



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Diseño Estructural de una Cimentación Combinada para un Edificio De 4 Pisos  
– Asociación Villa Universitaria – Castilla – Piura – 2019”**

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

**AUTORES:**

Carrasco García, Luis (ORCID: 0000-0002-0952-1270)

Cordova Alberca, Omar (ORCID: 0000-0002-1361-6803)

**ASESOR:**

Dr. Hermer Alzamora Román (ORCID: 0000-0002-2634-7710)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**PIURA-PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA:**

Gracias a Dios y a mis padres: AFRANIO CARRASCO e IRIS GARCÍA; por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

**CARRASCO GARCIA, LUIS**

A mis padres MARGARITO CORDOVA y OFELIA ALBERCA quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

**CORDOVA ALBERCA, OMAR**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Cesar Vallejo, a toda la Facultad de Ingeniería, a cada uno de nuestros docentes por sus enseñanzas a lo largo de la carrera quienes con sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

## **PÁGINA DEL JURADO**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, **LUIS CARRASCO GARCIA, OMAR CORDOVA ALBERCA**, estudiantes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Cesar Vallejo, sede Piura, declaramos que el trabajo académico titulado “**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CIMENTACIÓN COMBINADA PARA UN EDIFICIO DE 4 PISOS – ASOCIACIÓN VILLA UNIVERSITARIA – CASTILLA – PIURA – 2019**” presentada en 108 folios, para la obtención del título de INGENIERO CIVIL, es de nuestra autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguientes:

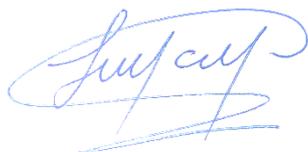
Hemos mencionado todas las fuentes utilizadas en el presente proyecto de investigación, identificando correctamente toda la cita textual o paráfrasis proveniente de otras

No hemos utilizado ninguna otra fuente diferente de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.

Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.

Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.

De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.



-----  
**LUIS CARRASCO GARCIA**

**DNI: 43952060**



-----  
**OMAR CORDOVA ALBERCA**

**DNI:42311419**

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis Titulada “DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CIMENTACIÓN COMBINADA PARA UN EDIFICIO DE 4 PISOS – ASOCIACIÓN VILLA UNIVERSITARIA – CASTILLA – PIURA – 2019”, la misma que sometemos a su consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniería Civil.

Luis Carrasco García.  
Omar Cordova Alberca.

## ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA: .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
1.2. TRABAJOS PREVIOS .....	3
<b>1.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES:.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.3 ANTECEDENTES LOCALES: .....</b>	<b>4</b>
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA .....	5
<b>1.3.1 CIMIENTOS.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.2 NORMATIVA DE LOS CIMIENTOS. ....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.3 MORFOLOGÍA DEL CIMIENTO.....</b>	<b>8</b>
<b>CLASIFICACIÓN DE CIMIENTOS.....</b>	<b>9</b>
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.6. HIPÓTESIS.....	14
<b>1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL .....</b>	<b>14</b>
<b>1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....</b>	<b>14</b>
1.7. OBJETIVOS.....	14
1.7.1 OBJETIVO GENERAL: .....	14
1.7.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS: .....	14
<b>II. PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>15</b>
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	15
<b>2.1.1. TIPO DE ESTUDIO.....</b>	<b>15</b>
2.2. VARIABLE – OPERACIONALIZACIÓN.....	15
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	17
<b>2.3.1 POBLACIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.2 MUESTRA .....</b>	<b>17</b>

2.4.	MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS Para lograr cada objetivo específico, se utilizará técnicas y herramientas: .....	17
2.4.1.	<b>VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO</b> .....	18
2.5.	PROCEDIMIENTOS DE ESTUDIO DE DATOS .....	19
2.6.	ASPECTOS ÉTICOS .....	19
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	20
3.1.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
3.2.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE MATERIALES .....	20
3.2.1.	<b>RECONOCIMIENTO DEL SUBSUELO</b> .....	20
3.2.2.	<b>DETALLE DE CALICATAS</b> .....	20
3.2.3.	<b>ENSAYO DE LABORATORIO</b> .....	21
3.2.4.	<b>CAPACIDAD PORTANTE</b> .....	24
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	25
4.1.	ANÁLISIS Y DISEÑO DE COLUMNAS .....	25
4.1.1.	<b>COLUMNA CENTRAL: C-1</b> .....	25
4.1.2.	<b>COLUMNA LATERAL C-2</b> .....	27
4.2.	ESQUEMA DE COLUMNAS /PLACAS .....	28
4.2.1.	<b>COLUMNA C-3</b> .....	28
4.2.2.	<b>COLUMNA LATERAL C-4</b> .....	28
4.2.3.	<b>COLUMNA LATERAL C-5</b> .....	30
4.3.	ANÁLISIS Y DISEÑO DE ZAPATAS COMBINADAS .....	30
4.3.1.	<b>ZAPATA: Z-1 (C-1 30 X 45)</b> .....	30
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	58
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	59
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	60
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Cuadro de operacionalización de variables .....	16
Tabla N° 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	18
Tabla N° 3: Resistencia al corte directo de suelos .....	22
Tabla N° 4: Análisis Químico .....	23
Tabla N° 5: Propiedades Geomecánicas del suelo .....	23
Tabla N° 6: Elementos Químicos nocivos para la cimentación .....	23
Tabla N° 7: Resultados de ensayos Químicos .....	24
Tabla N° 8: Parámetros de resistencia .....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: .....	9
Figura N° 2: .....	21
Figura N° 3: .....	22

## RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad realizar el diseño estructural para un edificio de 4 pisos ubicado en la Asociación villa universitaria.

El proyecto tiene un área aproximada de 200 m<sup>2</sup>., en un suelo arenoso con las características comunes del suelo típico de Piura, con una capacidad portante de 0.75 kg/cm<sup>2</sup>.

Para el diseño estructural del siguiente edificio todo el análisis y cálculos de diseño se realizaron siguiendo el Reglamento Nacional de Edificaciones y a las distintas normas que lo componen, ya que esta investigación incluye criterios de estructuración y predimensionamiento, metrado de cargas, análisis y diseño de los diversos elementos estructurales y diseño de los tipos de cimentación.

El sistema estructural a utilizar como se mencionó antes es una cimentación combinada.

**Palabras claves:** Diseño estructural, cimentaciones, capacidad portante y análisis.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research is to carry out the structural design for a 4-story building located in the University Villa Association.

The project has an approximate area of 200 m<sup>2</sup>, in a sandy soil with the common characteristics of the typical Piura soil, with a bearing capacity of 0.75 kg / cm<sup>2</sup>.

For the structural design of the following building, all the analysis and design calculations were carried out following the National Building Regulations and the different standards that compose it, since this research includes criteria for structuring and pre-sizing, load metering, analysis and design of the various structural elements and design of the types of foundations.

The structural system to be used as mentioned before is a combined foundation.

Keywords: Structural design, foundations, bearing capacity and analysis.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La presente investigación tiene como finalidad realizar el diseño estructural de una cimentación combinada para un edificio de 4 pisos ubicado en la Asociación villa universitaria, en la ciudad de Piura, los contenidos están comprendido en 8 capítulos, que se detallarán a continuación:

El Capítulo I: Se enfoca en el contexto sobre el cual se llevará a cabo la investigación y el diseño estructural aplicado en el desarrollo de la misma.

El Capítulo II: Se menciona el diseño de la investigación, nuestra población que hemos tomado y el análisis de datos a investigar.

El Capítulo III: Se detalla la obtención de resultados que se han obtenido en la memoria de cálculo en base a los objetivos propuestos.

El Capítulo IV: Se encuentran las discusiones realizadas sobre los resultados obtenidos, teniendo como punto de referencia los trabajos previos.

El Capítulo V: Se menciona las conclusiones con respecto a la investigación.

El Capítulo VI: Se sitúan las recomendaciones dadas, a partir de la obtención de resultados y las conclusiones.

Este proyecto se ha llevado a cabo, considerando el Reglamento Nacional de Edificaciones y como clave esencial las Normas Técnicas Peruanas, además de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y otras fuentes de ayuda para complementar la información necesaria.

## 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

La migración es un problema que cada año tiene que soportar las grandes ciudades a nivel mundial ya sea por diferentes situaciones, y esto conlleva a acoger una gran proporción de habitantes en suelos endebles y poco calificados para la edificación de un domicilio (El urbanismo de ladera, 2004 pág. 96).

Por otro lado, los domicilios construidos en América Latina muchas veces son fabricados por la misma gente, que no conoce el tipo de suelo, la asesoría técnica y ningún tipo de proceso constructivo necesario para asegurar que una edificación pueda resistir cualquier eventualidad, ya sea un sismo o una posible inundación esto se suma a que también no cuentan con los recursos necesarios para adquirir un material de calidad o hacerle al terrero un estudio de mecánica de suelos por lo tanto, la mayoría de edificaciones tienen un diseño de cimentación inapropiado sin conocer las normas de la construcción actuales, por este motivo las casas presentan hundimientos por el propio peso del bloque llegando en algunas ocasiones al aletargamiento de las mismas poniendo en peligro la vida de los habitantes. (INVI, 2003).

