. Meridian 75d W, estos puntos están clasificados según las nomenclaturas dada al momento de radiar, la cual está relacionada con las características del terreno y vienen seguidas de coordenadas tanto en Norte como en Este, así mismo cada punto cuenta con su elevación respectivamente de acuerdo a su ubicación en el terreno.

Para poder realizar las mediciones horizontales entre puntos de estaciones se empleó el método modo fino el cual consta de un rayo infrarrojo el cual recorre desde la estación hasta donde está ubicado el prisma 999 veces para dar la longitud horizontal deseado.

Para realizar el trabajo correspondiente a replanteo, se establecieron los BM's de control BM1, BM2, BM3, BM4, BM5, BM6 y BM7, los cuales están ubicados según como se aprecia el Plano Topográfico.

### Equipos Utilizados

Para poder realizar el Levantamiento topográfico fueron necesario emplear una Estación Total TOPCON NT 320, un trípode de soporte, cuatro prismas con sus respectivos porta prismas, Un GPS Navegador TRIMBLE, Wincha de Fibra de Lona de 100 m, Flexómetro de 8m, Libreta Topográfica, Cordel y yeso.

Respecto al personal humano se requirió 01 Topógrafo el cual estuvo a cargo de operatividad los equipos topográficos, 04 auxiliares los cuales estuvieron a cargo de los prismas, 01 ayudante para el traslado de equipos topográficos.

A continuación, se describen los principales puntos filtrados de acuerdo con el diseño proyectos obtenidos de campo:

**Tabla 2. Data Obtenida en Levantamiento Topográfico**

NÚMERO	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
J- 1	9105213.26	710672.97	43.81
J - 2	9105207.54	710690.03	43.49
J - 3	9105207.52	710705.24	43.73
J - 4	9105193.51	710733.42	43.65
J - 5	9105184.60	710760.57	44.14
J - 6	9105193.51	710788.38	44.38
J - 7	9105184.60	710812.73	44.46
J – 8	9105175.39	710841.47	44.95
J – 9	9105150.64	710862.97	45.20
J – 10	9105146.63	710875.08	45.12
J – 11	9105140.05	710893.61	45.20



NÚMERO	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
J – 12	9105192.35	710666.54	43.37
J – 13	9105150.55	710652.84	43.39
J – 14	9105150.08	710654.34	42.50
J – 15	9105146.01	710667.94	42.66
J – 16	9105137.58	710648.69	42.99
J - 17	9105139.00	710682.26	42.55
J – 18	9105131.93	710703.53	42.66
J – 19	9105125.57	710724.93	43.13
J – 20	9105111.50	710772.13	43.48
J - 21	9105101.79	710808.65	43.67
J – 22	9105084.91	710862.65	44.26
J – 23	9105081.68	710872.99	44.97
J – 24	9104849.11	710555.56	39.28
J – 25	9104846.62	710554.26	39.23
J – 26	9104818.78	710559.07	39.23
J – 27	9104810.96	710543.10	39.81
J – 28	9104797.86	710551.19	39.77
J – 29	9104795.70	710537.57	39.95
J – 30	9104869.59	710871.43	39.36
J - 31	9104866.18	710886.97	43.43
J - 32	9104849.20	710914.18	43.56
J – 33	9104889.45	710912.85	42.89
J – 34	9104873.83	710928.69	42.87
J – 35	9104618.27	710928.69	38.48
J – 36	9104618.27	710931.17	38.48
J – 37	9104615.44	710931.66	39.70
J – 38	9104615.13	710938.49	39.59
J – 39	9104611.36	710938.88	39.56
J – 40	9104927.67	711068.13	44.91
J - 41	9104840.54	711132.46	44.98

Fuente: Elaboración Propia

### **Trabajo de Gabinete:**

Una vez culminado los trabajos topográficos, se procedió a recolectar la data en formato csv (del inglés comma-separated values), mediante el software Topcon Link, para poder ser exportada software de diseño AutoCAD Civil 3D 2020, el cual permitió la elaboración de los planos topográficos a escala 1:1250 en la planta y con una equidistancia de curvas de nivel mayores a 2.00 m y las curvas de nivel menores a 0.50 m.

### **Software y Equipos utilizado**

La data obtenida en el levantamiento topográfico, fueron procesados utilizando los siguientes equipos y software de diseño:

- 01 computadora personal con procesador Intel CORE i71.60 GHz, memoria RAM de 16GB, sistema operativo de 64 bits,
- Software Topcon Link, el cual es útil para poder trasladar la data obtenida por la estación total hacia un ordenador.
- Software AutoCAD Civil 3D 2020, el cual es útil para el procesamiento de los datos topográficos y elaboración de planos.

### **Conclusiones**

Los datos topográficos fueron recolectados utilizando una estación Total Topcon NT 320, GPS Garmin 60CSx, mediante el software Topcon Link, se pudo trasladar la data obtenida por la estación total hacia un ordenador, para posteriormente mediante el software de diseño AutoCAD Civil 3D 2020 se procesó y elaboro los planos topográficos se utilizó el.

El levantamiento topográfico realizado en campo, así como el procesamiento y elaboración de planos, se encuentran referenciados en el sistema de coordenadas UTM-WGS 1984 datum, Zone 17 South, Meter; Cent. Meridian 75d W

El número de puntos de estaciones tomadas en el levantamiento topográfico fueron de 12 estaciones, este dato es consecuencia de las características propias de la zona (dificultad al visualizar el prisma). Asimismo, se han tomado 07 BMs Auxiliares.

**Tabla 3. Bench Mark en Levantamiento Topográfico**

NÚMERO	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
BM - 1	9105104.52	710743.97	45.18
BM - 2	9104981.64	710681.77	46.08
BM - 3	9104872.55	710676.48	45.65
BM - 4	9104754.84	710741.68	46.25
BM - 5	9104688.36	710877.23	46.83
BM - 6	9104688.25	711014.82	44.37
BM - 7	9104881.74	711062.62	47.29

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2 Diseño arquitectónico

### Concepción general

La presente investigación obedece a los Parámetros Educativos del Plan Nacional de Educación 2005 - 2015 y de la Norma Técnica "Criterios de Diseño para Locales Educativos de Primaria y Secundaria" - Resolución Viceministerial N° 084 - 2019 - MINEDU, en el cual promueven y elaboran las condiciones básicas con las que deben contar las infraestructuras, esto incluye también el equipamiento y material educativo, con el objetivo de que el estudiante cuente con las comodidades necesarias para un mejor aprendizaje.

El servicio educativo brindado por la Institución Educativa Pública Militar Gran Mariscal Ramón Castilla, solo abarca el nivel secundario. El alumnado debe tener como mínimo 12 años para poder ser admitido, ya que la educación que se le da es de carácter militar esto contempla una enseñanza de disciplina, orden y responsabilidad.

El proyecto contempla estructuras destinadas a Aulas y Laboratorios los cuales están estratégicamente ubicados, lo que permite realizar diseños óptimos y adecuados respetando los parámetros normados.

## **Entorno urbano**

La Institución Educativa Pública Militar Gran Mariscal Ramón Castilla está situada en la Avenida Mansiche, perteneciente al Casco Urbano, aproximadamente a 1370 metros del Ovalo Huanchaco, en la Provincia de Trujillo, Región La Libertad. Está a una altura aproximada de 45 m.s.n.m. Actualmente, se cuenta con 600 alumnos y un área de 301 000 m<sup>2</sup> aproximadamente. Dicha institución es la única que brinda servicio educativo militar a nivel regional.

En el aspecto económico, el Distrito de Huanchaco contempla como fuentes económicas principales, el turismo el cual su incono principal viene hacer el balneario de Huanchaco, así mismo la gastronomía como la industria pesquera artesanal son fuentes importantes su basta economía.

## **Descripción arquitectónica**

### **Concepción arquitectónica**

Se zonificó a la Institución Educativa Pública Militar Gran Mariscal Ramón Castilla en diversas áreas académicas. La distribución correspondiente a Aulas y Laboratorios, el primero sub distribuido en 3 Módulos 2 Niveles y el segundo en 1 Módulo 2 Niveles. Estos ambientes están situados en la margen central, entre Zona Biohuerto, Biblioteca, Comedor y Pabellones de Varones.

### **Disposición de ambientes**

Se dispone con un área total de 301,000. 00 m<sup>2</sup>. Lo correspondiente a Aulas es 1450. 74 m<sup>2</sup> y Laboratorios es 483. 58 m<sup>2</sup>.

Cada módulo de aulas cuenta con 04 aulas por piso, servicios higiénicos, cuarto de bombas y escaleras que unen ambos niveles de la edificación. El módulo de laboratorios, en el primer nivel están ubicados los laboratorios de química, física, biología y biología plantas, en el segundo nivel los talleres de Ingles, pintura, robótica y otro Laboratorio; ambos niveles presentan depósitos, servicios higiénicos y escaleras.

**Tabla 4. Áreas Totales**

DESCRIPCIÓN	ÁREA AULAS (M2)	ÁREA LABORATORIOS (M2)
Área Total	1 450. 74 m2	483. 58 m2
Área Construida	1 444. 46 m2	480. 75 m2
Área Libre	6. 28 m2	2.83 m2

Fuente: Elaboración propia

### **Descripción de ambientes**

Aulas: Ambientes proyectados para dictar clases e impartir enseñanzas de una materia específica, están debidamente equipadas e implementadas con Mobiliario Cadetes y Docentes, Pizarras, entre otros elementos propios al fin.

Laboratorios, Talleres: Ambientes proyectados con instalaciones y materiales especiales para su realización dentro de la Institución Educativa, así como el aprendizaje de diferentes talleres como Ingles, Pintura, Robótica para una educación de calidad.

Servicios Higiénicos: Ambientes proyectados con el objetivo de cubrir las necesidades fisiológicas de los alumnos y docentes en Pabellones de Aulas y Laboratorios, y estos no tengan que dirigirse a otros ambientes dentro de la Institución Publica Militar.

Depósito: Ambiente proyectado al interior de Laboratorios y Talleres con la finalidad de guardar, almacenar y preservar materiales, accesorios y herramientas propios de la Especialidad.

### **Criterios arquitectónicos para el diseño**

#### **Funciones espaciales**

Considerar un acceso secundario para lograr una conexión directa hacia la Zona de Servicios Generales.

El acceso de servicio para abastecer de Servicios Generales debe ser directa e independiente.

- La Zona de Servicios Generales será ubicada de una manera estratégica que nos permita la atención de una manera eficiente e independiente a distintas zonas.
- Los Ambientes Pedagógicos deben tener una relación directa con la Zona de Servicios Generales (Comedor).
- Contexto y accesos
- Considerar Zonas de Recreación con Arborización.

### **Volumétrico formal**

Tener aspecto de modernidad en las fachadas de la propuesta.

Ubicar los volúmenes de sureste a norte para aprovechar la luz e iluminación natural.

La volumetría del proyecto presentará características formales.

### **Ambientales**

Contar con áreas verdes para crear ambientes con sensaciones agradables.

Separar los talleres que generan mucho más ruido, con el objetivo de minimizar la contaminación acústica, con el fin de evitar efectos nocivos psicológicos en los usuarios.

## **4.3 Estudio de mecánica de suelos**

### **Generalidades**

Las obras de ingeniería por su envergadura contemplan un acción e interacción constante sobre el suelo, dicha interacción está dada por cargas, las cuales son volubles respecto a su intensidad y forma de aplicación.

Mediante el estudio de suelo, se obtendrá datos que servirán para poder realizar los análisis y diseños apropiados para obtener una interacción entre suelo y

estructura adecuada, sin producir asentamientos que pueden conllevar a la inestabilidad de dicha estructura.

Introduciéndonos en el contexto dado, las muestras obtenidas en campo se obtuvieron y trasladaron al laboratorio de mecánica suelos de la Universidad César Vallejo con la mayor delicadeza y cuidado que amerita, y así poder evitar una posible contaminación de las muestras

### **Trabajo de campo**

Para poder estudiar las diferentes propiedades físicas y mecánicas del terreno, se realizó una calicata en la zona de estudio, dicha calicata contempla un área de 1.00 metro por 1.00 metro aproximadamente y tiene una profundidad de 3.00 metros, dichas dimensiones son las recomendadas para poder obtener una mejor información de los diferentes estratos que puedan componer dicho suelo.

De esta manera, habiéndose determinado las características del terreno en estudio y basados en el resultado del terreno y de los cálculos de capacidad de carga admisible, se podrá verificar el tipo y condiciones de la cimentación para tener una interacción adecuada y correcta entre suelo y estructura.

### **Ensayo y laboratorio**

Luego de extraer las muestras de la calicata realizada en la zona de estudio, fueron trasladados al laboratorio de Suelo de la Universidad César Vallejo la cual permitió conocer con bastante aproximación la conformación del suelo y determinar propiedades como son: estado, clasificación y resistencia.

**Tabla 5.** Ensayos Aplicados a las Muestras Extraídas

ENSAYO	NORMATIVA	PROPÓSITO
	ASTM	
Análisis Granulométrico por Tamizado	D – 422	Determinar la colación según el tamaño de las partículas del suelo.
<b>LIMITES DE ATTERBERG:</b>		
a) Límite Líquido	D – 4318	Determinar el contenido de agua entre el estado líquido y estado plástico.

b) Límite Plástico	D – 4318	Determinar el contenido de agua entre el estado plástico y estado semisólido.
c) Índice de Plasticidad	D – 4318	Determinar el nivel de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
Contenido de Humedad	D – 2216	Determinar el porcentaje (%) de humedad del suelo.
Muestreo con tubos de Pared Delgada	D – 1578	Determinar el peso volumétrico del suelo que se está explorando.
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	D – 2478	Clasificar que tipo de suelo que se está explorando.

Fuente: Elaboración Propia

### Descripción del perfil estratigráfico

La clasificación del suelo analizado está expresada según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), así como con el sistema, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

**Calicata N° 02:** E-01 (0.00 m – 1.10 m). La muestra clasifica como un suelo SP, según lo especificado en el SUCS, arena mal graduada; así un 4.17 % pasa la malla N°200; la muestra procesada no presenta LL, LP ni IP; según AASHTO la muestra califica como un suelo A-3 (0) con un contenido de humedad de 2.27%.

**Calicata N° 02:** E-02 (1.10 m – 3.00 m). La muestra clasifica como un suelo SP – SM, según lo especificado en el SUCS, arena mal graduada con limo y grava; así un 7.81 % pasa la malla N°200; la muestra procesada no presenta LL, LP ni IP; según AASHTO la muestra califica como un suelo A-1-a (0) con un contenido de humedad de 2.71% y un peso volumétrico seco de gr/cm<sup>3</sup>.



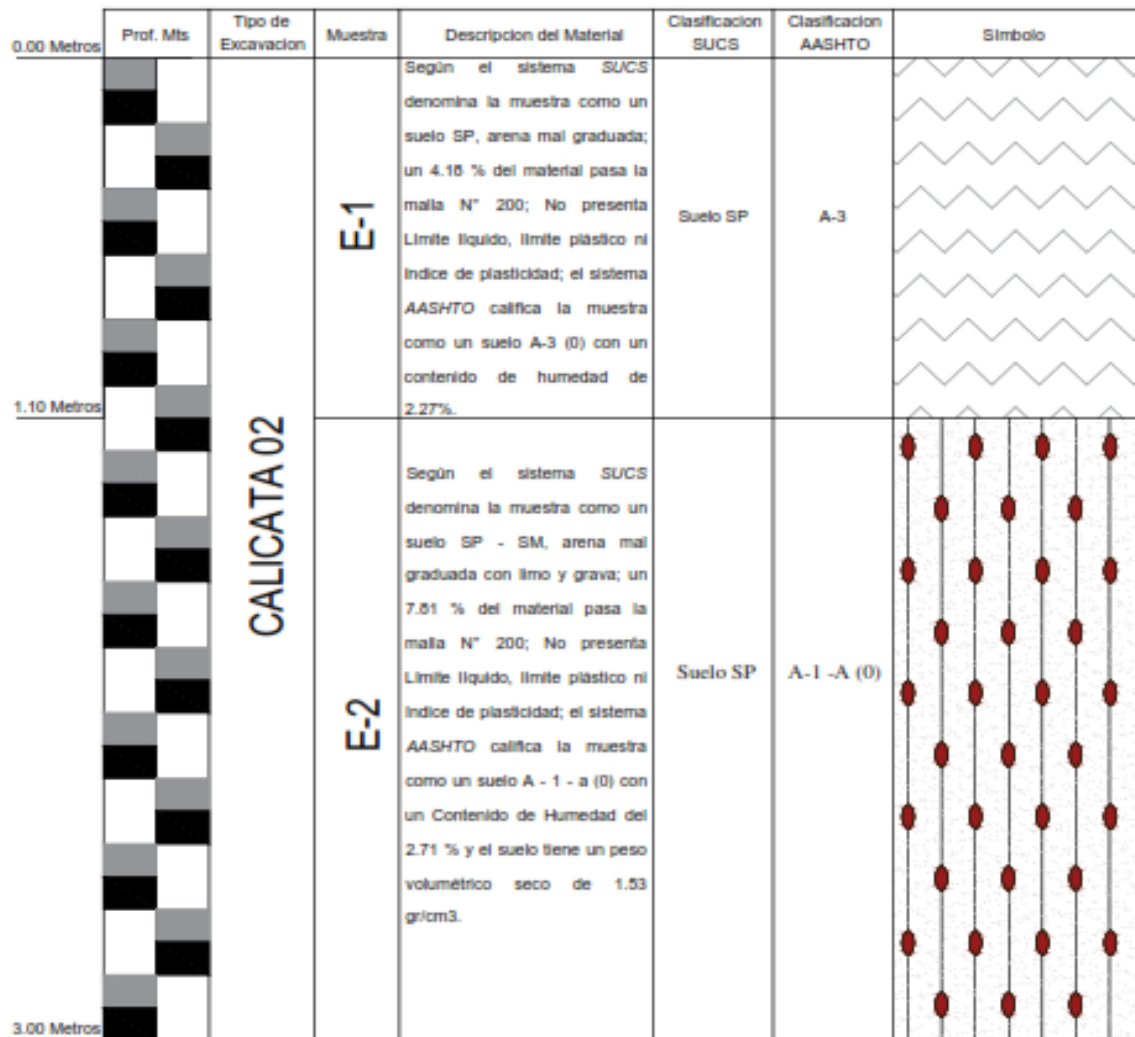


Figura 1. Perfil Estratigráfico C-02

Fuente: Elaboración Propia

### Cálculo de la capacidad portante

Para el presente cálculo se contempló un factor de seguridad para poder determinar la falla por corte, posteriormente se procedió a verificar que los asentamientos diferenciales los cuales son producidos por la presión no sean mayores que los admisibles.

### Capacidad de carga por corte:

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 arcillas y limos de baja plasticidad, considerando en nuestro caso particular un valor 3.0.

La capacidad de carga admisible ( $q_{adm}$ ), del terreno de cimentación, se realizó según la Teoría de Terzaghi (1943), en la cual sugiere que, en una cimentación corrida, se puede considerar como falla general por corte a la falla correspondiente en el suelo bajo una carga última. Para realizar los cálculos, se considera entonces, los factores de capacidad de carga  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$ .

En 1975, las investigaciones de Vesic aportaron con los factores de forma, y la fórmula que se está utilizando, incluye los factores de forma  $S_c$ ,  $S_q$ ,  $S_\gamma$ . Por tanto, la ecuación para hallar la capacidad de carga última ( $q_u$ ), es la siguiente:

Donde:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

**Factores de capacidad de carga:**

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

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

$$N_\gamma = 2(1 + N_q) \tan \phi \tan \left( \frac{1}{4} \pi + \frac{1}{5} \phi \right)$$

**Factores de forma vesic:**

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

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

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Habiéndose obtenido la capacidad de carga última ( $q_u$ ), y definido el factor de seguridad (F.S) se tiene como consecuencia, el resultado de la Capacidad de carga admisible ( $q_{adm}$ ) del suelo.

Entonces la ecuación es:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F.S}$$

Reemplazando los datos correspondientes a las condiciones de cimentación, a los resultados de laboratorio y considerando falla general por corte; se tiene como resultado, la capacidad de carga admisible. En la calicata elaborada se obtuvo una capacidad de carga admisible de 1.73 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Asentamientos**

En suelos granulares permeables y suelos finos, los asentamientos son básicamente instantáneos o inmediatos y estos pueden calcularse a partir del Método Elástico, según la ecuación siguiente:

Asentamiento inicial (s):

### **Teoría Elástica**

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

Asentamiento inmediato en cm	(S)
Relación de Poisson	(ν)
Módulo de elasticidad del suelo	(E <sub>s</sub> )
Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada	(C <sub>s</sub> )
Presión vertical cimentación circular (cuadrada)	(q)
Ancho de cimentación	(B)

Se considera que se ejerce una presión vertical igual a la capacidad de carga admisible, para realizar así el análisis de asentamientos. Así mismo por medio de tablas e informes de investigaciones publicadas se han determinado las características elásticas del suelo en el cual se va a cimentar.

## Resultados

Se desarrollo una tabla en la cual se muestra de manera resumida los resultados de los diferentes estratos que componen la calicata, con el fin de presentar las características físicas y mecánicas más sobresalientes.

**Tabla 6.** Ensayos Aplicados a las Muestras Extraídas

Nº	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	U	CALICATA	
			C – 02-E1	C – 02-E2
1	GRANULOMETRÍA			
1.01	3/8"	%	100	63.41
1.02	1/4"	%	100	59.18
1.03	4	%	99.74	54.64
1.04	10	%	96.92	43.39
1.05	40	%	92.50	26.68
1.06	60	%	76.99	19.85
1.07	200	%	4.19	7.82
2	Contenido de Humedad	%	2.27	2.71
3	Límite Líquido	%	NP	NP
4	Límite Plástico	%	NP	NP
5	Índice de Plasticidad	%	NP	NP
6	Clasificación <i>SUCS</i>	%	SP	SP – SM
7	Clasificación <i>ASSHTO</i>	%	A – 3 (0)	A – 1 – a (0)
8	Peso Específico Promedio	gr/cm <sup>3</sup>	-	2.56
9	Peso Unitario Seco	gr/cm <sup>3</sup>	-	1.53

Fuente: Elaboración Propia

### 4.4. Análisis Sismorresistente

#### Generalidades

El presente análisis se realizó siguiendo las indicaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente y consta dos bloques, aulas y laboratorio. La institución educativa público militar “Gran Mariscal Ramón Castilla” constará con 03 bloques destinados para aulas y 01 bloque destinado a laboratorios. Cada bloque se divide en 03 módulos, en el caso del bloque para

aulas, se divide en 02 módulos de 02 niveles específicos para aulas y 01 módulo de 02 niveles con servicios higiénicos y escalera, estos módulos estarán separados por juntas sísmicas. De igual manera el bloque para laboratorios se divide en 02 módulos de 02 niveles específicos para laboratorios y 01 módulo de 02 niveles con servicios higiénicos y escalera.

### **Uso de la edificación:**

Según la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.6) en la tabla N° 5 de la misma, clasifica a la estructura como Edificación Esencial, otorgando una categoría "A2".

### **Sistema estructural:**

Para el módulo de aulas se ha considerado muros de albañilería confinada en la dirección corta, eje "Y" ( $R_y=3$ ), en la dirección larga "X" se tiene un sistema de pórticos ( $R_x=8$ ), con columnas de tipo L y T para poder garantizar mayor rigidez en la estructura en ambos sentidos.

Para asegurar un mejor desempeño de la estructura, toda la tabiquería será aislada de los elementos estructurales, tanto verticales (columnas) y horizontales (vigas). Asimismo, se ha considerado un sistema de losa aligerada unidireccional de 0.25 m de espesor.

En el módulo de laboratorios se ha considerado pórticos tanto en dirección "X" y "Y" por lo tanto se tendría un ( $R_x=8$ ,  $R_y=8$ ), de igual manera se tienen columnas tipo L y T que garantizan mayor rigidez en ambas direcciones.

Asimismo, se ha considerado un sistema de losa aligerada unidireccional de 0.25 m de espesor.

El módulo servicios higiénicos considera un sistema estructural de muros de albañilería en el sentido "Y" ( $R_y=3$ ) y pórticos en el sentido "X" ( $R_x=8$ )

Asimismo, se ha considerado un sistema de losa aligerada unidireccional de 0.25 m de espesor.

### **Estudio de suelo:**

El estudio realizado a las muestras recolectadas, determino que el tipo de suelo para la cimentación tanto de los módulos aulas, laboratorios y servicios higiénicos es de arenas pobremente graduadas con grava y limos (SP – SM).

Según norma E.030 (2018)	: $S_2$
Capacidad admisible del terreno	: 1.73 kg/cm <sup>2</sup>
Profundidad mínima de cimentación	: 2.00 m
Asentamiento máximo permisible	: 0.76 cm

### **Características y propiedades de los materiales:**

#### **Concreto Armado:**

Resistencia a la Compresión del concreto,  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> para vigas, columnas, losas aligeradas y cimentaciones.

Módulo de Elasticidad del Concreto,  $E_c = 15000 \cdot \sqrt{210}$  kg/cm<sup>2</sup>

Peso Específico del Concreto Simple, 2200 kg/m<sup>3</sup>

Peso Específico del Concreto Armado, 2400 kg/m<sup>3</sup>

Módulo de Poisson para Concreto Armado,  $\nu = 0.20$

Acero Grado 60,  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>

Módulo de Elasticidad del Acero,  $E_a = 2 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup>

Peso Específico del Acero, 7850 kg/m<sup>3</sup>

#### **Medrado de cargas verticales**

Para realizar un correcto diseño de elementos estructurales, sabiendo que estos se resisten diversos esfuerzos principalmente por cargas de gravedad a lo largo de toda su vida útil, además de las posibles sollicitaciones sísmicas.

Lo óptimo es que toda edificación transfiera correctamente las cargas en todos sus elementos estructurales, siguiendo el esquema en el cual las losas transmiten hacia las vigas, estas hacia las columnas y así hasta la cimentación, la cual transferirá

hacia el suelo. En la norma E.020 Cargas (2006, p.2) se puede apreciar algunas cargas vivas estimadas según el uso que se le otorgue a la edificación.

En la edificación de estudio existen dos tipos de cargas actuantes, carga muerta (CM) y carga viva (CV). La primera corresponde al peso definido por las losas, vigas, columnas, muros portantes y no portantes, acabados e incluso de ser el caso, equipos que se encontrarán de manera permanente. La carga viva corresponde al peso de los habitantes, muebles, equipos que no se encontrarán en la edificación de forma permanente.

### **Carga Muerta:**

Peso propio de los elementos estructurales

Peso de acabados :100 kg/m<sup>2</sup>

Peso de tabiquería :150 kg/m<sup>2</sup>

Peso de losa aligerada (e=25cm) :350 kg/m<sup>2</sup>

$$WD = 600 \text{ kg/m}^2$$

### **Sobrecargas:**

De acuerdo con el uso de los ambientes se tiene:

Para la Azotea :100 kg/m<sup>2</sup>

Para el 1er nivel

Aulas, Laboratorio y SS.HH. :250 kg/m<sup>2</sup>

Corredores y escalera. :400 kg/m<sup>2</sup>

### **Albañilería:**

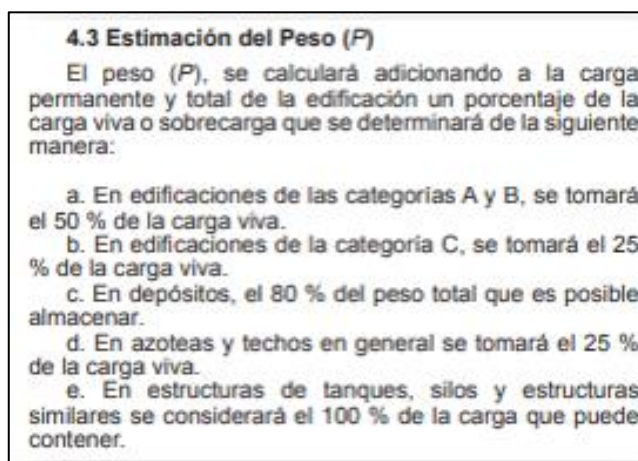
Parapeto de albañilería (h= 2.10m) :513 kg/m<sup>2</sup>

Parapetos de albañilería (h=1.35m) :285 kg/m<sup>2</sup>

### **Cálculo del peso total de la estructura**

Conforme a lo estipulado en la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.9), donde menciona que se deberá de tener en consideración adicionar a la carga total,

un porcentaje de sobrecarga según la categoría de la edificación, en el presente caso debido a que se trata de una Institución Educativa, se considera como una Edificación Esencial otorgándole así una categoría A2, por lo tanto este peso total será calculado teniendo en consideración el 50% de la carga viva.



*Figura 2. Estimación de Peso en Estructura*  
Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018)

## **Estructuración**

La estructuración de una edificación debe tener como consigna en distribuir adecuadamente los elementos estructurales de manera tal que brinde cierta rigidez en ambos sentidos.

La estructuración de los módulos de Aulas, Laboratorios y Servicios higiénicos se realizó estableciendo dos direcciones, "X" e "Y" perpendiculares entre sí, siendo edificaciones considerados por la norma técnica (E.030, 2018) como esenciales, se tuvo especial cuidado en que la estructuración sea simple y simétrica, demostrándose en la ubicación de las columnas y muros de albañilería, así como en la distancia entre ejes, adaptándose a la arquitectura propuesta. También se consideró de gran importancia la rigidez lateral, por eso es por lo que se creyó conveniente el uso de muros de albañilería en el sentido "Y". Como las edificaciones son de dos niveles, se garantizó la continuidad de la estructura en elevación. Así mismo se evitó la discontinuidad de las los aligeradas, para que de esta manera se pueda idealizar un diafragma rígido; debido a que el largo del bloque comprendido por 02 módulo de aulas y 01 módulo de servicios higiénicos, se consideró necesario el uso de juntas sísmicas para separar las estructuras.



De esta manera se realizó una estructuración simple y simétrica, que además cumple con los demás criterios mencionados.

### **Predimensionamiento de la Losa Aligerada**

En nuestro País es común el uso de losas aligeradas, debido a que son más económicas y cumplen con su función, la cual es transmitir las diversas cargas por gravedad propias de la losa con dirección a las vigas, así mismo permiten que la estructura actúe como una unidad, logrando de esta manera que cada nivel pueda comportarse uniformemente para de esta manera lograr que los elementos estructurales verticales se deformen de igual manera en cada piso.

La geometría de los aligerados típicos en el Perú, se caracteriza por estar compuesta por viguetas de 0.10 metros de ancho con un distanciamiento libre de 0.30 metros, en dónde se colocarán los ladrillos de igual dimensión, y una losa superior de 0.05 metros.

Para predimensionar el espesor (h) de las losas aligeradas en un sentido se consideró como referencia lo establecido en la norma E.060 Concreto Armado (2009, p.59).

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

Teniendo en el módulo aulas una distancia  $l_n$  de 5.86 metros, siendo esta la más crítica, se procede con el predimensionamiento el cual será el mismo para los demás módulos para que sean uniformes, debido a que están separados por juntas sísmicas.

$$h \geq \frac{5.86}{25} = 0.23 \text{ m}$$

$$\therefore h = 0.25 \text{ m}$$

Por lo tanto, se creyó considerable el uso de una losa aligerada en una dirección de 25 centímetros de espesor para los módulos de aulas, laboratorios y servicios higiénicos.

## **Predimensionamiento de Vigas**

Según las vigas se dimensionan considerando un peralte del orden de 1/10 a 1/12 de la luz libre, así mismo menciona que el ancho puede variar entre el 30% o 50% de la altura de peralte (Blanco, 1994, p.39).

Siendo considerada una edificación esencial, se debe de tener especial cuidado con los elementos estructurales, y se tiene que ser aún más conservador al momento de realizar el predimensionamiento, es por este motivo que se optó por usar el orden de 1/11 para vigas principales y secundarias.

Debido a la estructuración en el módulo de aulas, se tienen vigas principales en el eje "Y" con una luz libre máxima de 7.20 metros, y vigas secundarias en el eje "X" con una luz libre máxima de 6.00 metros. Procediendo con el predimensionamiento se obtiene:

$$h_{\text{vigas}(x)} = \frac{\text{luz}}{11} = \frac{7.2 \text{ m}}{11} = 0.655 \text{ m}$$

$$h_{\text{vigas}(y)} = \frac{\text{luz}}{11} = \frac{6.0 \text{ m}}{11} = 0.545 \text{ m}$$

Por lo tanto, el peralte de las vigas principales será de 65 centímetros con un ancho de 30 centímetros, y las vigas secundarias tendrán un peralte de 55 centímetros con un ancho de 30 centímetros.

## **Predimensionamiento de Columnas**

Debido a que el diseño realizado corresponde a un sistema mixto con muros de corte y pórticos, se permitió reducir los momentos que se ejercen en las columnas debido a fuerzas sísmicas.

Por lo tanto, se creyó conveniente colocar muros estructurales en la dirección Y-Y tanto en aulas como en los servicios higiénicos; en la dirección X-X se trabajó con un sistema de pórticos. En el caso de los laboratorios, debido a que las luces entre ejes de columnas son menores, se creyó conveniente el uso de pórticos en ambas direcciones X-X e Y-Y.

Para el predimensionamiento de las columnas, se creyó conveniente adoptar las recomendaciones del ingeniero Antonio Blanco Blasco, que indica que es

conveniente utilizar la siguiente fórmula, la cual además también es recomendada por el American Concrete Institute:

$$\text{Área de columna} = \frac{P(\text{servicio})}{\alpha f_c}$$

Donde el factor  $\alpha$  corresponde a la ubicación de la columna, según indica la siguiente tabla:

**Tabla 7.** Factor  $\alpha$  Según Ubicación de Columnas

COLUMNA	$\alpha$
Esquinada	0.35
Excéntrica	0.35
Central	0.45

Fuente: Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Blanco (1994).

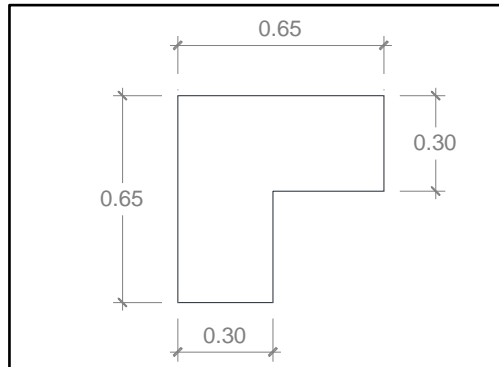
Como fin demostrativo se muestra el predimensionamiento de dos columnas, una esquinada (C1) y una central (C2), cabe destacar que, siendo una edificación considerada como Esencial, el área mínima de las columnas debe de ser 1000 cm<sup>2</sup>, pero de igual manera se debe de tener en consideración la rigidez que estas deben aportar a la estructura, motivo por el cual, debido a recomendaciones logradas a la experiencia en construcción de instituciones educativas en el Perú, se consideró necesario que las columnas tengan forma de “L” y “T”. Asimismo, las dimensiones optadas se basan en la estructuración y en la correcta conexión entre vigas y columnas, por eso se aprecia que el área real de la columna es mucho mayor que el área recomendada por el predimensionamiento.

**Tabla 8 .** Cálculo de Predimensionamiento Columnas

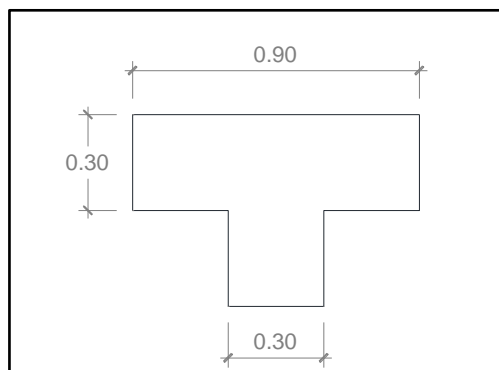
	At (m <sup>2</sup> )	N° Pisos	P. (kg/cm <sup>2</sup> )	P.servicio (kg)	A mínima (cm <sup>2</sup> )	Area (cm <sup>2</sup> )
C1	12.21	2	1500	36632.1	498.40	3000.00
C2	35.48	2	1500	106437.6	1126.32	3600.00

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan unas figuras en las cuales se pueden apreciar las dimensiones de las columnas C1 y C2 con las que se realizó el modelamiento.



*Figura 3. Dimensiones Columna C1*  
Fuente: Elaboración Propia.



*Figura 4. Dimensiones Columna C2*  
Fuente: Elaboración Propia.

### **Predimensionamiento de Muros de Albañilería**

Los muros de albañilería aportan una gran rigidez a la estructura, en el presente proyecto se creyó conveniente la inclusión de estos debido a la categoría de la edificación, la cual clasifica como Esencial.

A continuación, se realiza el predimensionamiento de los muros de albañilería del módulo Servicios higiénicos, el cual cuenta con una escalera.

#### **Densidad mínima de muros:**

Según la norma E0.70 Albañilería (2006, p.9) se procede a calcular la densidad mínima de muros portantes de acuerdo a la siguiente expresión del Artículo 19.2.

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum Lt}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Donde:

L: Longitud total de muro incluyendo columnas (m)

t: Espesor efectivo del muro (m)

A<sub>p</sub>: Área de la planta típica (m<sup>2</sup>)

N: Número de pisos del edificio

Además:

Z: Factor zona sísmica, Trujillo (zona 4), Z=0.45

U: Factor de uso, Edificación Esencial (cat. A), U=1.5

S: Factor de suelo (intermedio), S=1.05

Por lo tanto:

$$\frac{ZUSN}{56} = \frac{0.45 \times 1.5 \times 1.05 \times 2}{56} = 0.0253$$

Se puede apreciar en la Tabla 9, la longitud de muros, su espesor, área de corte, así como el número de veces en las que se repiten, para de esta manera verificar que la densidad en la dirección analizada sea mayor a la mínima requerida.

**Tabla 9.** Verificación de Densidad De Muros

MURO	LONGITUD	ESPESOR	ÁREA	N° VECES	ÁREA TOTAL
Y1	10.4	0.13	1.352	2	2.704
Y2	5.2	0.13	0.676	1	0.676
Y3	2.95	0.24	0.708	1	0.708
SUMA TOTAL					4.088
ÁREA TECHADA					113.275
DENSIDAD DE MUROS					0.0361

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 9 podemos apreciar el resultado de la densidad de muros en el sentido Y, la cual es 0.0361 y es aproximadamente mayor en un 30% a la mínima requerida que es 0.0253.

Debido a que se consideró que la estructura tiene un sistema dual, no se consideraron muros de albañilería en el sentido X.

### **Predimensionamiento de Escaleras**

Considerando a las escaleras como accesos a distintos niveles en una edificación, es realmente importante que éstas sean correctamente dimensionadas para garantizar que no fallen. En el proyecto la escalera se encuentra ubicada en el módulo de Servicios higiénicos. Debido al comportamiento sísmico que esta tiene, generando una cantidad considerable de torsión, se ubicaron muros de albañilería a los costados de estas y al centro, para de esta manera poder reducir los efectos negativos.

Por el lado arquitectónico, se realizó un predimensionamiento considerando lo mencionado en la norma A.010 Condiciones Generales de Diseño (2014, p.6), en la cual menciona que la suma del paso y dos veces el contra paso debe estar en el rango de 60 a 64 cm, por lo tanto, se realizó el diseño con las siguientes medidas:

Paso: 30 cm

Contra paso: 16 cm

Verificación:  $30 + 2(16) = 62$  cm

Siendo una institución educativa, el paso de 30 cm se considera recomendable debido a la gran cantidad de estudiantes que harán de uso de la escalera, para garantizar que no ocasionen accidentes de cualquier tipo.

Estructuralmente se consideró recomendable que la garganta sea de 18 cm debido a la altura de techo.

## Modelamiento estructural

### Parámetros Sísmicos

#### Zonificación:

Según la norma vigente en el Perú, en nuestro territorio existen 4 zonas sísmicas como se puede apreciar en la Figura 5. La zonificación que proponen en la norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.4) tiene diversos aspectos según los cuáles se han tenido como referencia para poder hacer la división de las 4 zonas; los aspectos más resaltantes son las particularidades de los sismos y su relación de disminución con la distancia epicentral, de igual manera se tiene mucha consideración en la información geotécnica.



*Figura 5. Zonas Sísmicas*

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018)

La institución educativa correspondiente al presente estudio se ubica en La Libertad, ubicándose en la zona 4, de manera que se le asignará un factor  $Z = 0.45$ , según se aprecia en la Tabla 10. El factor  $Z$  mencionado, tiene una interpretación relacionada con la aceleración máxima horizontal en un suelo de tipo rígido con una expectativa de 10% de poder ser excedida en 50 años.

**Tabla 10. Factores de Zona**

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018)

**Condiciones geotécnicas:**

**Perfil de suelo**

Mediante el estudio realizado por los tesisistas, se supo que el suelo del estudio se clasificó como arenas pobremente graduadas con grava y limos. De esta manera se pudo identificar que el suelo clasifica como un Perfil Tipo S2: Suelo Intermedio. Según la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.5) los suelos con este perfil son medianamente rígidos.

**Parámetros de sitio (S, TP y TL)**

Para seleccionar un adecuado factor de amplificación del suelo “S”, así como de los periodos “T<sub>P</sub>” y “T<sub>L</sub>”, se considera el perfil que más se adecúe a los descrito en las condiciones locales de estudio, para este caso se clasificó como un perfil tipo S2, mediante el uso de las tablas 11 y 12, podremos ubicar los valores que requerimos para nuestro análisis.