“Mayormente el ingeniero por su condición de experiencia conlleva o se ve obligado al uso de técnicas empíricas en el diseño de estructuras que tiene que ver con el suelo. Esto puede provocar un sobre diseño presentando soluciones inseguras” (Aplicación del método de elementos finitos en la simulación de cimentaciones superficiales, 2005)

El Perú no es ajeno a esta problemática es nuestra capital, en muchas ocasiones las casas se construyen de manera irresponsable sin contar con los planos necesarios y la asesoría profesional de un ingeniero civil que garantice el correcto proceso constructivo de la edificación, esta es la principal preocupación de los entendidos en sismicidad. (PERU CONSTRUYE, 2019).

En nuestro departamento también se presenta esta problemática porque superficialmente Piura está construida por material de relleno, esto hace que las bases de las edificaciones sean construidas en superficies arenosas de

granos de medio a fino sin ningún tipo de tamizado de las mismas con presencia de fango, lodo y arcilla y esto hace que los terrenos presenten baja capacidad portante. (INDECI, 2009)

En el caso del distrito de Castilla – Piura, sus viviendas son construidas por numerosos materiales, de una manera desordenada y sin ningún proyecto, ni estudio de los suelos. Estos dilemas se deben a que los moradores de los asentamientos humanos no hacen uso de la asesoría técnica por parte de las autoridades, la cual ellos deciden de una manera empírica la construcción de sus viviendas sin considerar las características del suelo, ya que estas producen riesgos y vulnerabilidad a que están expuestos. (INDECI, 2009). Por consiguiente, para lograr una construcción adecuada según la morfología del terreno y que no demande de mucho presupuesto es fundamental disponer de cierto conocimiento de la mecánica de suelos y del diseño de cimentaciones.

## 1.2. TRABAJOS PREVIOS

### 1.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

(ORTIZ, 2012) En su Tesis titulada “diseño estructural sismo-resistente de los edificios de departamentos de hormigón armado “Limburg Platz” de la ciudad de Quito, para garantizar la seguridad de los ocupantes.” en la Universidad Técnica de Ambato Ecuador. Para el desarrollo de su investigación se utilizó un tipo experimental, donde su **objetivo** es desarrollar el cálculo estructural para el proyecto de los Apartamentos, y así confirmar la protección de sus habitantes, las **herramientas** que utilizó fueron las diferentes normas y reglamentos de construcción de ese País, específicamente basadas en el ACI 318-05, el CEC 2002, también se ayudó los principales programas de diseños estructurales, y así poder alcanzar resultados más óptimos y hacer un correcto diseño de cimentación. Y como **conclusión** en este trabajo se llegó a que cada año el número de habitantes de Quito crece de manera exponencial, esto

implica cada vez hacer más apartamentos, con un buen diseño estructural, que garanticen la estabilidad de los habitantes siguiendo los reglamentos de la construcción civil.

### 1.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES:

(PAJARES y LEON, 2010) En su Tesis titulada “Diseño de un edificio de concreto armado de 6 niveles” en la Pontificia Universidad Católica del Perú, su **objetivo** principal es diseñar los elementos estructurales que se compone el inmueble “Del Pinar” las **herramientas** que utilizaron fueron el reglamento Nacional de Edificaciones, los reportes del Último sismo en Pisco y Nazca en el año 2007 y los diseños de estructuras en concreto armado, y como **conclusión** de esta investigación fue realizar un proyecto de zapatas combinadas, separadas y una cimentación corrida.

(LOA, 2017) En su Tesis Titulada “Diseño estructural de un edificio de concreto armado de seis pisos y dos sótanos” en la Pontificia Universidad Católica del Perú, su **objetivo** fue hacer un proyecto completo para el levantamiento de un inmueble de 6 plantas y con sótanos. Las **herramientas** que usaron fueron el reglamento nacional de edificaciones entre otras normas, un estudio de mecánica de suelos, normas sismo resistentes. Y como **conclusión** de esta investigación fue como Lima presenta unos suelos gravosos muy característico de la capital, se decidió diseñar una cimentación de zapatas aisladas, zapatas combinadas y zapatas conectadas ya que la capacidad portante del suelo es tan buena y así poder evitar asentamientos en la estructura.

### 1.2.3 ANTECEDENTES LOCALES:

(CABRERA, 2003) En su Tesis Titulada “Diseño estructural en concreto armado de un edificio de nueve pisos en la ciudad de Piura” En la Universidad de Piura, su **objetivo** primordial fue el estudio y proyecto completo del inmueble de 9 plantas con el diseño de zapatas, columnas, losas aligeradas, las herramientas utilizadas para lograr este propósito fueron ayudarse las normas de construcción civil también las normas sismo resistentes y como **conclusión** de este trabajo fue hacer una cimentación combinada ya Piura tiene algunos sectores cuya

capacidad portante del terreno es baja para garantizar la estabilidad del inmueble.

### **1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1 CIMIENTOS**

El cimiento es la parte baja de una estructura, que transfiere inmediatamente el peso de esta al suelo que los sostiene, debiendo cumplir las siguientes funciones:

1. Transferir al suelo el peso vertical, el momento y empuje de los elementos de la estructura que pudiesen arrastrar el inmueble.
2. Fijar al suelo el inmueble. (MITTAG, 2005).

##### **1.3.1.1 TRANSMISIÓN DE LA PRESIÓN EN EL SUELO.**

Es posible aceptar la teoría de que la transferencia de las cargas de una infraestructura se emite en dirección a un tipo ángulo y que éstas van disminuyendo con homogeneidad en cada una de las capas inferiores, con una distribución semejante. (MITTAG, 2005)

##### **• Presiones en las capas profundas**

Hay que verificar que las cargas que van hacer transmitidas al suelo, estas no superen su capacidad portante.

Para calcular cuánto de carga puede soportar el terreno se necesitará hacer un estudio de "MECÁNICA DEL SUELO", aceptándose el análisis de considerarse igual en cada capa, para cada área limitada por planos dibujados por los extremos de cada basamento conformando un ángulo de treinta grados con el plano vertical. (MITTAG, 2005).

##### **1.3.1.2 TENSIÓN Y ASIEN TO ADMISIBLES: SU DETERMINACIÓN.**

La definición de presión admisible de una superficie es un poco difícil de establecer, ya que está vinculada por las propiedades que poseen los suelos, esta estará sometida al modelo de cimentación, que a su vez es congruente con el suelo y el método de estructura de la base. (MITTAG, 2005)

La causa principal que implica los asientos admisibles por los cimientos son la variedad de cargas transmitidas por los diferentes elementos estructurales (Criterios que influyen en el dimensionamiento de cimientos ingeniería, 2004)

También dependerá mucho de la conducta del suelo de fundación ya en el actúan agentes innatos propios del mismo terreno y agentes industrializados, sea como sea la presión admisible cuenta con un factor de garantía mínima de 3 con relación a la presión de hundimiento que produce la fractura del suelo por escurrimiento, a este problema que sufren las estructuras ya que son un bloque se conoce con el nombre ASIEN TO. (MITTAG, 2005).

### **1.3.2 NORMATIVA DE LOS CIMIENTOS.**

Una vez elegido el diseño de cimentación para la edificación y después de haber analizado el estudio de mecánica de suelos, estas son las normas fundamentales que hay que tener presente:

1. Altura mínima.
2. Colocación de los cimientos.
3. Cuidado de la cimentación ante las aguas.
4. Materiales en uso.
5. Cálculo del cimiento. (MITTAG, 2005).

#### **1. ALTURA MÍNIMA DEL CIMIENTO.**

La disposición del cimiento (estructura de la edificación) tiene que estar acertadamente colocada a razón del domino de los elementos superficiales, que se pueda cambiar la conducta. Terminará afuera del efecto de la helada, esto es muy beneficioso porque fuera del alcance de las acciones calientes y atmosféricas. En regiones pedregosas se excavará una altura no menor de 0,20 m en ese estrato para que cumplan las condiciones del amarre de la cimentación. Las alturas indicadas se respetarán, libremente del aguante del suelo y la pendiente preexistente, esto según los gráficos que se adjuntan en este proyecto. (MITTAG, 2005).

## **2. COLOCACIÓN DE LOS CIMIENTOS.**

Obligatoriamente se tiene que impedir el posible descenso de los elementos estructurales, en caso de producirse tienen que ser perpendicular a la dirección de los esfuerzos, o de las resultantes de los mismos. Esto perjudica las cimentaciones ubicadas en terrenos con pendiente, para lo que se recomienda que se ha un diseño de forma escalonada, o bien estribos de puentes, macizos bajo bóvedas, etc. (MITTAG, 2005).

## **3. CUIDADO DE LA CIMENTACIÓN ANTE LAS AGUAS.**

Para evitar modificar la estructura del terreno en su forma natural, por el ataque de las aguas, o el probable arrastramiento y para cuidar de estos agentes de humedecimiento y ascensión de componentes incrustados, se construirá un dren, para desecar los líquidos producidos por las precipitaciones y capa freática.

Las construcciones de los drenajes pluviales se construirán cerca del cimiento teniendo tubos agujereados que no tenga junta ninguno de los tubos de material que no filtre el agua de diámetro considerable a la gran cantidad de agua en las capas inferiores y que tengan una pendiente de 3.0 cm por 3%, se comprenderán de una funda de drenaje combinada de gravas de 30-50 mm de diámetro, condicionándose sobre ella una zona de grava filtrante de un diámetro no muy grande; lo que queda que vaya hasta la rasante del terrero natural se concluye con tierra. En el proceso de que hubiera una pared subterránea la que se debe cuidar y es de mucha importancia que sea impermeable. (MITTAG, 2005).

## **4. MATERIALES EN USO.**

Antiguamente la construcción de la cimentación superficiales se realizaba con uniones de piedra del lugar de manera natural teniendo en cuenta el terreno y su pendiente. Y no menos importante la construcción con ladrillo y piedras labradas. Los aglomerantes que se van a utilizar son concebidos de la tierra y

la misma transformada en barro, y trabajándolos con cales o cementos naturales. De una u otra forma, las uniones de estos materiales con la humedad se fraguarán y/o endurecerán. En terrenos fangosos ya sea orgánicos, inorgánicos y con presencia de rellenos, para el tema de compactación se realiza mediante emparrillado con pilotes de madera. (MITTAG, 2005).

## **5. CÁLCULO DEL CIMIENTO**

Las diferenciaciones implícitas mecánicas y funcionales se expondrán a partir de su clase primaria formal las funciones que los conforman cada uno de sus tipos, colocándola después del cálculo específico, para componer una materia en paralelo de los temarios de Estructuras y el curso de mecánica de suelos. Las causas que se debe tener en cuenta para el cálculo del cimiento en su totalidad son:

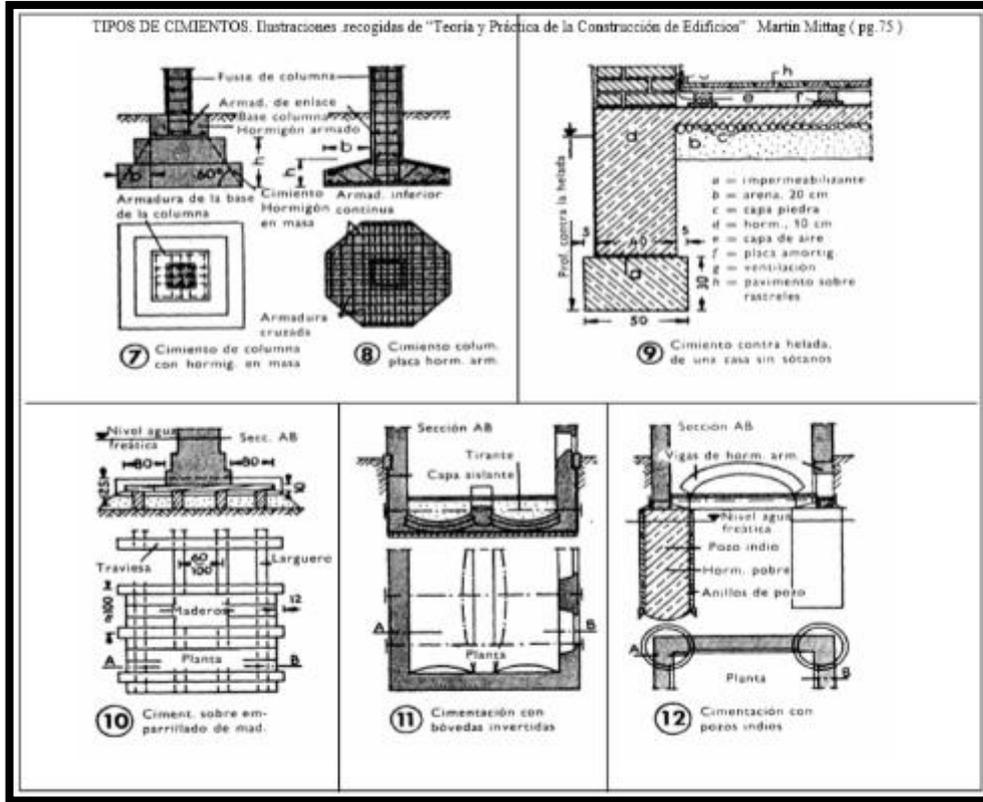
1. El peso vertical total de los elementos de la infraestructura.
2. El peso propio de la cimentación.
3. La carga del relleno de tierras situadas sobre el mismo. En su caso deberá estimarse la eliminación de su carga freática. (MITTAG, 2005).

### **1.3.3 MORFOLOGÍA DEL CIMIENTO**

El cimiento es una base subterránea que sirve para sustentar una estructura. Es decir, cualquier tipo de esta es aceptable, en donde el método de fuerzas está trastocado inversamente, y apto concerniendo la distribución de cargas a la zona superficial de fricción sobre el terreno. Al considerar la superficie como la capa del terreno que porta cargas, a través de formas planas y ortogonales a las derivadas de ellas, nos lleva a soluciones del sistema que está compuesto por elementos rígidos que transmiten las fuerzas a través de dinteles, marcos o pilares), dejando en prescripción diferentes alternativas de un sistema flexible o alguna otra que pudiéramos proponer de manera activa (excepto las placas de hormigón). El empleo de un material constitutivo-constructivo, con demanda hidráulica, permanencia y compatibilidad con el terreno, con refuerzos, nos lleva actualmente de

forma infalible al uso de estructuras de masa activa, solventadas con hormigones armados (de cementos apañados hidráulicos) con acero o fibras y calculables a arqueamiento. (MITTAG, 2005)

**Figura 1: Tipos de cimientos.**



**CLASIFICACIÓN DE CIMIENTOS.**

Las cimentaciones de acuerdo al hundimiento de la superficie estable, se han clasificado en dos:

1. Cimentaciones superficiales.
2. Cimentaciones profundas.

**1. CIMENTACIONES SUPERFICIALES:**

**TIPOS.**

Estas son las que se sostienen en capas de poca profundidad del terreno que se consideran con adecuada amplitud de carga, para sostener las construcciones y las fuerzas que sobre estas se realizan, con sedimentos adecuados. (Tabla 8.2 de NBE AE-88). Tomamos en cuenta capas de poca profundidad o firmes visibles, aquellos que están ubicados a profundidades medias, hasta los **- 3.00 m.**

En el momento en el que sobrepasan esas medidas, de **-4.00 a -**

**6.00 m.** tendrán que emplearse, en caso sea admisible, pozos de cimentación. Deberán ejecutarse las obligaciones normativas genéricas sobre cimientos. Los tres modelos de cimentaciones superficiales de poca profundidad, se presentan según sean soluciones de transmisión de

1. Fuerzas puntuales (aisladas).
2. Fuerzas lineales (continuas).
3. Fuerzas asociadas (aisladas continuas). (MITTAG, 2005).

#### **Zapatas aisladas.**

Las bases de líneas de cargas: MUROS, pueden crear

#### **Zapatas continuas o corridas**

Los asientos de conjuntos de zonas de cargas: Apoyos y/o fuerzas lineales: MUROS ASOCIADOS, dan lugar a:

#### **Láminas o placas de cimentación.**

## **2. CIMENTACIONES PROFUNDAS**

Si el firme se ubicara a una más grande profundidad, que no permitiera la ejecución de pozos de cimentación, se empleará una cimentación profunda, como pueden ser, PILOTES (para cargas puntuales) o MUROS PANTALLAS (para cargas continuas). Su análisis se revisará al rechazo, con aislamiento de la unión o roce lateral. En una época anterior, la realización de pilotes se llevaba a cabo por medio de la hincada de troncos de árboles. Ahora son mayormente columnas rígidas de acero u hormigón armado, perforados verticalmente, con solicitaciones a presión.

Muros subterráneos sus dos caras protegidas o con una expuesta en sótano, son parte de cimentaciones profundas comunes en la actualidad. Verdaderas pantallas, en la resolución de sótanos, no solo determinan la transferencia de cargas a profundidades apropiadas, sino también logran la estanqueidad de diversas plantas subterráneas.

Las cimentaciones profundas se utilizan para dar soporte a estructuras donde su capacidad portante es baja, ya que estas pueden presentar asentamientos y una eventual licuefacción. (Evaluación de la integridad de cimentaciones profundas , 2017)

**Mecánica de Suelos:** Según el Prof. Peck, “La Mecánica de Suelos es una ciencia y la Ingeniería de Cimentaciones es un arte”. Esta diferencia debe ser interpretada claramente si se desea tener si se desea lograr avance y eficacia en estos dos campos. Las características que se deben tener en cuenta para una buena práctica de la ingeniería de cimentaciones son:

- a) Conocer los antecedentes.
- b) Trato con la Mecánica de Suelos.
- c) Saberes prácticos de Geología.