**Tabla 11. Factores de Suelo**

FACTORES DE SUELO “S”				
ZONA \ SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018)



**Tabla 12.** Periodos  $T_P$  y  $T_L$

PERIODOS " $T_P$ " Y " $T_L$ "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
$T_P$ (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
$T_L$ (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018)

Según la tabla 11, en la cual comparamos la Zona vs el perfil de suelo, podemos identificar que el factor de suelo a utilizarse en el análisis es  $S=1.05$ .

Asimismo, en la tabla 12 identificamos mediante el perfil de suelo los valores para los periodos  $T_P$  y  $T_L$ , los cuales son 0.60 y 2.00 respectivamente.

### **Factor de ampliación sísmica (C)**

Según la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p. 6), el valor del factor de ampliación sísmica se define por las siguientes expresiones:

Si  $T < T_P$ , entonces  $C=2.50$

Si  $T_P < T < T_L$ , entonces  $C = 2.50 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$

Si  $T > T_L$ , entonces  $C = 2.50 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$

Siendo:

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

Donde:

$T$ : Periodo Fundamental de Vibración

$h_n$ : Altura total de la edificación en metros

$C_T$ : Coeficiente para estimar el periodo fundamental, el cual varía dependiendo del tipo de sistema estructural. Con una altura de 6.50m, y teniendo pórticos en sentido "X" y albañilería confinada en "Y", se puede calcular el valor del Periodo Fundamental de Vibración de la siguiente manera:

$$T_x = \frac{6.50}{35} = 0.186$$

$$T_y = \frac{6.50}{60} = 0.108$$

Comparando con la primera expresión para poder calcular el factor de amplificación sísmica,  $T_{x,y} < T_P$ :

$$\text{Siendo } T_x < T_P, 0.186 < 0.60$$

$$T_y < T_P, 0.108 < 0.60$$

Podemos apreciar que se cumple la condición por lo tanto el valor de C en ambas direcciones será de 2.50

### **Categoría de edificación y factor de uso (U)**

Como institución educativa, según la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.6) en la tabla N° 5 de la misma, clasifica a la estructura como Edificación Esencial, otorgando una categoría "A2".

El factor de uso de la categoría "A2" es de 1.50.

### **Análisis dinámico**

Se realizó según lo indicado en norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.10), usando la combinación cuadrática completa (CQC). Teniendo en consideración el suelo, las singularidades de la estructura y sus condiciones de uso.

### **Espectro de Pseudo Aceleraciones**

Según la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.10), se utilizó el siguiente Espectro Inelástico de Pseudo Aceleraciones para cada dirección horizontal analizada:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} \times g$$

Donde:

**Sa:** Aceleración Espectral

**Z:** Factor de Zona

**U:** Factor de Uso

**C:** Coeficiente de Amplificación

**S:** Factor de Suelo

**R:** Coeficiente de Reducción Sísmica

**g:** Aceleración de la Gravedad

Además, en la figura 6 se puede apreciar la verificación de las irregularidades. En la figura 7 se pueden apreciar los gráficos de espectro pseudo aceleraciones en el sentido X como en Y.

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</b>	<b>DIRECCION X</b>		<b>DIRECCION Y</b>	
Irregularidad de rigidez - piso blando	NO	1	NO	1
Irregularidad de resistencia - piso debil	NO	1	NO	1
Irregularidad extrema de rigidez	NO	1	NO	1
Irregularidad Extrema de resistencia	NO	1	NO	1
Irregularidad de mas o peso	NO	1	NO	1
Irregularidad de geometria vertical	NO	1	NO	1
Discontinuidad de los sistemas de resistentes	NO	1	NO	1
Discontinuidad extremas de los sistemas de resistentes	NO	1	NO	1
<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</b>	<b>DIRECCION X</b>		<b>DIRECCION Y</b>	
Irregularidad torsional	NO	1	NO	1
Irregularidad torsional extrema	NO	1	NO	1
Esquinas entrantes	NO	1	NO	1
Discontinuidad del diafragma	NO	1	NO	1
Sistemas no paralelos	NO	1	NO	1

*Figura 6.* Control de irregularidades

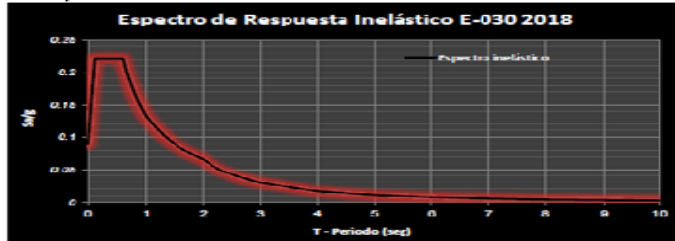
Fuente: Elaboración propia

ZONA (Z)	4
CATEGORIA (U)	ESENCIAL - A
FACTOR DE SUELO (S)	S2
SISTEMA ESTRUCTURAL	Alebradura Armada o confinada

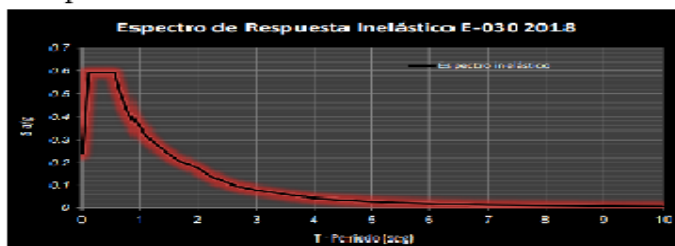
  

Z	=	0.45
U	=	1.50
S	=	1.05
R <sub>0</sub>	=	8
R	=	8
T <sub>p</sub>	=	0.5
T <sub>l</sub>	=	2.0

Espectro en X-X



Espectro en Y-Y



T	C	(ZUCS/R)	(ZUCS/R)
0	1.0	0.08859375	0.23625
0.02	1.3	0.110742188	0.2953125
0.04	1.5	0.132890625	0.354375
0.06	1.8	0.155039063	0.4134375
0.08	2.0	0.1771875	0.4725
0.1	2.3	0.199335938	0.5315625
0.12	2.5	0.221484375	0.590625
0.14	2.5	0.221484375	0.590625
0.16	2.5	0.221484375	0.590625
0.18	2.5	0.221484375	0.590625
0.2	2.5	0.221484375	0.590625
0.25	2.5	0.221484375	0.590625
0.3	2.5	0.221484375	0.590625
0.35	2.5	0.221484375	0.590625
0.4	2.5	0.221484375	0.590625
0.45	2.5	0.221484375	0.590625
0.5	2.5	0.221484375	0.590625
0.55	2.5	0.221484375	0.590625
0.6	2.500000000	0.221484375	0.590625
0.65	2.307692308	0.204447115	0.545192308
0.7	2.142857143	0.18984375	0.50625
0.75	2.000000000	0.1771875	0.4725
0.8	1.875000000	0.166113261	0.44296875
0.85	1.764705882	0.156341912	0.416911765
0.9	1.666666667	0.14765625	0.39375
0.95	1.578947368	0.139884868	0.373026316
1	1.500000000	0.132890625	0.354375
1.1	1.363636364	0.120809659	0.322159091
1.2	1.250000000	0.110742188	0.2953125
1.3	1.153846154	0.102228558	0.272596154
1.4	1.071428571	0.094921875	0.253125
1.5	1.000000000	0.08859375	0.23625
1.6	0.937500000	0.083056641	0.221484375
1.7	0.882352941	0.078170956	0.208455882
1.8	0.833333333	0.073828125	0.196875
1.9	0.789473684	0.069942434	0.186513158
2	0.750000000	0.066445313	0.1771875
2.1	0.680272109	0.060267857	0.160714286
2.2	0.619834711	0.054913481	0.14643595
2.3	0.567107750	0.050242202	0.133979206
2.4	0.520833333	0.046142578	0.123048875
2.5	0.480000000	0.042525	0.1134
2.6	0.443786882	0.039316753	0.104844675
2.7	0.411522634	0.036458333	0.097222222
2.8	0.382653061	0.03390067	0.090401786
2.9	0.356718193	0.031603002	0.084274673
3	0.333333333	0.02953125	0.07875
4	0.187500000	0.016611326	0.044296875
5	0.120000000	0.01063125	0.02835
6	0.083333333	0.007382813	0.0196875
7	0.061224490	0.005424107	0.014464286
8	0.046875000	0.004152832	0.011074219
9	0.037037037	0.00328125	0.00875
10	0.030000000	0.002657813	0.0070875

Figura 7. Resumen de Espectro de Pseudo Aceleraciones  
Fuente: Elaboración propia

### Criterios de Combinación

Se ha trabajado con la Combinación Cuadrática Completa (CQC), calculado para cada modo de vibración y en cada dirección.

Mediante la aplicación de estos criterios de combinación se ha podido obtener la respuesta máxima de las fuerzas internas en los elementos de la edificación, de igual manera para la fuerza cortante en la base y entrepisos, momentos de volteo y desplazamientos totales y relativos de cada nivel.

Se debe de tener en consideración los modos de vibración en las que la suma de sus masas efectivas llegue por lo menos al 90% de la masa de la edificación, generalmente se toman los tres primeros modos en cada sentido de análisis.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Modal	1	0.225	0.8702	0	0	0.8702	0	0
Modal	2	0.087	0	0.9334	0	0.8702	0.9334	0
Modal	3	0.074	4.628E-05	0	0	0.8702	0.9334	0
Modal	4	0.065	0.1297	0	0	0.9999	0.9334	0
Modal	5	0.033	0	0.0666	0	0.9999	1	0
Modal	6	0.028	0.0001	0	0	1	1	0

*Figura 8. Participación Modal en Aulas*

Fuente: Elaboración propia

## Resultados de Análisis de Superposición

Se presentan los resultados de del análisis y superposición, correspondientes a los desplazamientos laterales y control de giro de planta.

## Desplazamientos Laterales

En la figura 9 se puede apreciar los desplazamientos para cada nivel de la estructura correspondiente a las aulas. Se aplicó en el programa el factor de 0.75R, debido a que es una estructura regular, para de esa manera obtener directamente los desplazamientos, según se indica en la norma vigente. Por lo tanto, basándonos en la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.11) debemos respetar que el límite correspondiente a la máxima deriva correspondiente al material, siendo concreto armado, la deriva máxima permitida es 0.007, de tal modo los valores mostrados en la figura 9 no deben de superar dicho valor.

## Control de Derivas

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story2	DRIF X-X Max	X	0.003612	4	24.74	0	6.55
Story2	DRIFT Y-Y Max	Y	0.000385	292	24.74	8.65	6.55
Story1	DRIF X-X Max	X	0.002995	15	18.63	2.4	3.35
Story1	DRIFT Y-Y Max	Y	0.000526	292	24.74	8.65	3.35

*Figura 9. Control de derivas*

Fuente: Elaboración propia

Podemos apreciar que las derivas tanto del primer nivel como del segundo, en el sentido X y Y, no sobrepasan los valores permitidos en la norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

### **Control de Giro de Planta**

Según la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.8) existe una irregularidad torsional cuando el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga).

Asimismo, la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.8) indica que se debe de realizar esta comprobación si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible, el cual, debido al tipo de material, es 0.007.

Por lo que en la siguiente tabla se muestra la comprobación de que no es necesario el cálculo de control de irregularidad torsional debido a que el desplazamiento relativo no es mayor al desplazamiento permisible por la norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018).

**Tabla 13.** *Comprobación de Control de Giro de Planta*

Nivel	Combinación	Sentido	Desplazamiento relativo	Desplazamiento permisible	Desp. Rel. es mayor al 50% del permisible
Piso 1	DRIFT-X. Max	X	0.003612	0.007	No
Piso 1	DRIFT-Y. Max	Y	0.002995	0.007	No

Fuente: Elaboración Propia

### **Fuerza Cortante de Diseño**

#### **Fuerza Cortante Mínima en la Base**

En la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.10) indica que las fuerzas cortantes del análisis dinámico deben tener como mínimo el 80% del cortante del análisis estático, por lo que a continuación se realizará la comprobación.

Esto se realizará comprobando que el cortante dinámico tanto en los ejes X y Y sea mayor al 80% del cortante estático.

Base Reactions

ad	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	
▶	-90.4773	0	0	0	-467.1941	509.1553	0
	0	-241.2457	0	1245.7103	0	-3282.6301	0
	79.2552	8.572E-07	0	4.265E-06	412.6088	438.3629	0
	2.336E-06	192.7444	0	972.1059	4.366E-06	2622.6731	0

*Figura 10. Cortante por Análisis Estático y Dinámico*  
Fuente: Elaboración Propia

**A continuación, realizaremos la comparación:**

Cortante por análisis estático en la base en XX: 90.4773

Cortante por análisis estático en la base en YY: 241.2457

Cortante por análisis estático en la base en XX al 80%: 72.3818

Cortante por análisis estático en la base en YY al 80%: 192.744

Por lo tanto, teniendo las siguientes cortantes basales por el análisis dinámico:

Cortante por análisis dinámico en la base en XX: 84.7457

Cortante por análisis dinámico en la base en YY: 234.7214

Realizando la comparación, teniendo en consideración que el cortante en base del análisis dinámico debe de ser mayor al cortante en base del análisis estático al 80%, siendo una estructura regular.

**Tabla 14 . Comparación de Cortantes en Base**

Sentido	Cortante Dinámico (Vdinámico)	Cortante Estático al 80% (Vestático al 80%)	Vdinámico es mayor a Vestático al 80%
X-X	84.7457	72.3818	Si
Y-Y	234.7214	192.744	Si

Fuente. Elaboración Propia

Debido a que las fuerzas de corte dinámico son mayores al 80% de las fuerzas de corte estático, no es necesario acomodar el factor de escala de la cortante dinámica.

#### **Junta de separación sísmica**

Para poder garantizar que la estructura sea regular, se debió separar ciertos ambientes, por lo que según mencionar la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.11) debe de existir una separación entre estas estructuras colindantes para de esta manera impedir que colisionen en caso de un sismo, esta no puede ser menor que 0.006 de la altura total de la edificación.

Teniendo la edificación una altura de 6.50 metros, la separación no puede ser menor que  $0.006 * 6.50 = 0.039$  m, por lo tanto, se asume una separación sísmica de 5 cm.

#### **4.5. Diseño y análisis estructural**

Para poder realizar el diseño y análisis de la estructura se utilizaron las siguientes normas técnicas:

Normas Técnicas de Infraestructura Educativa (criterios de diseño estructural)

Norma Técnica E.020 (2006) – Cargas

Norma Técnica E.030 (2018) – Diseño Sismorresistente

Norma Técnica E.050 (2018) – Suelos y cimentaciones

Norma Técnica E.060 (2009) – Concreto armado

Norma Técnica E.070 (2006) – Albañilería

#### **Diseño de los elementos estructurales**

Teniendo una estructura la cual posee un sistema aporticado en un sentido y de albañilería en el otro, se debe de tener en especial consideración con los elementos estructurales, ya que el correcto diseño de estos va a garantizar la seguridad de sus habitantes, teniendo en especial consideración debido a que se trata de una estructura importante. Por lo que basándose en el predimensionamiento realizado, debemos de diseñar los elementos estructurales con buena rigidez, que garanticen



que se cumpla con lo indicado en la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018, p.9).

### **Diseño de losas aligeradas**

Las losas aligeradas son comúnmente usadas en el Perú debido a que son económicas, la geometría de esta se caracteriza por estar compuesta por viguetas de 0.10 metros de ancho con un distanciamiento libre de 0.30 metros, en dónde se colocarán los ladrillos de igual dimensión, y una losa superior de 5 centímetros.

El análisis de las losas se realizará mediante la combinación de carga siguiente:

$$CU=1.4 CM + 1.7 CV$$

### **Diseño por flexión**

Para realizar el diseño por flexión se ha considerado a la losa aligerada como una viga T, entonces, para los momentos positivos se deberá asumir una sección rectangular de 0.40 m de ancho con espesor de 0.05m y para los momentos negativos una sección de 0.10m de ancho.

Para calcular la cuantía de acero necesaria por flexión, se utilizaron tablas de diseño, de donde se pudieron asociar el parámetro  $K_u$  con el valor de la cuantía necesaria, siendo:

$$K_u = \frac{M_u}{bd^2}$$

Donde:

**$M_u$** : Momento último

**$b$** : Ancho de la sección

**$d$** : Peralte efectivo de la sección

Se verificó la distancia del bloque de compresiones “a” con la expresión:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

Según lo que menciona la norma E.060 Concreto Armado (2009, p. 66) para secciones rectangulares y en "T", se puede calcular el área de acero mínimo con la siguiente expresión

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.7\sqrt{f'_c}b_wd}{f_y}$$

Partiendo del hecho que el acero colocado es mayor o igual a 1.3 veces el área de acero calculada, reemplazando en la fórmula anterior con  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , se puede obtener una relación de acero mínimo con relación a  $b_wd$ , el cual sería que para secciones rectangulares con las características mencionadas anteriormente, el acero mínimo es del orden de 0.24% de  $b_wd$ .

Tendiendo además en consideración que la norma E.060 Concreto Armado (2009, p. 66) menciona que la cuantía de acero será como máximo mayor en un 75% de la cuantía balanceada.

### **Diseño por corte**

En el caso de las losas aligeradas, el concreto debe de absorber todos los esfuerzos cortantes, debido a que no se cuentan con estribos que realicen esa función como en el caso de las vigas. Debido a lo mencionado se calculó la resistencia de diseño con la siguiente fórmula, en la cual se realiza un incremento del 10% según menciona la norma E.060 Concreto Armado:

$$\phi V_c = 1.1 \times \phi \times 0.53\sqrt{f'_c}b_wd$$

Habiendo realizado la aplicación de la fórmula anterior se procedió a verificar que la resistencia al cortante del aligerado sea mayor que la fuerza cortante última, para determinar si es necesario realizar un ensanche de vigueta, y en el peor de los casos un aumento de peralte o de calidad de concreto.

### **Refuerzo por contracción y temperatura**

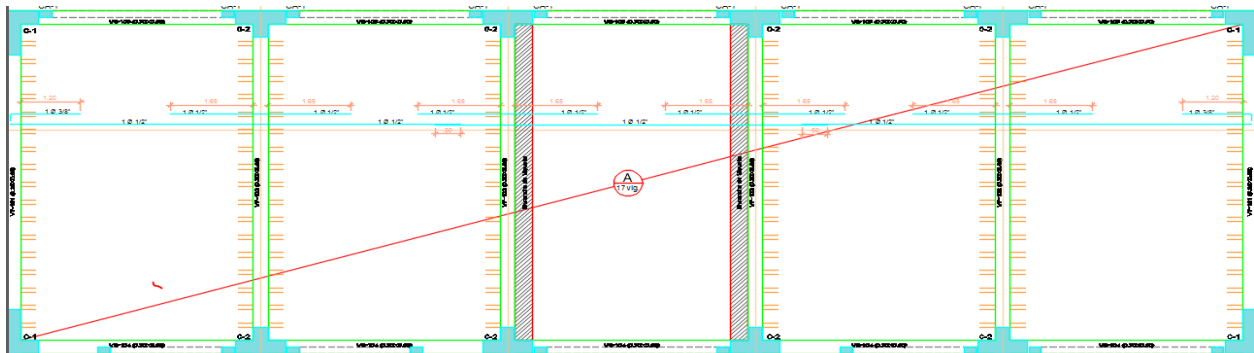
La principal función del refuerzo por contracción y temperatura es controlar que en la losa no se generen fisuraciones debido a los cambios volumétricos del concreto. Por lo tanto, la norma técnica E.0.60 proporciona la siguiente tabla con cuantías necesarias según el tipo de refuerzo.

**Tabla 15. Cuantía Refuerzo Contracción y Temperatura**

Tipo de barra	$\rho$
Barras lisas	0.0025
Barras corrugadas con $f_y < 4200 \text{ kg/cm}^2$	0.0020
Barras corrugadas o malla de alambre (liso o corrugado) de intersecciones soldadas, con $f_y \geq 4200 \text{ kg/cm}^2$	0.0018

Fuente. Norma E.060 Concreto Armado (2009)

**Losa Aligerada de Primer Nivel Laboratorios**

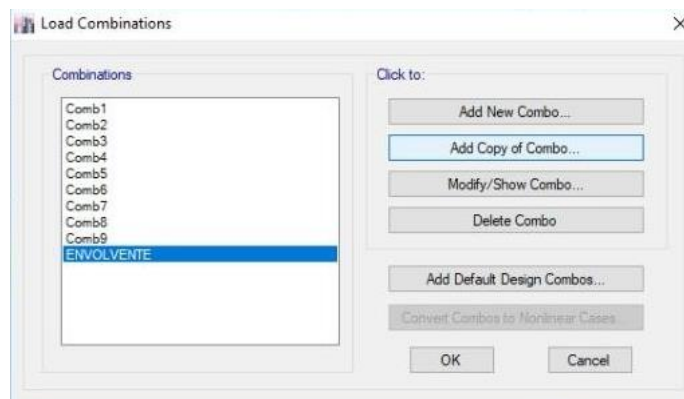


**Figura 11. Losa Aligerada de Primer Nivel Laboratorios**

Fuente: Elaboración propia

**Diseño de vigas**

En el presente proyecto las vigas serán diseñadas de concreto armado, cumpliendo la función principal de soportar las cargas y de igual manera, transmitirlas a las columnas y/o muros de albañilería.



**Figura 12. Creación de Combinaciones y Envolverte**

Fuente: Elaboración propia.

**Diseño por Flexión:** La norma E.060 Concreto Armado (2009, p.64) indica que el momento actuante debe ser menor o igual que el resistente. Como ejemplo se tomó la viga VP – 102 que cuenta con 3 tramos de sección 0.30 x 0.65 metros, considerando el voladizo

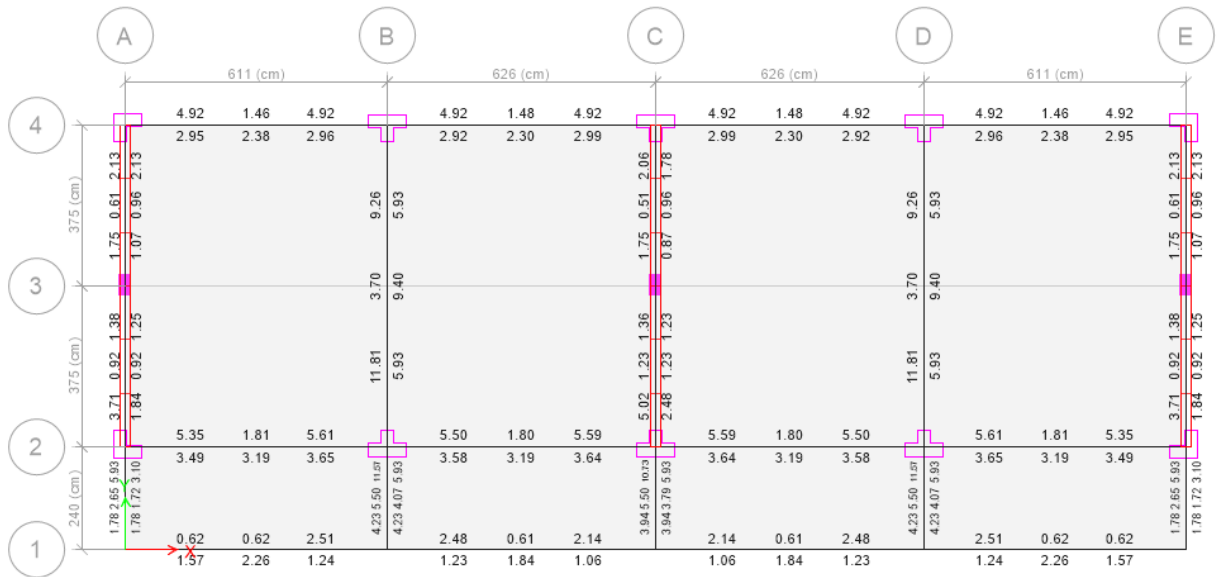


Figura 13. Vigas del Módulo Aulas

Fuente: Elaboración Propia

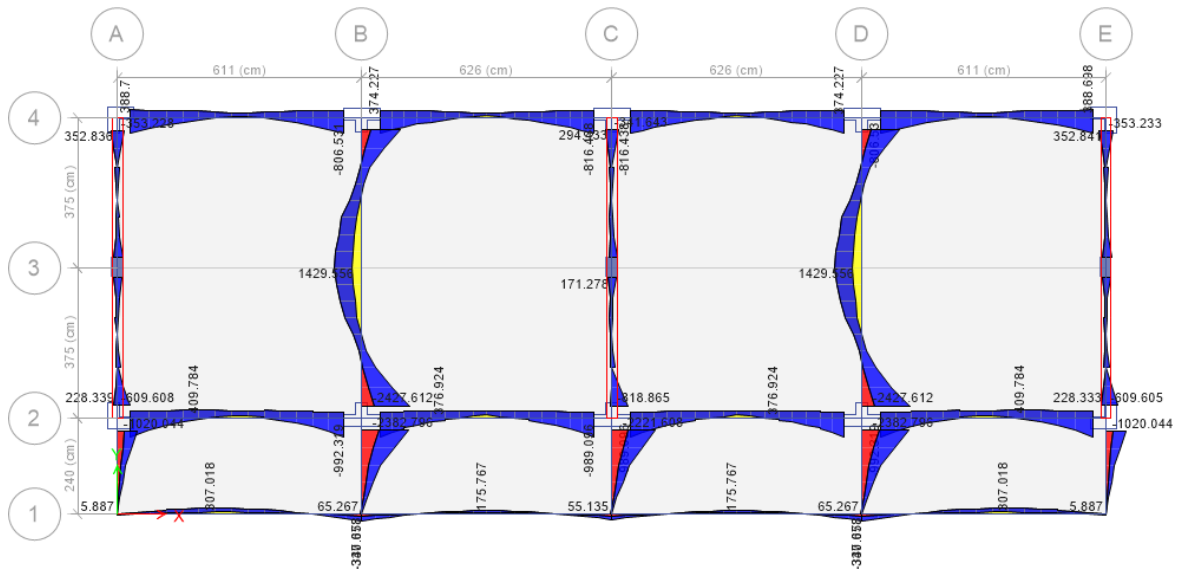
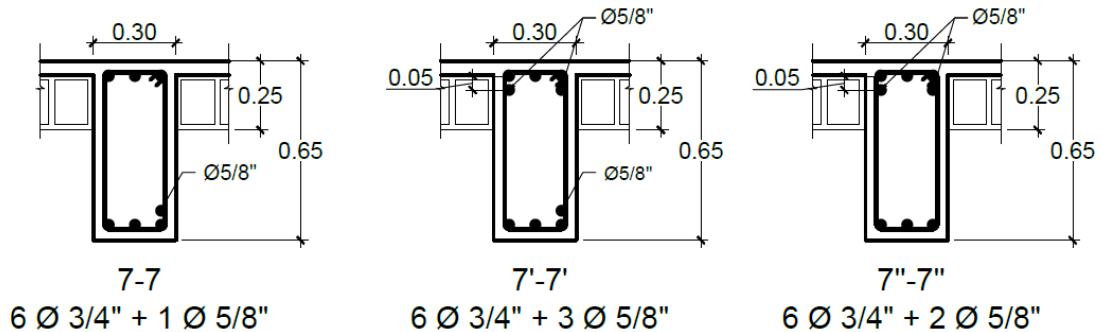


Figura 14. Envolvente de Momentos (Tn-m)

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis realizado en el programa, se obtuvo que en la viga VP – 102 actúa un momento flector de 10.666, con una resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, un peralte

efectivo de 0.59 metros, en el tramo Y4 – Y2 se requiere 6 Ø 3/4" para el refuerzo longitudinal, con bastones 3 Ø 5/8", mientras que para el voladizo en el tramo Y2 – Y1 se necesitó 6 Ø 3/4" como refuerzo longitudinal con bastones 2 Ø 5/8".



*Figura 15. Corte del Refuerzo de las Viga VP-102 en Aulas*  
Fuente: Elaboración propia.

### Diseño por corte

Ubicándose el proyecto en una zona caracterizada por ser altamente sísmica, es común que las vigas sean diseñadas teniendo en cuenta varias consideraciones para que de esta manera éstas no fallen, de igual manera por la geometría de éstas, es muy probable que la cortante sea superior que la capacidad resistente de cortante del concreto, por lo que se debe de utilizar estribos obligatoriamente.

Teniendo como contemplación a las fuerzas cortante últimas ( $V_u$ ) obtenidas del programa, a una distancia del peralte efectivo de la cara de apoyo, se procedió a realizar el diseño correspondiente.

Según lo indicado en la norma E.060 Concreto Armado (2009, p.76), se realizó el cálculo de la resistencia al corte del concreto ( $V_c$ ), para que, de esta manera, sumada con la resistencia nominal a cortante del refuerzo ( $V_s$ ) sea mayor al cortante de última.

La norma E.060 Concreto Armado (2009, p.75) indica que la resistencia nominal debe ser mayor o igual que la cortante última.

### Espaciamiento de estribos

Según la norma E.060 Concreto Armado (2009, p. 160) se indica que el espaciamiento máximo para los estribos en una viga son los siguientes: El primer estribo debe estar a 0.05 metros de la cara de

apoyo; 1/4 del peralte efectivo; 8 veces diámetro de barra longitudinal;  
24 veces el diámetro de barra de estribo de confinamiento; 0.30 m.

A continuación, teniendo los datos se realizará el diseño por corte:

$$W_d = 1.961 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

$$ln = 3.125 \text{ m}$$

$$W_d = \text{Carga muerta}$$

$$ln = \text{Longitud nominal}$$

$$W_l = 0.410 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

$$Acc = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$W_l = \text{Carga viva}$$

$$Acc = \text{Acero colocado}$$

$$W_u = 1.25x(W_d + W_l) = 2.964 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

$$dbt = \frac{3}{8}x 2.54 \text{ cm}$$

$$W_u = \text{Carga ultima}$$

$$dbt = \text{Diametro de la barra del estribo}$$

$$V_u = \frac{W_u \cdot ln}{2} + \frac{M_{np} + M_{nn}}{ln} = 10.666 \text{ tonnef}$$

$$Av = 2 \cdot Acc = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$V_u = \text{Cortante ultima}$$

$$Av = \text{Acero vertical}$$

$$V_s = \frac{V_u}{0.85} = 12.548 \text{ tonnef}$$

$$V_s = \text{Cortante necesaria}$$

$$s_1 = \frac{Av \cdot fy \cdot dn}{V_s} = 43.36$$

$$s_2 = \frac{dn}{4} = 12.75 \text{ cm}$$

$$s_3 = 10 \cdot dbt = 12.7 \text{ cm}$$

$$s_4 = 24 \cdot dbt = 22.86 \text{ cm}$$

$$s_5 = 30 \text{ cm}$$

S= Espaciamiento de estribos

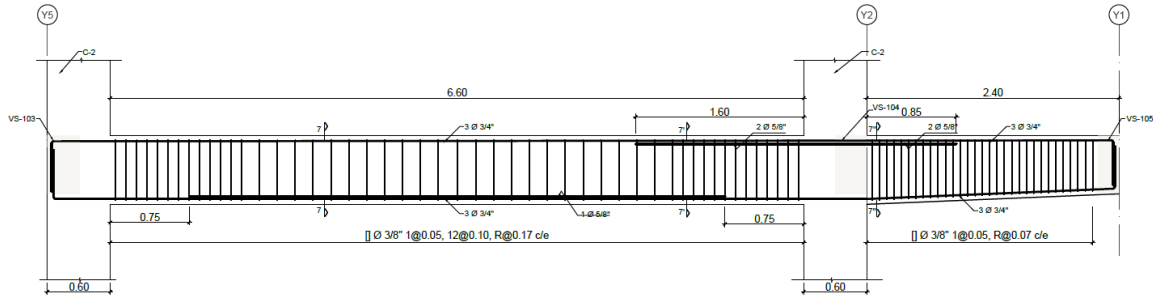
### **Zona $\leq 2h$**

Usar estribos  $\emptyset 3/8''$ : 1 @ 0.05 m, 12 @ 0.10 m

### **Zona $> 2h$**

Usar estribos  $\emptyset 3/8''$ : Rsto. @ 0.17 m

Entonces, se utilizarán estribos de 3/8 en espacios 1 @ 0.05 m, 12 @ 0.10 m y Rsto. @ 0.17 m. A continuación, se muestra el desarrollo de la viga VP - 102:



DETALLE DE VIGAS EJE X4 VP-102 0.30X0.65 (DEL 1° NIVEL)  
ESCALA 1:50

Figura 16. Desarrollo de Viga VP – 102 en Aulas

Fuente: Elaboración propia

## Diseño de Columnas

### Diseño por flexo compresión

Según lo mencionado en la norma E.060 Concreto Armado (2006, p.162) la cuantía de refuerzo longitudinal no debe ser menor que 1% ni mayor que 6% del área total de la sección transversal.

Para realizar el diseño por corte, se tuvo presente que la resistencia nominal a flexión ( $M_n$ ) ubicada en los extremos del elemento junto con la fuerza axial amplificada ( $P_u$ ) fueron consideradas para el cálculo.

Donde la fuerza cortante amplificada se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$V_U = \frac{M_{pr\ top}^+ + M_{pr\ bot}^-}{L_n}$$

De igual manera, se calcula la resistencia del concreto por corte con la fórmula siguiente:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * b * d * \left(1 + \frac{0.0071 * Nu}{A_g}\right)$$

Donde:

$N_u$ = Carga axial última

$A_g$ = Área bruta de la columna

El aporte de acero se obtiene por la siguiente expresión:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Entonces se debe cumplir lo siguiente:

$$\phi(V_s + V_c) \geq V_u$$

### Espaciamiento en estribos

En la norma E.060 Concreto Armado (2009, p. 163) indica que la separación de estribos no debe exceder la menor de: 1/3 de la dimensión mínima de la columna; 6 veces el diámetro del refuerzo longitudinal o 0.10 m.

Asimismo, la norma E.060 Concreto Armado (2009, p. 163) menciona que la longitud de confinamiento no debe ser menor que lo mayor de: la mayor dimensión de la sección de la columna; 1/6 de luz libre del elemento o 0.50m

A continuación, se muestra como ejemplo el diseño de columna C3 de sección 0.25 x 0.50m, respetando lo que indica la norma E.060 Concreto Armado correspondiente a la cuantía mínima. iza como ejemplo de diseño la columna C-3 de sección 25 x 50 cm.

$$p_{min}: 1.0\%; p_{max}: 4.0\%$$

$$b=25cm, h=50cm$$

$$A_s \text{ min}: 0.01 \cdot 25 \cdot 50 = 12.5cm^2$$

$$A_s \text{ max}: 0.04 \cdot 25 \cdot 50 = 50cm^2$$

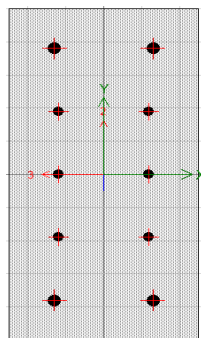


Figura 17. Colocación de Acero de 4 Ø 5/8" + 6 Ø 1/2"

Fuente: Elaboración propia

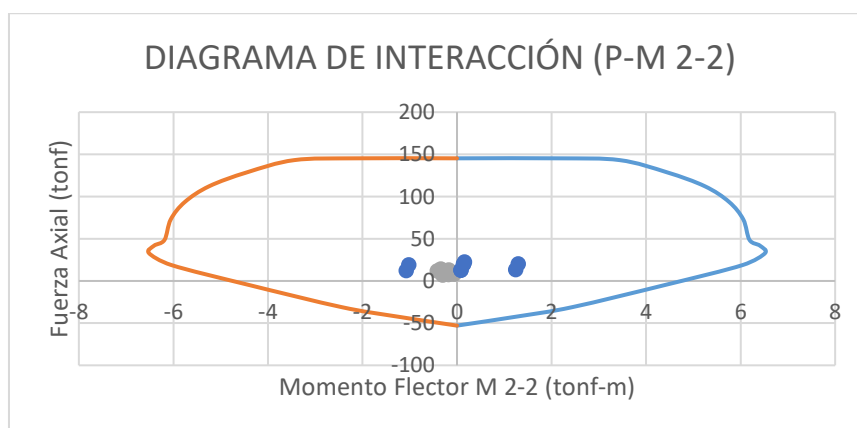


**Tabla 16. Fuerzas Internas de Columna 25\*50cm (C-3)**

FUERZAS INTERNAS (TOP)					
Load Case/Combo	P (tonf)	V2 (tonf-m)	V3 (tonf-m)	M2 (tonf-m)	M3 (tonf-m)
MUERTA	8.5344	0.014	0.064	-0.2013	0.0038
VIVA	1.4119	0.0005	0.0119	-0.0355	-0.0001
SDINX Max	0.5862	0.0003	0.4675	0.1212	0.0002
SDINY Max	0.007	0.0912	0.0002	0.0002	0.3591
COMB 1	14.34839	0.02045	0.10983	-0.34217	0.00515
COMB 2	13.019075	0.018425	0.562375	-0.1748	0.004825
COMB 3	11.846675	0.017825	-0.372625	-0.4172	0.004425
COMB 4	12.439875	0.109325	0.095075	-0.2958	0.363725
COMB 5	12.425875	-0.073075	0.094675	-0.2962	-0.354475
COMB 6	8.26716	0.0129	0.5251	-0.05997	0.00362
COMB 7	7.09476	0.0123	-0.4099	-0.30237	0.00322
COMB 8	7.68796	0.1038	0.0578	-0.18097	0.36252
COMB 9	7.67396	-0.0786	0.0574	-0.18137	-0.35568

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la resistencia a compresión de concreto de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y la distribución de acero de la Figura 17, se obtuvieron los siguientes diagramas de iteración.



**Figura 18. Diagrama de Interacción para la Columna C-3 en el Eje Y**

Fuente: Elaboración propia

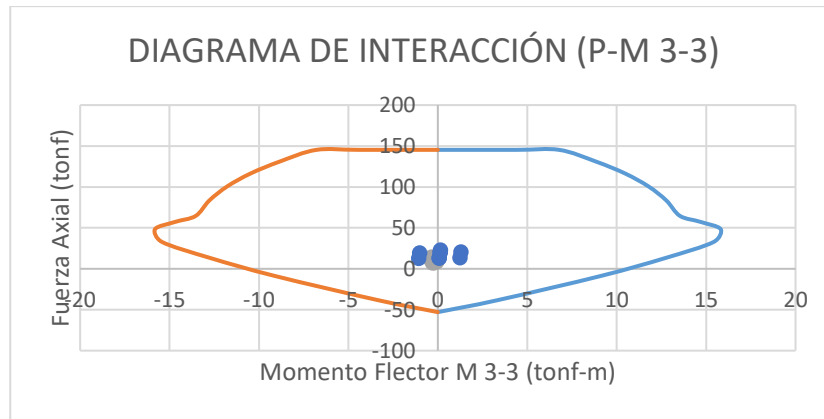


Figura 19. Diagrama de interacción para la columna C-3 en el eje X

Fuente: Elaboración propia

Se pueden apreciar en las Figuras 18 y 19 que la columna C-3 cumple los parámetros necesarios para considerar que el diseño es correcto.

### Diseño por corte

Se procede con el diseño por corte usando la fuerza cortante más crítica, de la dirección X-X.

#### Capacidad por flexión para el $P_u$ máximo

$$M_n^+ = 7.00Tn - m$$

$M_n^+$  = Momento nominal positivo

$$M_n^- = 7.00Tn - m$$

$M_n^-$  = Momento nominal negativo

$$V_u = \frac{M_n^+ + M_n^-}{L_n} = \frac{(7.00 + 7.00)}{5.12} = 2.73Tn$$

$V_u$  = Cortante última

$$V_n = \frac{V_u}{0.85} = \frac{2.73}{0.85} = 3.212Tn$$

$V_n$  = Cortante nominal

Usando estribos 3/8" de dos ramas:

$$S_2 = \frac{Av \cdot fy \cdot d}{V_n} = \frac{(1.42)(4.200)(44.00)}{6.98 \times 1000} = 81.57cm$$

$$S_2 = 8 * db_l = 8 * 1.5875 = 12.7cm$$

$$S_3 = \frac{\min(a; b)}{2} = \frac{25}{2} = 12.5cm$$

$$S_4 = 10.0cm$$

Se toma le menor 10.0 cm

### **Zona $\leq L_0 = 0.50$**

*Determinación de  $L_0$ :*

$$L_0 = \frac{hn}{6} = \frac{512}{6} = 85.33cm$$

$$L_2 = \max(a; b) = 50cm$$

$$L_3 = 50 cm$$

*Tomamos el mayor valor = 85.5cm*

Usar estribos  $\emptyset 3/8''$ : 1@0.05, 9 @ 0.10

### **Zona $> L_0 = 0.50$**

$$S_1 = 16 * dbl = 16 * 1.5875 = 25.4cm$$

$$S_2 = 48 * dbl = 48 * 1.5875 = 45.72cm$$

$$S_3 = \max(a; b) = 50cm$$

$$S_4 = 30 cm$$

*Tomamos la menor 25 cm*

Usar estribos  $\emptyset 3/8''$ : Rto. @ 0.25.

### **Diseño de Cimentación**

Teniendo en consideración que la cimentación es el elemento estructural que va a recibir todas las cargas transmitidas por losas, vigas, columnas y muros, de todos los niveles, se debe de tener mucho cuidado con el diseño de ésta, teniendo en consideración el tipo de suelo en el cual se realizará la misma, ya que este influye mucho en el tipo y diseño que se proyectará. Se tiene como prioridad el diseño de zapatas céntricas, en las zonas dónde no existan o se proyecten otras edificaciones.

### **Diseño de zapatas aisladas**

Los resultados de los estudios realizados en las calicatas son de gran importancia en esta etapa ya que, usando las cargas de servicio, se debe de verificar que los esfuerzos no superen al esfuerzo admisible del suelo. Se tomaron los esfuerzos últimos de las combinaciones de cargas amplificadas de forma lineal.