Peck señalo que la característica más importante es conocer los antecedentes. La práctica debe sumar a la formación profesional. Según Peck, la experiencia no forma parte del resultado de lo transcurrido en el ejercicio, sino más bien de la intensidad con que se adquiere y aprovecha tal experiencia. (Peck, 1962)

Los sucesos incontables reunidos durante la vida profesional no valdrían nada si no pudieran organizarse y adaptarse a recientes problemas. La Mecánica de Suelos lo posibilito en el diseño y construcción de cimentaciones. Pero, hay que entender que la Mecánica de Suelos no sustituye la experiencia, su rol es darle un significado mejor.

Conocer la Geología, admite determinar las diferencias de las hipótesis simplificadoras que deben desarrollarse en los cálculos, con la realidad. Además, si no se conoce la geología como practica no es posible ejecutar un buen programa de exploración del subsuelo.

En los suelos granulares, los granos no se mantienen juntos firmemente. Por eso, este es desintegrado en granos individuales al sumergirse en agua. Un ejemplo de suelos granulares comunes son las arenas y las gravas. Los limos, que tienen partículas mayores a 0,002 mm, también pueden ser constituidos como granulares en algunas clasificaciones.

La característica más relevante de los suelos granulares tiene que ver con el tamaño de los granos. Para suelos con partículas más gruesas que 0,05 mm, la granulometría se realizara por tamizado. Es válido decir que los suelos de grano grueso son

más absorbentes y menos resistente a la compresión que los suelos de grano fino, y que suelos buena capacidad portante son propensos a ser menos permeables, menos resistente a la compresión y más soportables que los suelos con baja capacidad portante. La granulometría del suelo, por consiguiente, tiene cierta significancia, aunque a toda la curva no se le puede asignar un valor numérico. Por lo tanto, es menester determinar más de uno o un punto de la curva.

El tamaño de la partícula, es el primer punto a determinar, es así que el 10% del suelo es más fino, D10. A este se le denomina tamaño efectivo. Este señala un razonable margen inferior para marcar los tamaños de partículas en el suelo.

Para poder conocer sobre la estructuración de los tamaños de partículas, se define el término de coeficiente de uniformidad,  $C_u = D_{60} / D_{10}$ . Si el coeficiente de uniformidad es grande, posiblemente sea un suelo bien graduado, es decir que el suelo referentemente es incompresible y resistente. En el Sistema Unificado de Clasificación, la arena debe tener un coeficiente de uniformidad no menor a 6 para ser bien graduada, mientras que para la grava el Coeficiente de uniformidad debe ser no menor que 4. (MITTAG, 2005).

## **SUELOS**

### **ESTUDIO GEOTÉCNICO.**

Este estudio tiene como propósito tener en claro las propiedades del terreno en el que estará la obra en su fase de ejecución, estableciendo:

- La característica de los materiales a excavar.
- Modo de excavación y utilización de los materiales.
- Los taludes a adoptar en los desmontes de la explanación.
- La resistencia del suelo para con los rellenos y la estructura.
- Los coeficientes de seguridad que deben adoptarse.
- Las disposiciones que se deben tener en cuenta para incrementarlos en caso de no ser aceptables.
- Lo necesario para disminuir los asentamientos y/o acelerarlos (MITTAG, 2005).

## **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1 PREGUNTA GENERAL**

En una cimentación combinada para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019. ¿Cuál debería ser el diseño estructural?.

### **1.4.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS**

- ¿Cómo Determinar la capacidad portante del suelo?
- ¿Cómo se realiza el estudio del suelo para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019?
- ¿Cómo determinar la distribución del proyecto y saber qué sistema estructural elegir?
- ¿Cómo elaborar los planos estructurales de la cimentación combinada?

## **1.5. JUSTIFICACIÓN**

La justificación de este actual trabajo de investigación está fundamentada en lo menester de diseñar una cimentación combinada para un suelo con capacidad portante baja.

Nuestra problemática va encaminada a las nuevas edificaciones multifamiliares que se planifiquen en la región Piura, puesto que lo obtenido de este trabajo podrá ejecutarse en esos proyectos futuros.

Una cimentación combinada es aquella que sirve de base para dos o más pilares. Las zapatas aisladas se benefician de que diferentes pilares poseen diferentes momentos flectores, si estos se concertan en un solo elemento de cimentación, el resultado más estabilizado e impuesto a un momento resultante menor.

Así también esta investigación difundirá nuevos conocimientos, aquellos que serán útiles como fuente de información para posteriores investigaciones.

## **1.6. HIPÓTESIS**

### **1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL**

El diseño constitutivo de una cimentación combinada para un edificio de 4 pisos – asociación villa universitaria – castilla – Piura – 2019, cumple con la capacidad portante del terreno.

### **1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

- El estudio de suelo me permitirá realizar el dimensionamiento de la zapata combinada para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019.
- Los diseños de los elementos estructurales se pueden elaborar los planos estructurales para un para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019.
- La capacidad portante del suelo es resistente a las cargas de la edificación para un edificio de 4 pisos–Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019.
- El proceso de estructuración es aplicable al diseño para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019.

## **1.7. OBJETIVOS.**

### **1.7.1 OBJETIVO GENERAL:**

Esquematizar la cimentación combinada para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019.

### **1.7.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS:**

- Determinar la capacidad portante del suelo.
- Realizar un estudio del suelo para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019.
- Determinar la distribución del proyecto y elegir el sistema estructural.
- Elaborar los planos estructurales de la cimentación combinada.

## II. PROCEDIMIENTO.

### 2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

“El diseño empírico o experimental se define como aquel estudio en el cual el investigador manipula una variable experimental no que no ha sido comprobada, bajo condiciones rigurosamente controladas”. (PALELLA, y otros, 2012).

En el presente proyecto se ha determinado que el tipo de investigación al que pertenece es de tipo experimental, debido a que está basado en el diseño estructural de una cimentación combinada para un edificio de 4 pisos.

#### 2.1.1. TIPO DE ESTUDIO.

El fin de la investigación aplicada es averiguar, comprender, ejecutar, erigir y cambiar un problema existente, cuyo fin es el presto empleo sobre un problema. Por lo tanto, la investigación de este proyecto es aplicada debido a que se utilizaron conocimientos y parámetros establecidos en Normas Técnicas.

La investigación es de nivel descriptivo debido a presenta el orden en el que los procedimientos aplicados en esta investigación.



Donde:

M= Muestra en estudio.

Ox= Información a recoger.

PA= Propuesta de análisis.

### 2.2. VARIABLE – OPERACIONALIZACIÓN.

#### 2.2.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla N°1: Cuadro de operacionalización de variables.**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Cimentación combinada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la capacidad portante del suelo.</li> <li>• Realizar un estudio del suelo para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019.</li> <li>• Determinar la distribución del Proyecto y seleccionar el sistema estructural.</li> <li>• Elaborar los planos estructurales de la cimentación combinada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de cimentación Combinada</li> </ul>	Es el proceso que consiste en la determinación del diseño de una cimentación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que clases de terrenos existen y que profundidades se encuentran.</li> <li>• A que profundidad se encuentra el terreno elegido como firme y el espesor que tiene el estrato que lo forma.</li> <li>•Cuál es el nivel más alto de las aguas subterráneas (nivel freático más elevado).</li> <li>• Si son de prever asientos, el valor máximo admisible para su cálculo y limitación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razón o intervalo Nominal</li> <li>• Rango o Intervalo</li> <li>• Rango o intervalo</li> <li>• Nominal</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un estudio del suelo</li> </ul>	Y construir una edificación donde la capacidad portante del terreno cumpla las especificaciones técnicas según el reglamento.		
Capacidad portante		Se realiza para determinación del comportamiento que ha presentado los resultados del estudio de suelo.			

## **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1 POBLACIÓN**

En esta investigación estará conformada por todo el diseño estructural de la cimentación combinada, para un edificio de 4 pisos – Asociación Villa Universitaria – Castilla – Piura – 2019.

### **2.3.2 MUESTRA**

La prueba de la investigación estará formada por la cimentación, zapatas y columnas del edificio de 4 pisos– Asociación Villa Universitaria – Castilla – Piura – 2019.

## **2.4. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS**

Para lograr cada objetivo específico, se utilizará técnicas y herramientas:

- Definir la capacidad portante del suelo.
- Ejecutar un análisis del suelo para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019.
- Determinar la distribución del proyecto y seleccionar el sistema estructural.
- Elaborar los planos estructurales de la cimentación combinada.