Se aplica la siguiente fórmula para calcular el esfuerzo último:

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{My * X}{I_{yy}} = \frac{P}{BL} \pm \frac{6My}{BL^2}$$

## Diseño por corte

El cortante nominal debe ser menor o igual que el cortante último, tal como se indica en la siguiente fórmula:

$$\Phi V_n \geq V_u$$

Donde la resistencia del concreto por corte es:

$$\Phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Dónde; b: Ancho en la dirección en la que se está trabajando; d: Peralte efectivo y  $f'_c$ : Resistencia del concreto en compresión

La cortante última para diseño es:

$$V_u = \sigma_u * L * x$$

Donde;  $\sigma_u$ = Esfuerzo último de diseño obtenido del mayor de las combinaciones; L,B= Ancho del diseño.

Si la ecuación no se cumple se aumentará el peralte efectivo de la zapata.

## Verificación por punzamiento

Para este diseño se debe verificar la siguiente ecuación:

$$\Phi V_n \geq V_u$$

La resistencia por corte del concreto es:

$$\Phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

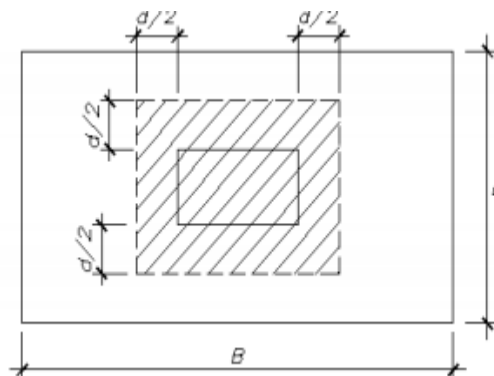


Figura 20. Dimensiones por Punzonamiento

Fuente: Elaboración propia

El punzamiento último para diseño es:

$$V_u = \sigma_u * (A_{total} - A_o)$$

De no cumplir que el cortante nominal es mayor o igual al cortante último, entonces se deberá incrementar el peralte efectivo de la zapata.

### **Diseño por Flexión**

#### **Diseño por flexión y cortante de la cimentación**

Considerando que la cimentación actúa como una losa sometida a flexión en dos direcciones, se procede a realizar el diseño de este elemento estructural asumiendo que actúa como un volado, sabiendo que la sección crítica se encuentra en la cara de la columna.

#### **Verificación por flexión**

El refuerzo requerido se obtuvo a partir de los resultados obtenidos en el software, considerando los momentos que se generaron por la envolvente de cargas.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

Cabe mencionar que lo obtenido en SAFE es algo referencial y que la distribución definitiva se consigna en los planos de la especialidad.

Refuerzo mínimo (2 mallas) =  $0.0012 \times b \times h = 0.0012 \times 100.0 \text{ cm} \times 40.0 \text{ cm} = 4.80 \text{ cm}^2/\text{m}$

Por lo tanto: 5/8" @0.30 (En ambos sentidos, 2 capas)

#### **Verificación por cortante**

Del SAFE se tiene que el cortante máximo es de 58.73 Tn/m

$$V_c = \frac{0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 90}{1000} = 69.12 \text{ Tn/m}$$

Por lo tanto, estas dimensiones de la cimentación y acero de refuerzo cumplen con los límites dados por el E.M.S. y las solicitaciones de carga por resistencia

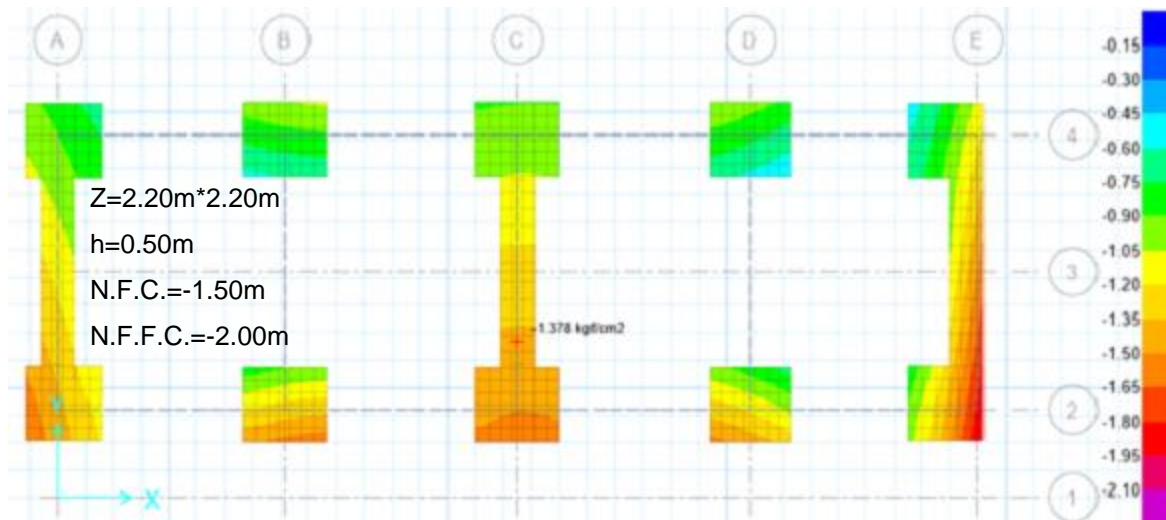


Figura 21. Vista Planta Zapatas- Bloque de Aulas

Fuente: Elaboración propia

## DISCUSIÓN

- Mediante el estudio topográfico realizado, se obtuvo como resultado que el terreno en donde se está proyectado la presente tesis es tipo llano, dicha superficie se caracteriza por ser un terreno plano es por ello que no va a requerir realizar cortes ni rellenos.
- El diseño arquitectónico planteado para las aulas y laboratorios, cuentan con una ventilación e iluminación ideal para este tipo de proyectos, así como una distribución en cual los ambientes cumplen con el área adecuada para el aforo proyectado.
- A partir del estudio de mecánica de suelo se pudo saber más acerca de las propiedades del terreno, mediante las calicatas. El valor más resaltante y necesario fue el de la capacidad portante del suelo, ya que con este se pudo realizar el diseño de la cimentación. Mediante los estudios realizados, este nos arrojó un promedio  $1.73\text{kg/cm}^2$ .
- Mediante el diseño estructural y sismorresistente se pudo apreciar cual será el comportamiento de los módulos de aulas y laboratorios, por lo que se obtuvieron las derivas siguientes en cada nivel  $0.002995$  y  $0.003612$ , que corresponden a resultados similares a los obtenidos por Valdivieso (2018) que obtuvo derivas menores a  $0.007$  cumpliendo con lo especificado en la norma E.030 Diseño Sismorresistente (2018).
- Las zapatas diseñadas fueron en su mayor parte céntricas y aisladas, aunque también corridas mayormente en las zonas donde se ubican muros de albañilería. Las dimensiones típicas en su mayoría fueron de  $2.20\text{m} \times 2.20\text{m}$  de ancho por  $0.50\text{m}$  de altura, a diferencia de Laguna (2018) que considera en gran parte cimentaciones excéntricas con vigas de cimentación.

## CONCLUSIONES

- Se realizó estudio topográfico, determinando que la mayor parte de la explanada de la institución educativa es llana, y abarca un área aproximada de 30 hectáreas.
- Se hizo el diseño arquitectónico de las aulas y los laboratorios, diseñándose también servicios higiénicos.
- El estudio de suelos nos permitió conocer a profundidad el terreno en dónde se proyectarán las cimentaciones, por lo que se supo que corresponde a arenas mal graduadas y limosas, según SUCS, SP – SM. También se obtuvo un valor muy importante, la capacidad portante con un valor de 1.73 kg/cm<sup>2</sup> y un hundimiento máximo de 0.76m.
- Mediante el análisis estático se determinó que la cortante basal estática en la dirección XX fue de 90.48 Tn y en la dirección YY fue de 241.25 Tn.
- Mediante la aplicación de las normas E.030 y E.060 principalmente, se obtuvieron los valores correspondientes a las derivas máximas, 0.003612 y 0.002995, respectivamente a cada nivel, respetando de que sean valores menores a 0.007, la fuerza cortante fue mayor al 80% de la fuerza estática, por lo que no fue necesario realizar algún factor en ninguna dirección de análisis. Teniendo como valores de cortante dinámica en el eje XX de 84.75 Tn y en YY de 234.72 Tn.
- Del diseño de concreto armado, se determinó los elementos estructurales como vigas contarán con un armado de acero longitudinal máximo de Ø5/8" y estribos de Ø3/8" @0.05m, 10 @0.10m, R0.20m en su mayoría, las columnas tendrán un armado de acero longitudinal máximo de Ø3/4" a Ø5/8" dependerá del tipo de columna y estribos de Ø3/8" @0.05m, 10 @0.10m, R0.20m, las zapatas estarán comprendidas con acero longitudinal máximo superior de Ø1/2" e inferior de Ø5/8" ambos cada @0.20m.
- Se determinó que la cimentación en la estructura no tendría ningún problema con las dimensiones de 2.20m x 2.20m x 0.50m, estarán comprendidas por un máximo asentamiento de 0.55m en el bloque de Aulas y 0.44m en Laboratorios inferior al valor establecido en el estudio de suelos el cual es de 0.76m.



## RECOMENDACIONES

- Es muy importante dejar marcado los puntos del levantamiento topográfico para así saber las ubicaciones exactas de los puntos de referencia, de igual manera se recomienda colocar los BM's en lugares en donde no puedan ser alterados, para que de esta manera puedan ser ubicados fácilmente y no haya errores de medición posteriormente.
- Se recomienda el uso del ensayo de penetración estándar (SPT), para de esta manera obtener valores adicionales que pueden servir para realizar un mejor diseño, de igual manera se aconseja utilizar los valores obtenidos del estudio de mecánica de suelos en el diseño estructural.
- Se recomienda respetar las indicaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, precisamente las normas técnicas E.020, E.030, E.050, E.060 y E.070 para que de esa manera se pueda realizar un diseño estructural óptimo que garantice un gran índice de seguridad.
- Se recomienda agenciarse de software de diseño estructural que sean compatibles con AutoCAD, para de esta manera poder obtener más rápido los planos estructurales, con detalles aún mejores.

## REFERENCIAS

BELTRÁN, Anthony. Diseño de la Institución Educativa – Sector 3b para los niveles de primaria y secundaria en el C.P.M Alto Trujillo – Distrito El Provenir– Provincia De Trujillo – Departamento La Libertad. Tesis (Título profesional). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2016. Disponible en <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/INNOVACION/article/view/798>

Baltazar, AC. Reseña histórica del Colegio Militar “Gran Mariscal Ramón Castilla”. Estudios públicos [en línea]. Perú: 2015 [Fecha de consulta: 02 de enero del 2020]. Disponible en <https://es.scribd.com/document/414870459/Resena-Historica-i-e-Ramon-Castilla>

GÓMEZ, Arnaldo. Diseño de un edificio de aulas de seis niveles. Tesis (Título profesional). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2016. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6680>.

CHANG, Tokushima, Daniel. Diseño estructural de un edificio de aulas de concreto armado de cuatro pisos en el Distrito de San Miguel. Tesis (Título profesional). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2015. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6244>

GALVÁN, Víctor y NORIEGA, Renzo. Diseño de las aulas de la facultad de arquitectura de la Pucp. Tesis (Título profesional). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2013. Disponible en: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5093/GALVAN\\_VICTOR\\_DISE%  
c3%91O\\_AULAS\\_FACULTAD\\_ARQUITECTURA\\_PUCP.pdf?  
sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5093/GALVAN_VICTOR_DISE%c3%91O_AULAS_FACULTAD_ARQUITECTURA_PUCP.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

RUIZ, Alexander y VEGA, Emerson. Diseño estructural de la I.E. Manuel González Prada - Nivel Primaria, distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco - La Libertad. Tesis (Título profesional). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014. Disponible en

[http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/623/1/RUIZ\\_ALEXANDER\\_DISE%c3%91O\\_ESTRUCTURAL\\_IEE.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/623/1/RUIZ_ALEXANDER_DISE%c3%91O_ESTRUCTURAL_IEE.pdf)

VALDIVIESO, Amaru. Diseño de la infraestructura del nivel inicial y primario de la Institución Educativa N° 82138 del centro poblado de Surual, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, región La Libertad. Tesis (Título profesional). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/29359/reyes\\_na.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/29359/reyes_na.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

LAGUNA, Percy. Diseño de mejoramiento y ampliación del servicio educativo de la I.E. N° 81024 Miguel Grau Seminario, distrito de Salaverry, provincia de Trujillo departamento de la Libertad. Tesis (Título profesional). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/25149?locale-attribute=es>.

ACEVEDO, Daniela. Diseño de la Infraestructura de la Institución Educativa N° 81682 Nivel inicial y primaria, del caserío de Santa Rosa, distrito de Otuzco, Provincia de Otuzco - La Libertad. Tesis (Título profesional). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2013. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/29359>.

MENDOZA, Jorge. Técnicas modernas. Perú: Editorial Lima Marucano. 2017. 691 pp.  
ISBN: 9786120005774

LÓPEZ, Luis. Estudio y evaluación de impacto ambiental en ingeniería civil. España: Editorial ECU. Editorial Club Universitario. 2012. 237 pp.  
ISBN: 9788415613046

FRANQUET, Josep y Querol, Antonio. Nivelación de terrenos por regresión tridimensional. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2010. 482 pp.  
ISBN: 9788493842000

PLAZOLA, Alfredo y Plazaola, Guillermo. Arquitectura habitacional Plazola. 5.a ed. España: Editorial Plazola Editores. 1992. 143 pp.  
ISBN: 9789687478142

HIBBELER, Russell. Ingeniería Mecánica estática. 14.a ed. Perú: Editor Pearson Educación. 2016. 708 pp.  
ISBN: 786073237079

GÓMEZ, Salvador. Análisis sísmico moderno. Estados Unidos: Editorial Trillas Sa De Cv. 2007. 192 pp.  
ISBN: 9789682473791

PECK, Ralph, Hanson, Walter y Thornburn, Thomas. Ingeniería de cimentaciones. 2.a ed. Estados Unidos: Editorial Limusa. 2004. 557 pp.  
ISBN: 9789681814144

EYZAGUIRRE, Carlos. Costos y presupuestos para edificaciones con Excel 2010 - S10 – Project 2010. Peru: Editorial Macro. 2010. 330 pp.  
ISBN: 9786124034732

BLANCO, Antonio. Estructura y diseño de Edificios de Concreto Armado. 2a ed. Peru: Editorial Capítulo de Ingeniería Civil, Consejo departamental de Lima. 1994. 303pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). A.010: Condiciones Generales de Diseño. Lima: MVCS, 2014. 14 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.020: Cargas. Lima: MVCS, 2006. 8 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.030: Diseño Sismorresistente. Lima: MVCS, 2018. 32 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.050: Suelos y Cimentaciones. Lima: MVCS, 2018. 46 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.060: Concreto Armado. Lima: MVCS, 2009. 201 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.070: Albañilería. Lima: MVCS, 2006. 15 pp.

## ANEXOS

### Anexo N°01. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño estructural de Aulas y Laboratorios	Consiste en definir la geometría de la estructura, la dimensión de los elementos que la conforman y la resistencia de estos ante diferentes solicitaciones de carga, además se especifican los detalles de construcción para que el proyecto se comporte según lo planificado en los cálculos (Blanco,1994).	Aplicación de un conjunto de normas técnicas, procedimientos y metodologías que permiten realizar un diseño estructural que garantice seguridad y comodidad.	Levantamiento topográfico	Distancia (m)	Razón
				Área de estudio (m <sup>2</sup> )	Razón
				Ángulos (°, ', ")	Razón
				Elevación (msnm)	Razón
			Diseño Arquitectónico	Distribución de ambientes(m <sup>2</sup> )	Razón
				Iluminación (m <sup>2</sup> )	Razón
				Ventilación (m <sup>2</sup> )	Razón
			Estudio de Mecánica de suelos	Granulometría (%)	Razón
				Contenido de humedad (%)	Razón
				Límites de atterberg (%)	Razón
				Peso específico (gr/cm <sup>2</sup> )	Razón
				Perfil estratigráfico (m)	Razón
				Capacidad portante (kg/cm <sup>2</sup> )	Razón
			Análisis Sismorresistente	Metrado de cargas (Tn)	Razón
				Estructuración y predimensionamiento (m)	Razón
				Centro de rigidez (m)	Razón
				Fuerzas sísmicas (Tn)	Razón
				Desplazamientos laterales (cm)	Razón
				Cortante basal (Tn)	Razón
			Análisis y diseño de concreto armado y albañilería	Losa aligerada	Razón
				Vigas	Razón
				Columnas	Razón
				Muros de albañilería	Razón
Cimentación	Razón				
Elaboración de planos	Escaleras	Razón			
	Dibujo	Razón			

Fuente: Elaboración Propia

# Anexo N°02. Estudio de mecánica de suelos



## ANALISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

CALICATA N° 2 - ESTRATO 2 / PROFUND. 1.10 - 3.00

FECHA: MAYO - 2016

### CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

### ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

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

### FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

### FACTORES DE FORMA (Vesic)

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

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

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \quad \geq 0.6$$

Peso unitario suelo encima NNF

1.530 ton/m<sup>3</sup>

Relación de Poisson

0.30

Peso unitario suelo debajo NNF

1.530 ton/m<sup>3</sup>

Módulo de elasticidad del suelo Es=

350.00 kg/cm<sup>2</sup>

Profundidad de cimentación (ZAPATA)

2.00 m

Factor de forma y rigidez cimentación corrida Cs=

254.00 cm/m

Factor de seguridad

3.00

Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada Cs=

112.00 cm/m

Prof. cimiento corrido (ingresar dato, si hay)

1.20

Factor de forma y rigidez cimentación rectangular Cs=

153.00 cm/m

Sobrecarga en la base de la cimentación

3.06 ton/m<sup>2</sup>

Sobrecarga en la base del cimiento corrido

1.84 ton/m<sup>2</sup>

Considerando Falla Local

por Corte

Ángulo de cohesión

fricción  $\phi$  c (kg/cm<sup>2</sup>)

24.50 0.000

Nc

20.006

Nq

10.117

Ny (Vesic)

10.133

Nq/Nc

0.506

Tan  $\phi$

0.456

B= Ancho de la cimentación

L= Longitud de cimentación

### CIMENTACION CORRIDA

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm <sup>2</sup> )	qad (kg/cm <sup>2</sup> )	S (cm)
0.40		1.00	1.00	1.00	2.17	0.72	0.19
0.50		1.00	1.00	1.00	2.25	0.75	0.25
0.60		1.00	1.00	1.00	2.32	0.77	0.31
0.80		1.00	1.00	1.00	2.48	0.83	0.44
1.00		1.00	1.00	1.00	2.63	0.88	0.58

### CIMENTACION CUADRADA

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm <sup>2</sup> )	qad (kg/cm <sup>2</sup> )	S (cm)
1.20	1.20	1.51	1.46	0.60	5.06	1.69	0.59
1.30	1.30	1.51	1.46	0.60	5.11	1.70	0.64
1.50	1.50	1.51	1.46	0.60	5.20	1.73	0.76
2.00	2.00	1.51	1.46	0.60	5.44	1.81	1.06
3.00	3.00	1.51	1.46	0.60	5.90	1.97	1.72

### CIMENTACION RECTANGULAR

B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm <sup>2</sup> )	qad (kg/cm <sup>2</sup> )	S (cm)
1.00	1.50	1.34	1.30	0.73	4.60	1.53	0.61
1.50	3.00	1.42	1.38	0.67	5.05	1.68	1.00
3.00	3.50	1.43	1.39	0.66	5.83	1.94	2.32
4.00	6.00	1.34	1.30	0.73	6.31	2.10	3.35

Se puede considerar como valor único de diseño:

$$q_{admisible} = 1.73 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{admisible} = 17.35 \text{ tn/m}^2$$

CARGA ADMISIBLE BRUTA

$$Q = 26.02 \text{ tn/m}$$

$$S = 0.76 \text{ cm}$$

### CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO

SUCS	: SP-SM
AASHTO	: A-1-a (0)
COLOR	Beige Oscuro
$\rho^*$	24.5
c (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.000
P. u. (Tn/m <sup>2</sup> )	1.53

### CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Roger Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**
**PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO**

**PROYECTO** : DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**SOLICITANTE** : DANIEL HORACIO QUIROZ SALAZAR - JHONATAN WILSON SANCHEZ PINEDO  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : MAYO DEL 2019

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso del Suelo Húmedo + Tara (gr.)	102.78
Peso del Suelo Seco + Tara (gr.)	100.24
Tara	10.16
Peso del Agua (gr.)	2.54
Peso del Suelo Seco (gr.)	90.08
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>2.82</b>

**PESO UNITARIO FINO**

Peso del Molde (gr.)	113.93	113.93
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	1735.54	1720.68
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	1621.61	1606.75
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	1025.64	1025.64
Peso Unitario Húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.57
<b>Peso Unitario Húmedo (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.57</b>	

**Peso Unitario Séco (gr/cm<sup>3</sup>)**
**1.53**

**CAMPUS TRUJILLO**  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



  
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
**ucv.edu.pe**





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
SOLICITANTE : DANIEL HORACIO QUIROZ SALAZAR - JHONATAN WILSON SANCHEZ PINEDO  
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
UBICACIÓN : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : MAYO DEL 2019

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

D-854

DESCRIPCIÓN	M-100	M-101
Peso de Muestra Seca (gr.)	55.00	55.00
Fiola (ml.)	250	250
Peso de la Fiola (gr.)	91.10	91.10
Peso de Fiola + Agua (gr.)	340.20	340.20
Peso de Fiola + Agua + Muestra (gr.)	373.64	373.74
Peso Especifico (gr./cm <sup>3</sup> )	2.55	2.56
<b>Peso Especifico Promedio (gr./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.56</b>	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

**PROYECTO** : DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**SOLICITANTE** : DANIEL HORACIO QUIROZ SALAZAR - JHONATAN WILSON SANCHEZ PINEDO  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : MAYO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)  
**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 del tarro (g)	10.29	9.83	10.44
Peso del tarro + suelo humedo (g)	98.15	100.85	112.67
Peso del tarro + suelo seco (g)	96.21	98.83	110.38
Peso del suelo seco (g)	85.92	89.00	99.94
Peso del agua (g)	1.94	2.02	2.29
% de humedad (%)	2.25	2.27	2.29
% de humedad promedio (%)	2.27		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**LIMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D-4318**

**PROYECTO** : DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**SOLICITANTE** : DANIEL HORACIO QUIROZ SALAZAR - JHONATAN WILSON SANCHEZ PINEDO

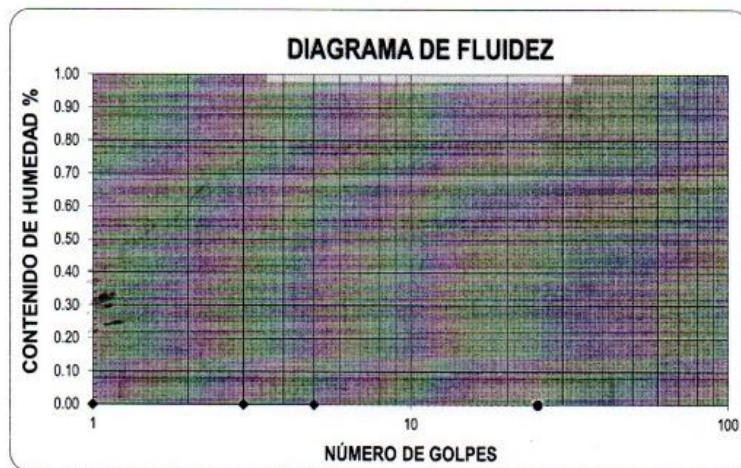
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : MAYO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

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

LIMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
N° de golpes	-	-	-	-	-
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)

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.pei  
@ucv\_pei  
#saliradelan  
ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO**

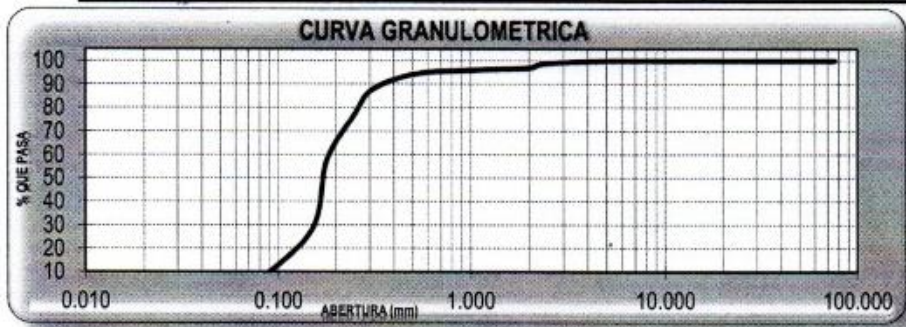
ASTM D-422

**PROYECTO** : DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**SOLICITANTE** : DANIEL HORACIO QUIROZ SALAZAR - JHONATAN WILSON SANCHEZ PINEDO  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : MAYO DEL 2019 (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 : 500.00  
 Peso de muestra seca luego de lavado : 479.03  
 Peso perdido por lavado : 20.97

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	2.27 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
						<b>Limites e Índices de Consistencia</b>
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : NP
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Clasificación de la Muestra</b>
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.178	1.29	0.26	0.26	99.74	Clas. SUCS : SP
8	2.360	5.28	1.06	1.31	98.69	Clas. AASHTO : A-3 (0)
10	2.000	8.84	1.77	3.08	96.92	<b>Descripción de la Muestra</b>
16	1.180	3.25	0.65	3.73	96.27	
20	0.850	2.75	0.55	4.28	95.72	SUCS: Arena mal graduada. AASHTO: Material granular. Arena fina. Excelente a bueno como subgrado. Con un 4.19% de finos.
30	0.600	3.05	0.61	4.89	95.11	
40	0.420	13.04	2.61	7.50	92.50	
50	0.300	28.19	5.64	13.14	86.86	
60	0.250	49.35	9.87	23.01	76.99	
80	0.180	96.12	19.22	42.23	57.77	
100	0.150	149.75	29.95	72.18	27.82	<b>Descripción de la Calicata</b>
200	0.074	118.12	23.62	95.81	4.19	
< 200		20.97	4.19	100.00	0.00	C-2 E-1
Total		500.00	100.00			Profundidad : 0 - 1.1 m



D10	: 0.09268
D30	: 0.15219
D60	: 0.18813
Cu	: 2
Cc	: 1.3

**CAMPUS TRUJILLO**

Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

<b>PROYECTO</b>	:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
<b>SOLICITANTE</b>	:	DANIEL HORACIO QUIROZ SALAZAR - JHONNAN WILSON SANCHEZ
<b>RESPONSABLE</b>	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
<b>UBICACIÓN</b>	:	HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
<b>FECHA</b>	:	MAYO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
<b>MUESTRA</b>	:	C-2 / E-2 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.20	10.16	10.35
Peso del tarro + suelo humedo (g)	104.56	102.78	120.02
Peso del tarro + suelo seco (g)	102.08	100.34	117.10
Peso del suelo seco (g)	91.88	90.18	106.75
Peso del agua (g)	2.48	2.44	2.92
% de humedad (%)	2.70	2.71	2.74
% de humedad promedio (%)	2.71		

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D-4318

**PROYECTO** : DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**SOLICITANTE** : DANIEL HORACIO QUIROZ SALAZAR - JHONATAN WILSON SANCHEZ PINEDO

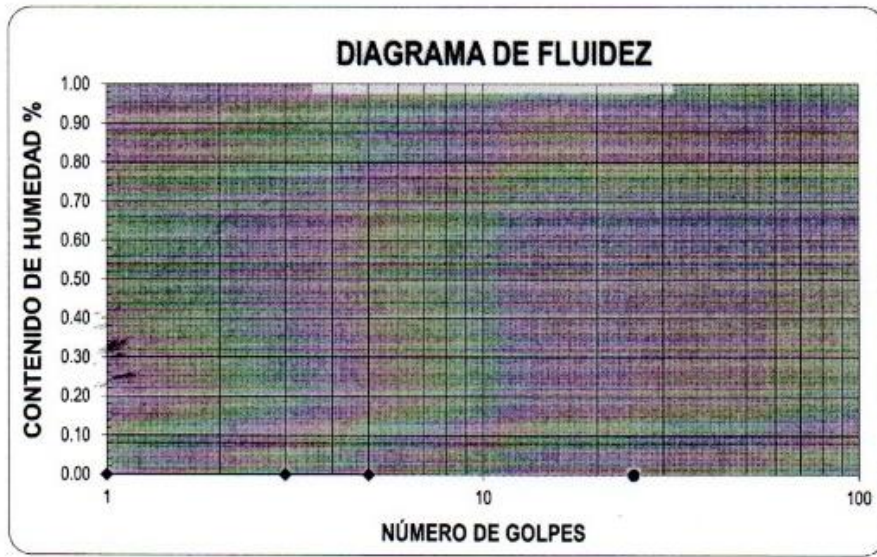
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : MAYO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

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

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



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

**CAMPUS TRUJILLO**  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO**

ASTM D-422

**PROYECTO** : DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**SOLICITANTE** : DANIEL HORACIO QUIROZ SALAZAR - JHONATAN WILSON SANCHEZ PINEDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : MAYO DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

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

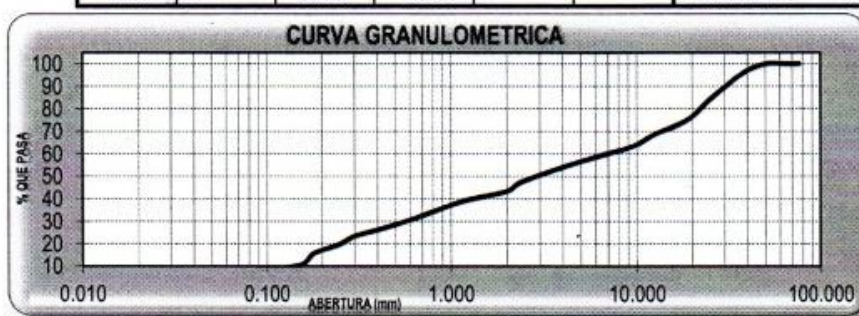
**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 3000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 2765.35

Peso perdido por lavado : 234.65

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	2.71 %	
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"	38.100	118.56	3.95	3.95	96.05	<b>Límites e Índices de Consistencia</b>	
1"	25.400	340.26	11.34	15.29	84.71		L. Líquido : NP
3/4"	19.050	280.57	9.35	24.65	75.35		L. Plástico : NP
1/2"	12.700	192.63	6.42	31.07	68.93	Ind. Plasticidad : NP	
3/8"	9.525	165.74	5.52	36.59	63.41	<b>Clasificación de la Muestra</b>	
1/4"	6.350	126.79	4.23	40.82	59.18		Clas. SUCS : SP-SM
No4	4.178	136.27	4.54	45.36	54.64		Clas. AASHTO : A-1-a (0)
8	2.360	218.59	7.29	52.65	47.35	<b>Descripción de la Muestra</b>	
10	2.000	118.75	3.96	56.61	43.39		SUCS: Arena mal graduada con limo y grava. AASHTO: Material granular. Fragmentos de roca, grava y arena. Excelente a bueno como subgrado. Con un 7.82% de finos.
16	1.180	126.45	4.22	60.82	39.18		
20	0.850	123.89	4.13	64.95	35.05	<b>Descripción de la Calicata</b>	
30	0.600	132.46	4.42	69.37	30.63		C-2 E-2
40	0.420	118.63	3.95	73.32	26.68		Profundidad : 1.1 - 3 m.
50	0.300	99.25	3.31	76.63	23.37		
60	0.250	105.63	3.52	80.15	19.85		
80	0.180	126.78	4.23	84.38	15.62		
100	0.150	159.86	5.33	89.70	10.30		
200	0.074	74.23	2.47	92.18	7.82		
< 200		234.65	7.82	100.00	0.00		
Total		3000.00	100.00				



D10	: 0.14091
D30	: 0.57113
D60	: 6.96477
Cu	: 49.4
Cc	: 0.3

**CAMPUS TRUJILLO**  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 LABOR. SUELOS  
 TRUJILLO-QUIROZ  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

**Anexo N°03. Panel fotográfico**



*Figura N°22.* Parte de la Fachada del Ambiente utilizado como Laboratorio de Robótica y Matemática, se aprecia que es de un solo nivel.

Fuente: Elaboración propia



*Figura N°23.* Precario Estado de algunos Ambientes destinados como Laboratorios, los cuales no cuentan con Mobiliario adecuado para poder realizar clases.

Fuente: Elaboración propia





*Figura N°24.* Ubicación y Excavación de Calicatas con apoyo de Soldados y Cabos del Ejército Peruano.

Fuente: Elaboración propia



*Figura N°25.* Extracción de Muestras necesarias para poder realizar el Estudio de Mecánica de Suelos correspondiente.

Fuente: Elaboración propia



*Figura N°26.* Extracción de Muestras necesarias para poder realizar el Estudio de Mecánica de Suelos correspondiente.

Fuente: Elaboración propia



*Figura N°27.* Equipo de trabajo conformado por los Bachilleres en Ingeniería Civil: Alva Saldaña Luis, Gutiérrez Mora Brayam, Quiroz Salazar Daniel y Sánchez Pinedo Jhonatan.

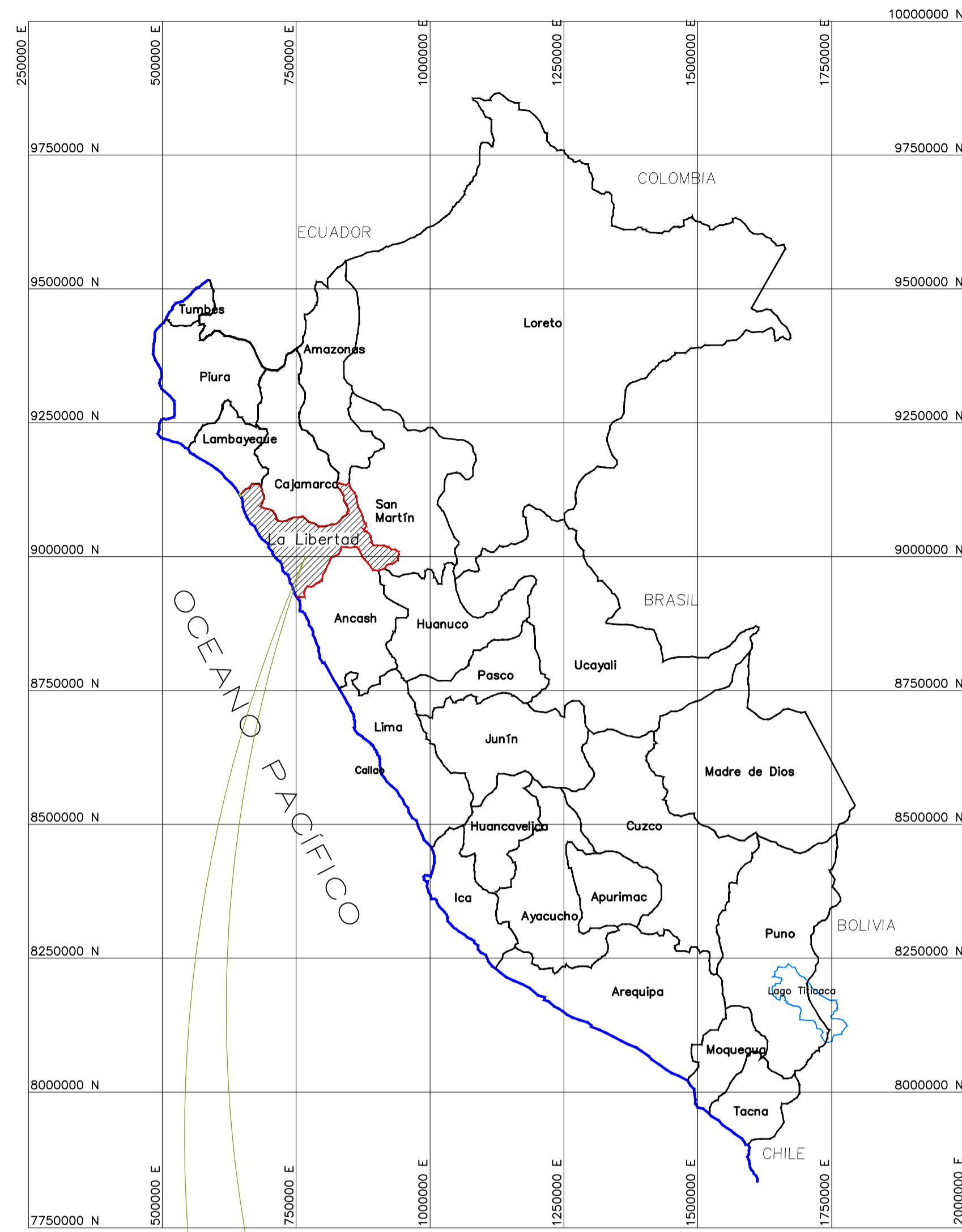
Fuente: Elaboración propia



*Figura N°28.* Exposición de Alcances del Proyecto a Autoridades de la Jurisdicción (alcalde de Trujillo Cnel. Elidio Espinoza Quispe, alcalde del Centro Poblado El Trópico Jan Larsen, Gerente Regional de Educación de La Libertad Rafael Moya, entre otros) realizada en los Ambientes del Colegio Militar.

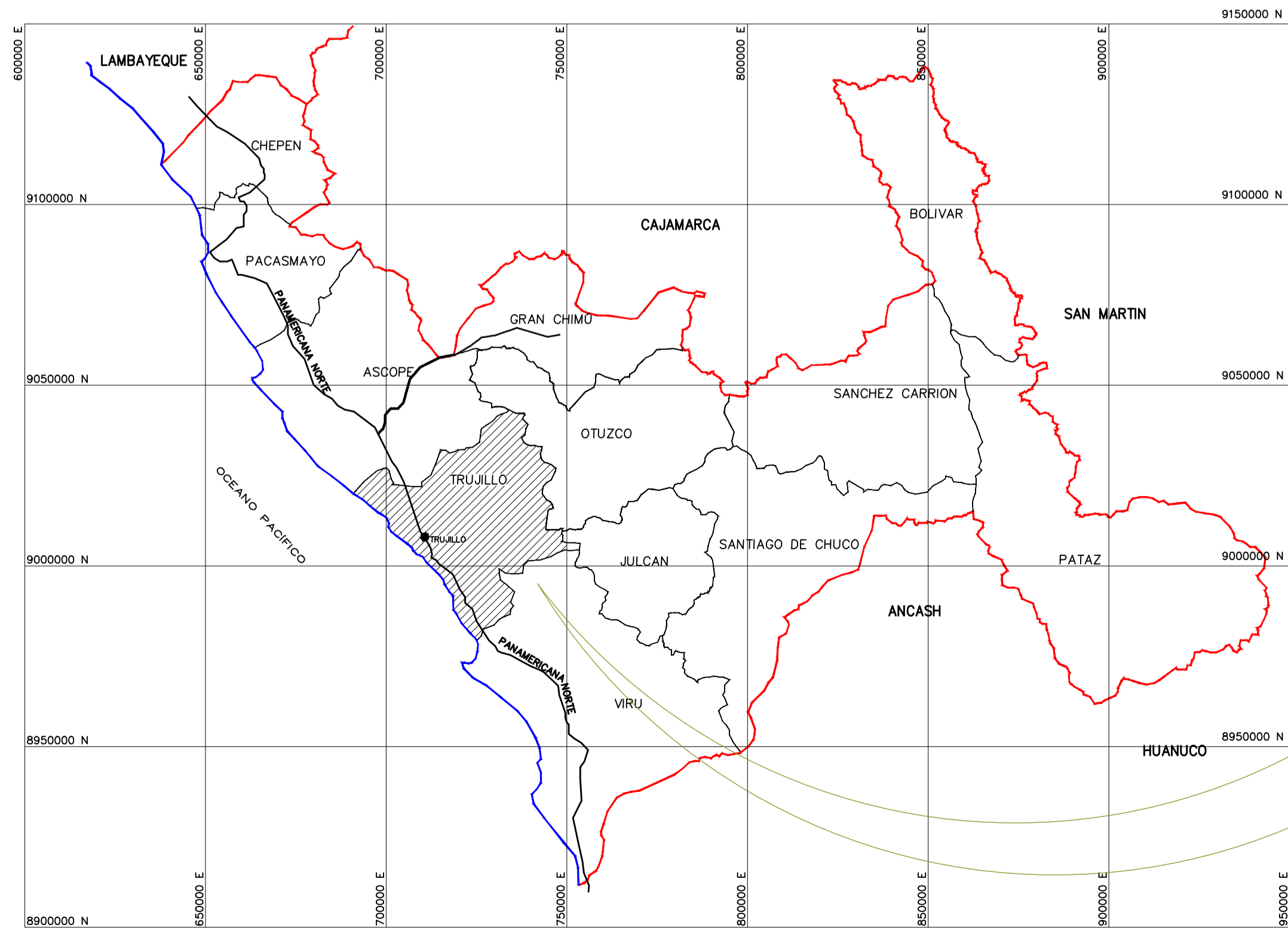
Fuente: Elaboración propia

# MAPA POLITICO DEL PERU



Esc : 1/8'000,000

# MAPA DE LA LIBERTAD

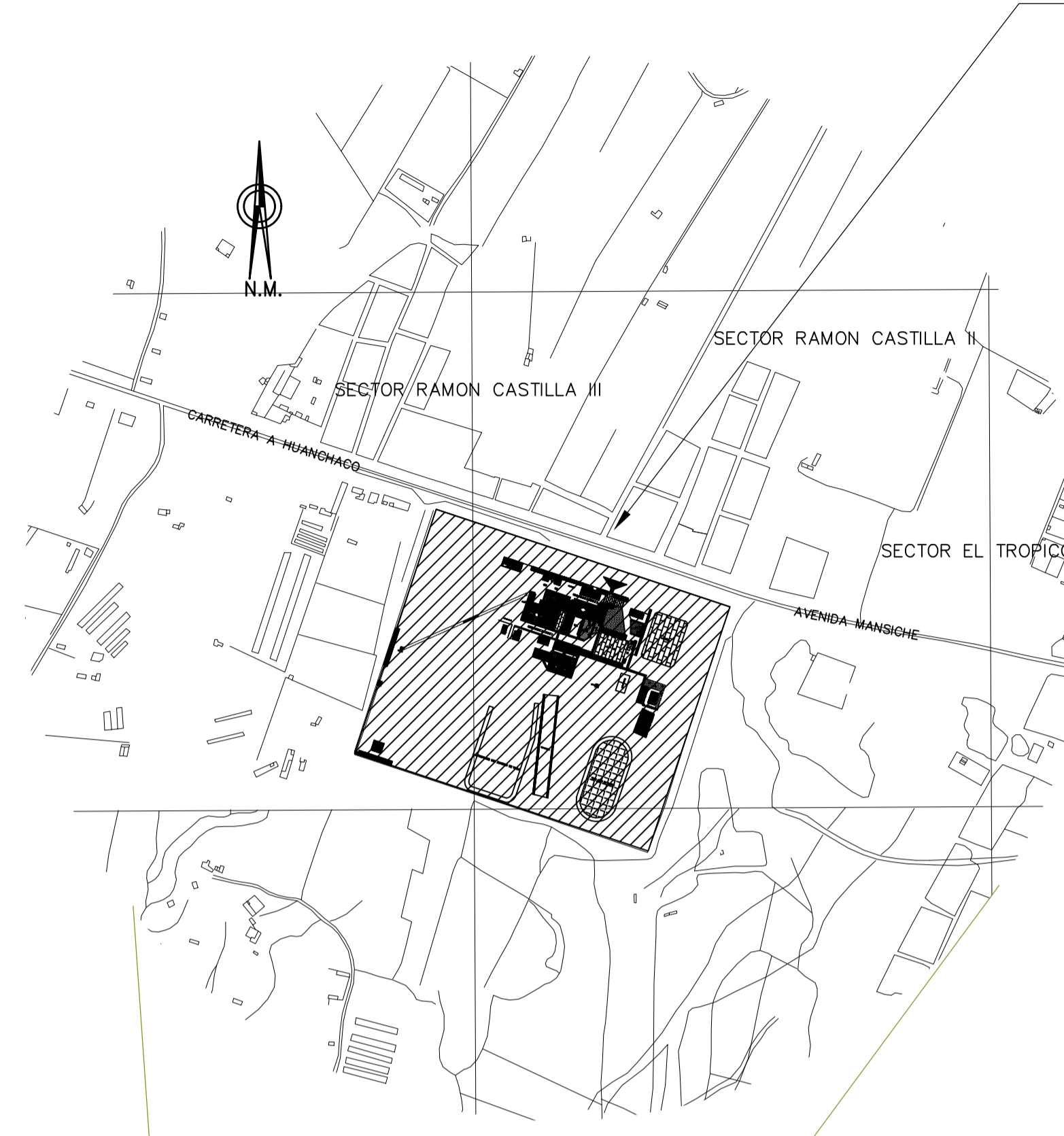


Esc : 1/1'250,000

# UBICACIÓN DEL PROYECTO

Institución Educativa Pública Militar Gran Mariscal Ramón Castilla

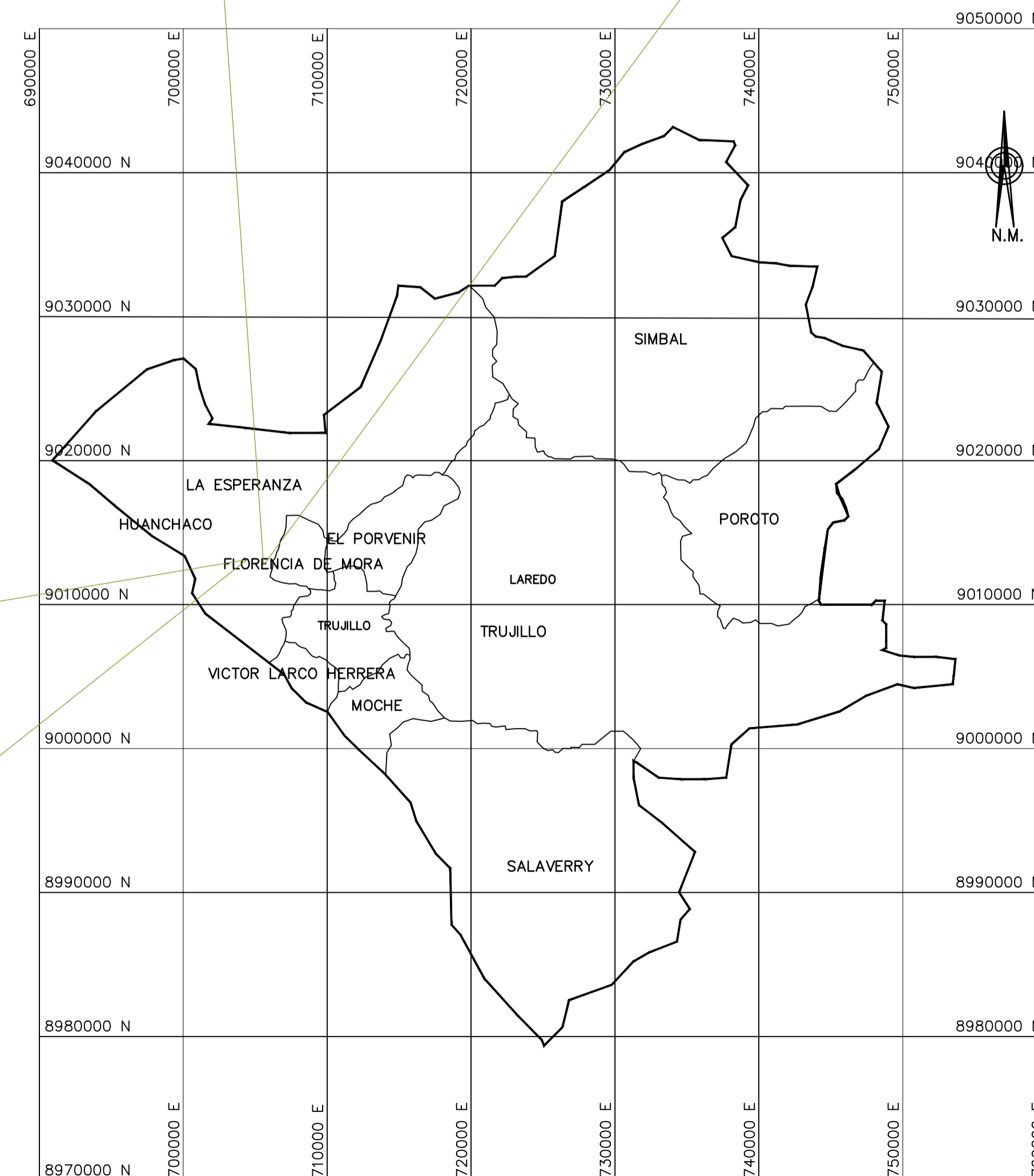
Esc : 1:10000



LEYENDA	SIMBOLO
LÍMITE CON OCEANO	
CAPITAL DE PROVINCIA	
CAPITAL DE DISTRITO	
CENTRO POBLADO	
PUENTE	
LÍMITE PROVINCIAL	

# PROVINCIA DE TRUJILLO

Esc : 1 / 300,000



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

NOMBRE DEL PROYECTO:  
DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMON CASTILLA - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

UBICACIÓN:  
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD  
PROVINCIA : TRUJILLO  
DISTRITO : TRUJILLO  
SECTOR : RAMÓN CASTILLA

ASESOR:  
ING. VALDIVIESO VALVERDE ALAN

### PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

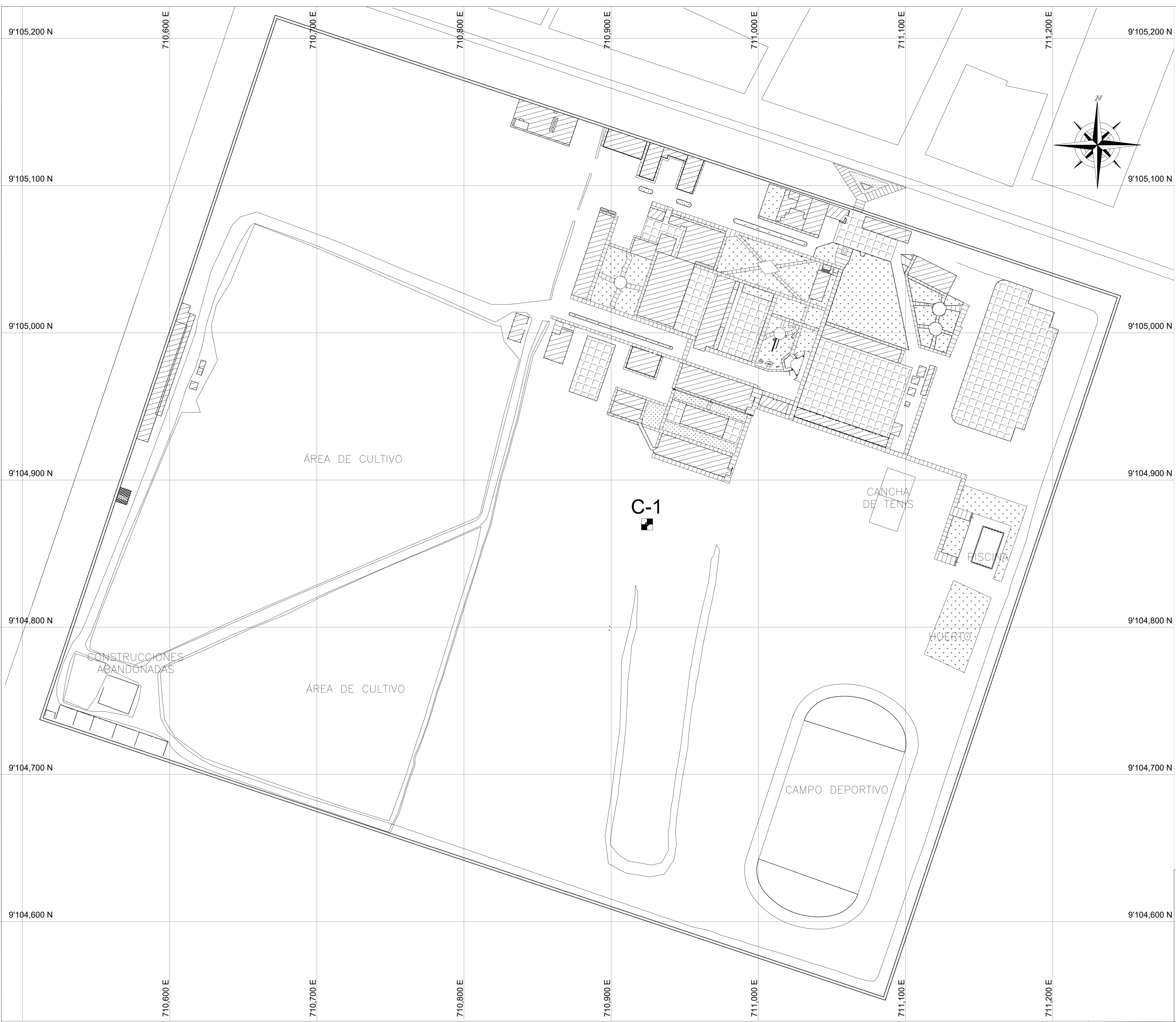
TESISTAS:  
BACH. QUIROZ SALAZAR DANIEL  
BACH. SANCHEZ PINEDO JHONATAN

PRESIDENTE:  
ING. DELGADO ARANA RICARDO  
SECRETARIO:  
ING. FARFAN CORDOVA MARLON  
VOCAL:  
ING. VALDIVIESO VALVERDE ALAN

DIBUJO: DHQS ESCALA: INDICADAS

FECHA: DICIEMBRE - 2020 CÓDIGO: U-01

N° PLANO: 01



CUADRO DE COORDENADAS UBICACIÓN DE CALICATAS		
VÉRTICE	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
C-1	9'104,869.976	710,924.350

LEYENDA	
ESTRUCTURAS EXISTENTES	
VEREDAS EXISTENTES	
LOSAS EXISTENTES	
ÁREAS VERDES	
CERCO PERIMÉTRICO EXISTENTE	
CALICATA	

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
PLANO: UBICACIÓN CALICATAS		Nº PLANO: <b>02</b>
TESISISTAS: BACH.QUIROZ SALAZAR DANIEL BACH.SANCHEZ PINEDO JHONATAN	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD PROVINCIA: TRUJILLO DISTRITO: HUANCHACO	COD. LÁMINA: <b>UC-01</b>
ASESOR: ING. VALDIVESIO VELARDE ALAN	FECHA: DICIEMBRE 2020	ESCALA: 1:1250

**PLANO LLAVE**



ESCALA: 1/2500

**NOTAS:**

1. LA CUADRICULA DE COORDENADAS CORRESPONDE AL SISTEMA WGS84, ZONA 17S.
2. A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO TODAS LAS COORDENADAS Y DIMENSIONES ESTAN EN METROS.
3. EL DIBUJO QUE SE MUESTRA DE FONDO ES SOLO PARA PROPOSITO DE UBICACION VISUAL Y PUEDE NO ESTAR ACTUALIZADO.

**ESCALA GRAFICA**



**LEYENDA**

BENCHMARK (BM)	
CURVAS NIVEL MAYOR CADA 2.00 M	
CURVAS NIVEL MENOR CADA 0.50 M	

**CUADRO DE COORDENADAS**

VÉRTICE	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
A	9°105,579.140	710,927.502
B	9°105,389.624	711,498.627
C	9°104,914.501	711,339.695
D	9°105,104.002	710,768.615

ÁREA TOTAL:	301,451.70 m2
PERÍMETRO:	2,205.74 ml

**CUADRO DE COORDENADAS DE BM's**

CODIGO	COORDENADAS		ELEVACIÓN
	NORTE	ESTE	
BM-1	9°105,104.515	710,743.970	45.18
BM-2	9°104,981.641	710,681.767	46.08
BM-3	9°104,872.548	710,676.478	45.65
BM-4	9°104,731.835	710,741.678	46.25
BM-5	9°104,688.364	710,877.234	46.83
BM-6	9°104,754.253	711,014.824	44.37
BM-7	9°104,881.741	711,062.618	47.29

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:  
DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMON CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD



PLANO: TOPOGRÁFICO

Nº PLANO: 01

TESTISTAS:  
BACH. QUIROZ SALAZAR DANIEL  
BACH. SANCHEZ PINEDO JHONATAN

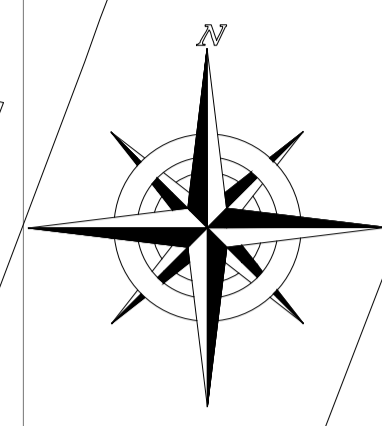
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD  
PROVINCIAL: TRUJILLO  
DISTRITO: HUANCHACHO

COD. LÍNEA: T-01

ASESOR:  
ING. VALDIVIESO VELARDE ALAN

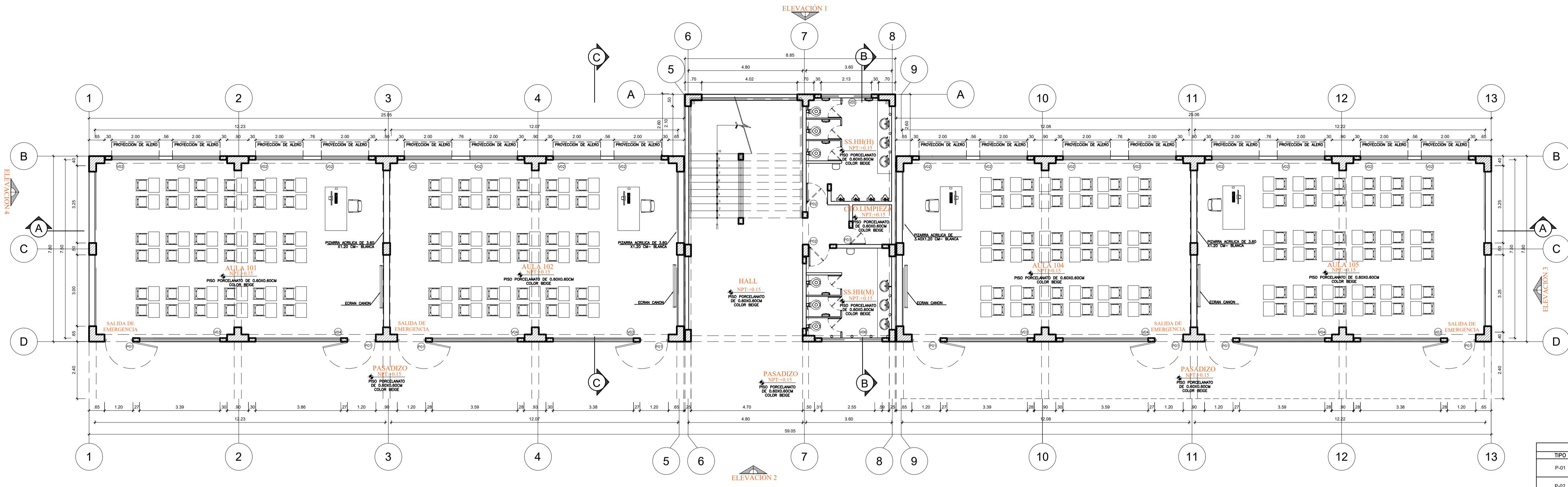
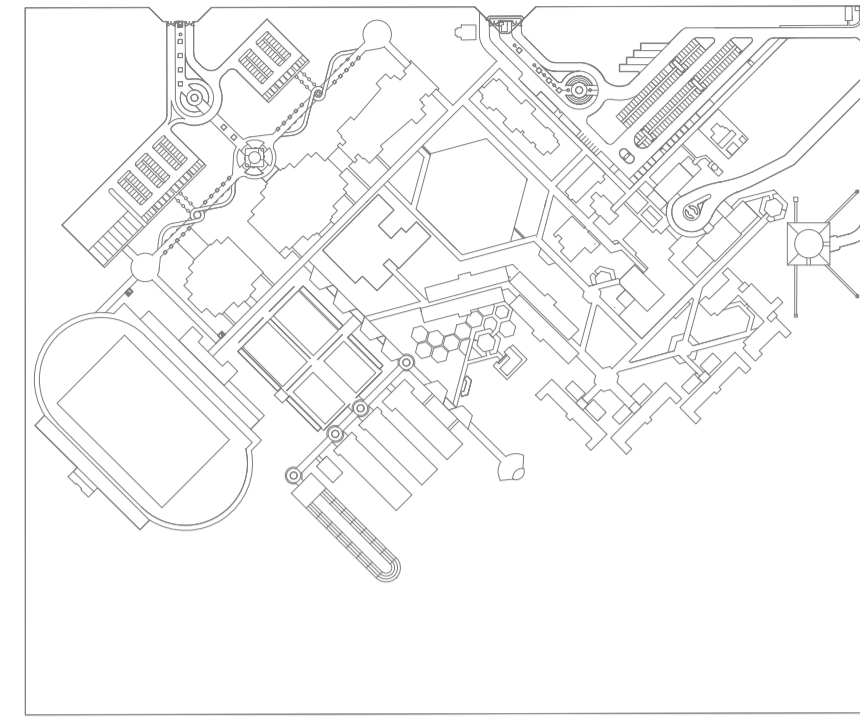
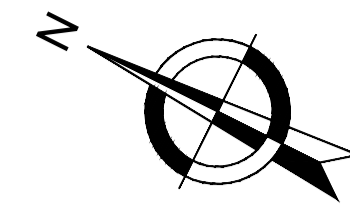
FECHA: DICIEMBRE 2020  
ESCALA: 1:1250





LEYENDA	
ESTRUCTURAS EXISTENTES	
VEREDAS EXISTENTES	
LOSAS EXISTENTES	
ÁREAS VERDES	
CERCO PERIMÉTRICO EXISTENTE	

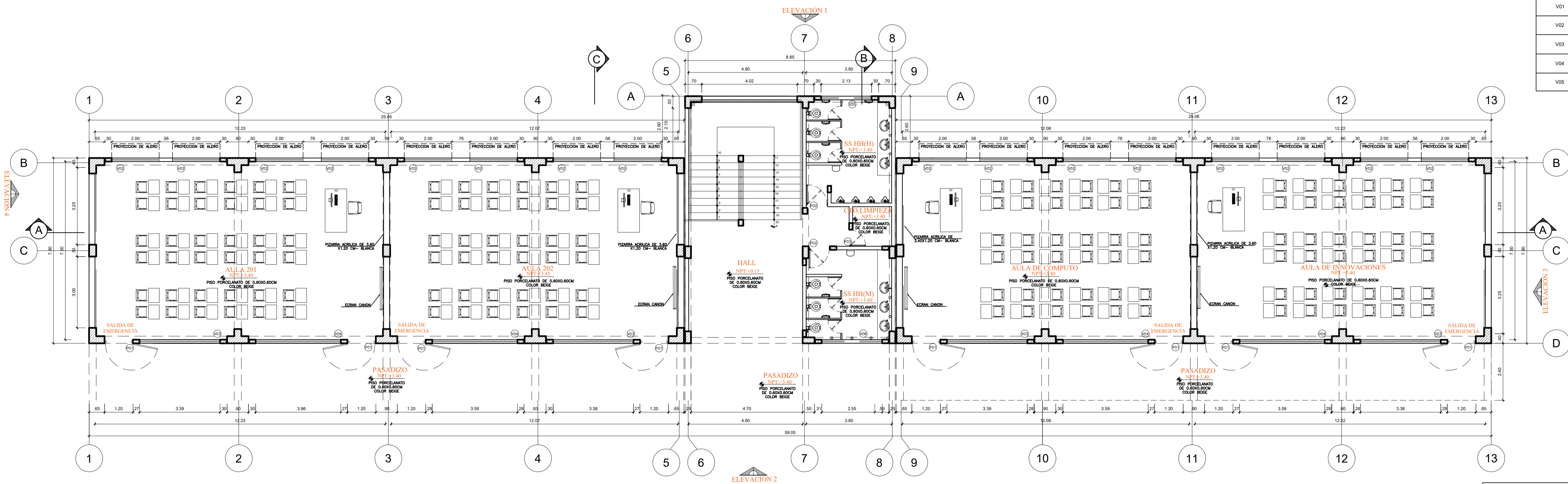
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD			
PLANO: <b>PLANTA EXISTENTE</b>			Nº PLANO: <b>04</b>
TESISISTAS: BACH.QUIROZ SALAZAR DANIEL BACH.SANCHEZ PINEDO JHONATAN	DEPARTAMENTO: <b>LA LIBERTAD</b> PROVINCIA: <b>TRUJILLO</b> DISTRITO: <b>HUANCHACHO</b>	COD. LÁMINA: <b>PE-01</b>	
ASESOR: ING. VALDIVIESO VELARDE ALAN	FECHA: DICIEMBRE 2020	ESCALA: 1:1250	



**PRIMER NIVEL**  
ESC: 1/100

CUADRO DE VANOS DE PUERTAS – PABELLON DE AULAS				
TIPO	ANCHO	ALTURA	CANTIDAD	CARACTERISTICAS
P-01	1.20	2.20	16	PUERTA APANELADA TIPO BATIENTE - AGLOMERADA COLOR BARNIZ MARINO MATE NATURAL.
P-02	0.90	2.20	4	PUERTA CONTRAPICADA TIPO BATIENTE AGLOMERADA COLOR BARNIZ MARINO MATE NATURAL.
P-03	0.70	2.20	2	PUERTA CONTRAPICADA TIPO BATIENTE AGLOMERADA COLOR BARNIZ MARINO MATE NATURAL.

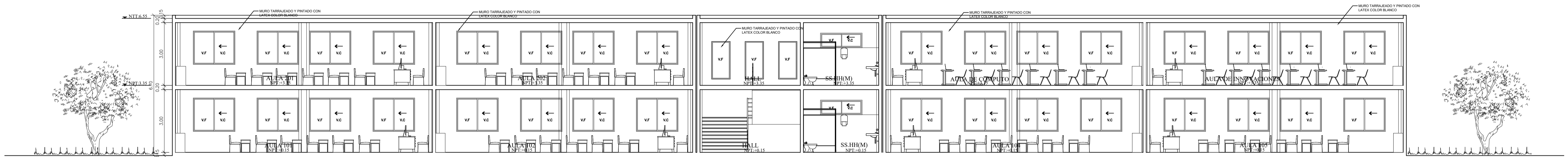
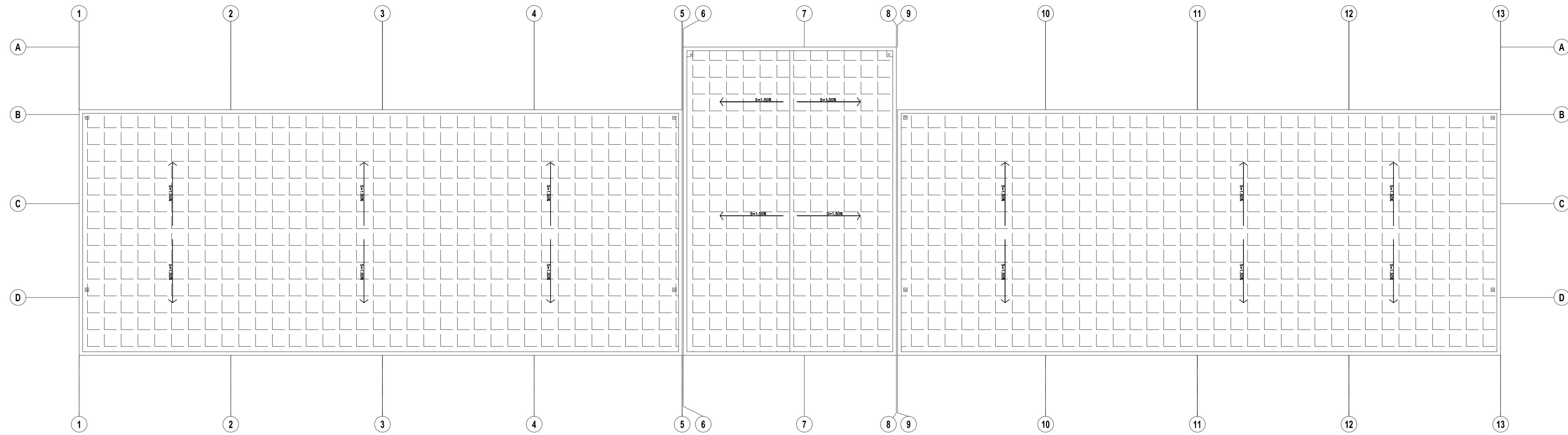
CUADRO DE VANOS DE VENTANAS – PABELLON DE AULAS					
TIPO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZER	CANTIDAD	CARACTERISTICAS
V01	2.00	1.70	1.00	32	VENTANA CORREDEZA DE CRISTAL TEMPLADO DE 6MM COLOR BLANCO INCOLORO
V02	3.39	0.60	2.10	8	VENTANA CORREDEZA DE CRISTAL TEMPLADO DE 6MM COLOR BLANCO INCOLORO
V03	3.59	0.60	2.10	8	VENTANA CORREDEZA DE CRISTAL TEMPLADO DE 6MM COLOR BLANCO INCOLORO
V04	2.55	0.60	2.15	2	VENTANA CORREDEZA DE CRISTAL TEMPLADO DE 6MM COLOR BLANCO INCOLORO
V05	2.13	0.60	2.15	2	VENTANA CORREDEZA DE CRISTAL TEMPLADO DE 6MM COLOR BLANCO INCOLORO



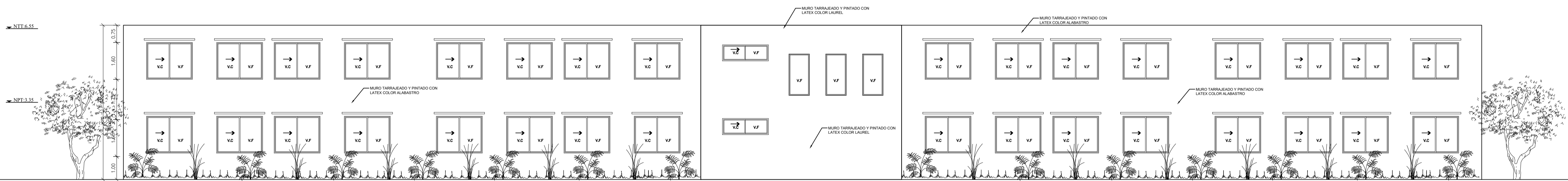
**SEGUNDO NIVEL**  
ESC: 1/100

<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMON CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
PLANOS: DISTRIBUCIÓN AULAS		Nº PLANO: <b>05</b>
TESISTAS: BACH.QUIROZ SALAZAR DANIEL BACH.SANCHEZ PINEDO JHONATAN	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD PROVINCIA: TRUJILLO DISTRITO: HUANCHACHO	COD. LÁMINA: <b>A-01</b>
ASESOR: ING. VALDIVIESO VELARDE ALAN	FECHA: DICIEMBRE 2020	ESCALA: INDICADA

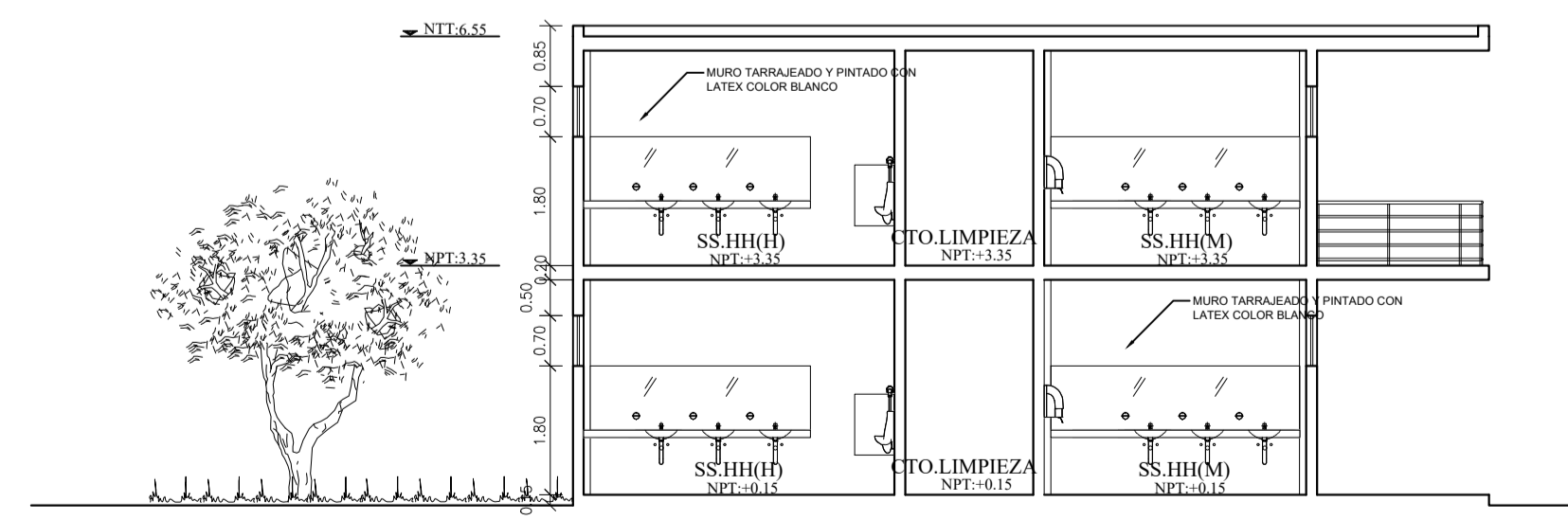




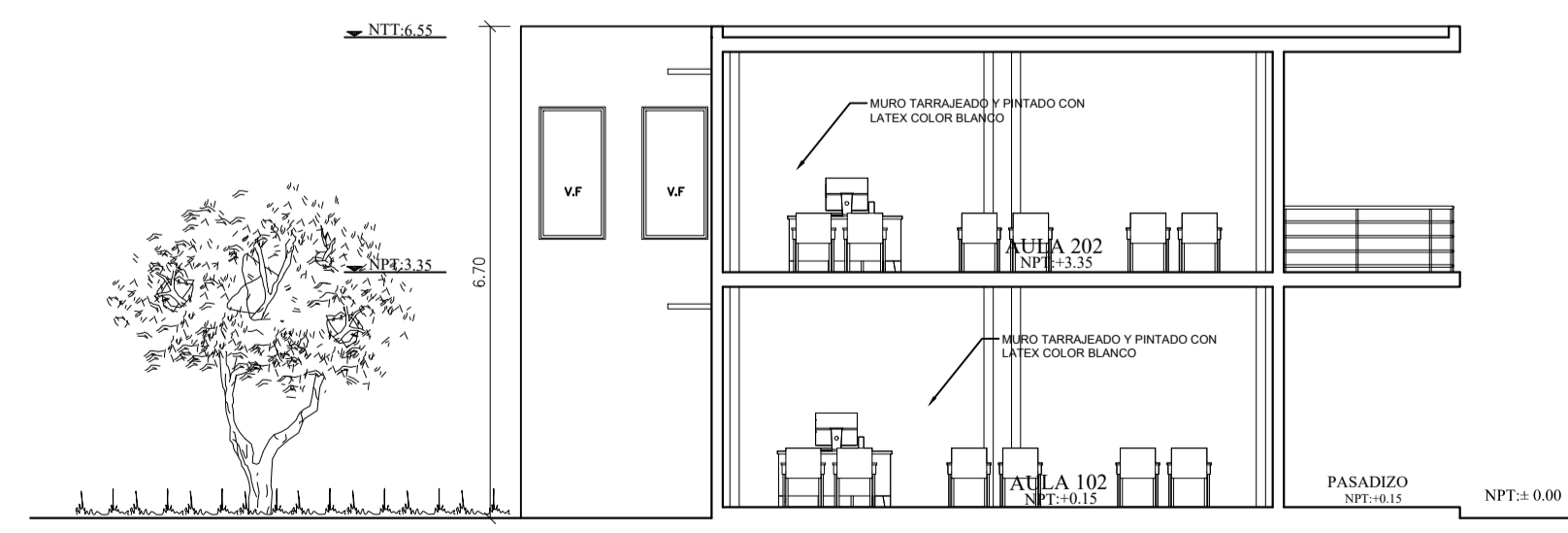
CORTE A-A  
Escala: 1-100



ELEVACION 1  
Escala: 1-100

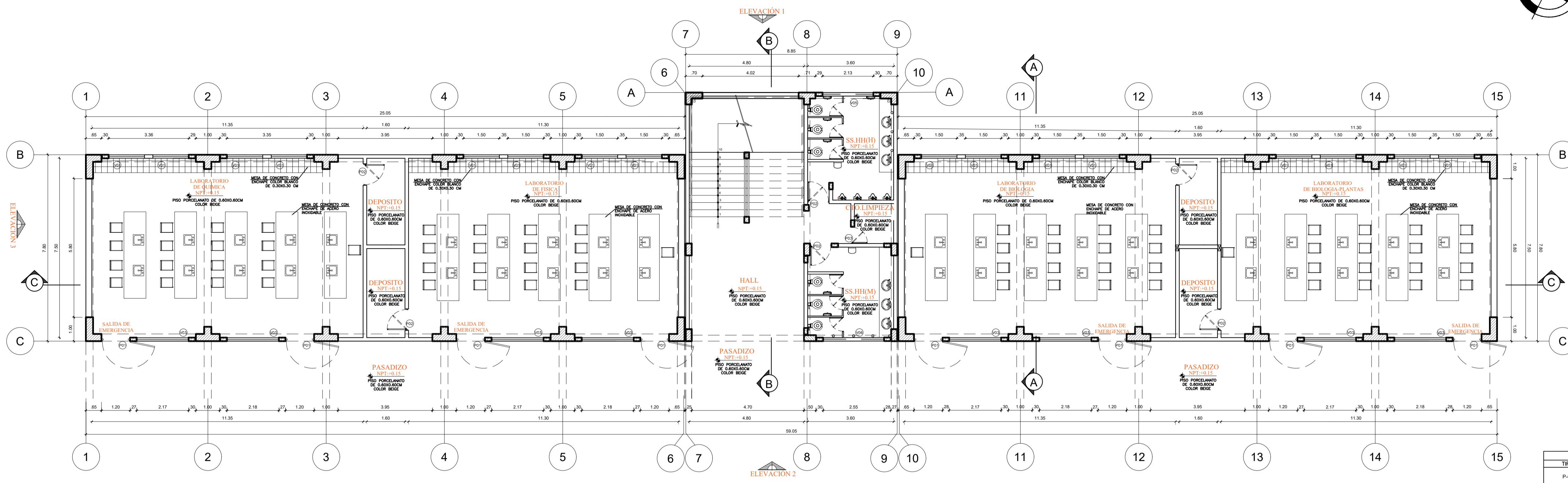
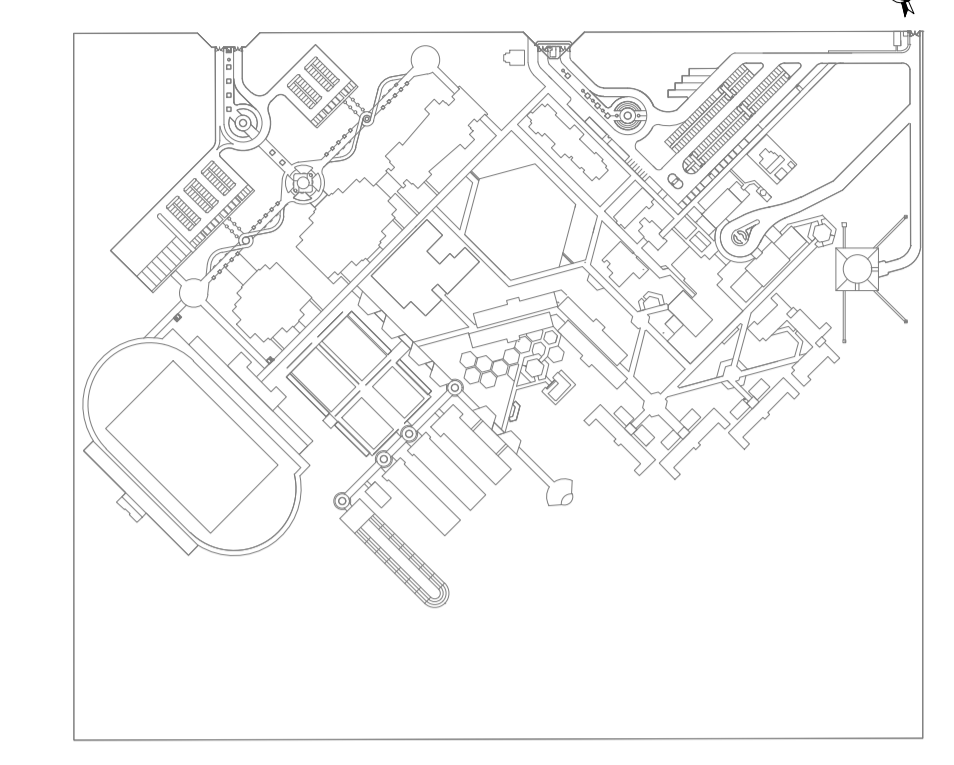
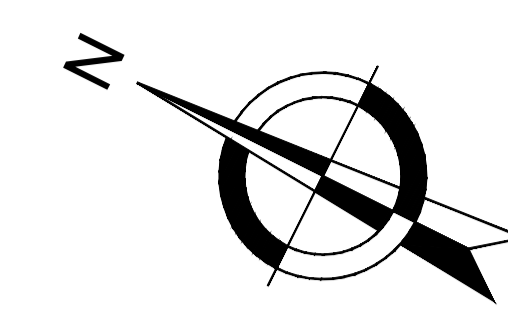