## 2.4.1. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

**Tabla N°2: Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Objetivo Especifico	Fuente	Técnica	Instrumento	Logro
➤ Ejecutar un análisis del suelo para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019.	Laboratorio	Análisis documental y Observacional. Ensayos de laboratorio.	Guía de ensayo de Calicatas.	Conocer la capacidad portante terreno.
➤ Realizar ensayos de laboratorio con el fin de definir la capacidad portante del suelo.	Ensayos para estudio de suelo.	Análisis Observacional Ensayos de laboratorio.	Guía de ensayo de diseño en el laboratorio.	Conocer el estado actual de las condiciones del terreno.
➤ Determinar la distribución del proyecto y seleccionar el sistema estructural.	Sistema estructural.	Análisis Observacional Diseño.	Guía de libros.	Conocer la resistencia del suelo y definir el tipo de cimentación.
➤ Elaborar los planos estructurales de la cimentación combinada	Planos.	Análisis Documental Diseño de planos.	AutoCAD.	Realizar los cálculos y diseños para el edificio de 4 pisos.

## **2.5. PROCEDIMIENTOS DE ESTUDIO DE DATOS**

Para llevar un buen desarrollo de los objetivos planteados en este proyecto de investigación, se procederá a realizar una variedad de ensayos de laboratorio los cuales permitirán obtener datos los cuales serán analizados y comprobados.

- Ensayo de Estudio de suelo.
- Diseño de cimentación.
- Diseño de cálculo estructural.
- Diseño de planos estructurales.

## **2.6. ASPECTOS ÉTICOS**

Cada uno de los ensayos se realizarán en los laboratorios de la Universidad Cesar Vallejo Piura y en la Universidad Nacional de Piura, con la entrega y responsabilidad por parte de los autores de este presente proyecto de investigación, garantizando la honestidad y veracidad de las conclusiones logradas en cada uno de los análisis propuestos; sean o no favorables para dar respuesta a los objetivos que han sido planteados.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. MATERIALES Y MÉTODOS**

El método elegido para realizar la compilación de la BDCA fue el método indirecto. Por lo tanto, se trataba de reunir y tratar datos y metadatos preexistentes procedentes de fuentes diversas, normalmente obtenidos en formato papel. Para realizar estas tareas se diseñó y elaboró un Sistema de Información (SI).

#### **MATERIALES**

- Instrumentos de Trabajo.
- Computadoras.
- Internet.
- Bibliografía Especializada.
- Libros resistencia de materiales.

#### **3.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE MATERIALES**

##### **3.2.1. RECONOCIMIENTO DEL SUBSUELO**

Se realizó trabajos de excavación de calicatas para conocer la calificación del subsuelo.

Se realizó el reconocimiento del terrero ubicado en la Asociación Villa Universitaria del distrito de castilla provincia de Piura. Donde se decide la excavación de 2 calicatas a cielo abierto, con una profundidad de 3 metros, con el objetivo de determinar su capacidad portante y comprobar la estratigrafía del terrero.

Se obtuvo muestras para los ensayos granulométricos, límites de Atterberg, peso específico, humedad natural del suelo.

##### **3.2.2. DETALLE DE CALICATAS**

###### **➤ CALICATA 1.**

En su primera fase se realizó una excavación de **0.00 m a 0.90 m**, obteniendo arcillas de mediana plasticidad de color blanquecinas con pintas marrones bajo contenido de humedad y capacidad relativa a la resistencia media según **SUSC** como **CL**.

En su segunda fase se realizó de **0.90 m a 3.00m**, donde se obtuvo arena limosa de color beige con bajo contenido de humedad, de compacidad relativa a la resistencia clasificada por **SUSC** como **SM**. No hay presencia de nivel freático.

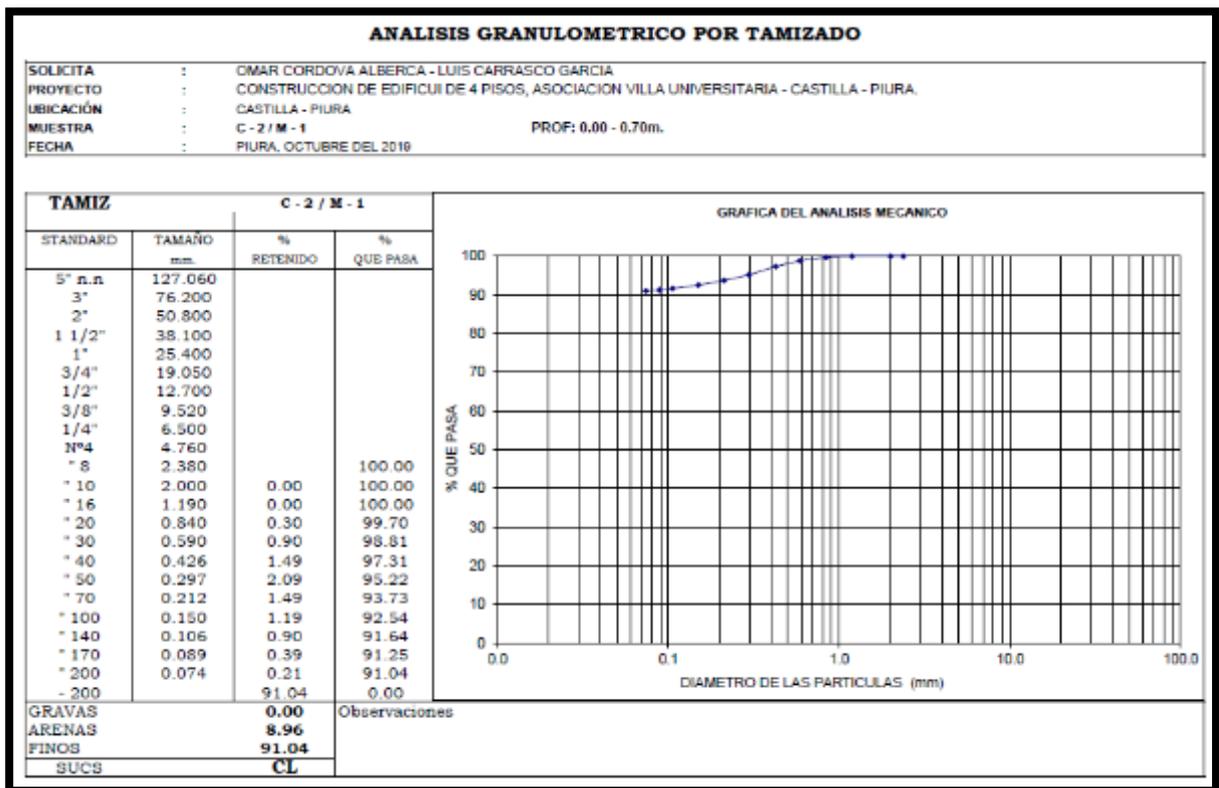
➤ **CALICATA 2.**

En su primera fase se realizó una excavación de **0.00 m a 0.90 m**, obteniendo arcillas de mediana plasticidad de color blanquecinas con pintas marrones bajo contenido de humedad y capacidad relativa a la resistencia media según **SUSC** como **CL**.

En su segunda fase se realizó de **0.90 m a 3.00m**, donde se obtuvo arena limosa de color beige con bajo contenido de humedad, de compacidad relativa a la resistencia clasificada por **SUSC** como **SM**. No hay presencia de nivel freático.

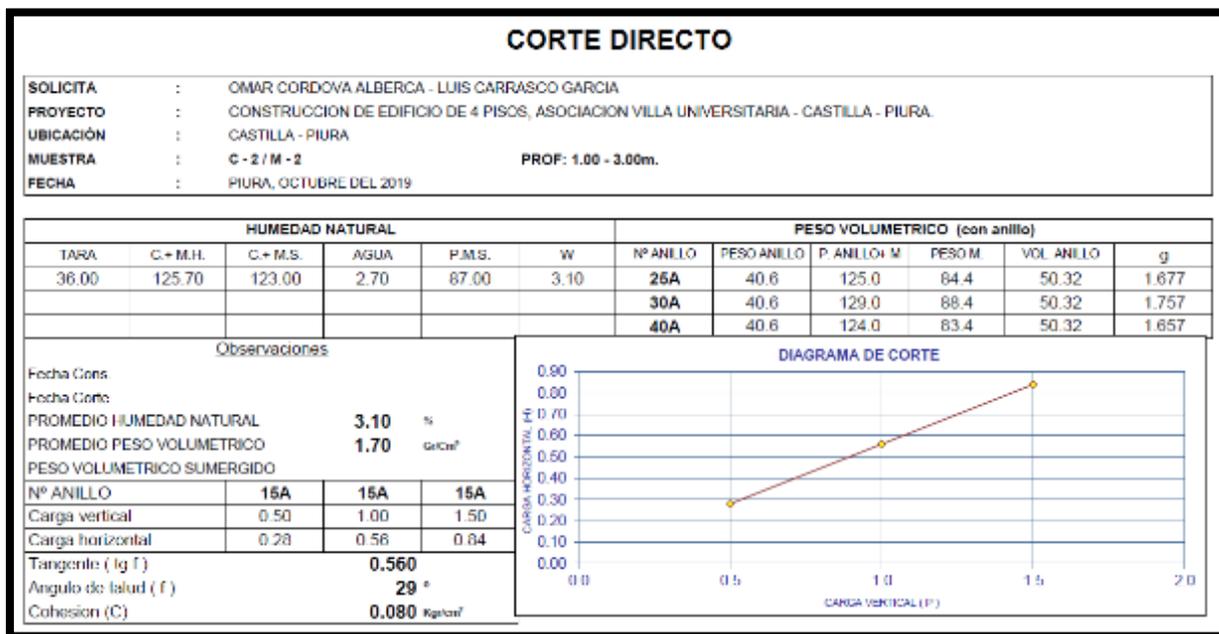
**3.2.3. ENSAYO DE LABORATORIO**

**Figura N°2: Análisis granulométrico.**



El ensayo granulométrico como se aprecia en la **figura 02** según los tamices de acuerdo a la norma ASTM, se clasificó mediante el sistema SUCS arcilla de mediana plasticidad (CL).