CORTE B-B  
Escala: 1-100



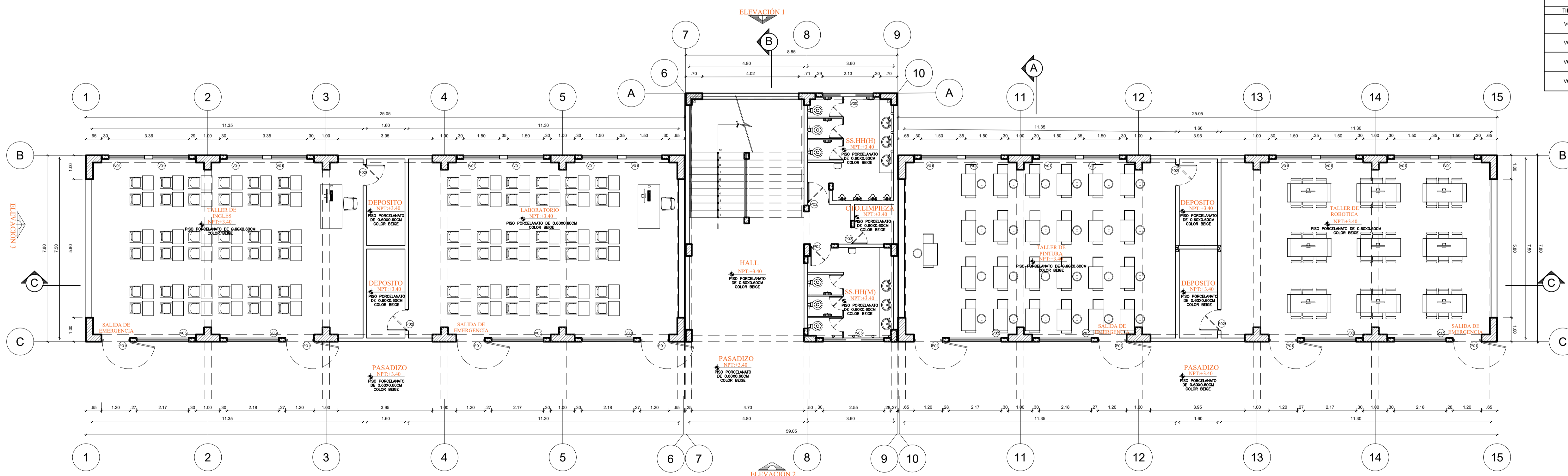
CORTE C-C  
Escala: 1-100

<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMON CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD</b>			
PLANO: <b>CORTES Y ELEVACIONES AULAS</b>			Nº PLANO: <b>06</b>
TESISTAS: <b>BACH. QUIROZ SALAZAR DANIEL</b> <b>BACH. SANCHEZ PINEDO JHONATAN</b>		DEPARTAMENTO: <b>LA LIBERTAD</b>	COD. LÁMINA: <b>A-02</b>
ASESOR: <b>ING. VALDIVIESO VELARDE ALAN</b>		FECHA: <b>DICIEMBRE 2020</b>	



**PRIMER NIVEL**  
ESC: 1/100

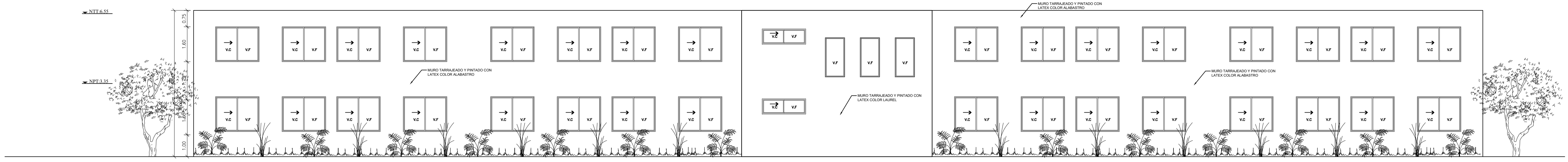
CUADRO DE VANOS DE PUERTAS - PABELLON DE AULAS				
TIPO	ANCHO	ALTURA	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
P-01	1.20	2.20	16	PUERTA APANELADA TIPO BATEANTE - AGLOMERADA COLOR BARNIZ MARINO MATE NATURAL
P-02	0.90	2.20	12	PUERTA CONTRAPLACADA TIPO BATEANTE AGLOMERADA COLOR BARNIZ MARINO MATE NATURAL
P-03	0.70	2.20	1	PUERTA CONTRAPLACADA TIPO BATEANTE AGLOMERADA COLOR BARNIZ MARINO MATE NATURAL



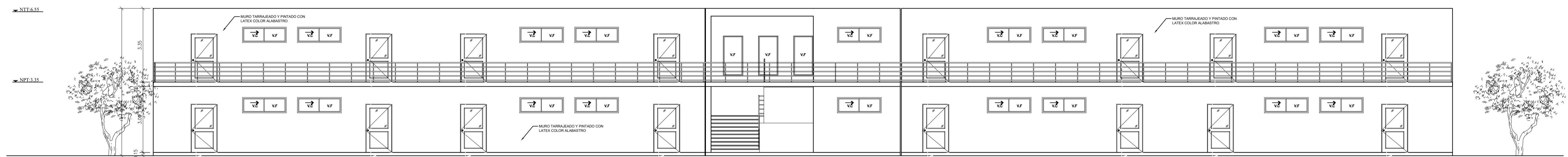
**SEGUNDO NIVEL**  
ESC: 1/100

CUADRO DE VANOS DE VENTANAS - PABELLON DE AULAS					
TIPO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZER	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
V01	1.50	1.75	1.00	32	VENTANA CORREDIZA DE CRISTAL TEMPLADO DE 6MM COLOR BLANCO INCOLORO
V02	2.17	0.60	2.15	16	VENTANA CORREDIZA DE CRISTAL TEMPLADO DE 6MM COLOR BLANCO INCOLORO
V03	2.55	0.60	2.15	2	VENTANA CORREDIZA DE CRISTAL TEMPLADO DE 6MM COLOR BLANCO INCOLORO
V04	2.13	0.60	2.15	2	VENTANA CORREDIZA DE CRISTAL TEMPLADO DE 6MM COLOR BLANCO INCOLORO

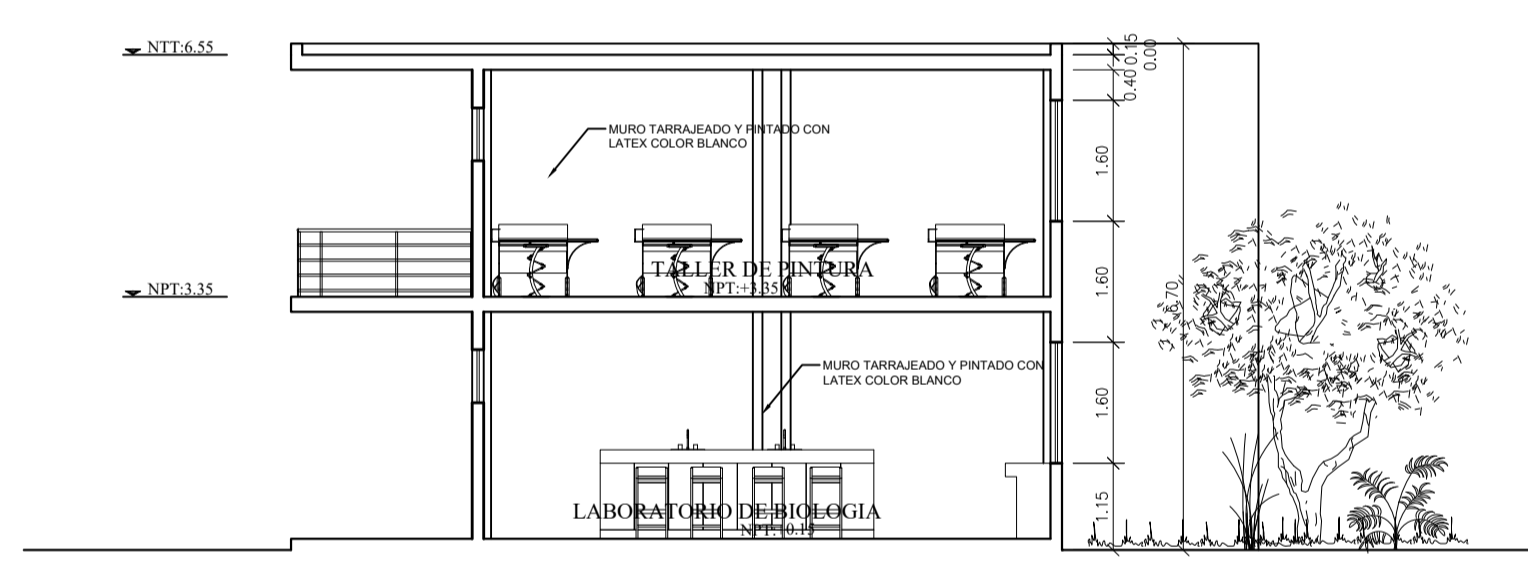
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMON CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD</b>			
PLANO: <b>DISTRIBUCIÓN LABORATORIOS</b>			Nº PLANO: <b>07</b>
TESISISTAS: <b>BACH. QUIROZ SALAZAR DANIEL</b> <b>BACH. SANCHEZ PINEDO JHONATAN</b>	DEPARTAMENTO: <b>LA LIBERTAD</b>	PROVINCIA: <b>TRUJILLO</b>	COD. LÁMINA: <b>A-03</b>
ASESOR: <b>ING. VALDIVIESO VELARDE ALAN</b>	FECHA: <b>DICIEMBRE 2020</b>	ESCALA: <b>INDICADAS</b>	



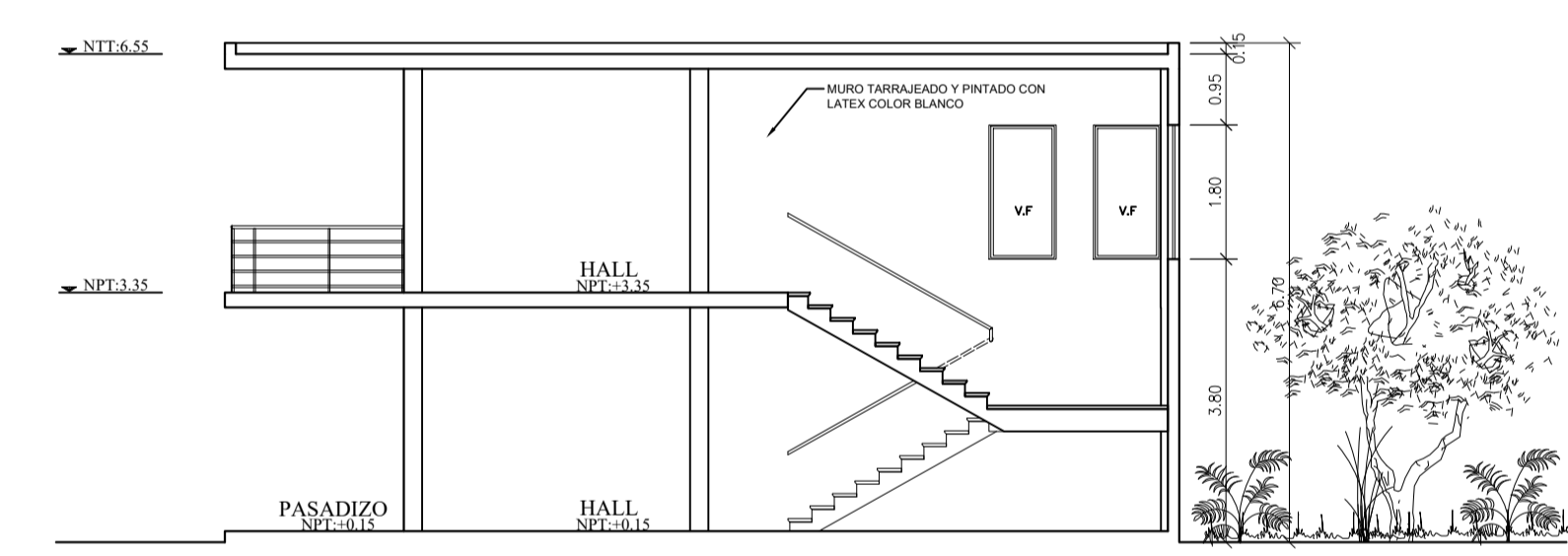
ELEVACION 1  
Esc. 1-100



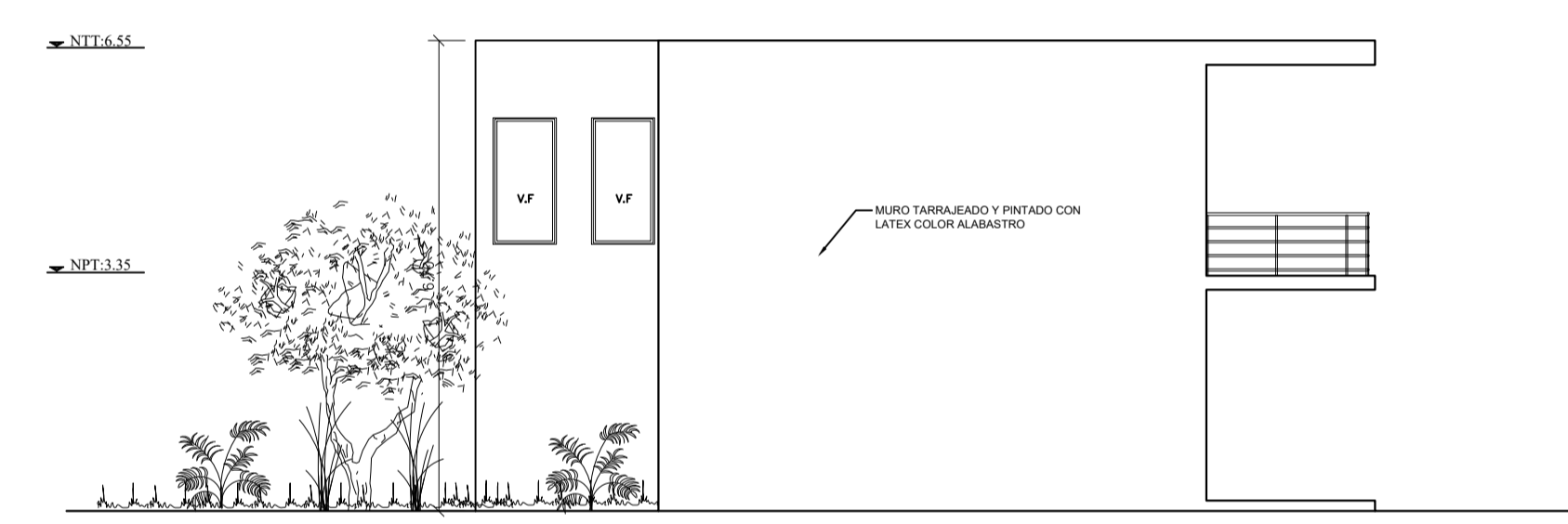
ELEVACION 2  
Esc. 1-100



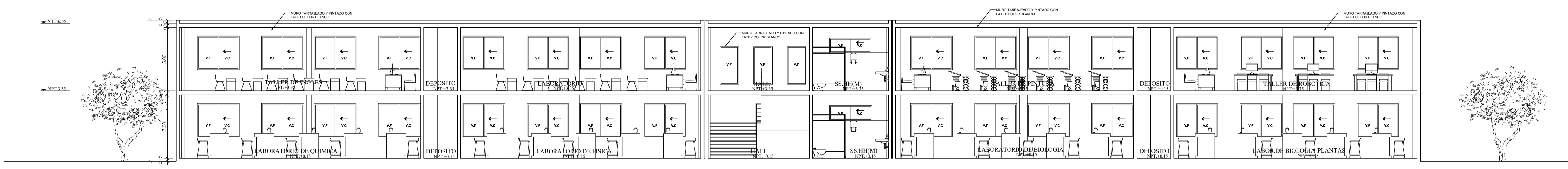
CORTE A-A  
Esc. 1-100



CORTE B-B  
Esc. 1-100

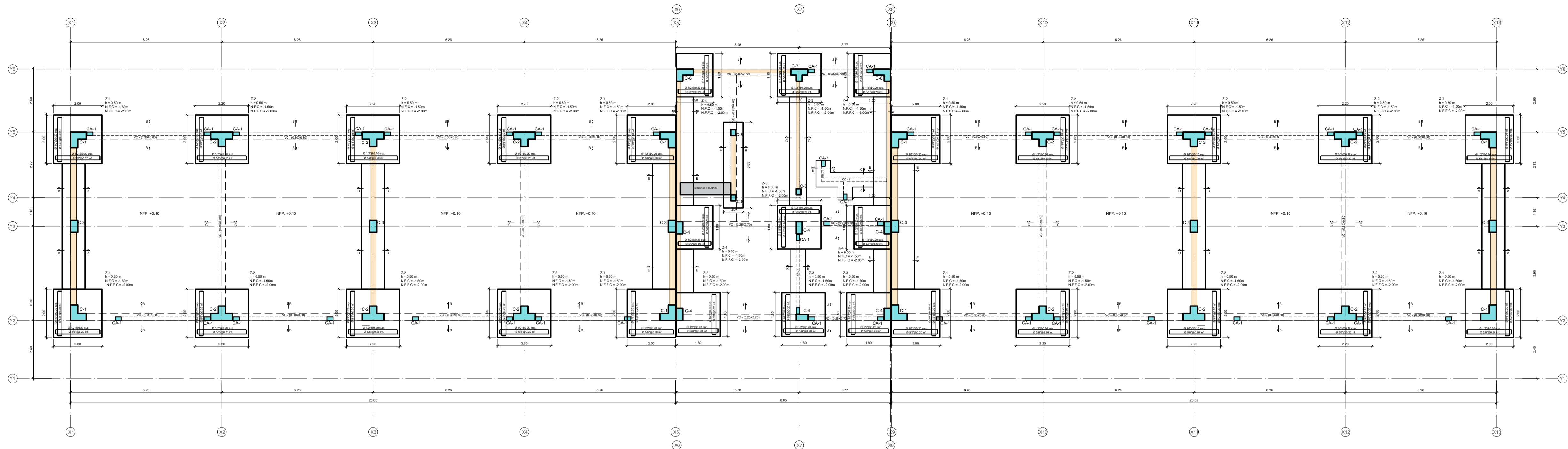


ELEVACION 3  
Esc. 1-100



CORTE C-C  
Esc. 1-100

<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMON CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD</b>			
PLANO: <b>CORTES Y ELEVACIONES LABORATORIO</b>			Nº PLANO: <b>08</b>
TESISISTAS: <b>BACH. QUIROZ SALAZAR DANIEL</b> <b>BACH. SANCHEZ PINEDO JHONATAN</b>	DEPARTAMENTO: <b>LA LIBERTAD</b> PROVINCIA: <b>TRUJILLO</b> DISTRITO: <b>HUANCHACHO</b>	COD. LÁMINA: <b>A-04</b>	
ASESOR: <b>ING. VALDIVIESO VELARDE ALAN</b>	FECHA: <b>DICIEMBRE 2020</b>	ESCALA: <b>INDICADAS</b>	



### RESUMEN DE LAS CONSIDERACIONES DE MECÁNICA DE SUELOS

Se Realizó 01 calicata hasta los tres metros (3.00 m.) de profundidad. Se Realizaron ensayos estándar y especiales, con la finalidad de conocer propiedades físicas, químicas, mecánicas, hidráulicas y dinámicas del suelo sustentante. El material de apoyo que se desarrolló partir de -2.00 m desde la superficie del terreno posee las siguientes características:

Clasificación SUCS:	Arena Pobremente Graduada (SP-SM)
Cohesión:	0.00 kg/cm <sup>2</sup>
Contenido de Humedad:	2.71 %
Ángulo de Fricción:	24.50°
Densidad Unitaria:	1.27 gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de Poisson:	0.30
Módulo Elasticidad del Suelo:	350 kg/cm <sup>2</sup>

- FACTOR DE SEGURIDAD AL CORTE:**
  - Para cargas estáticas: FS = 3.0
- TIPO DE CIMENTACIÓN:**
  - Cimentación Superficial: Cimentación Corrida, Cimentación Cuadrada, Cimentación Rectangular
- PRESIÓN ADMISIBLE ESTIMADA:**

Tipo Cimentación	Df (m)	BxL (m x m)	qa (kg/cm <sup>2</sup> )
Corrida	1.20	0.60 x L	0.77
Cuadrada	2.00	1.50 x 1.50	1.73
Rectangular	2.00	1.50 x 1.80	1.68
- ASENTAMIENTO TOTAL (Se):**
  - Cimentación Corrida: S = 0.31 cm
  - Cimentación Cuadrada: S = 0.76 cm
  - Cimentación Rectangular: S = 1.00 cm
- CARACTERÍSTICAS SISMICAS:**
  - TIPO DE SUELO = Intermedio
  - CLASIFICACION = S2
- RECOMENDACIONES:**

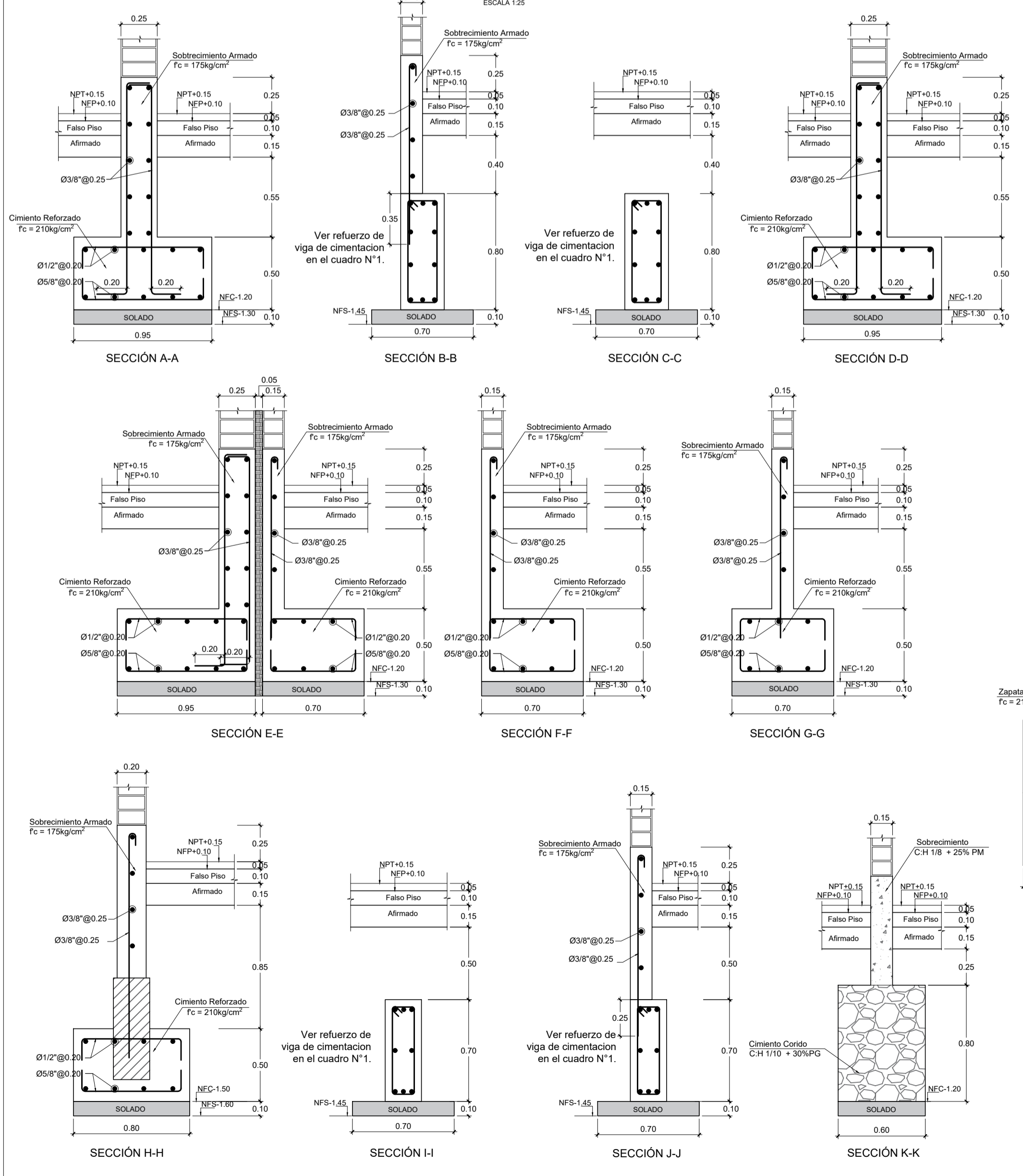
Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplazada la cimentación contiene concentraciones elevadas de sulfatos, sales solubles totales y cloruros que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto se recomienda el recubrimiento de las varillas de acero mayor que el comúnmente utilizado y el cemento a usar será el TIPO V.

### CIMENTACIÓN

ESCALA 1:100

### DETALLES CIMENTACIÓN EN CORTES

ESCALA 1:25



### CUADRO DE COLUMNAS

ESCALA 1:50

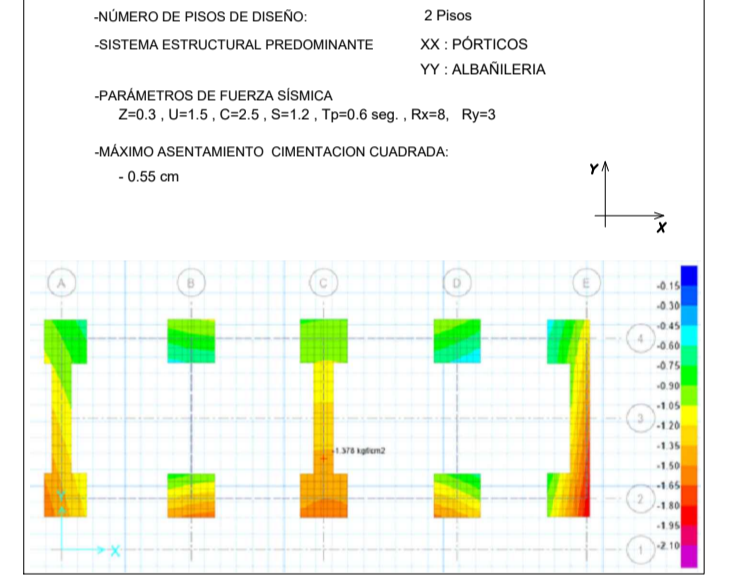
TIPO	C-1	C-2	C-3	C-4	C-6	C-7	C-8	C-1
Sección								
Reforzo	16 Ø 5/8" 4.00m	10 Ø 5/8" + 7 Ø 3/4" 4.00m	8 Ø 5/8" 4.00m	4 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8" 4.00m	14 Ø 5/8" 4.00m	10 Ø 5/8" + 6 Ø 1/2" 4.00m	4 Ø 5/8" 4.00m	4 Ø 1/2" 2.00m
Recubrimiento								
Estribos	Ø 1/2" @ 20 Ø 5/8" @ 20	Ø 1/2" @ 20 Ø 5/8" @ 20	Ø 1/2" @ 20 Ø 5/8" @ 20	Ø 1/2" @ 20 Ø 5/8" @ 20	Ø 1/2" @ 20 Ø 5/8" @ 20	Ø 1/2" @ 20 Ø 5/8" @ 20	Ø 1/2" @ 20 Ø 5/8" @ 20	Ø 1/2" @ 20 Ø 5/8" @ 20

### CUADRO DE VIGAS CIMENTACIÓN

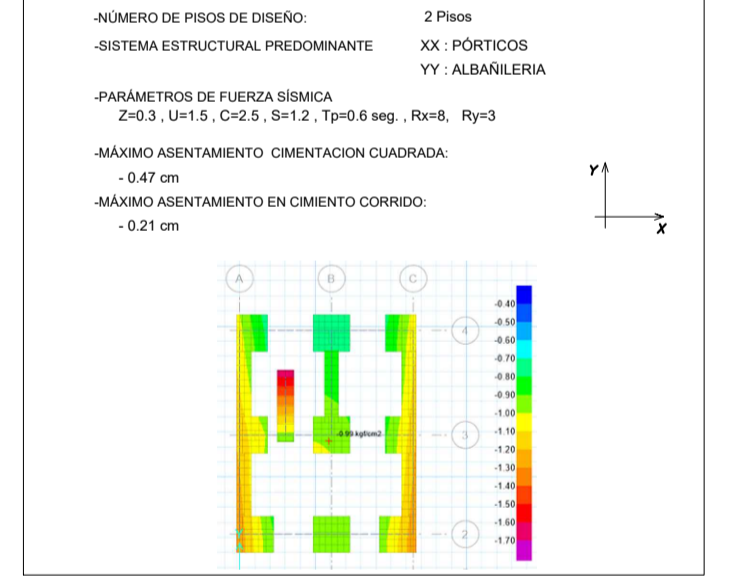
ESCALA 1:50

TIPO	VC - (0.30x0.80)	VC - (0.25x0.70)
SECCION		
REFUERZO	6 Ø 3/4" + 4 Ø 3/8"	6 Ø 3/4" + 2 Ø 3/8"
RECUBRIMIENTO	5.00m	5.00m
ESTRIBOS	Ø 1/2" @ 20 Ø 5/8" @ 20	Ø 1/2" @ 20 Ø 5/8" @ 20

### CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

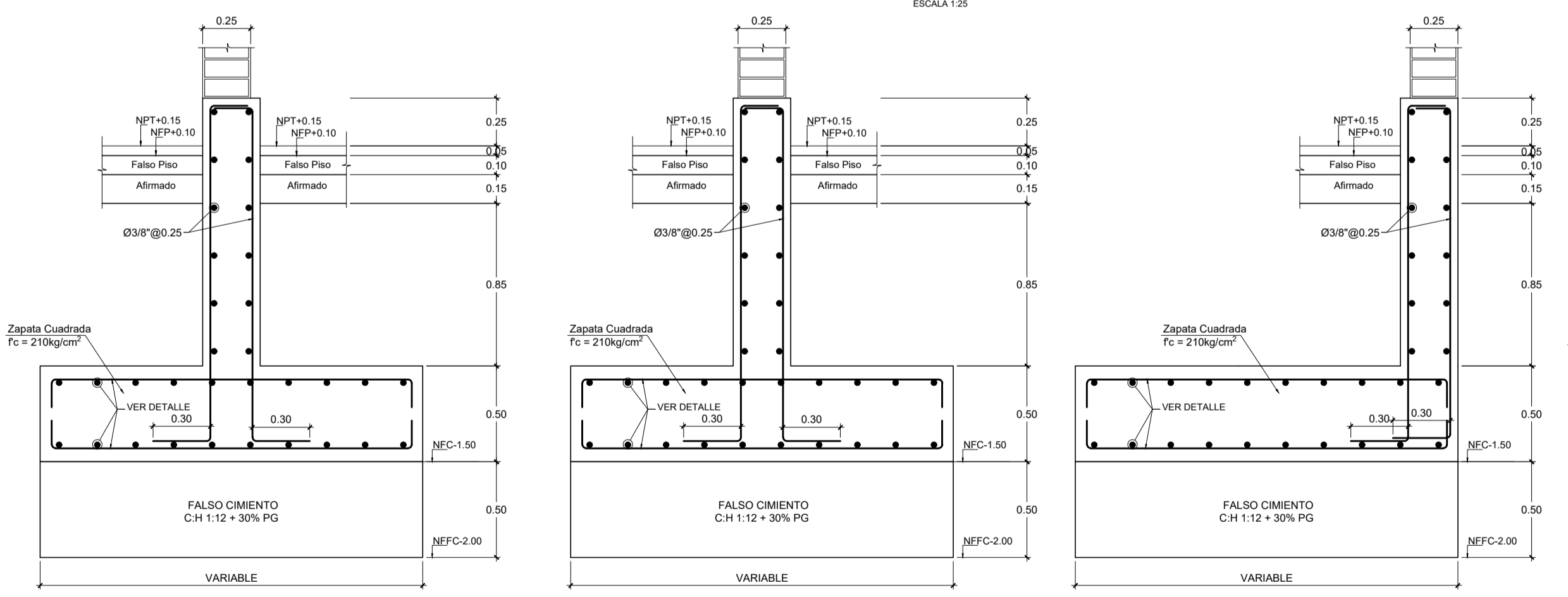


### CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES



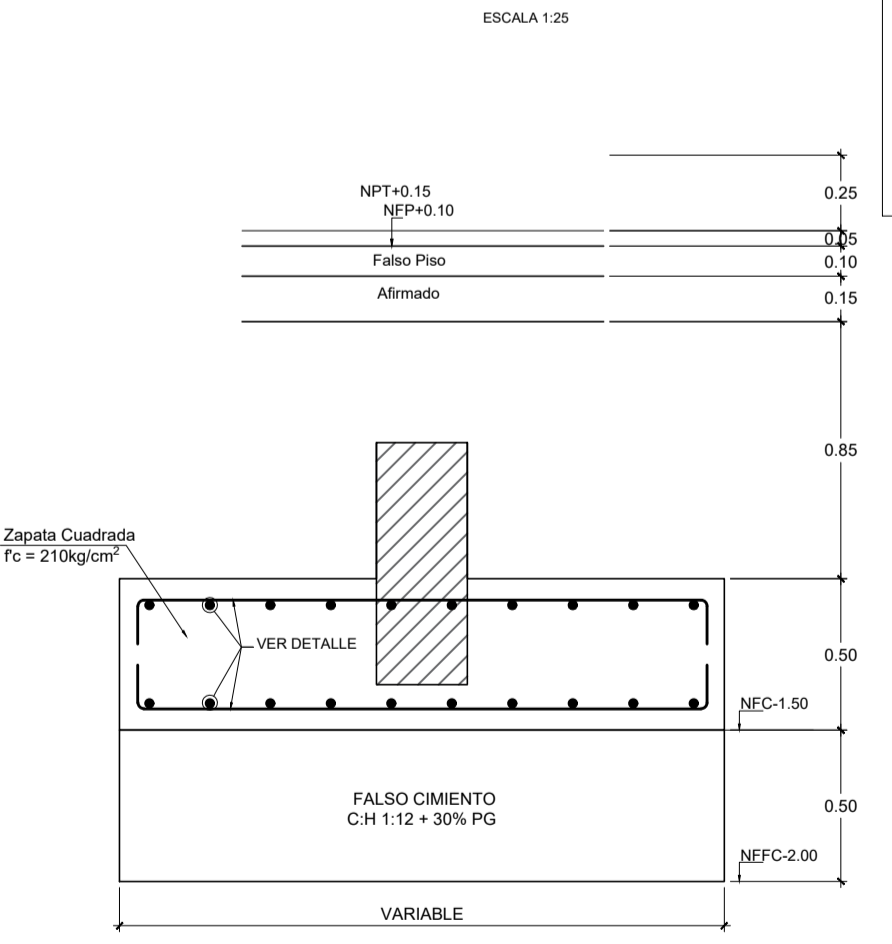
### DETALLE CIMENTACIÓN EN TABIQUES

ESCALA 1:25



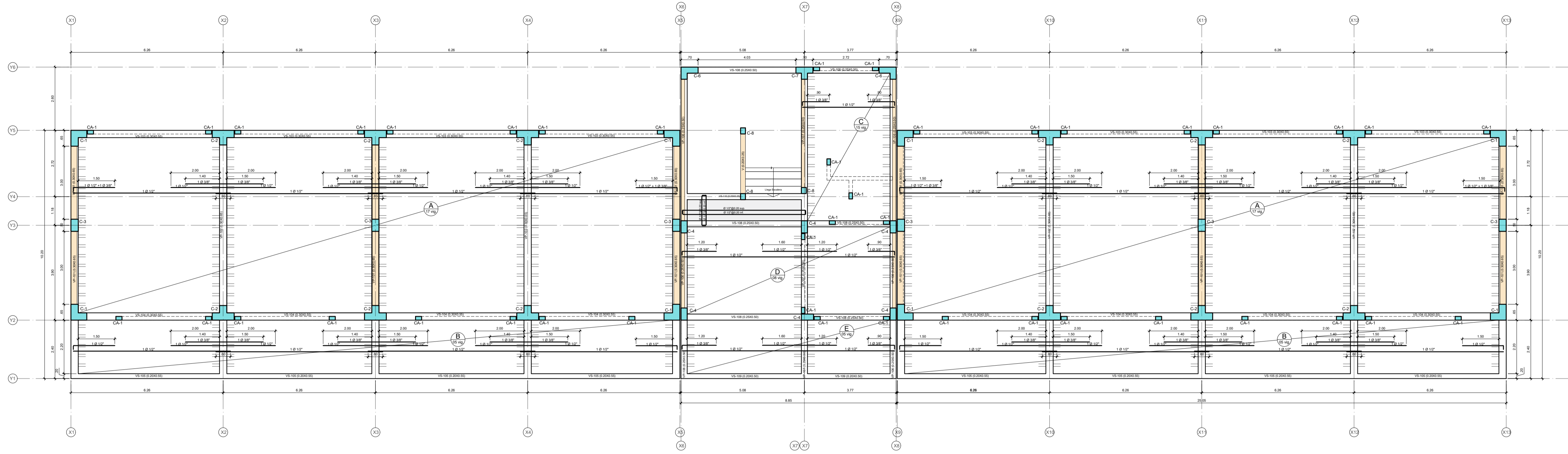
### DETALLE GENERAL DE ZAPATAS

ESCALA 1:25

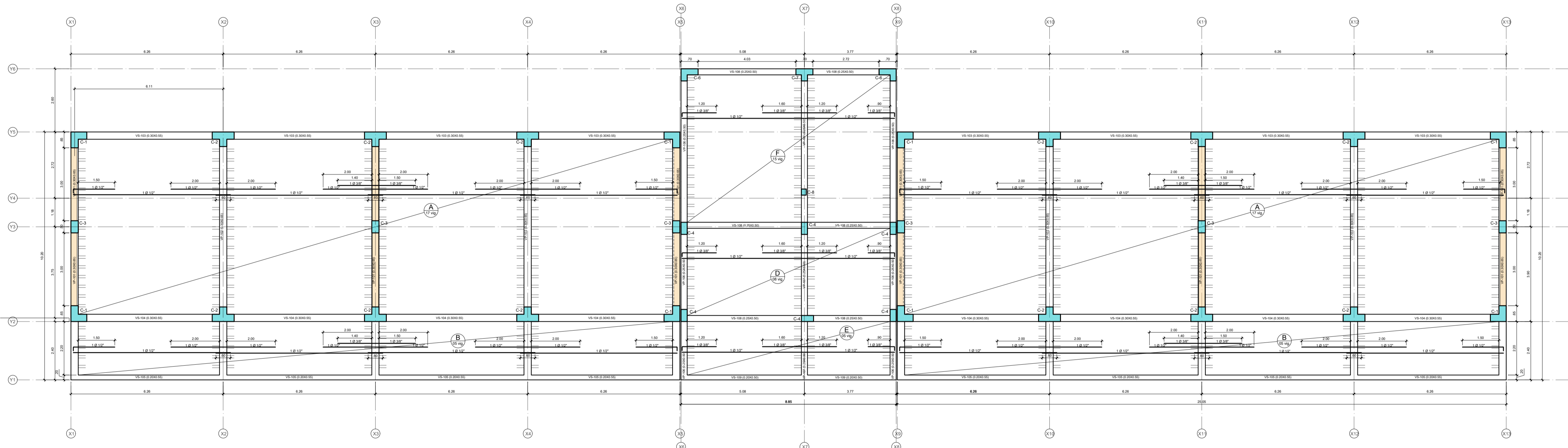


<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD</b>			
PLANO: <b>CIMENTACIONES AULA</b>			
TESISTAS:	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD	
BACH. QUIROZ SALAZAR DANIEL	PROVINCIA:	TRUJILLO	
BACH. SANCHEZ PINEDO JHONATAN	DISTRITO:	HUANCHACHO	
ASESOR:	FECHA:	ESCALA:	
ING. VALDIVESIO VELARDE ALAN	DICIEMBRE 2020	INDICADAS	
NF PLANO:			<b>09</b>
			COD. LÁMINA:
			<b>E-01</b>





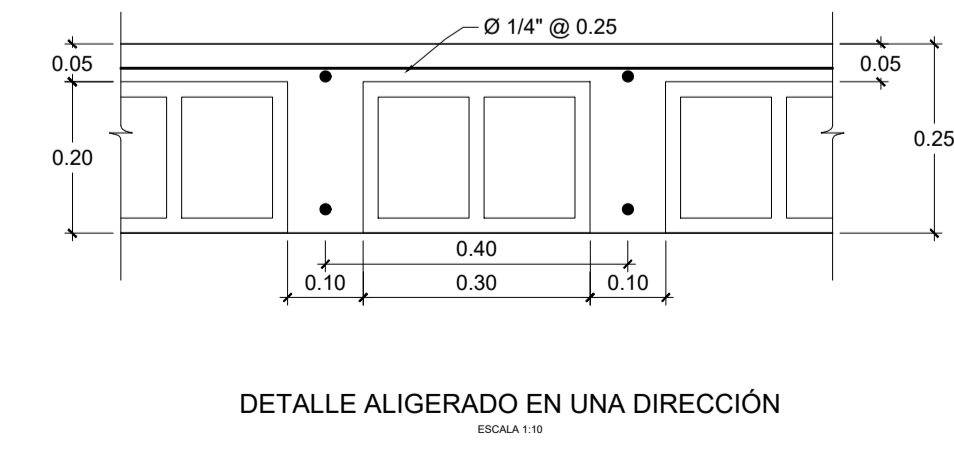
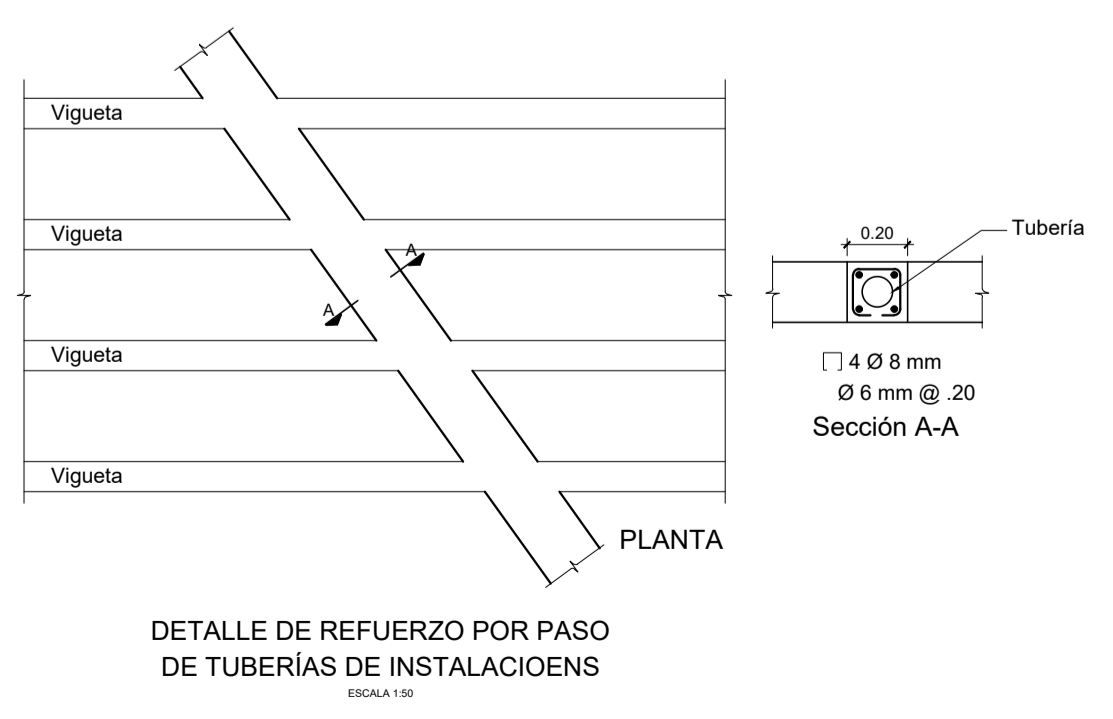
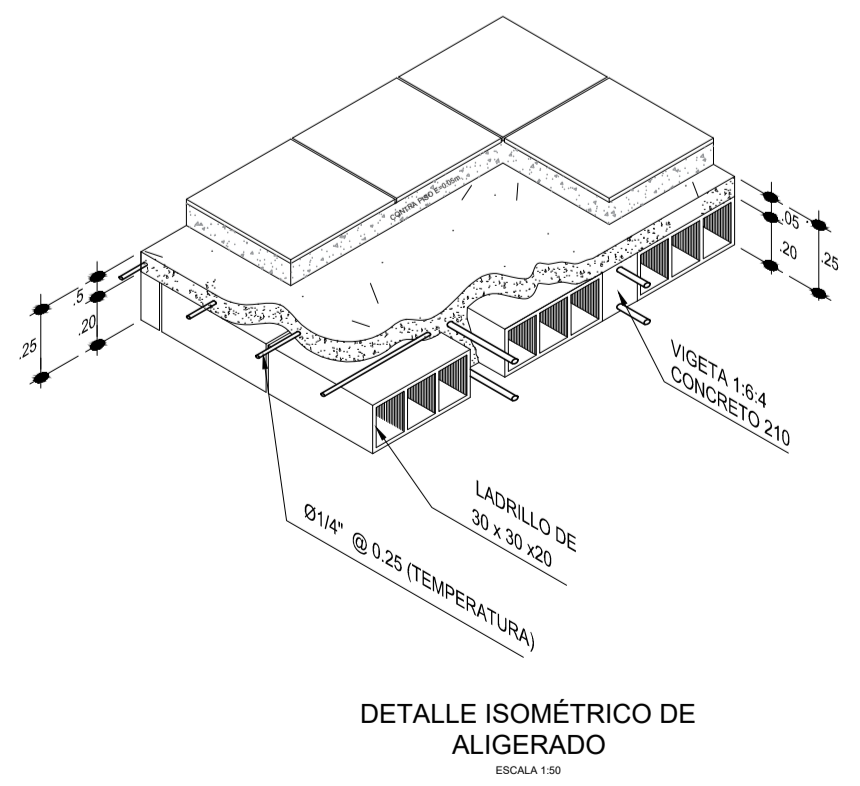
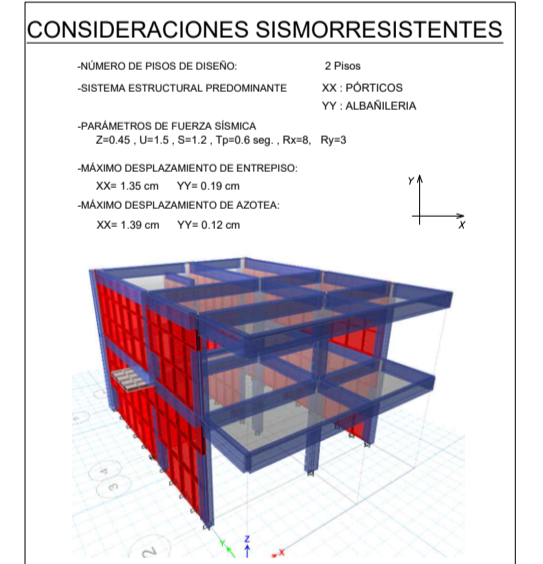
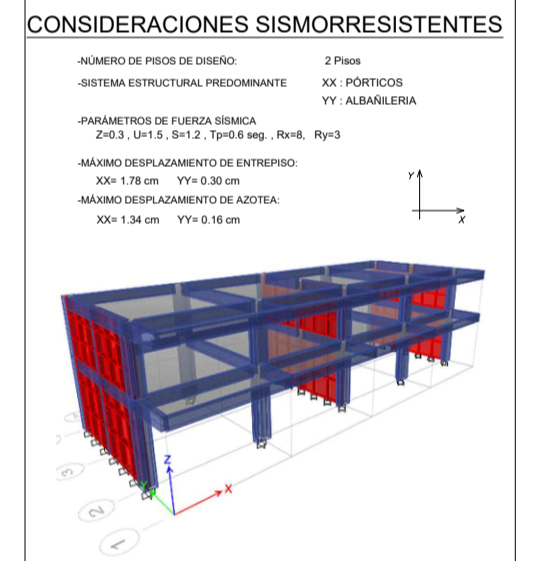
LOSA ALIGERADA PRIMER NIVEL  
 ESC 1:100



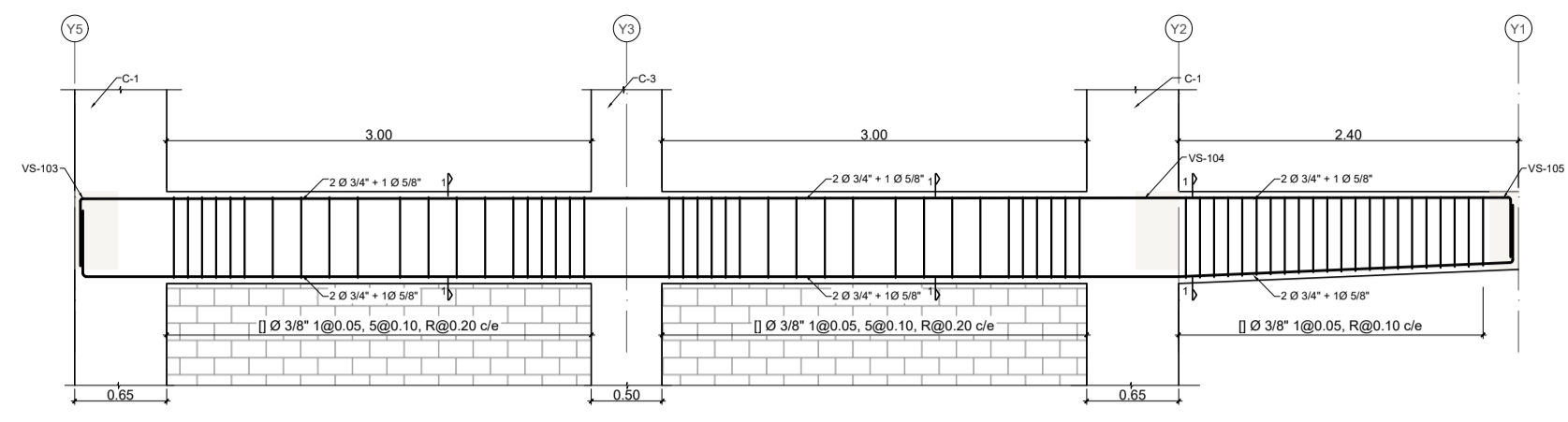
LOSA ALIGERADA SEGUNDO NIVEL  
 ESC 1:100

### ESPECIFICACIONES GENERALES

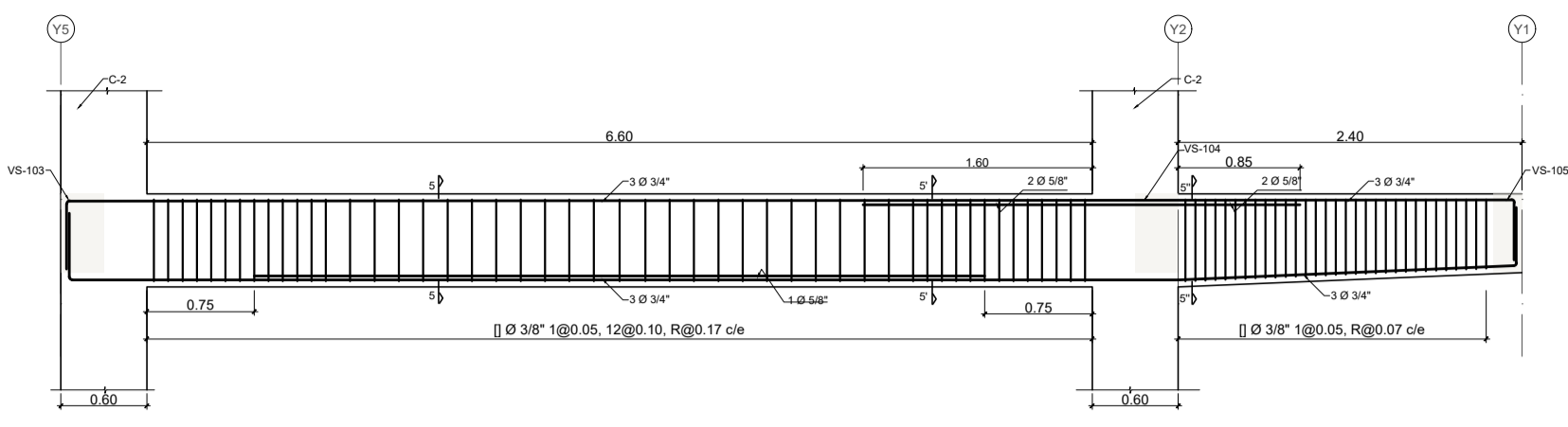
- Normas Usadas:
  - NTE E.020 (Cargas y Sobrecargas)
  - NTE E.030 (Diseño Sismorresistente)
  - NTE E.050 (Mecánica de Suelo)
  - NTE E.060 (Concreto Armado)
  - NTE E.070 (Albanelería)
- Concreto:
  - Concreto Armado:  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Zapatas:  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Viga Cimentación:  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Sobrecemento A':  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
  - Columnas y Placas:  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Columnetas:  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
  - Vigas:  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Losas:  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Escalera:  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Concreto Simple:
    - Sobrecemento C'': C.H. 1:8 + 25% P.M.
    - Cimentos Corridos: C.H. 1:10 + 30% P.G. 8" max.
    - Falso Cimentos: C.H. 1:12 + 30% P.G. 10" max.
- Recubrimiento del refuerzo:
  - Zapatas: 7.0 cm
  - Vigas de Cimentación: 5.0 cm
  - Vigas Peraltadas:
    - ancho < 15cm: 2.5 cm
    - ancho > 15cm: 4.0 cm
  - Losas y Vigas Chulas: 2.0 cm
  - Columnas: 4.0 cm
  - Columnetas: 2.5 cm
- Acero:
  - ASTM A706 grado 60 ( $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ )
- Cemento:
  - Cemento tipo MS para la subestructura NTP 334.082.
  - Cemento Tipo 1 para la superestructura NTP 334.009.
- Albanelería:
  - Los muros portantes se construirán con ladrillo de arcilla tipo King Kong Industrial de 24cm x 13 cm x 8 cm
  - Los tabiques se construirán con unidades tubulares asentadas con mortero tipo P2 con una proporción cemento arena de 1:4
  - Los cercos perimetrales se construirán con unidades sólidas asentadas con mortero tipo P2 con una proporción cemento arena de 1:5.
- Tipo de Cimentación Utilizada:
  - Cimiento corrido de concreto estructural NTE E.060 2.2.
  - Zapata Corrida de concreto estructural NTE E.060 2.2.
  - Zapata Cuadrada de concreto estructural NTE E.060 2.2.
- Sobrecargas utilizadas en diseño:
  - Azulá: 100 kg/m<sup>2</sup>
  - Aulas: 250 kg/m<sup>2</sup>
  - Comedores y Escalera: 400 kg/m<sup>2</sup>
- Consideraciones de diseño estructural usadas:
  - se ha diseñado 2 pisos
  - En el sentido X el sistema estructural es Aperticado
  - En el sentido Y el sistema estructural es Albanelería
  - Los parámetros para la determinación de la fuerza sísmica son:  $Z=0.45$ ,  $U=1.5$ ,  $C=2.5$ ,  $S=1.05$ ,  $T_p=0.6 \text{ seg.}$ , Módulo 1 R=8, R<sub>y</sub>=3, Módulo 3 R=8, R<sub>y</sub>=3



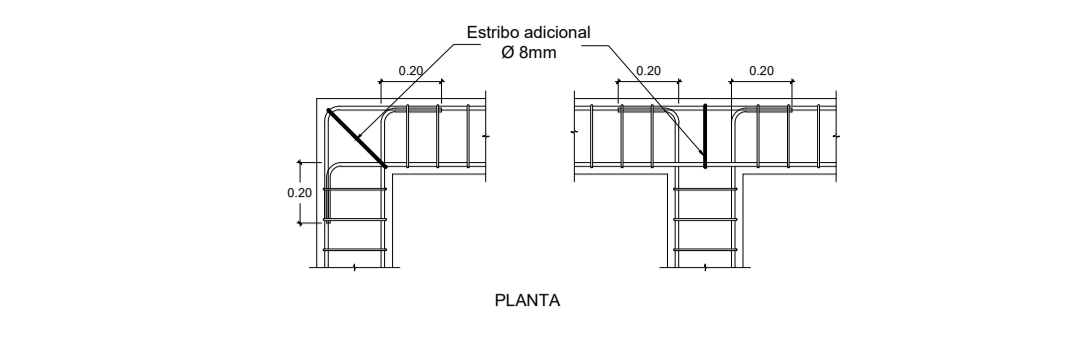
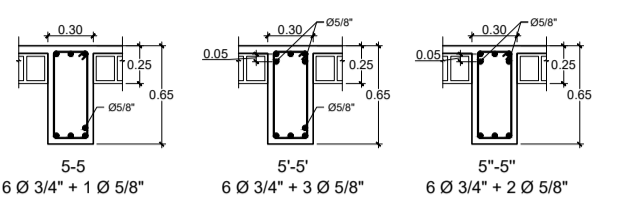
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD</b>		
PLANO: <b>ALIGERADO AULAS</b>		Nº PLANO: <b>10</b>
TESISTAS: <b>BACH. QUIROZ SALAZAR DANIEL</b> <b>BACH. SANCHEZ PINEDO JHONATAN</b>		PROVINCIA: <b>TRUJILLO</b> DISTRITO: <b>HUANCHACHO</b>
ASesor: <b>ING. VALDIVESIO VELARDE ALAN</b>		ESCALA: <b>INDICADAS</b>
DEPARTAMENTO: <b>LA LIBERTAD</b>		COD. LÁMINA: <b>E-02</b>



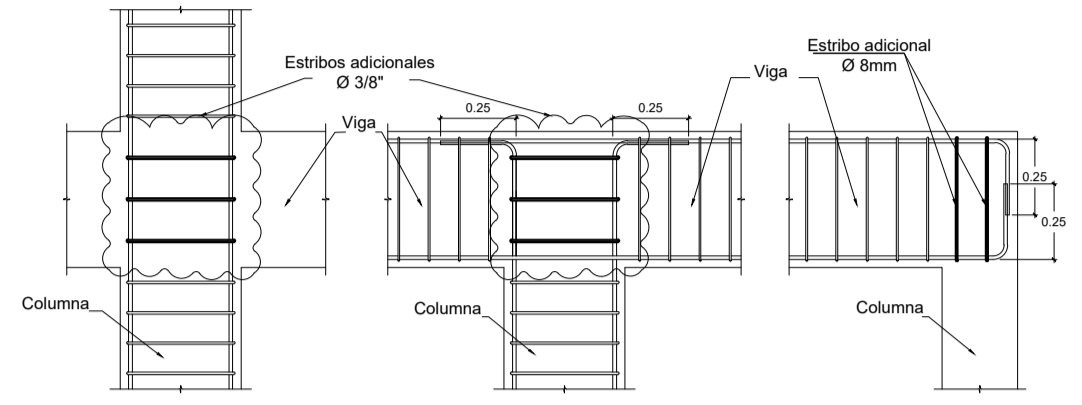
DETALLE DE VIGAS EJE X1 VP-101 0.30X0.65 (DEL 1°, 2° NIVEL)  
ESCALA 1:50



DETALLE DE VIGAS EJE X2 VP-102 0.30X0.65 (DEL 1° NIVEL)  
ESCALA 1:50

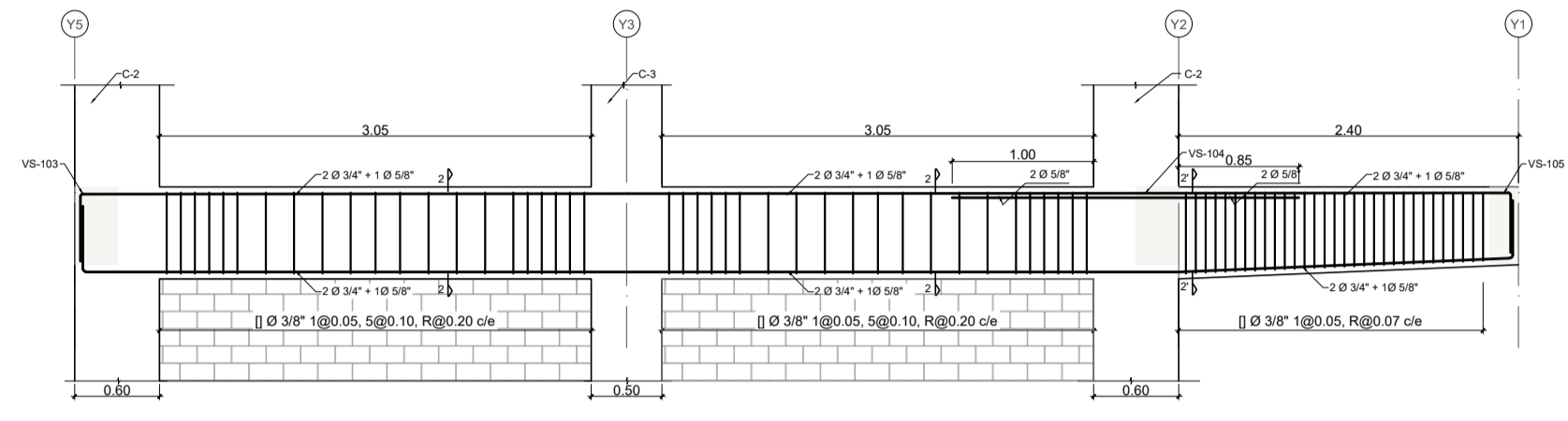


PLANTA

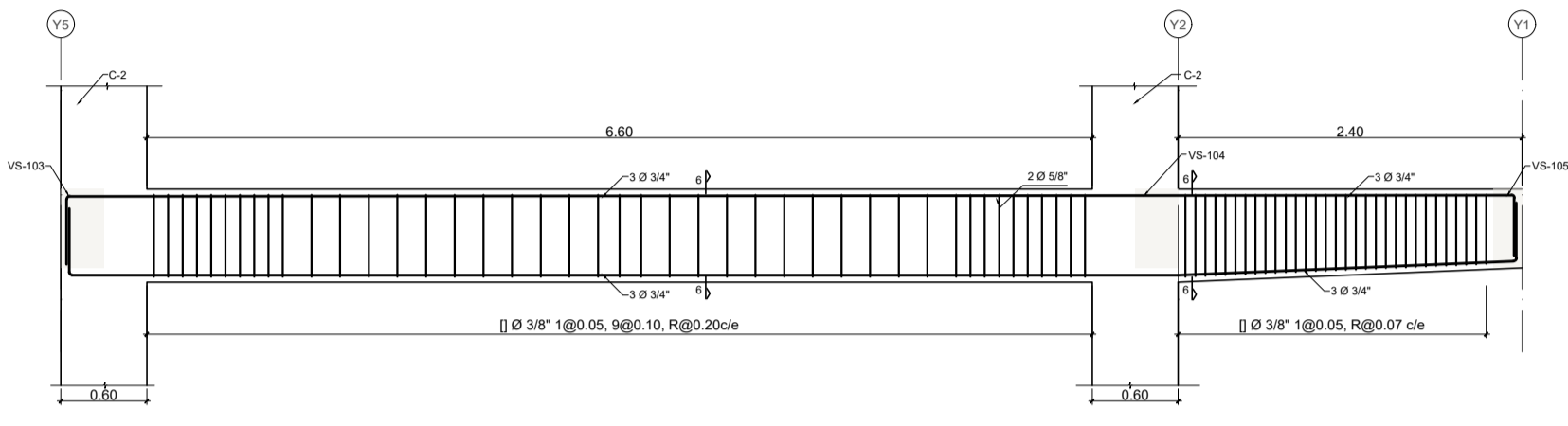


ELEVACION

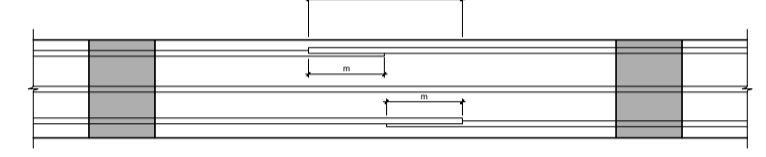
DETALLE DE ENCUENTROS VIGA-COLUMNA  
ESCALA 1:50



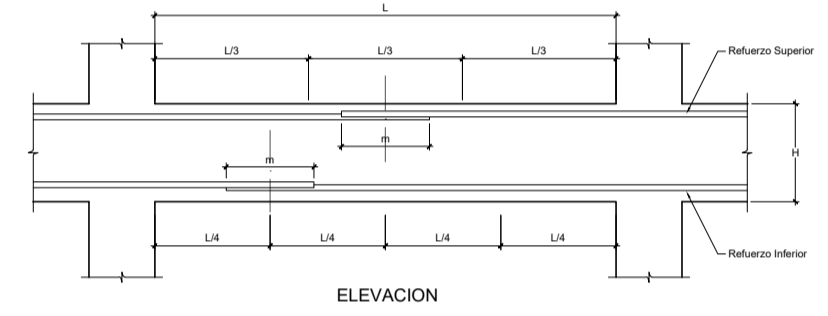
DETALLE DE VIGAS EJE X3 VP-101 0.30X0.65 (DEL 1° NIVEL)  
ESCALA 1:50



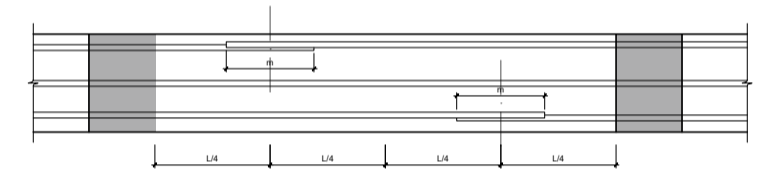
DETALLE DE VIGAS EJE X2 VP-102 0.30X0.65 (DEL 2° NIVEL)  
ESCALA 1:50



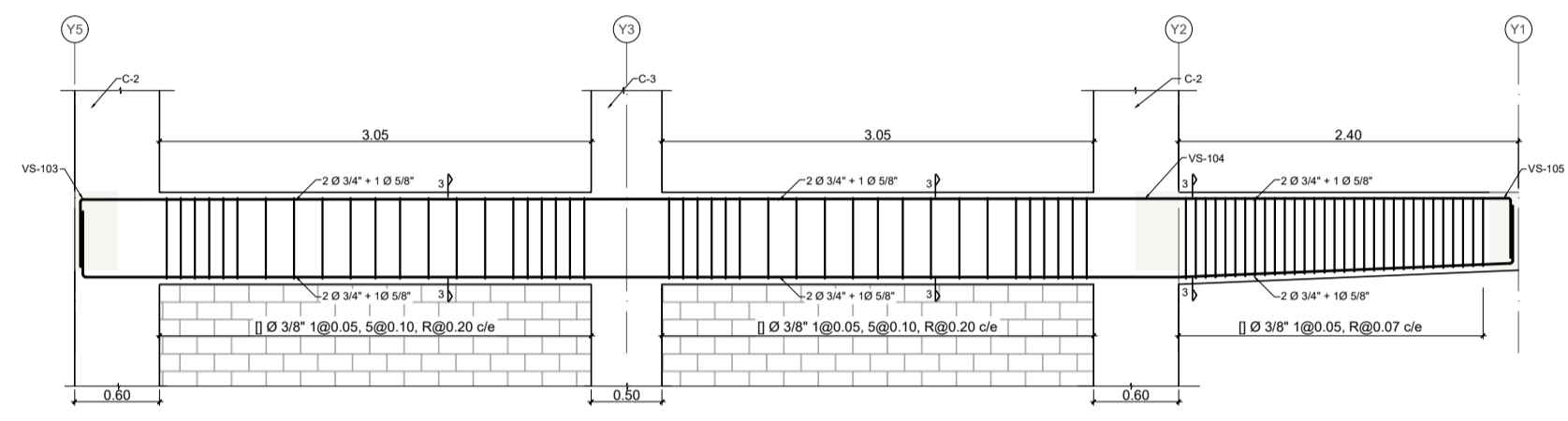
PLANTA ACERO SUPERIOR



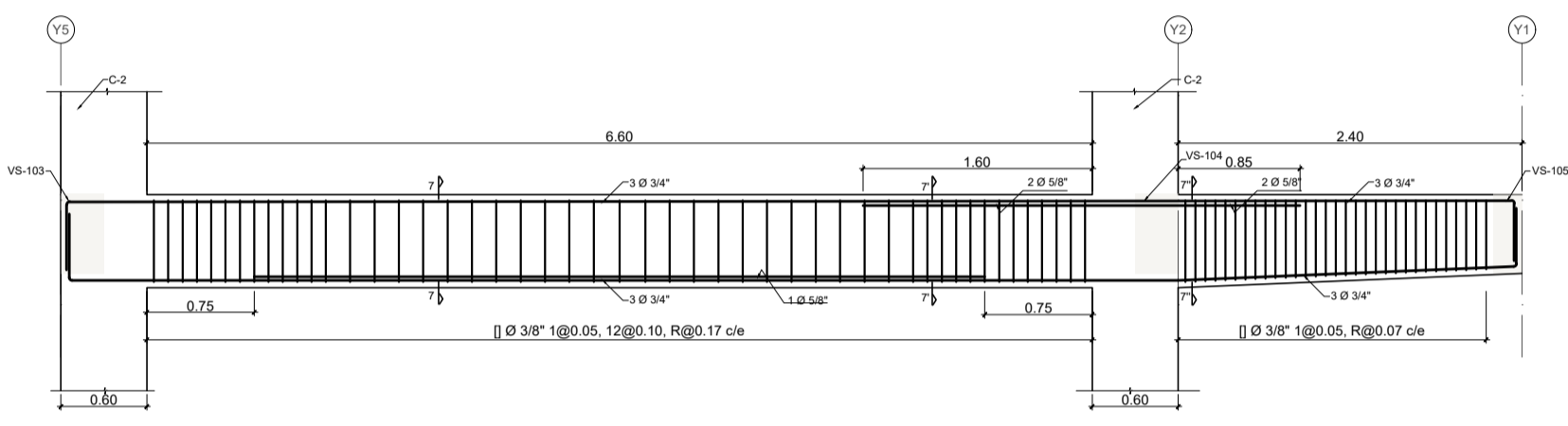
ELEVACION



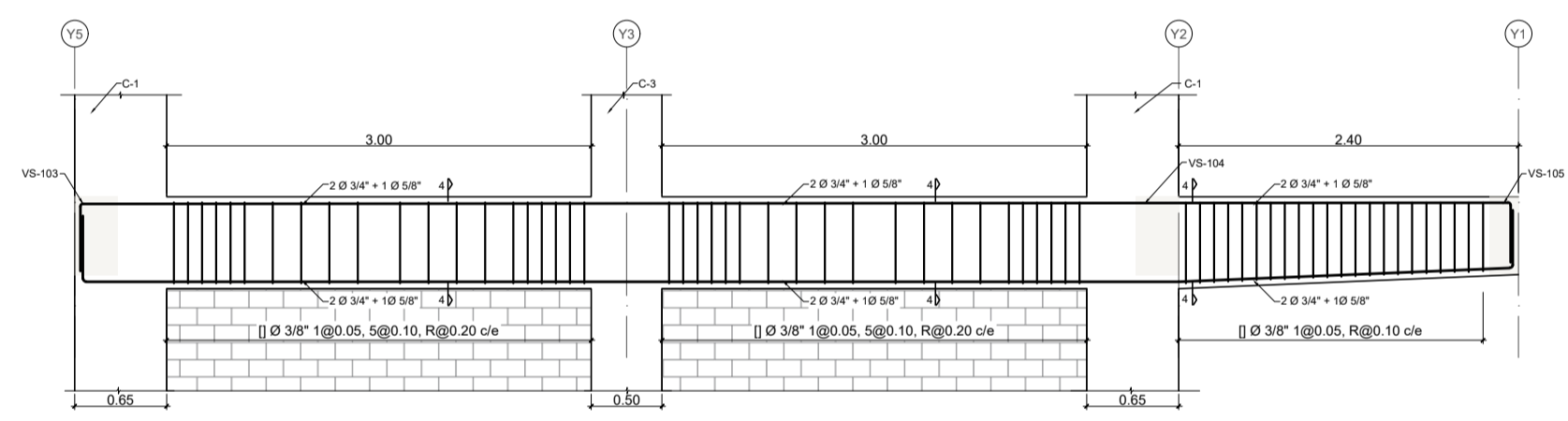
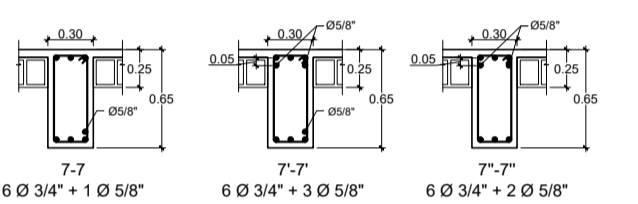
PLANTA ACERO INFERIOR



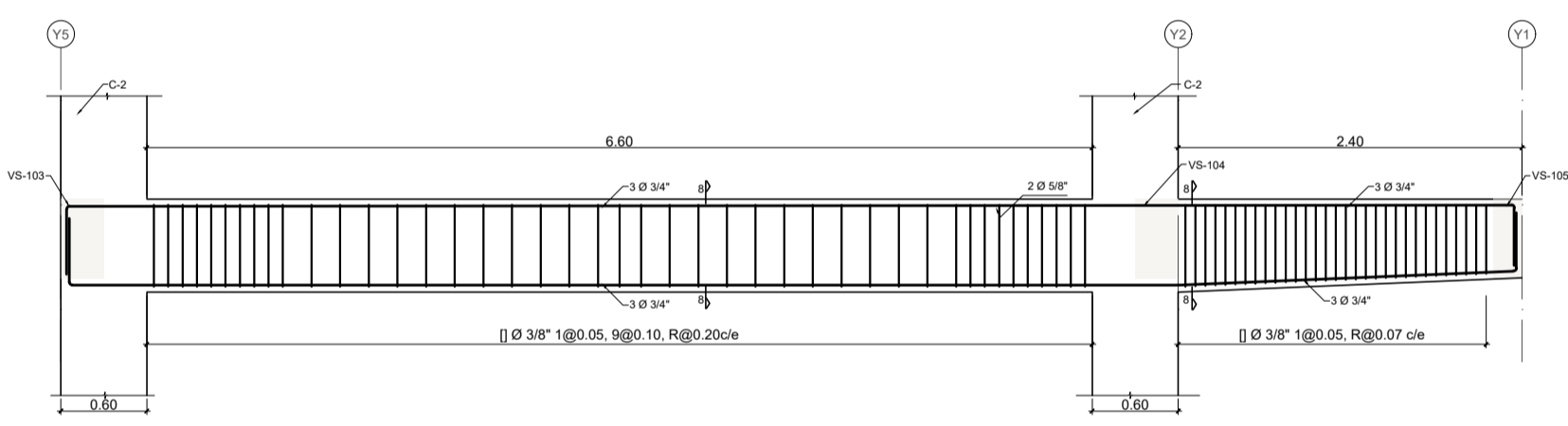
DETALLE DE VIGAS EJE X3 VP-101 0.30X0.65 (DEL 2° NIVEL)  
ESCALA 1:50



DETALLE DE VIGAS EJE X4 VP-102 0.30X0.65 (DEL 1° NIVEL)  
ESCALA 1:50



DETALLE DE VIGAS EJE X5 VP-101 0.30X0.65 (DEL 1°, 2° NIVEL)  
ESCALA 1:50



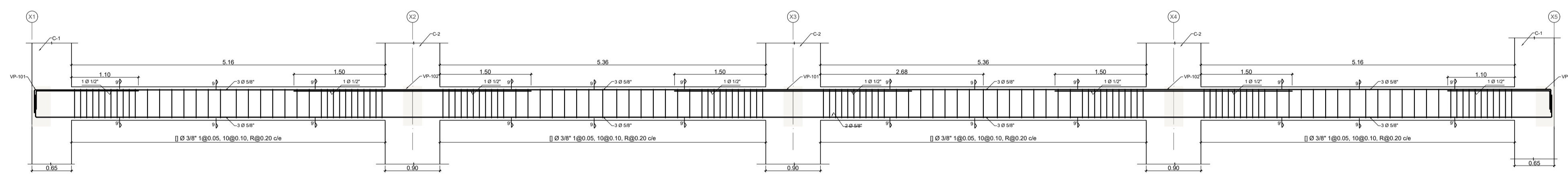
DETALLE DE VIGAS EJE X4 VP-102 0.30X0.65 (DEL 2° NIVEL)  
ESCALA 1:50



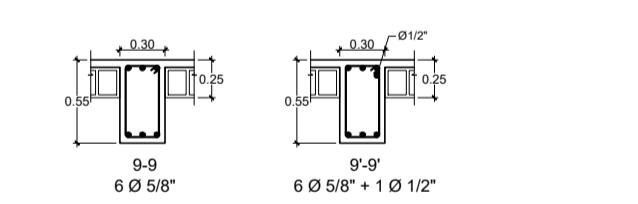
VALORES m (cm)		
Ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	40	45
1/2"	50	65
5/8"	60	80
3/4"	75	100
1"	120	150

- NOTA:
- No se empalman más del 50% de la armadura en una misma sección.
  - En caso de no empalmar en las zonas indicadas o con los porcentajes especificados, aumentar la longitud del empalme en un 70% y/o consultar con el proyectista.
  - Para alfileres y vigas cruzadas el acero inferior se empalmará sobre los apoyos, siendo la longitud de empalme igual a 25 cm para Ø 3/8" y de 35 cm para Ø 1/2" o Ø 5/8"

DETALLE DE EMPALME EN VIGAS  
ESCALA 1:50

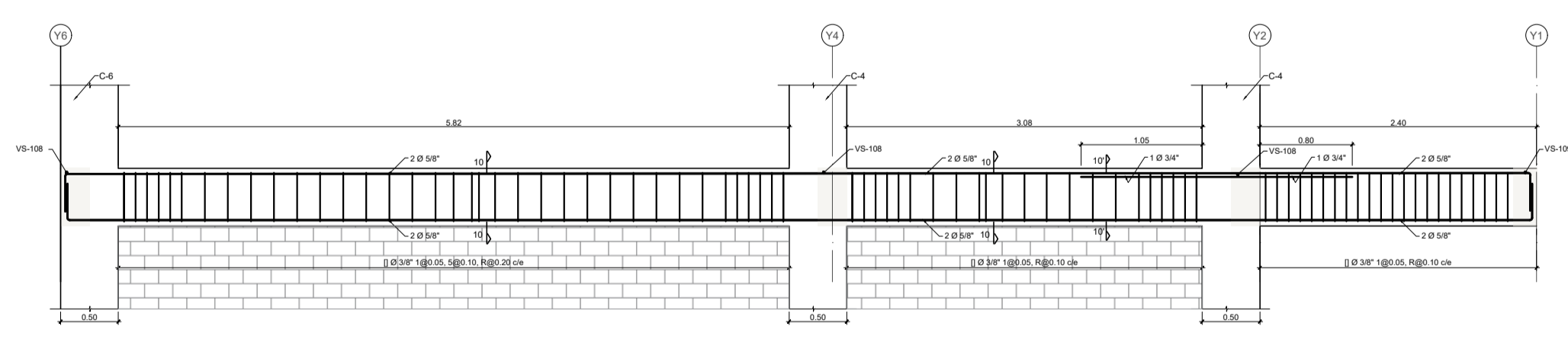


DETALLE DE VIGAS EJE Y2 VS-104 0.30X0.55 (DEL 1° NIVEL)  
ESCALA 1:50

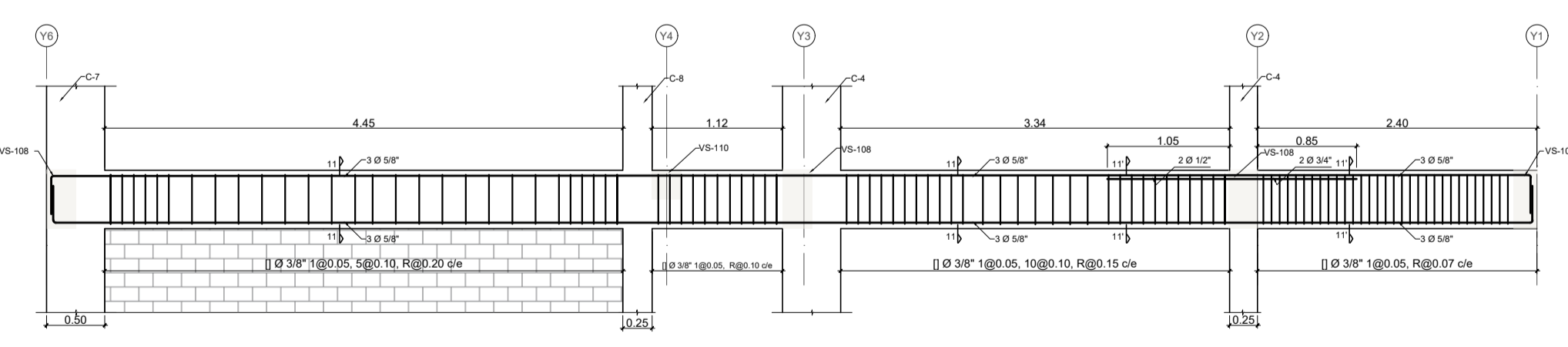
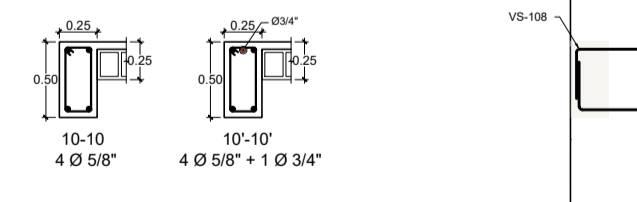


CUADRO DE VIGAS  
ESCALA 1:50

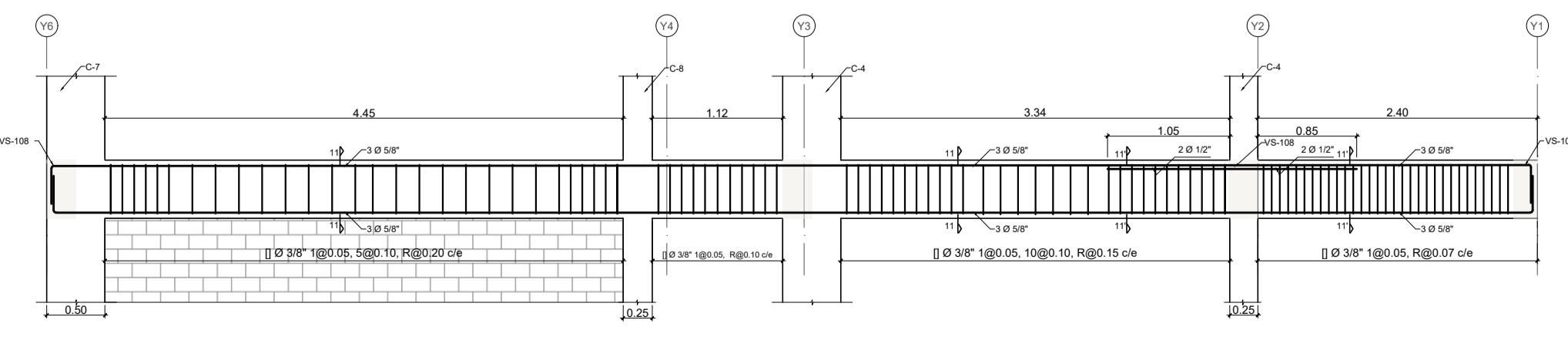
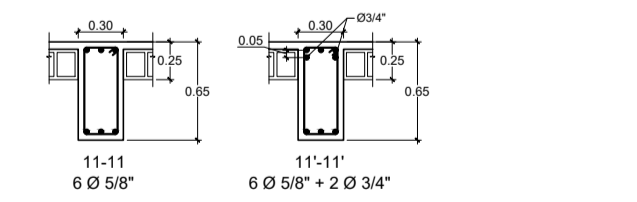
TIPO	VS-103 (0.30x0.55)	VS-104 (0.30x0.55)	VS-105 (0.20x0.55)	VS-106 (0.20x0.50)	VS-109 (0.25x0.25)	V (0.20x0.25)
SECCION						
REFUERZO	6 Ø 5/8"	6 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	4 Ø 1/2"
RECUBRIMIENTO	4.0cm	4.0cm	4.0cm	4.0cm	2.0 cm	2.0 cm
ESTRIBOS	Ø 3/8" 180x10, R80x20 c/c	Ø 3/8" 180x10, R80x20 c/c	Ø 3/8" 180x10, R80x20 c/c	Ø 3/8" 180x10, R80x20 c/c	Ø 3/8" 180x10, R80x20 c/c	Ø 3/8" 180x10, R80x20 c/c