**Figura N°3: corte directo.**



El ensayo de corte directo como se aprecia en la figura 03, para conocer los parámetros del ángulo de rozamiento interno (Y) y la cohesión (C) se programaron ensayos de corte, en muestras inalteradas del suelo de baja a media capacidad en área a cimentar desde la profundidad de 1.00m a 3.00m se obtuvo los siguientes resultados.

**Tabla N°3: Resistencia al corte directo de suelos.**

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO	PESO VOLUMÈTRICO gr/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD W%
<b>C-1/M2</b>	1.00-3.00	29°	1.71	3.28%
<b>C-2/M2</b>	1.00-3.00	29°	1.70	3.10%

**Tabla N°4: Análisis Químico.**

<b>ANALISIS QUIMICO POR AGRESIVIDAD</b>					
SOLICITA	:	OMAR CORDOVA ALBERCA - LUIS CARRASCO GARCIA			
PROYECTO	:	CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE 4 PISOS, ASOCIACION VILLA UNIVERSITARIA - CASTILLA PIURA			
UBICACION	:	CASTILLA - PIURA			
MUESTRA	:	C - 1			
FECHA	:	PIURA, NOVIEMBRE DEL 2019			
MUESTRA	PROFUNDIDADES m.	SALES SOLUBLES %	CLORUROS %	SULFATOS %	CARBONATOS %
C - 1/M2	0.90 - 3.00	0.0900	0.0760	0.1100	0.0000
C - 2/M2	0.70 - 3.00	0.0700	0.0680	0.1000	0.0000

En tabla 04 con la finalidad de evaluar la agresividad de los suelos se realizó el análisis químico para determinar el contenido de las sales soluble, cloruros y sulfatos donde se obtuvo valores bajos (ver resultados en las siguientes tablas)

**Tabla N°5: Propiedades Geomecánicas del suelo.**

<b>PROPIEDADES GEOMECANICAS DEL SUELO</b>					
calicatas	GRAVAS%	ARENAS%	FINOS	I.P.%	W %
C - 1/M1	0.00	9.73	90.27	18.63	1.96
C - 1/M2	0.00	73.57	26.43	4.64	2.97
C - 2/M1	0.00	8.96	91.04	17.84	1.89
C - 2/M2	0.00	75.32	24.68	3.80	3.06

**Tabla N°6: Elementos Químicos nocivos para la cimentación**

<b>CONTENIDO DE SALES</b>			
<b>ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION</b>			
Presencia en el Suelo de	p.p.m	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 - 1000 1000 - 2000 2000 - 20,000 >20,000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
** CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos
** SALES SOLUBLES	> 15, PERJUDICIAL 000		Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación.

**Tabla N°7: Resultados de ensayos Químicos.**

Resultados de ensayos Químicos					
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	SALES SOLUBLES (%)	Cloruros (%)	Sulfatos (%)
C - 1	M-1/M2	0.90– 3.00	0.0900	0.076	0.11
C - 2	M-2/M2	0.70– 3.00	0.0700	0.0680	0.10

### 3.2.4. CAPACIDAD PORTANTE

Llamada también capacidad última de carga del suelo de cimentación, donde esta puede soportar un suelo sin que sea amenazada su estabilidad.

El cálculo de la capacidad portante del suelo se realizó en base a las características del subsuelo y la geometría de la cimentación, en este caso se consideró las características del suelo en dos calicatas.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 06.

**Tabla N°8: Parámetros de resistencia.**

PARÁMETROS DE RESISTENCIA						
Zona	REFERENCIA	TIPO	Df (m)	b x l (m)	$Q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{ad}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
AREA DEL ESTUDIO	C - 1	CIM. COMBINADA	2.00	2.00X1.70	4.15	1.38
AREA DEL ESTUDIO	C - 2	CIM. COMBINADA	2.00	2.00X1.70	4.27	1.42

En la tabla anterior se obtuvo dos capacidades portantes de 1.38 kg/cm<sup>2</sup> y 1.42 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, para el diseño de los elementos estructurales se tomó la más crítica (1.38 kg/cm<sup>2</sup>)

#### IV. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

##### MEMORIA DE CÁLCULO

##### 4.1. ANÁLISIS Y DISEÑO DE COLUMNAS

##### 4.1.1. COLUMNA CENTRAL: C-1

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

$$A_f = \left[ \frac{(4.35 + 2.65)}{2} \right] \left[ \frac{(3.25 + 4.25)}{2} \right] - (1.33 \times 1.28) = (3.5) (3.75) - 1.70$$

$$A_f = 11.42 \text{ m}^2$$

##### METRADOS DE CARGAS.

$$P.P. \text{ Losa} = 300 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$P.P. \text{ Tabiquería} = 150 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$P.P. \text{ Acabados} = 100 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$P.P. \text{ Vigas} = 60 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$P.P. \text{ Columnas} = 100 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$\omega_D = 710 \text{ kg} / \text{cm}^2 \quad \text{y} \quad \omega_L = 200 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$\omega_u = 1.4 (0.71) + 1.7 (0.20) = 1.33 \text{ tn} / \text{m}^2$$

$$P_u = 1.33(11.42)(5) = 75.94 \text{ tn}$$

$$\text{Entonces: } B \times D = \frac{1.10 (75.94)}{0.30 (0.21)} = 1325.94 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para: } B = D = \sqrt{1325.94} = 36 \text{ cm}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} B = 30 \text{ cm} \\ D = 45 \text{ cm} \end{array} \right.$$

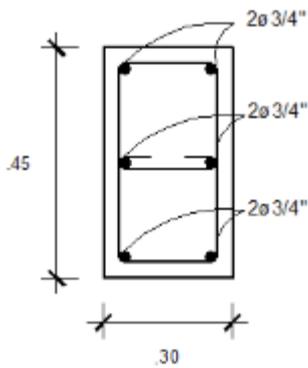
$$\boxed{\text{USAR } C-1 : 0.30 \text{ m} \times 0.45 \text{ m}}$$

## DISEÑO DE ACERO.

*El acero de columnas, según norma E-060:  $1\% \leq P \leq 6\%$   
[  $0.01 \leq P \leq 0.06$  ]*

$$A_s = P \cdot B \cdot D = 0.01 (30) (45) = 13.50 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ var} = 13.50 / 2.85 = 4.74 \cong 6$$



C-1

**USAR: 6 ø 3/4"**

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

$$F'_y = 4200 \text{ kg / cm}^2$$

$$re = 4 \text{ cm}$$

□ ø 3/8: 1 @ 0.05, 4 @ 0.10, 3 @ 0.15,  
rest @ 0.20 c/extremo

#### 4.1.2. COLUMNA LATERAL C-2

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

$$A_f = \left[ \frac{(4.35 + 2.65)}{2} \right] \left[ \frac{4.40}{2} \right] = 7.70 \text{ m}^2$$

#### METRADOS DE CARGAS.

$$\left. \begin{array}{l} \omega_D = 710 \text{ kg} / \text{cm}^2 \\ \omega_L = 200 \text{ kg} / \text{cm}^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \omega_u = 1.4 (0.71) + 1.7 (0.20) = 1.33 \text{ tn} / \text{m}^2 \\ p_u = 1.33 (7.70) (5) = 51.21 \text{ tn} \end{array}$$

$$\text{Entonces: } B \times D = \frac{1.25 (51.21)}{0.25 (0.21)} = 1219.29 \text{ cm}^2$$

$$B = 25 \text{ cm}$$

$$\text{Para: } B = D = \sqrt{1219.29} = 34.92 \cong 35 \text{ cm}$$

$$D = 50 \text{ cm}$$

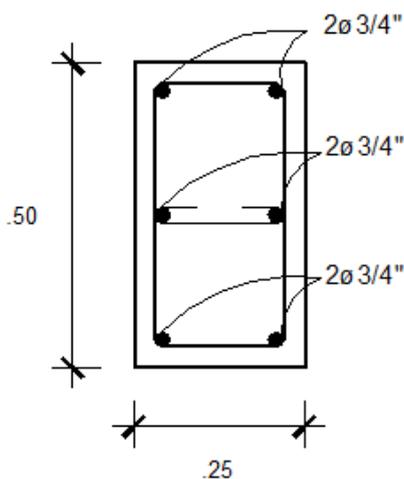
USAR C-2 : 0.25 m x 0.50 m

#### DISEÑO DE ACERO

*El acero de columnas, según norma E-060:  $1\% \leq P \leq 6\%$   
 $[0.01 \leq P \leq 0.06]$*

$$A_s = P B \cdot D = 0.01 (25) (50) = 12.50 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ var} = 12.50 / 2.85 = 4.39 \cong 6$$