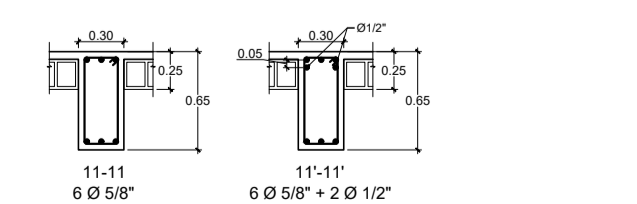
DETALLE DE VIGAS EJE X6 Y X8 VP-106 0.25X0.50 (DEL 1°, 2° NIVEL)  
ESCALA 1:50



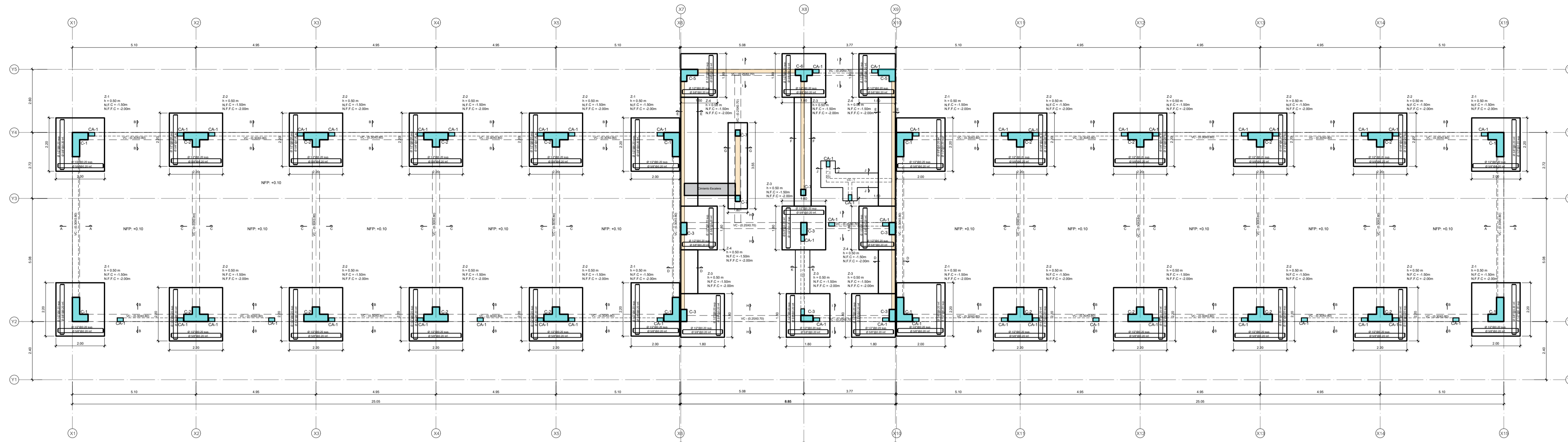
DETALLE DE VIGAS EJE X7 VP-106 0.25X0.50 (DEL 1° NIVEL)  
ESCALA 1:50



DETALLE DE VIGAS EJE X7 VP-106 0.25X0.50 (DEL 2° NIVEL)  
ESCALA 1:50



<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROYECTO: <b>DISÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD</b>		
PLANO: <b>DETALLES VIGAS AULA</b>		Nº PLANO: <b>11</b>
TESISTAS: <b>BACH. QUIROZ SALAZAR DANIEL</b> <b>BACH. SANCHEZ PINEDO JHONATAN</b>	DEPARTAMENTO: <b>LA LIBERTAD</b> PROVINCIA: <b>TRUJILLO</b> DISTRITO: <b>HUANCHACHO</b>	COD. LÁMINA: <b>E-03</b>
ASESOR: <b>ING. VALDIVESIO VELARDE ALAN</b>	FECHA: <b>DICIEMBRE 2020</b>	ESCALA: <b>INDICADAS</b>



CIMENTACIÓN  
ESCALA 1:100

**RESUMEN DE LAS CONSIDERACIONES DE MECÁNICA DE SUELOS**

Se Realizó 01 calicata hasta los tres metros (3.00 m.) de profundidad. Se Realizaron ensayos estándar y especiales, con la finalidad de conocer propiedades físicas, químicas, mecánicas, hidráulicas y dinámicas del suelo sustentante. El material de apoyo que se desarrolla partir de -2.00 m desde la superficie del terreno posee las siguientes características:

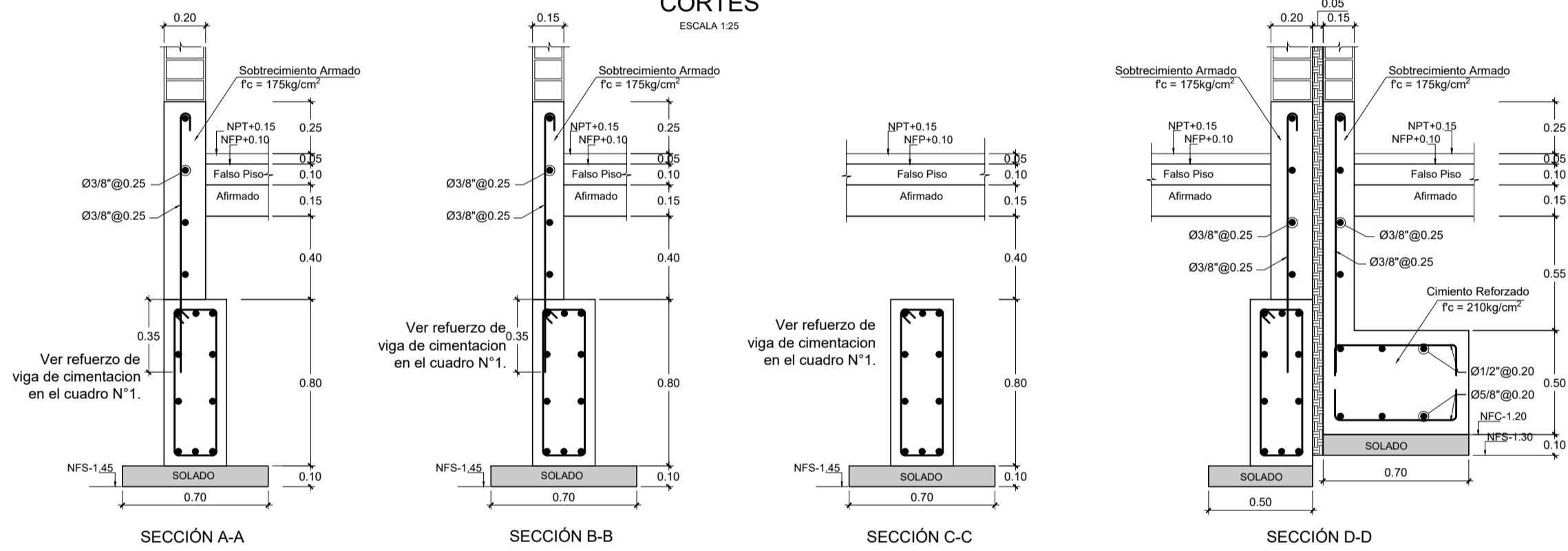
Clasificación SUCS:	Arena Pobrecmente Graduada (SP-SM)
Contenido de Humedad:	0.00 kg/m <sup>2</sup>
Angulo de Fricción:	2.71 °
Densidad Unitaria:	24.50 °
Modulo de Poisson:	1.67 gr/cm <sup>3</sup>
Modulo Elasticidad del Suelo:	0.30
	300 kg/cm <sup>2</sup>

- FACTOR DE SEGURIDAD AL CORTE.
  - Para cargas estáticas: FS = 3.0
- TIPO DE CIMENTACION.
  - Cimentación Superficial: Cimentación Corrida, Cimentación Cuadrada, Cimentación Rectangular
- PRESIÓN ADMISIBLE ESTIMADA.
 

Tipo Cimentación	Df (m)	BxL (m x m)	qa (kg/cm <sup>2</sup> )
Corrida	1.20	0.60 x L	0.77
Cuadrada	2.00	1.50 x 1.50	1.73
Rectangular	2.00	1.50 x 1.80	1.68
- ASENTAMIENTO TOTAL (S).
  - Cimentación Corrida S = 0.31 cm
  - Cimentación Cuadrada S = 0.78 cm
  - Cimentación Rectangular S = 1.00 cm
- CARACTERÍSTICAS SISMICAS.
  - TIPO DE SUELO = Intermedio
  - CLASIFICACION = S2
- RECOMENDACIONES.
 

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones elevadas de sulfatos, sales solubles totales y cloruros que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto se recomienda el recubrimiento de las varillas de acero será mayor que el comúnmente utilizado y el cemento a usar el TIPO V.

**DETALLES CIMENTACIÓN EN CORTES**



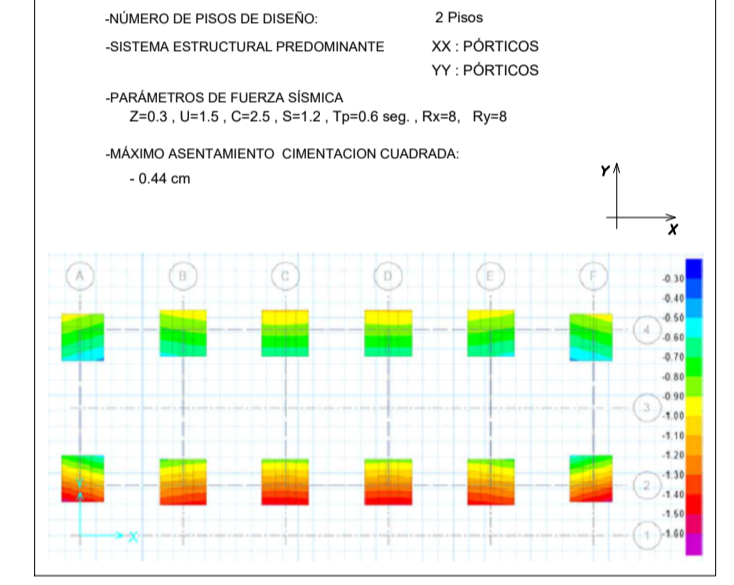
**CUADRO DE COLUMNAS**

TIPO	C-1	C-2	C-3	C-5	C-6	C-7	CA-1
Sección							
Refuerzo	16 Ø 5/8" + 4 Ø 3/4"	6 Ø 5/8" + 11 Ø 3/4"	4 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	14 Ø 5/8"	10 Ø 5/8" + 6 Ø 1/2"	4 Ø 5/8"	4 Ø 1/2"
Recubrimiento	4.00m	4.00m	4.00m	4.00m	4.00m	4.00m	2.00m
Estribos	Ø 1/4" 180.05, 780.10, 880.20, 980.30	Ø 1/4" 180.05, 780.10, 880.20, 980.30	Ø 3/8" 180.05, 780.10, 880.20, 980.30	Ø 1/4" 180.05, 780.10, 880.20, 980.30	Ø 1/4" 180.05, 780.10, 880.20, 980.30	Ø 3/8" 180.05, 780.10, 880.20, 980.30	Ø 1/4" 180.05, 780.10, 880.20, 980.30

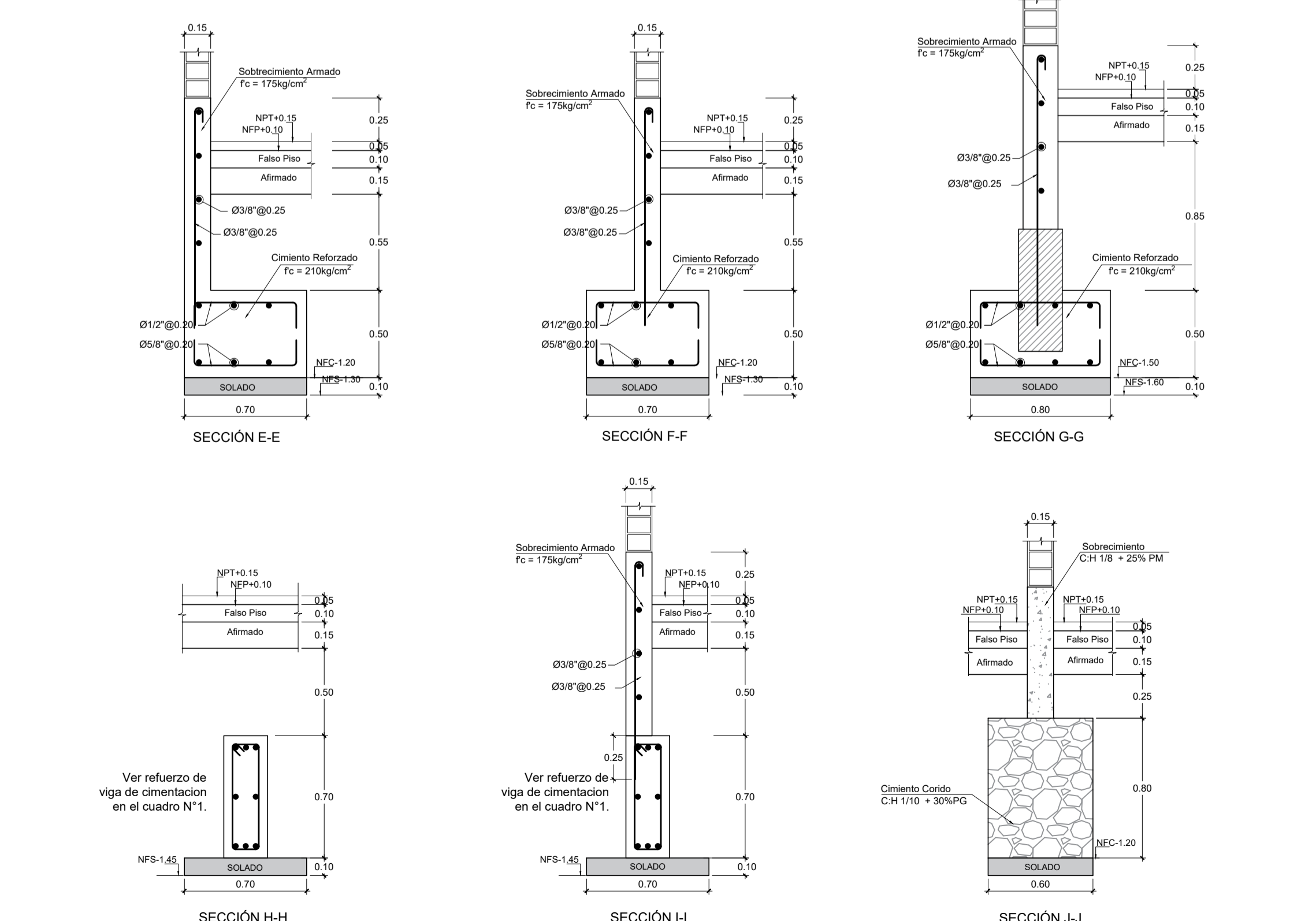
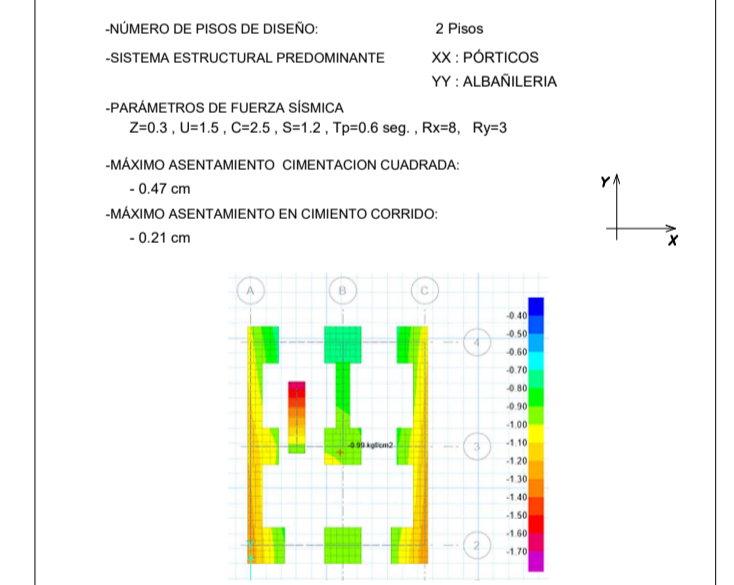
**CUADRO DE VIGAS CIMENTACIÓN**

TIPO	VC - (0.30x0.80)	VC - (0.25x0.70)
SECCION		
REFUERZO	6 Ø 3/4" + 4 Ø 3/8"	6 Ø 3/4" + 2 Ø 3/8"
RECUBRIMIENTO	5.00m	5.00m
ESTRIBOS	Ø 3/8" 180.05, 780.10, 880.20, 980.30	Ø 3/8" 180.05, 780.10, 880.20, 980.30

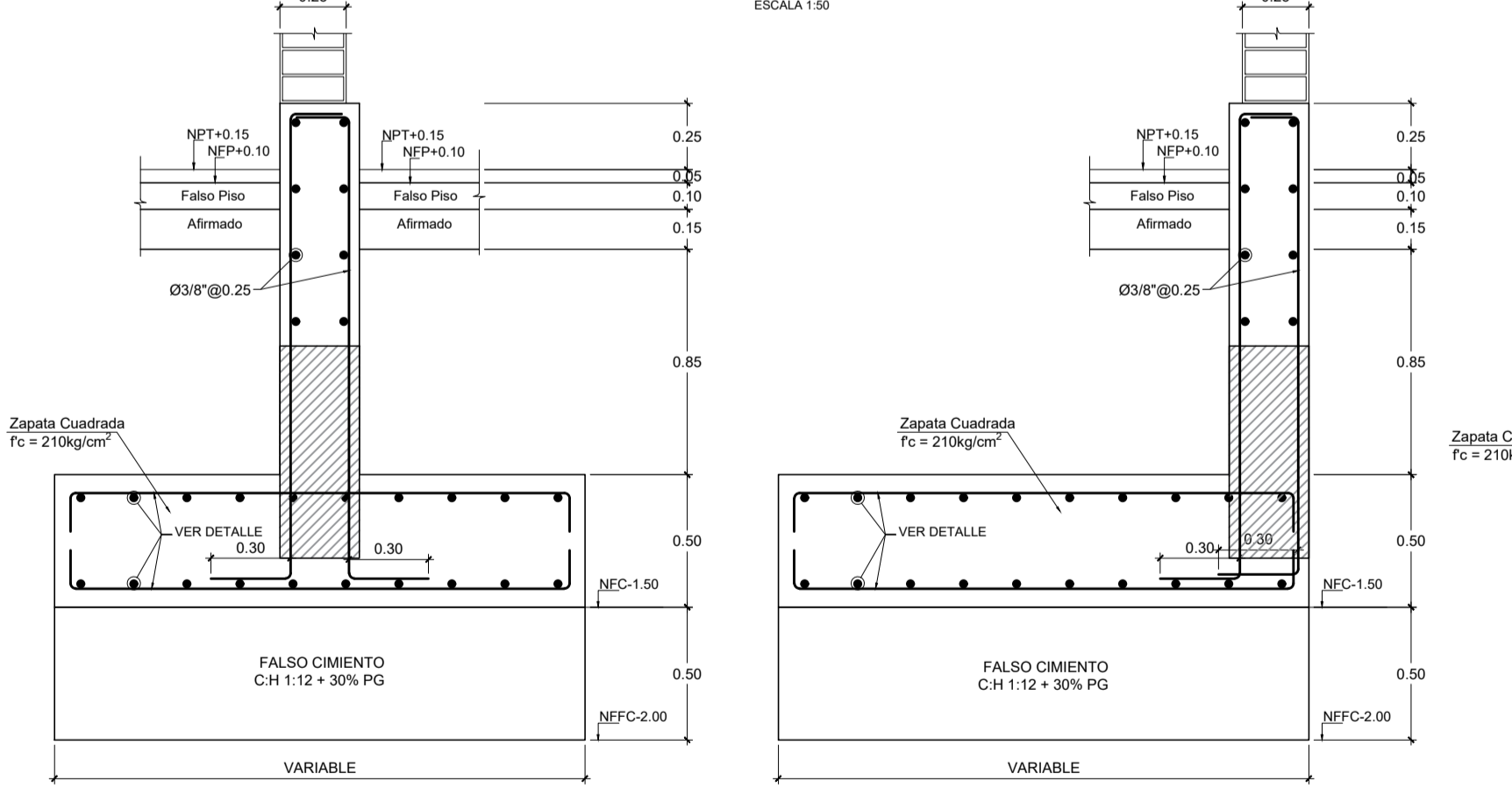
**CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES**



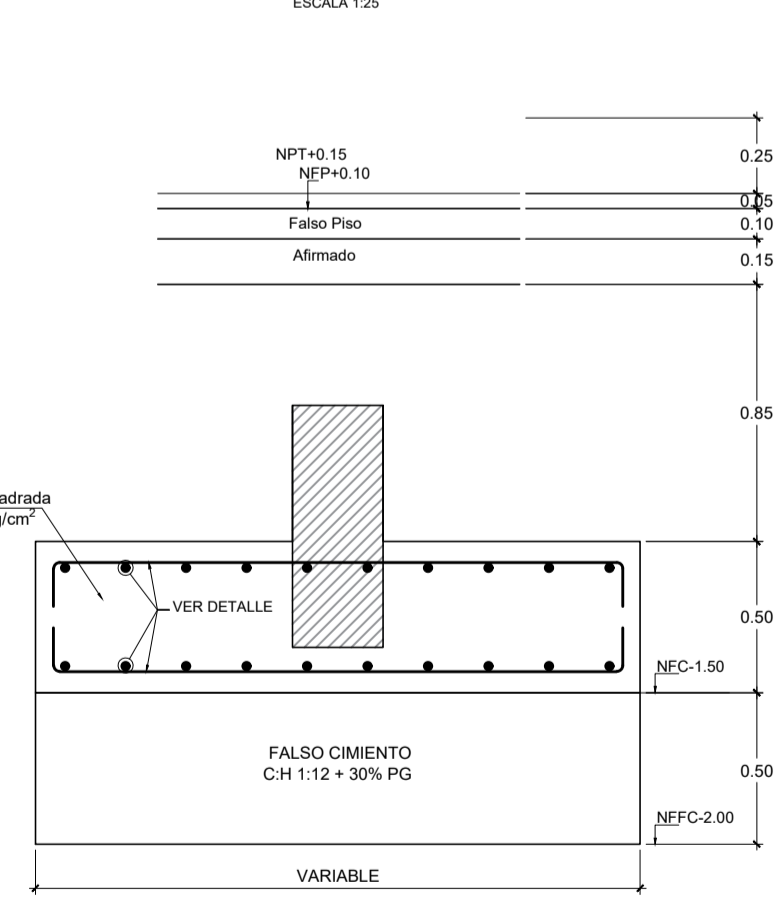
**CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES**



**DETALLE CIMENTACIÓN EN TABIQUES**



**DETALLE GENERAL DE ZAPATAS**



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

PLANO: CIMENTACIÓN LABORATORIO

TESISTAS: BACH. QUIROZ SALAZAR DANIEL, BACH. SANCHEZ PINEDO JHONATAN

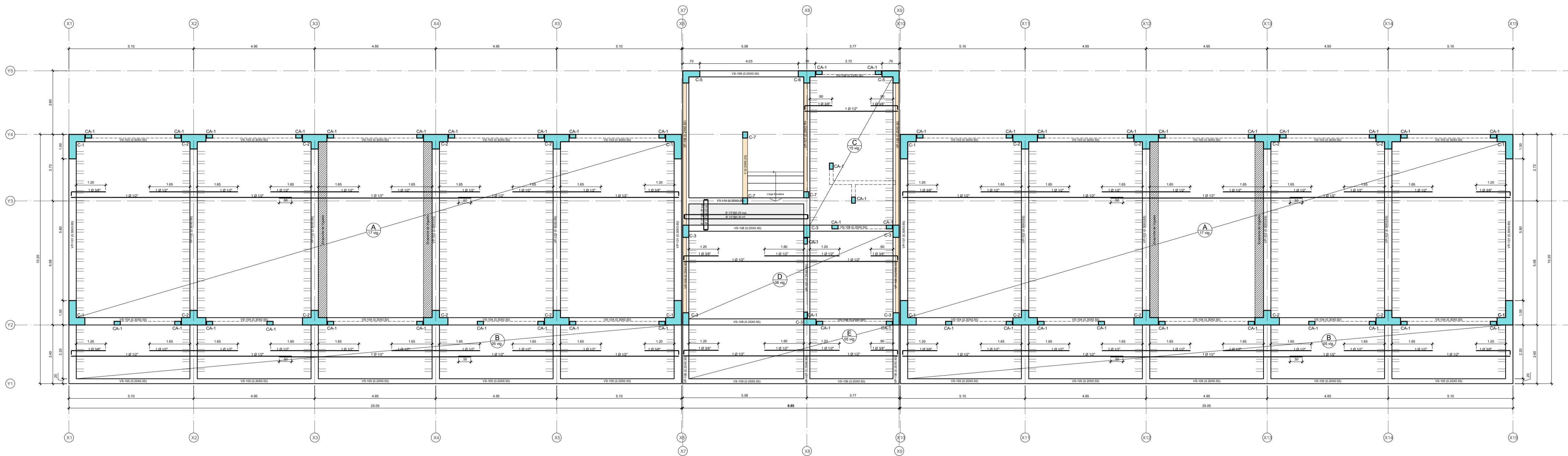
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD  
PROVINCIA: TRUJILLO  
DISTRITO: HUANCHACHO

ASESOR: ING. VALDIVESIO VELARDE ALAN

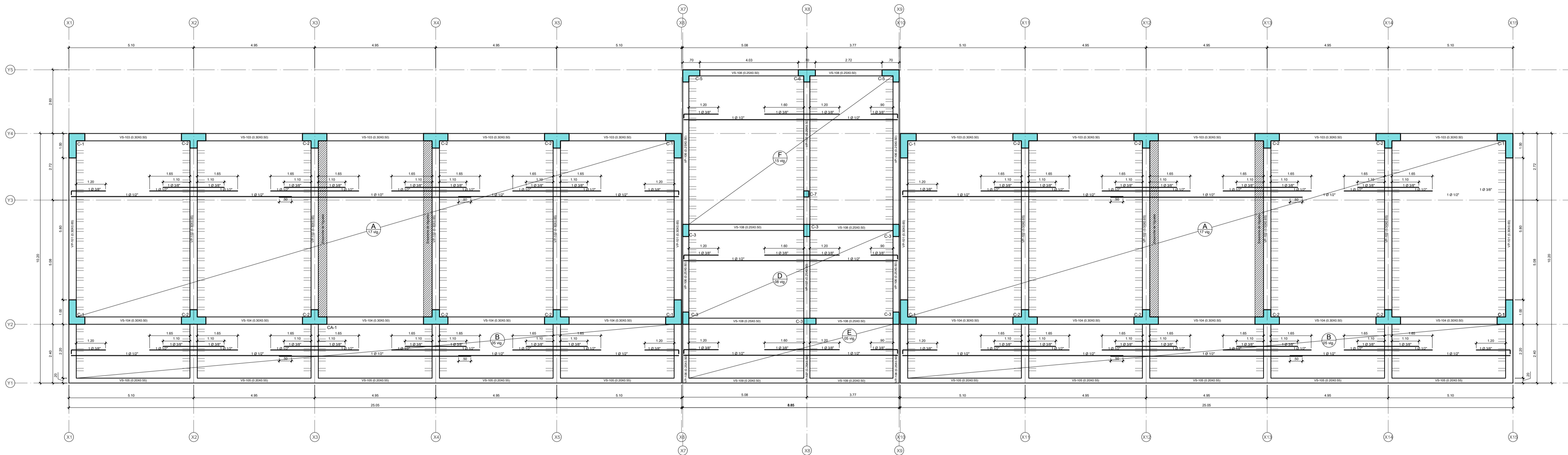
FECHA: DICIEMBRE 2020

ESCALA: INDICADAS

UF PLANO: 12  
COD. LÁMINA: E-04

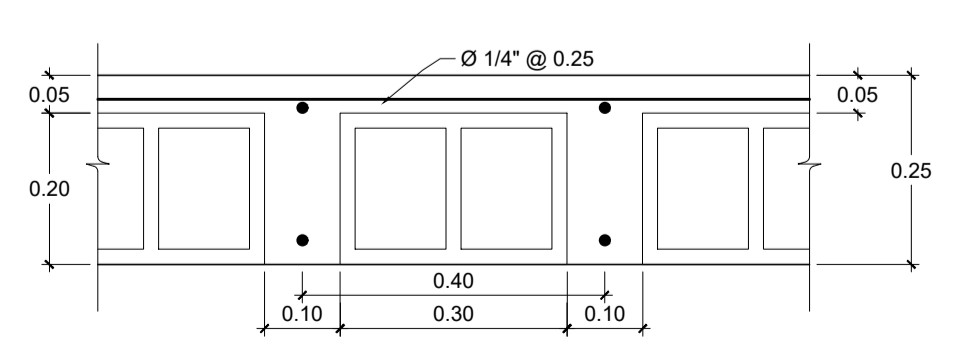
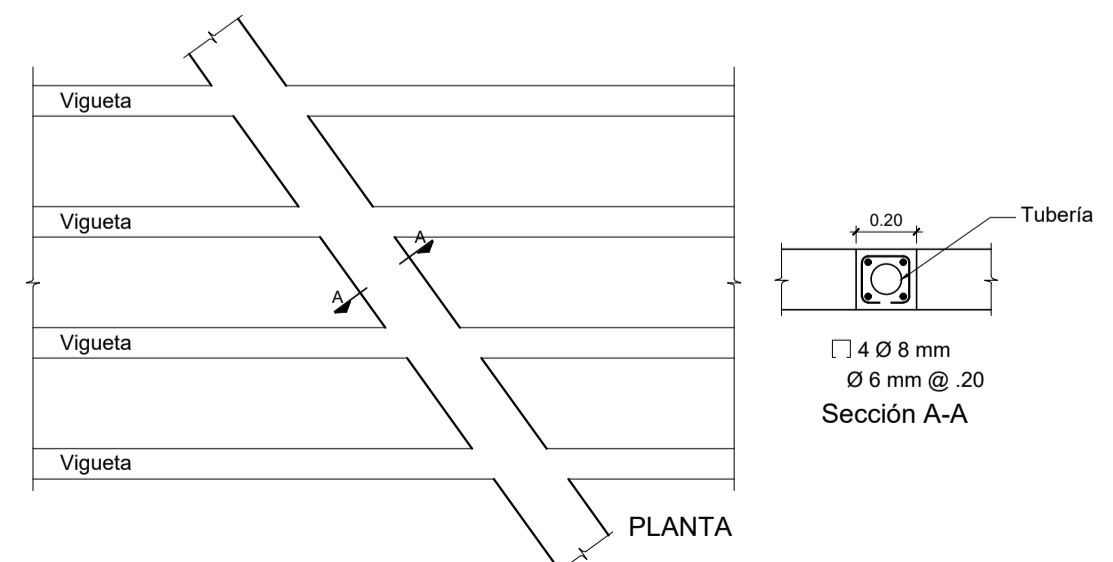
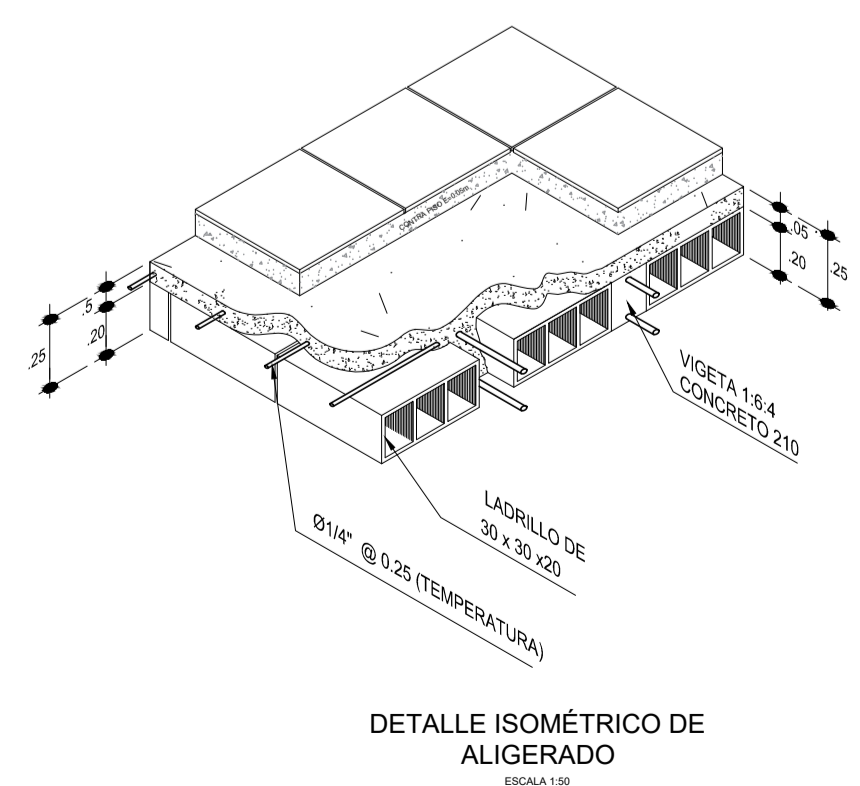
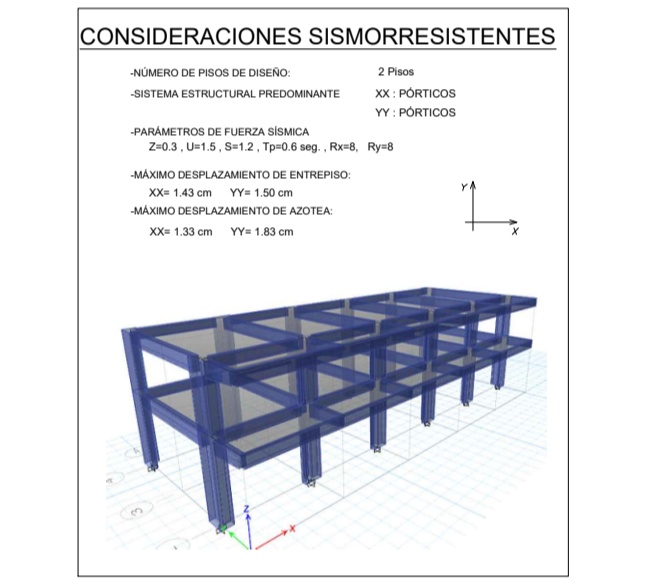


LOSA ALIGERADA PRIMER NIVEL  
 50 300 kg/m<sup>3</sup> y 400 kg/m<sup>3</sup> ESCALA 1:100



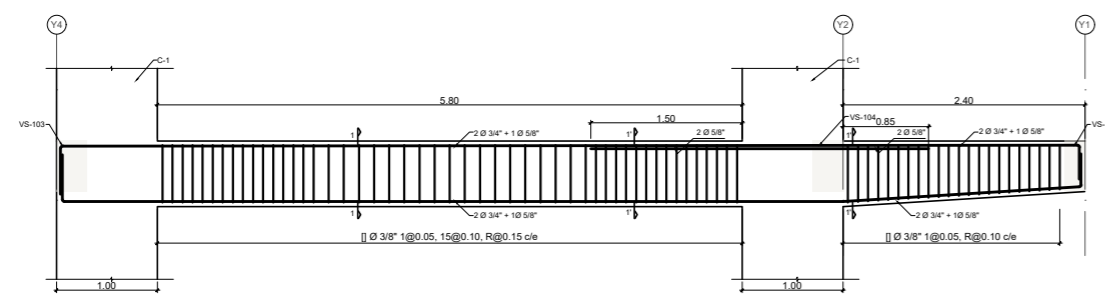
LOSA ALIGERADA SEGUNDO NIVEL  
 50 300 kg/m<sup>3</sup> ESCALA 1:100

ESPECIFICACIONES GENERALES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas Usadas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>NTE E 020 (Cargas y Sobrecargas)</li> <li>NTE E 026 (Diseño Sísmico)</li> <li>NTE E 050 (Mecánica de Suelos)</li> <li>NTE E 060 (Concreto Armado)</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Concreto Armado:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>Zapatas: <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></li> <li>Viga Cimentación: <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></li> <li>Sobrecimiento A*: <math>f_c = 175 \text{ kg/cm}^2</math></li> <li>Columnas y Placas: <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></li> <li>Columnetas: <math>f_c = 175 \text{ kg/cm}^2</math></li> <li>Vigas: <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></li> <li>Losas: <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></li> <li>Escalera: <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></li> </ul> </li> <li>Concreto Simple:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobrecimiento C/C: CH 1:8 + 30% FM</li> <li>Cimentación: CH 1:10 + 30% PG 8" max.</li> <li>Falso Cimentación: CH 1:12 + 30% PG 10" max.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recubrimiento del refuerzo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Zapatas: 7.0 cm</li> <li>Vigas Cimentación: 5.0 cm</li> <li>Vigas Perforadas:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>anchura <math>\leq 15 \text{ cm}</math>: 2.5 cm</li> <li>anchura <math>&gt; 15 \text{ cm}</math>: 4.0 cm</li> </ul> </li> <li>Losas y Vigas Chapas: 2.0 cm</li> <li>Columnas: 4.0 cm</li> <li>Columnetas: 2.5 cm</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero:               <ul style="list-style-type: none"> <li>ASTM A706 grado 60 (<math>f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2</math>)</li> </ul> </li> <li>• Cemento:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Cemento tipo MS para la subestructura NTP 334.082</li> <li>Cemento Tipo 1 para la superestructura NTP 334.009</li> </ul> </li> <li>• Tipo de Cementación Utilizada:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Cemento corrido de concreto estructural NTE E 060 2.2</li> <li>Zapata Corrida de concreto estructural NTE E 060 2.2</li> <li>Zapata Cuadrada de concreto estructural NTE E 060 2.2</li> </ul> </li> <li>• Sobrecargas utilizadas en diseño:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Alcoba: 150 kg/m<sup>2</sup></li> <li>Aulas: 250 kg/m<sup>2</sup></li> <li>Corredores y Escalera: 400 kg/m<sup>2</sup></li> </ul> </li> <li>• Consideraciones de diseño estructural usadas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>se ha diseñado 2 pisos</li> <li>En el sentido X el sistema estructural es Acortada</li> <li>En el sentido Y el sistema estructural es Albañilería</li> </ul> </li> </ul> <p>Los parámetros para la determinación de la fuerza sísmica son:  <math>Z=0.45</math>, <math>U=1.5</math>, <math>C=2.5</math>, <math>S=1.05</math>, <math>T_p=0.6</math> seg., Modulo 2 Rev.8, <math>R_y=3</math>, Modulo 3 Rev.8, <math>R_y=3</math></p>	

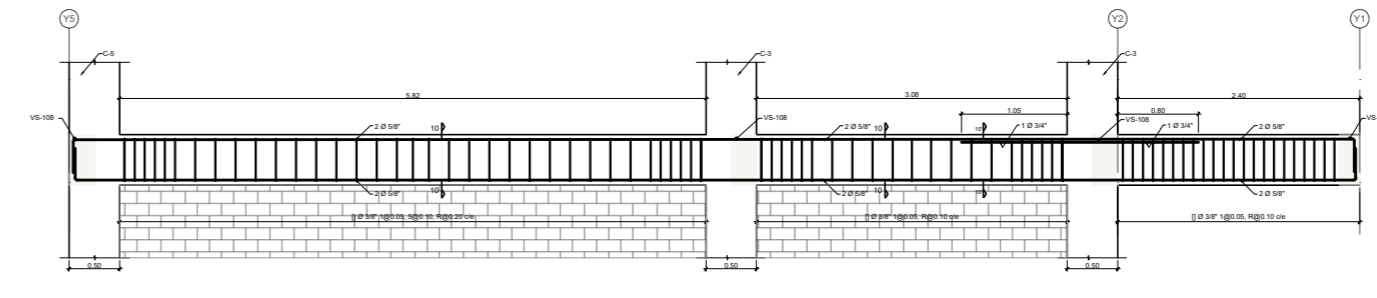
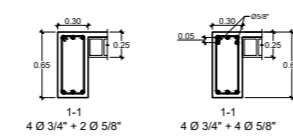


<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD</b>		
PLANO: <b>ALIGERADO LABORATORIO</b>		Nº PLANO: <b>13</b>
TESISTAS: <b>BACH. QUIROZ SALAZAR DANIEL</b> <b>BACH. SANCHEZ PINEDO JHONATAN</b>		DEPARTAMENTO: <b>LA LIBERTAD</b> PROVINCIA: <b>TRUJILLO</b> DISTRITO: <b>HUANCHACHO</b>
ASESOR: <b>ING. VALDIVESIO VELARDE ALAN</b>		FECHA: <b>DICIEMBRE 2020</b> ESCALA: <b>INDICADAS</b>
		<b>E-05</b>

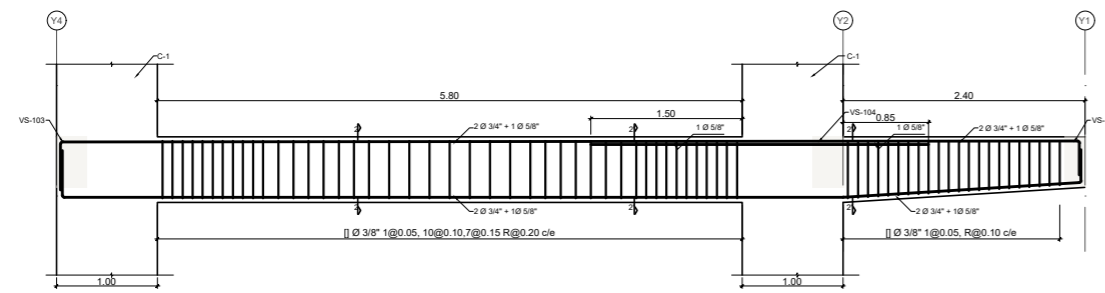
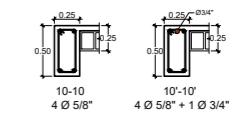




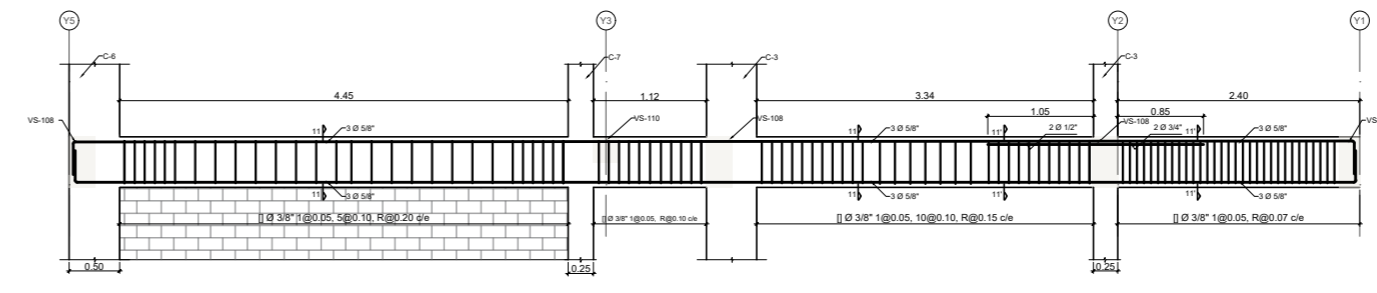
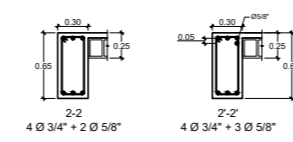
DETALLE DE VIGAS EJE X1.X6 VP-101 0.30X0.65 (DEL 1° NIVEL)  
ESCALA 1:75



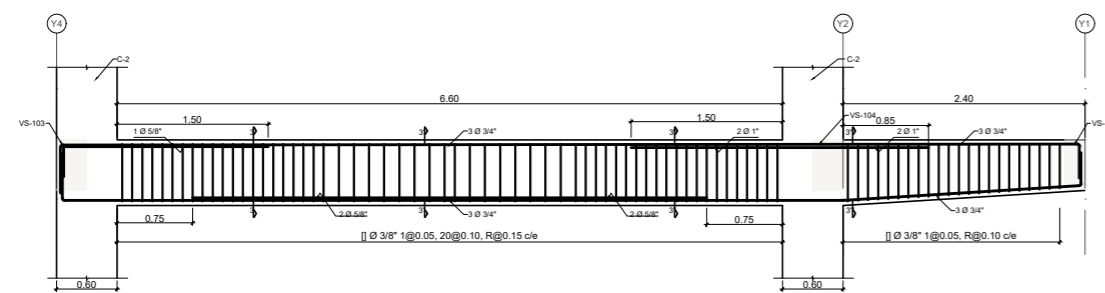
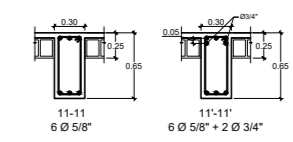
DETALLE DE VIGAS EJE X7 Y X9 VP-106 0.25X0.50 (DEL 1°.2° NIVEL)  
ESCALA 1:75



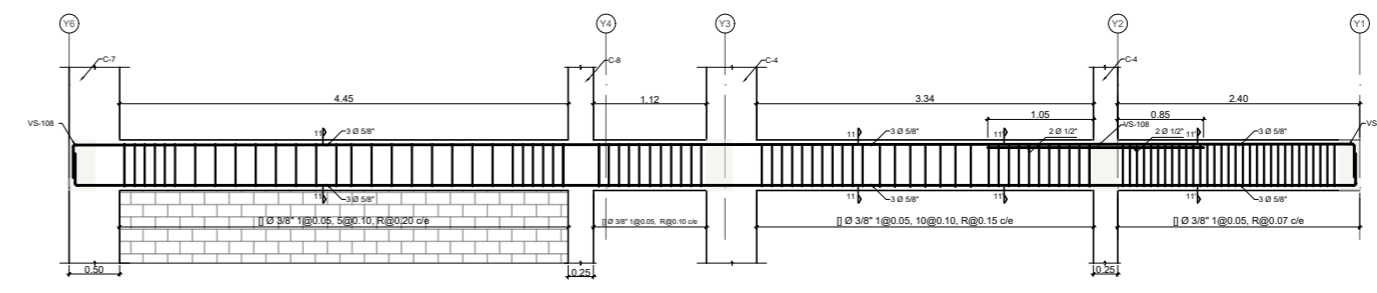
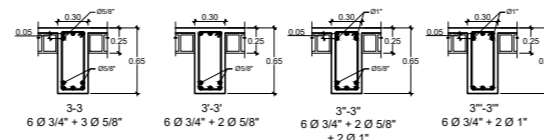
DETALLE DE VIGAS EJE X1.X6 VP-101 0.30X0.65 (DEL 2° NIVEL)  
ESCALA 1:75



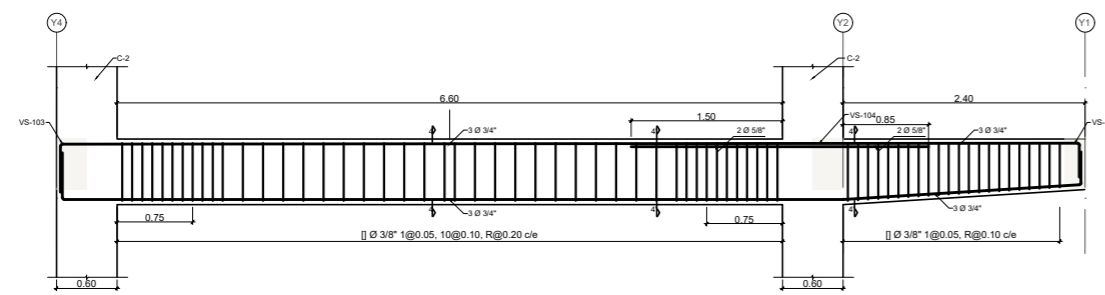
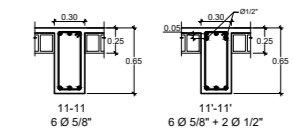
DETALLE DE VIGAS EJE X7 VP-106 0.25X0.50 (DEL 1° NIVEL)  
ESCALA 1:75



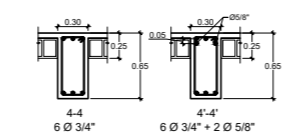
DETALLE DE VIGAS EJE X2.X3.X4.X5 VP-102 0.30X0.65 (DEL 1° NIVEL)  
ESCALA 1:75



DETALLE DE VIGAS EJE X7 VP-106 0.25X0.50 (DEL 2° NIVEL)  
ESCALA 1:75

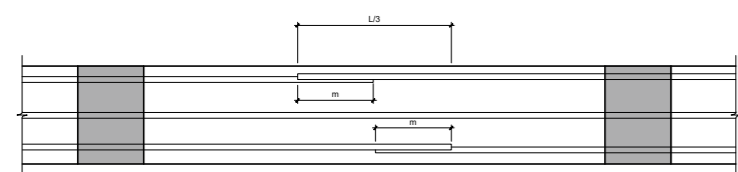


DETALLE DE VIGAS EJE X2.X3.X4.X5 VP-102 0.30X0.65 (DEL 2° NIVEL)  
ESCALA 1:75

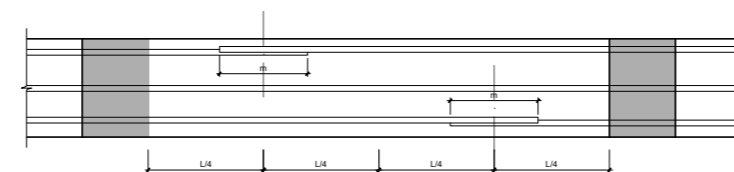


CUADRO DE VIGAS  
ESCALA 1:50

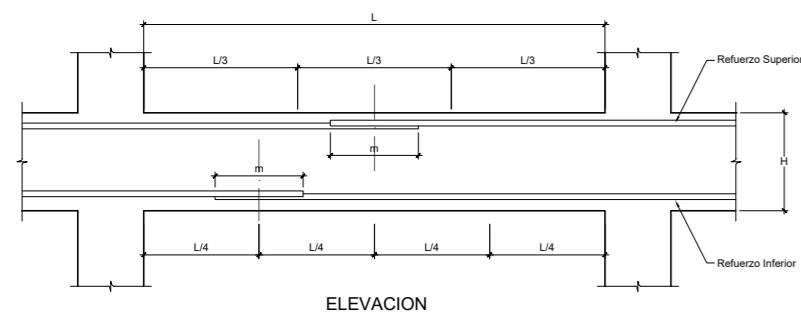
TIPO	VS-103 (0.30x0.50)	VS-104 (0.30x0.50)	VS-105 (0.20x0.55)	VS-106 (0.25x0.50)	VS-109 (0.20x0.50)	VS-110 (0.25x0.25)	V (0.20x0.25)
SECCION							
REFUERZO	4 Ø 3/4"	6 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	4 Ø 1/2"	4 Ø 1/2"
RECUBRIMIENTO	4.00cm	4.00cm	4.00cm	4.00cm	2.00cm	2.00cm	2.00cm
ESTRIBOS	Ø 3/8" / 180° / 15 / 180° / 15 / 180° / 15	Ø 3/8" / 180° / 15 / 180° / 15 / 180° / 15	Ø 3/8" / 180° / 15 / 180° / 15 / 180° / 15	Ø 3/8" / 180° / 15 / 180° / 15 / 180° / 15	Ø 3/8" / 180° / 15 / 180° / 15 / 180° / 15	Ø 3/8" / 180° / 15 / 180° / 15 / 180° / 15	Ø 3/8" / 180° / 15 / 180° / 15 / 180° / 15



PLANTA ACERO SUPERIOR



PLANTA ACERO INFERIOR



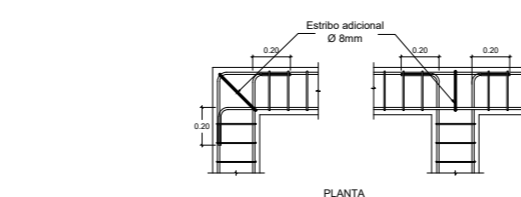
ELEVACION

DETALLE DE EMPALME EN VIGAS  
ESCALA 1:50

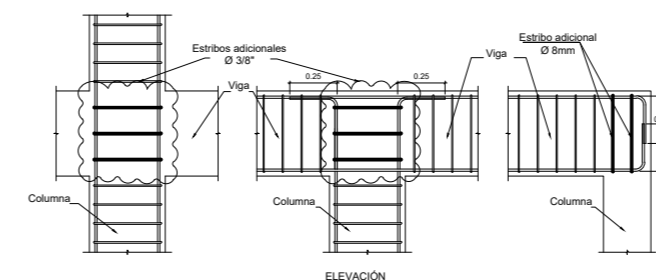
Ø	VALORES m (cm)		
	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	H<30
3/8"	40	40	45
1/2"	50	50	65
5/8"	60	60	80
3/4"	75	70	100
1"	120	120	150

NOTA:

- No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección.
- En caso de no empalmar en las zonas indicadas o con los porcentajes especificados, aumentar la longitud del empalme en un 70% y/o consultar con el proyectista
- Para aligerados y vigas chatas el acero inferior se empalmará sobre los apoyos, siendo la longitud de empalme igual a 25 cm para Ø 3/8" y de 35 cm para Ø de 1/2" ó Ø 5/8"



PLANTA



DETALLE DE ENCUNTROS VIGA-COLUMNA  
ESCALA 1:50

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:  
DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMON CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

PLANO:  
**DETALLE VIGAS LABORATORIO**

TESISTAS:  
BACH.QUIROZ SALAZAR DANIEL  
BACH.SANCHEZ PINEDO JHONATAN

DEPARTAMENTO:  
LA LIBERTAD  
PROVINCIA:  
TRUJILLO  
DISTRITO:  
HUANCHACHO

ASESOR:  
ING. VALDIVIESO VELARDE ALAN

FECHA:  
DICIEMBRE 2020  
ESCALA:  
INDICADAS

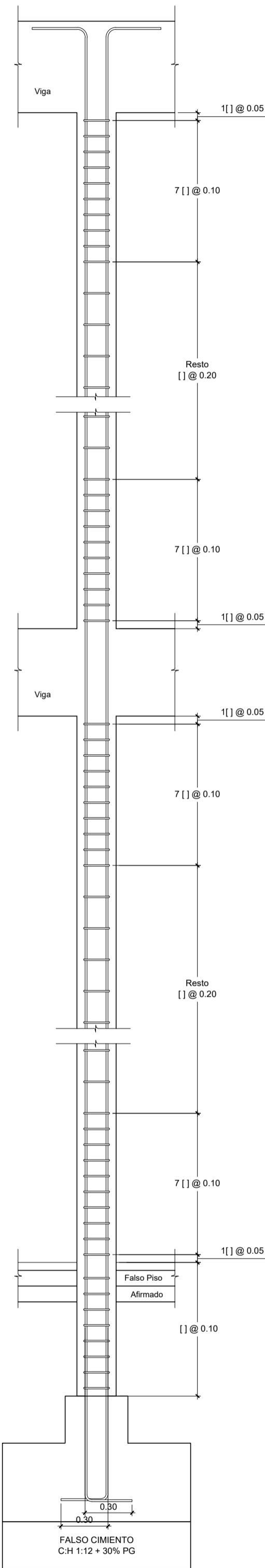


Nº PLANO:

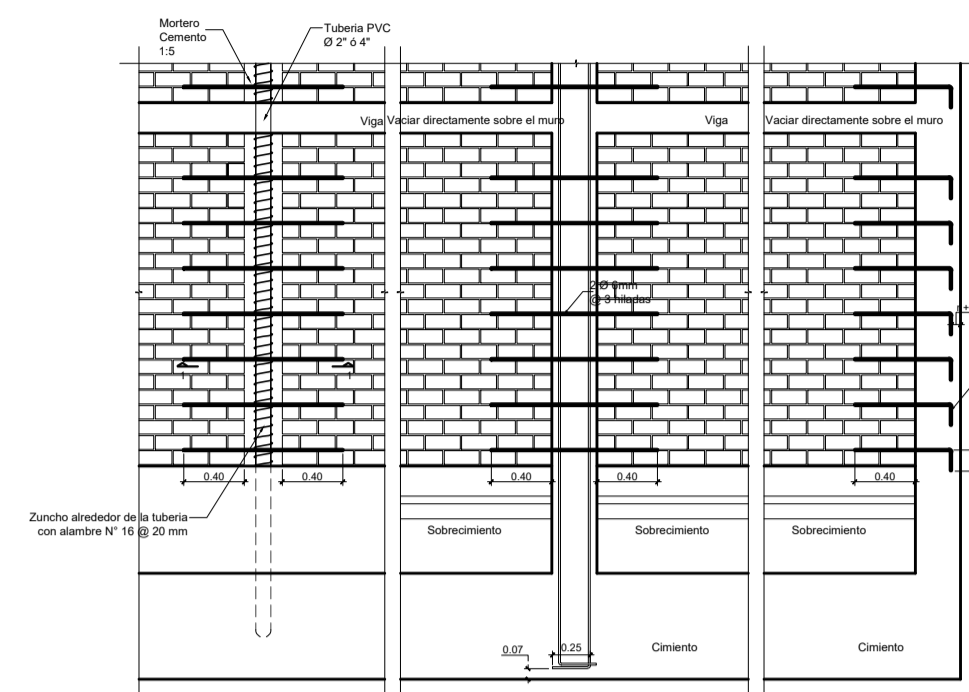
**14**

COD. LÁMINA:

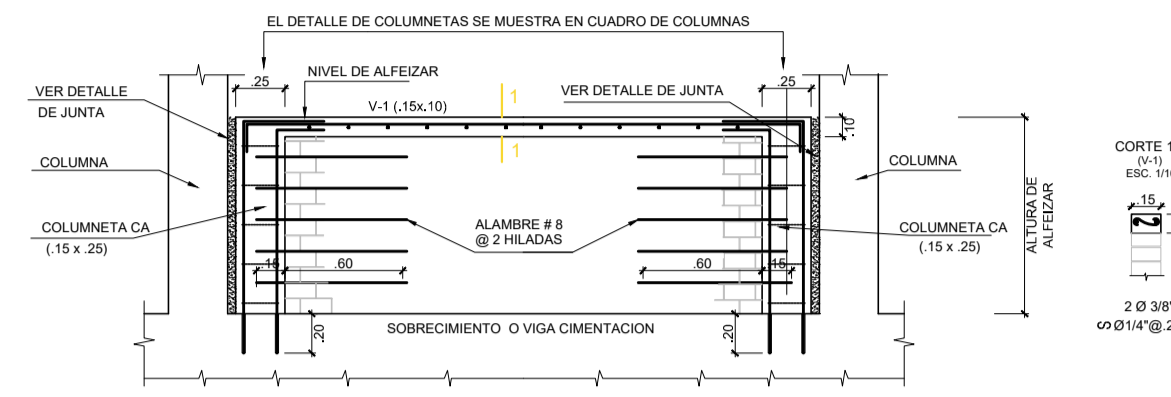
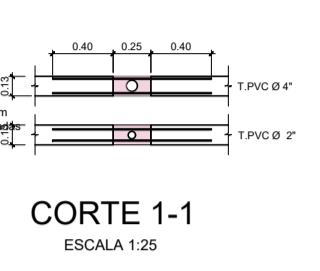
**E-06**



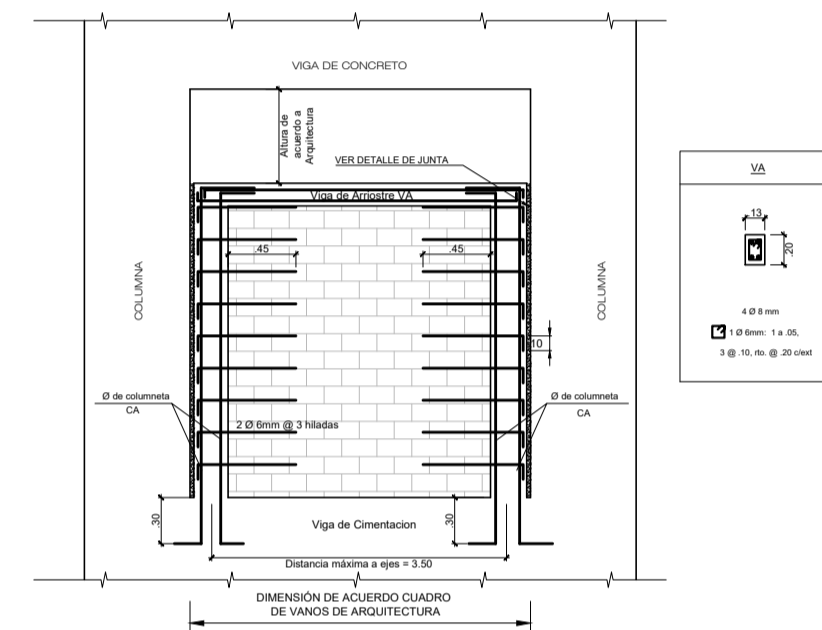
DETALLE DE CONFINAMIENTO TÍPICO DE ESTRIBOS EN COLUMNA  
ESCALA 1:25



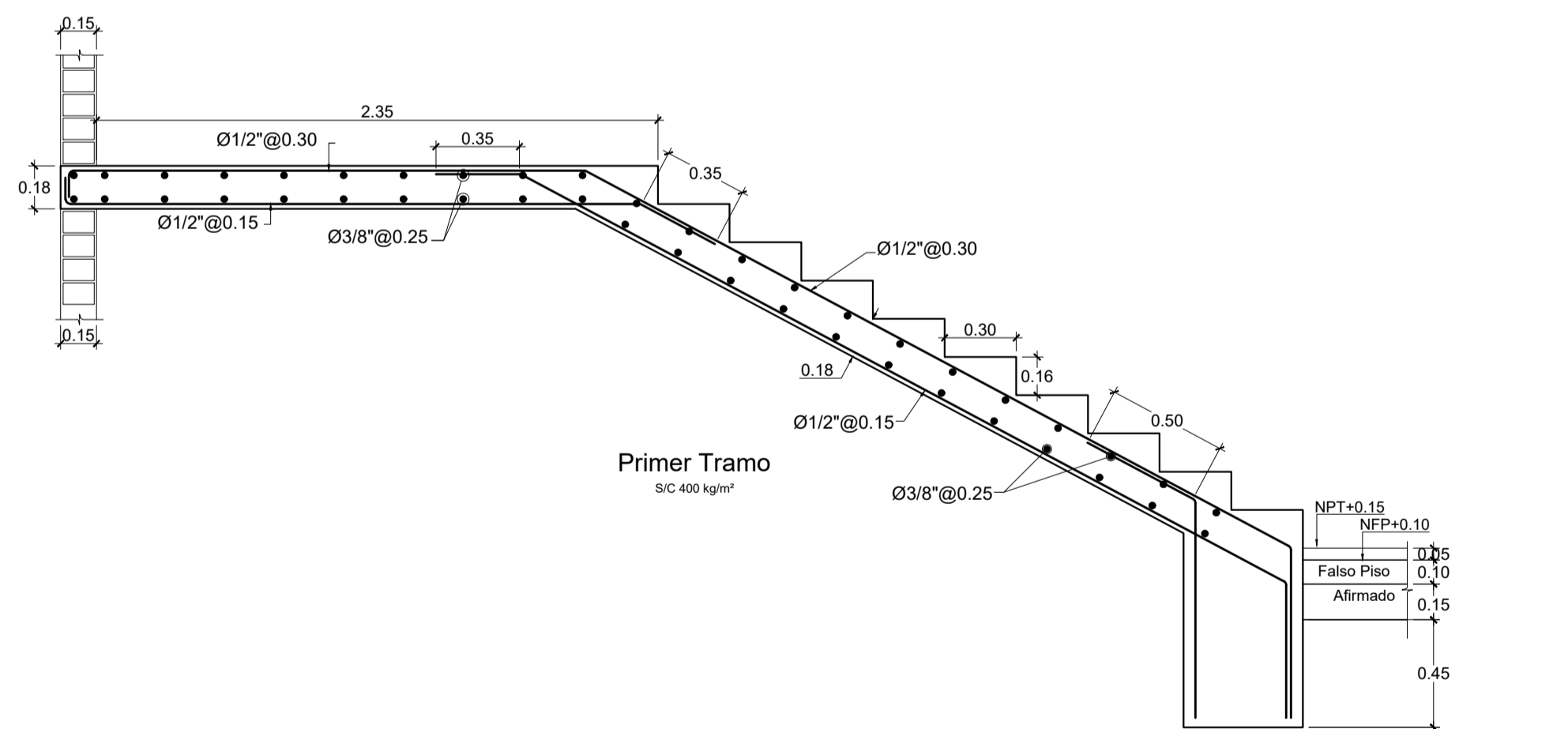
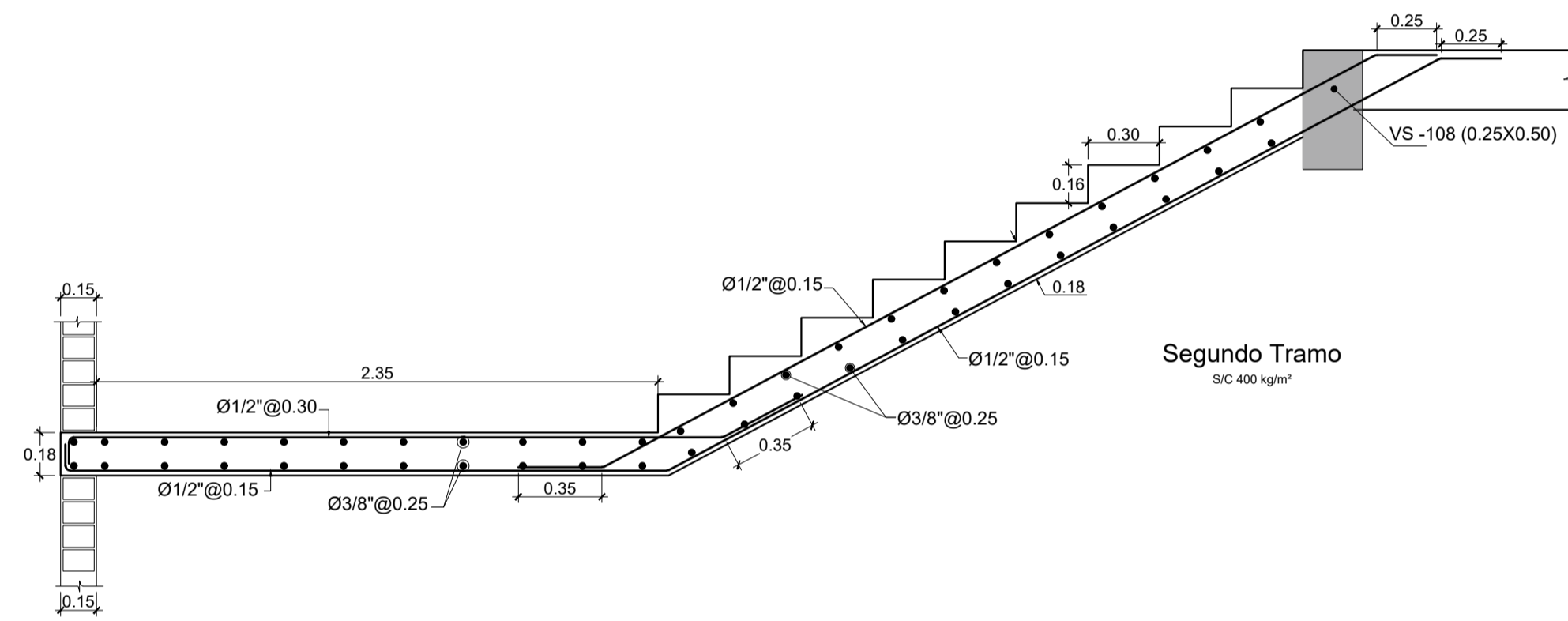
DETALLES DE MURO CONFINADO  
ESCALA 1:50



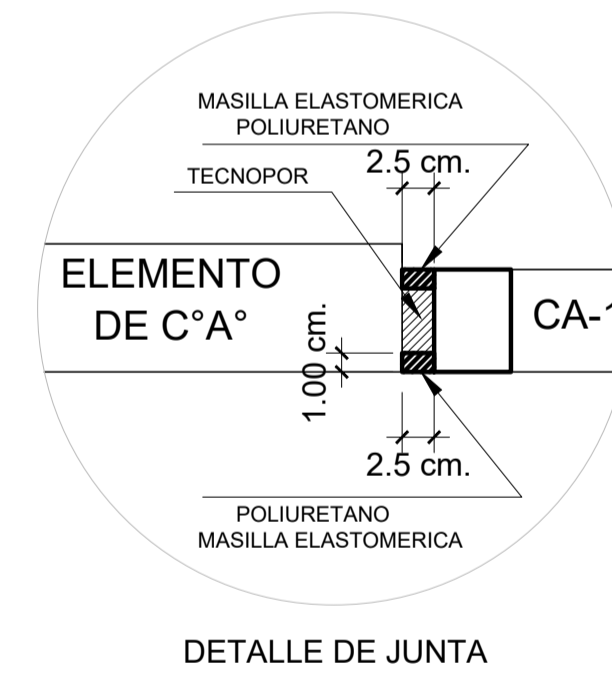
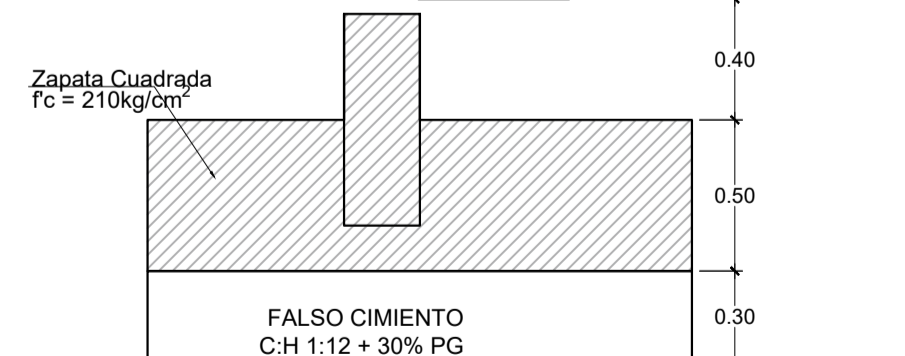
DETALLE TÍPICO MUROS DE ALFEIZAR  
ESCALA 1:50



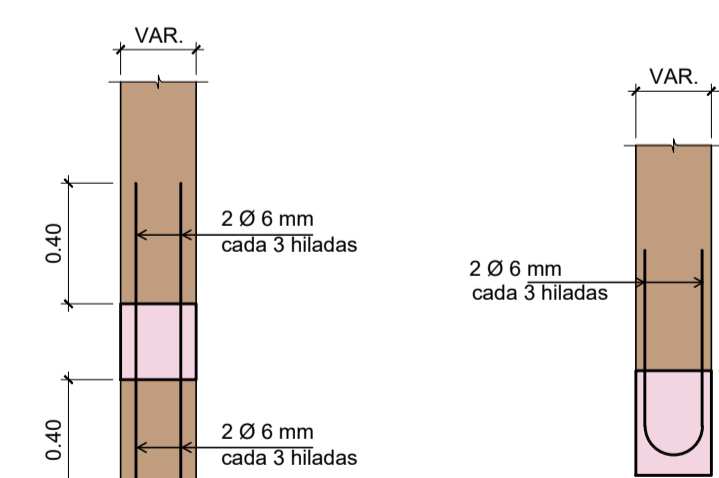
DETALLE DE MURO ALTO  
ESCALA 1:50



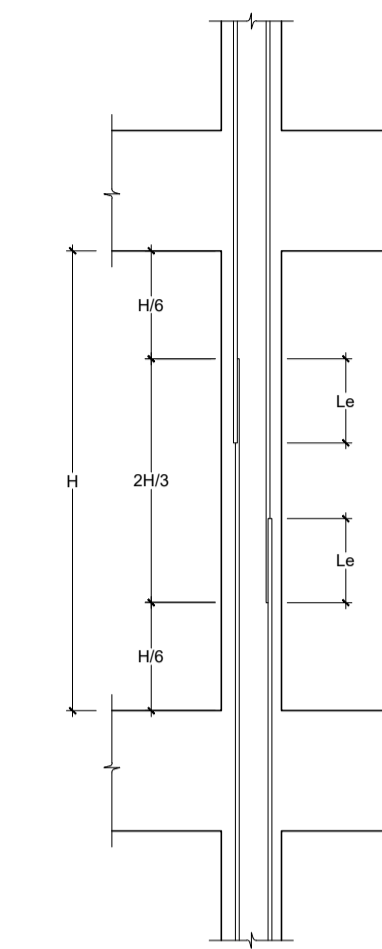
DETALLE DE ESCALERA  
ESCALA 1:25



DETALLE DE JUNTA



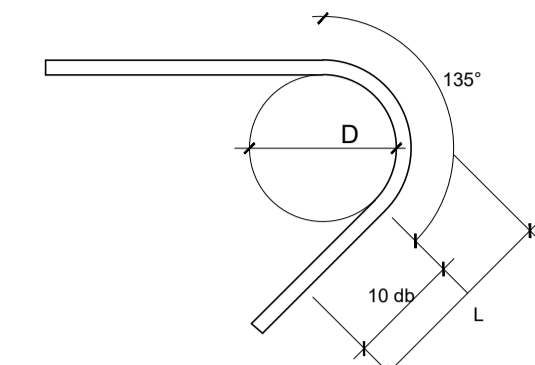
DETALLE DE MECHAS DE AMARRE EN MUROS PORTANTES Y NO PORTANTES



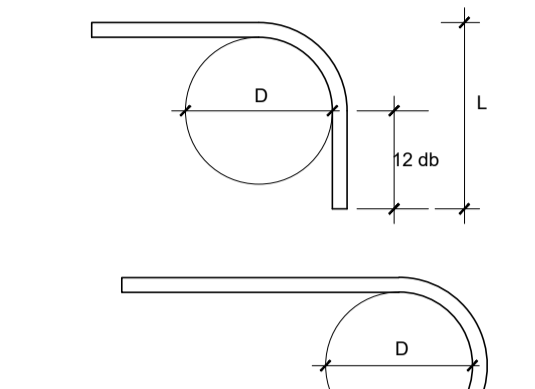
DETALLE EMPALMES COLUMNAS

Ø	VALORES DE W PARA 50% O MENOS DE VARELLAS CORTADAS (1)	
	H<=30 m	H>30
3/8"	40	60
1/2"	55	75
5/8"	70	95
3/4"	80	115
1"	120	150

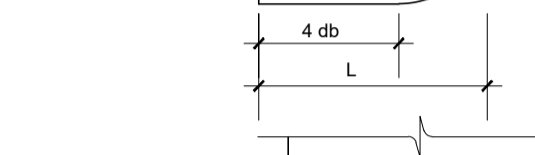
Los empalmes longitudinales se ubicarán en el tercio central.  
No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección.



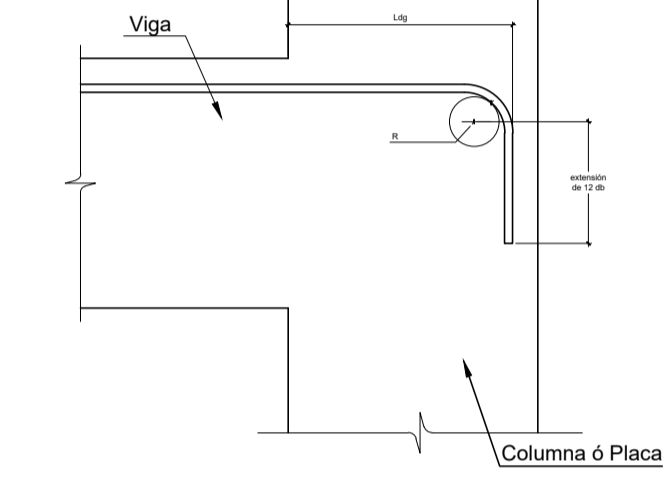
LONGITUD MINIMA "L" EN ESTRIBOS DE 135°		
Diametro de la barra db	L (cm)	
Pulgadas	mm	Ganchos a 135°
1/4"	6	9
3/8"	8	12
1/2"	12	17



LONGITUD MINIMA "L" EN GANCHOS ESTANDAR		
Diametro de la barra db	L (cm)	
Pulgadas	mm	Ganchos a 90°
3/8"	8	13
1/2"	12	15
3/4"	16	20
1"	25	32



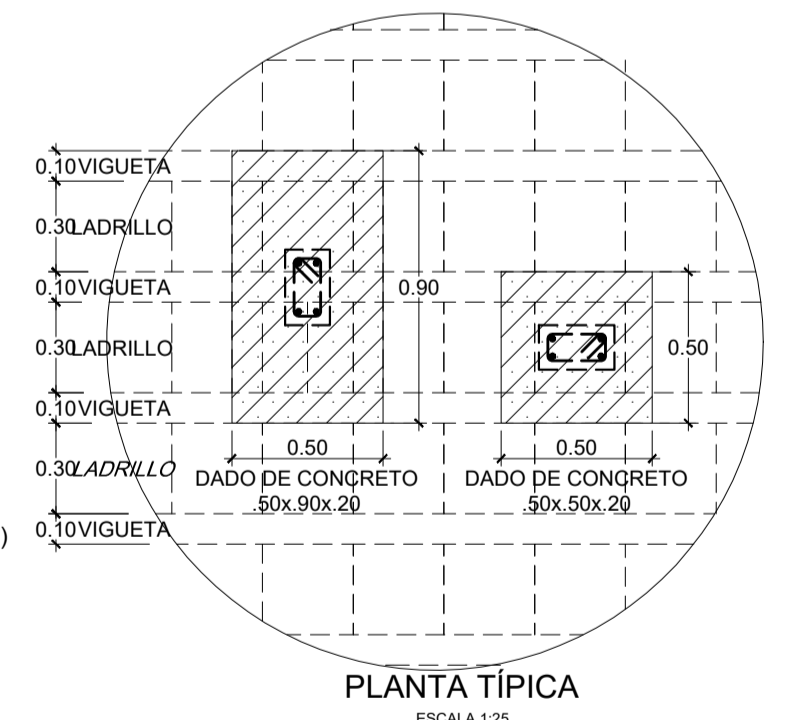
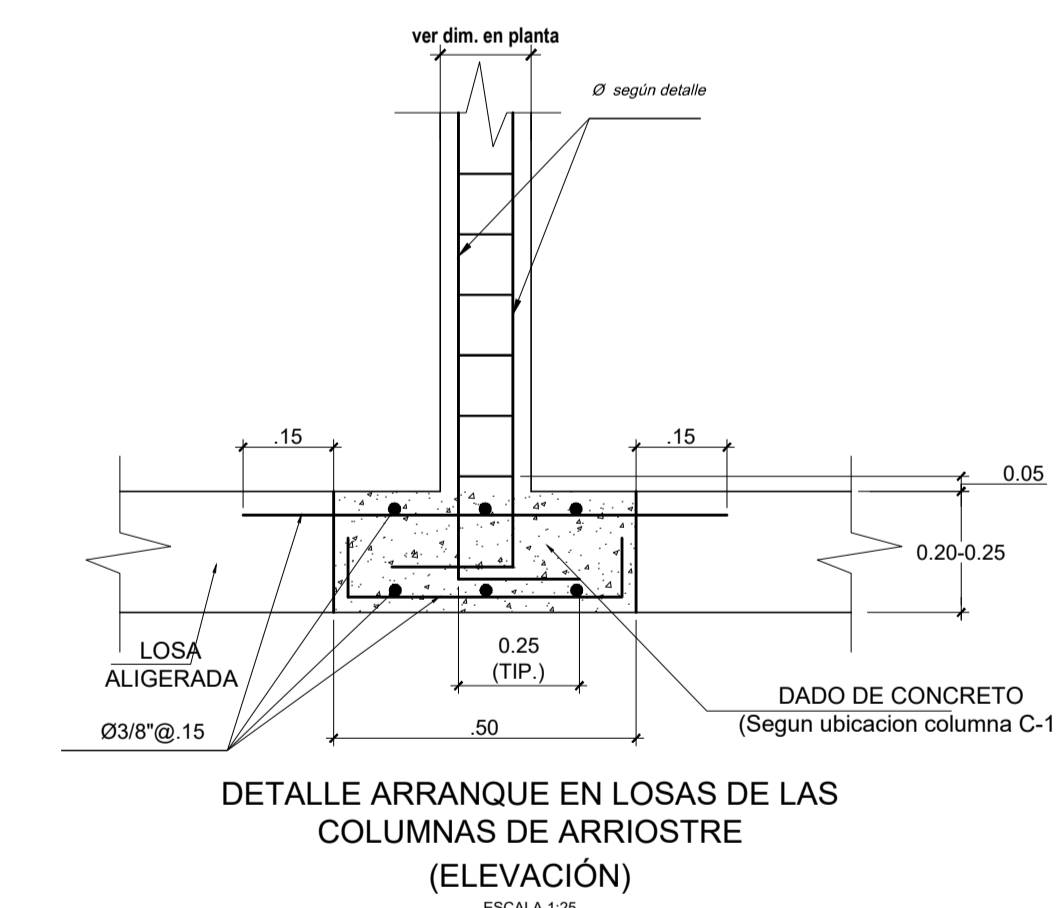
LONGITUD DE ANCLAJE CON GANCHO Ldg (cm)			
Ø	f <sub>c</sub>	175	210
3/8"	23	21	18
1/2"	31	28	24
5/8"	38	35	30
3/4"	46	42	36
1"	61	56	48



DETALLE DE GANCHO ESTÁNDAR

NOTA:  
Cuando se usa anclaje con gancho no es necesario multiplicar por 1.4 la longitud requerida de los fierros ubicados

EXTENSION RECTA (12 db)		RADIO MINIMO DE DOBLEZ (R)	
Ø	f <sub>c</sub>	3/8"	3/8"
1/2"	15	1/2"	4
5/8"	19	5/8"	5
3/4"	23	3/4"	6
1"	30	1"	8



<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROYECTO: <b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE AULAS Y LABORATORIOS DEL COLEGIO MILITAR GRAN MARISCAL RAMÓN CASTILLA - HUANCHACHO - TRUJILLO - LA LIBERTAD</b>		
<b>DETALLES GENERALES</b>		Nº PLANO: <b>15</b> COD. LÁMINA: <b>E-07</b>
TESISTAS: <b>BACH. QUIROZ SALAZAR DANIEL</b> <b>BACH. SANCHEZ PINEDO JHONATAN</b>	DEPARTAMENTO: <b>LA LIBERTAD</b> PROVINCIA: <b>TRUJILLO</b> DISTRITO: <b>HUANCHACHO</b>	
ASESOR: <b>ING. VALDIVIESO VELARDE ALAN</b>	FECHA: <b>DICIEMBRE 2020</b>	ESCALA: <b>INDICADAS</b>