USAR: 6  $\phi$  3/4"

C-2

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

$$F'_y = 4200 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$r_e = 4 \text{ cm}$$

□  $\phi$  3/8: 1 @ 0.05, 4 @ 0.10, 3 @ 0.15,  
 rest @ 0.20 c/extremo

## 4.2. ESQUEMA DE COLUMNAS /PLACAS

### 4.2.1. COLUMNA C-3

El acero de columnas, según norma E-060:  $1\% \leq P \leq 6\%$   
 $[0.01 \leq P \leq 0.06]$

$$A_s = P \cdot B \cdot D = 0.01 (25) (90) = 22.50 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ var} = 22.50 / 1.98 = 11.36 \cong 12$$

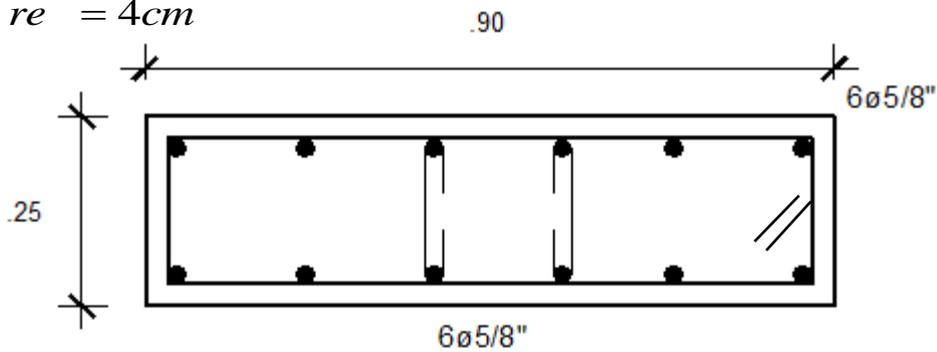
USAR: 12  $\phi$  5/8"

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

$$F'_y = 4200 \text{ kg / cm}^2$$

$$r_e = 4 \text{ cm}$$

C-3



$\square \phi$  3/8 : 1 @ 0.05, 4 @ 0.10, 3 @ 0.15,  
 rest @ 0.20 c/extremo

### 4.2.2. COLUMNA LATERAL C-4

$$A_f = 2.75 \text{ m} (1.17) = 3.22 \text{ m}^2$$

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

#### METRADOS DE CARGAS

$$\omega_D = 710 \text{ kg / cm}^2$$

$$\omega_u = 1.4 (0.71) + 1.7 (0.20) = 1.33 \text{ tn / m}^2$$

$$\omega_L = 200 \text{ kg / cm}^2$$

$$P_u = 1.33 (3.22) (5) = 21.41 \text{ tn}$$

$$\text{Entonces: } B \times D = \frac{1.25 (21.41)}{0.25 (0.21)} = 509.76 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para: } B = D = \sqrt{509.76} = 22.58 \cong 25 \text{ cm}$$

Se sugiere para la columna C-4 por cuestiones de rigidez lateral:

USAR C-4: 0.25 m x 1.10 m

## DISEÑO DE ACERO.

*El acero de columnas, según norma E-060:  $1\% \leq P \leq 6\%$   
[  $0.01 \leq P \leq 0.06$  ]*

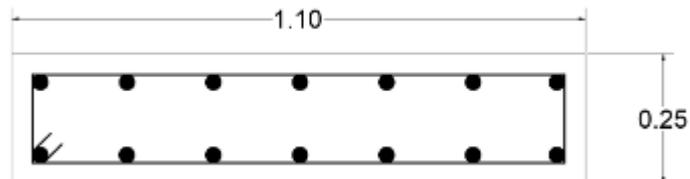
$$A_s = P \cdot B \cdot D = 0.01 (25) (110) = 27.5 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ var} = 27.5 / 1.98 = 13.8 \cong 14$$

*USAR:  $14\phi 5/8"$*

$$\begin{aligned} \text{C-4} \quad F'_c &= 210 \text{ kg / cm}^2 \\ F'_y &= 4200 \text{ kg / cm}^2 \\ r_e &= 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

□  $\phi 3/8$ : 1 @ 0.05, 4 @ 0.10, 3 @ 0.15,  
rest @ 0.20 c/extremo



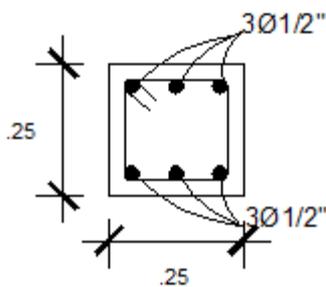
### 4.2.3. COLUMNA LATERAL C-5

(mínimo de 25 cm x 25 cm)

El acero de columnas, según norma E-060:  $1\% \leq P \leq 6\%$   
 $[0.01 \leq P \leq 0.06]$

$$A_s = P \cdot B \cdot D = 0.01 (25) (25) = 6.25 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ var} = 6.25 / 1.27 = 4.92 \cong 6$$



**USAR:  $6\phi 1/2''$**

C-4

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

$$F'_y = 4200 \text{ kg / cm}^2$$

$$r_e = 4 \text{ cm}$$

□  $\phi 3/8: 1 @ 0.05, 4 @ 0.10, 3 @ 0.15,$   
 rest @ 0.20 c/extremo

### 4.3. ANÁLISIS Y DISEÑO DE ZAPATAS COMBINADAS

#### DATOS:

$$\sigma = 1.38 \text{ kg / cm}^2$$

$$\rho_m = 1.71 \text{ tn / m}^3$$

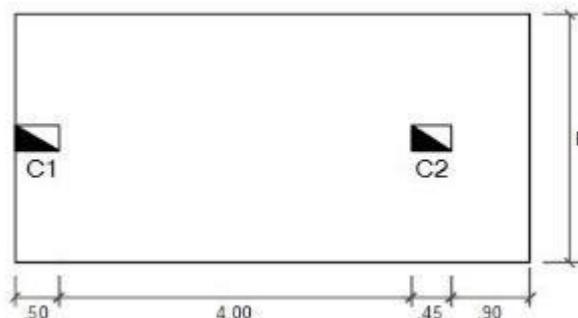
$$s/c \text{ pisos} = 400 \text{ kg / m}^2$$

$$D_f = 2.00 \text{ m}$$

$$N.P.T + 0.30$$

#### 4.3.1. ZAPATA: Z-1

(C-1 30 X 45)



$$A_f = 11.42 \text{ cm}^2$$

$$PD = 0.71 (11.42) (5) = 40.54tn$$

$$PL = 0.20 (11.42)(5) = 11.42tn$$

$$Pn_1 = 51.96tn$$

(C-2= 25 X 50)

$$Af = 7.70cm^2$$

$$PD = 0.71 (7.70) (5) = 27.34tn$$

$$PL = 0.20 (7.70)(5) = 7.70tn$$

$$Pn_2 = 35.04tn$$

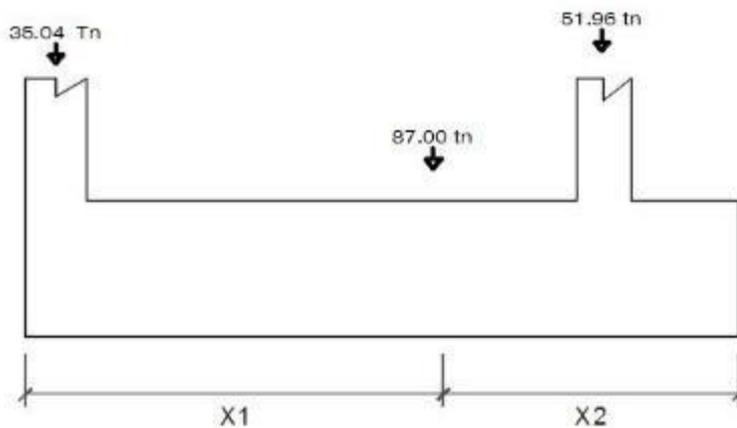
$$Pn_1 + Pn_2 = 87.00tn$$

$$\text{Entonces: } Azap = \frac{Pn}{\sigma n} = \frac{87.00}{9.47} = 9.19 m^2$$

Del esquema

$$x_0 = \frac{35.84(0.25) + 51.96(4.725)}{87} = 2.92m$$

$$L = 2x_0 = 5.85m$$



Ahora:

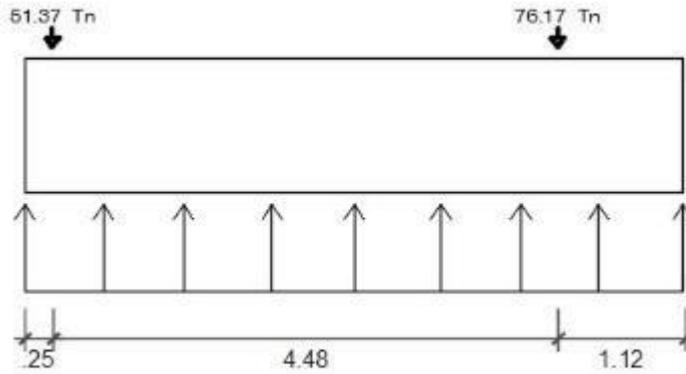
$$b = \frac{Azap}{L} = \frac{9.19}{5.85} = 1.57m \cong 1.70m$$

$$\boxed{usar = 1.70m \quad x \quad 5.85m}$$

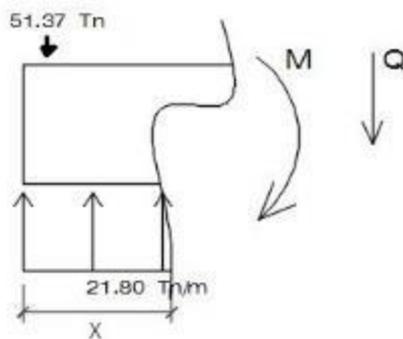
$$Pn_1 = 1.40 (40.54) + 1.70(11.42) = 76.17tn$$

$$Pn_2 = 1.40 (27.34) + 1.70(7.70) = 51.37tn$$

$$Pnt = \frac{76.17tn}{51.37tn} = 21.80 tn / m$$



Para halla la fuerza cortante igual a cero, se produce el mayor momento flector:



$$V_x = 0$$

$$-51.37 + 21.80X = 0$$

$$X = \frac{51.37}{21.80} = 2.36m$$

entonces :

$$M_{\max} = 21.80 \left( \frac{x^2}{2} \right) - 51.37 \left( x - \frac{0.50}{2} \right)$$

$$M_{\max} = 21.80 \left( \frac{2.36^2}{2} \right) - 51.37 \left( 2.36 - \frac{0.50}{2} \right) = -47.68$$

Altura de zapata: considerando  $W = 0.09$ ;  $P = 0.09$  zapata muy rígida.

conocemos :

$$Mu = \phi f'c b d^2 \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$47.68 \times 10^5 = 0.90 (210) (170) d^2 (0.09) (1 - 0.59 \times 0.09)$$

$$d^2 = \frac{47.68 \times 10^5}{2738.15073} = 1741.3$$

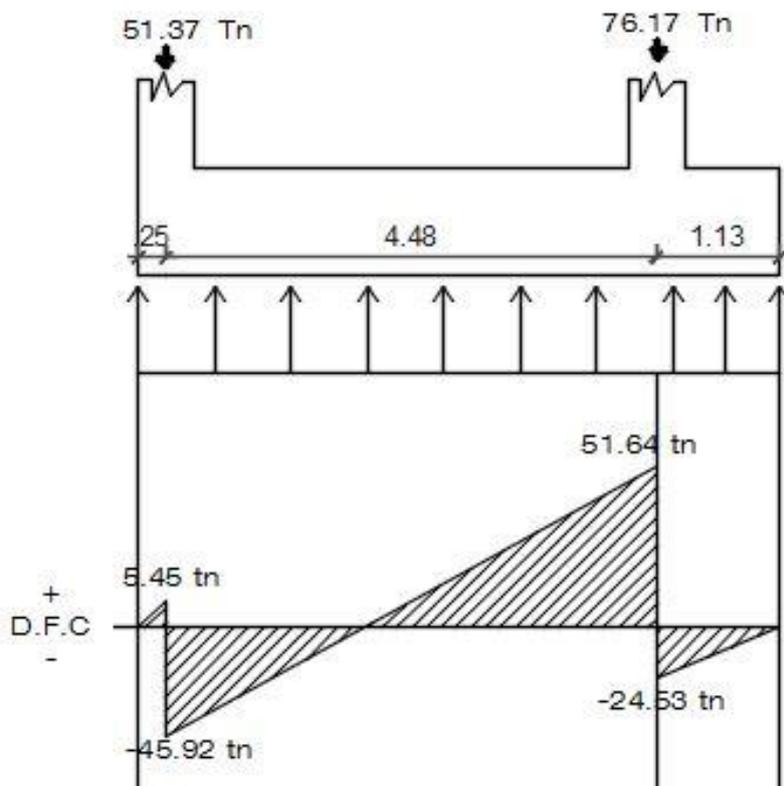
$$d = 41.73 \text{ cm}$$

$$h_{zap} = 41.73 + 7.5 + \frac{1.59}{2} = 50.025 \text{ cm} \cong 60 \text{ cm}$$

Usar Altura de zapata = 60cm

**Nuevamente hallamos peralte de zapata:**

$$d = 60 - 7.5 - \frac{1.59}{2} = 51.71 \text{ cm} \cong 0.52 \text{ m}$$



Verificación por cortante.

Se verifica para cada apoyo de columna; a una distancia igual al peralte de la zapata

$$V_v 1 = -45.92 + 21.80(0.25 + 0.52) = -29.13$$

$$V_v 2 = 51.64 - 21.80(0.225 + 0.52) = 35.40$$

$$V_v 3 = 21.80 - (1.935 - 0.225) = 19.62$$

entonces :

$$\frac{V_v}{\phi} = \frac{35.40}{0.85} = 41.65 \text{ tn}$$

$$V_c = 1.10\sqrt{f'c} \quad bd$$

$$V_c = 1.10\sqrt{210} \quad (10)(1.70)(0.52)$$

$$V_c = 140.91 \text{ tn}$$

$$\text{CONDICION } \frac{V_v}{\phi} \leq V_c$$

$$41.65 \text{ tn} < 140.91 \text{ tn} \quad -ok-$$

#### **CORTANTE EN SECCIÓN CRÍTICA.**

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c} \quad bd$$

$$V_c = 0.53\sqrt{210} \quad (10)(1.70)(0.52)$$

$$V_c = 67.89$$

$$41.65 < 67.89 \text{ tn} \quad -ok-$$

## DISEÑO POR FLEXIÓN

### A. REFUERZO SUPERIOR.

$$d = 51.71 \text{ cm} \qquad Mu = 47.68 \text{ tn}$$

$$As = \frac{Mu}{\phi fy (d - \frac{a}{2})} \quad ; \quad \text{donde: } a = \frac{d}{5}$$

por lo tanto

$$As = \frac{Mu}{\phi fy (0.90 d)} = \frac{47.68 \times 10^5}{0.90(4200)(0.90)(51.71)}$$

$$As = 27.10 \text{ cm}^2$$

$$As = \frac{47.68 \times 10^5}{0.90(4200)(51.71 - \frac{3.75}{2})} = 25.31 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{25.31(4200)}{0.85(210)(170)} = 3.50 \text{ cm}$$

$$As = \frac{47.68 \times 10^5}{0.90(4200)(51.71 - \frac{3.50}{2})} = 25.25 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{25.25(4200)}{0.85(210)(170)} = 3.49 \text{ cm} \quad - \text{ok} -$$

$$\#Var = \frac{25.25}{2.85} = 8.85 \cong 9 \quad , \quad @ = \frac{170-15}{9} = 18 \text{ cm}$$

USAR: 1 $\phi$ $\frac{3}{4}$ " @ 0.18m
--

$$a = \frac{As fy}{0.85 fc b} = 1.98 \text{ cm} \quad = \quad a = \frac{27.10(4200)}{0.85(210)(170)} = 3.75 \text{ cm}$$

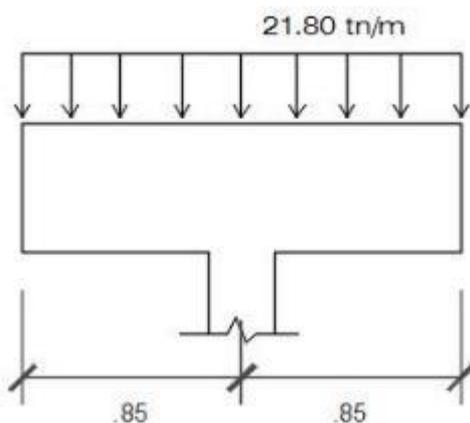
## VERIFICACIÓN POR CUANTÍA DE ACERO

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{9(2.85)}{170(51.71)} = 0.002917$$

$$\rho_{\min} = 0.0018 \left( \frac{f_y}{4200} \right) = 0.0018$$

$$\rho_{\min} < \rho \quad -ok-$$

## REFUERZO INFERIOR.



$$M_u = 21.80 \left( \frac{0.85}{2} \right)^2 = 7.88 \text{ tn-m}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (0.90 d)} = \frac{7.88 \times 10^5}{0.90(4200)(0.90)(51.71)}$$

$$A_s = 4.48 \text{ cm}^2$$

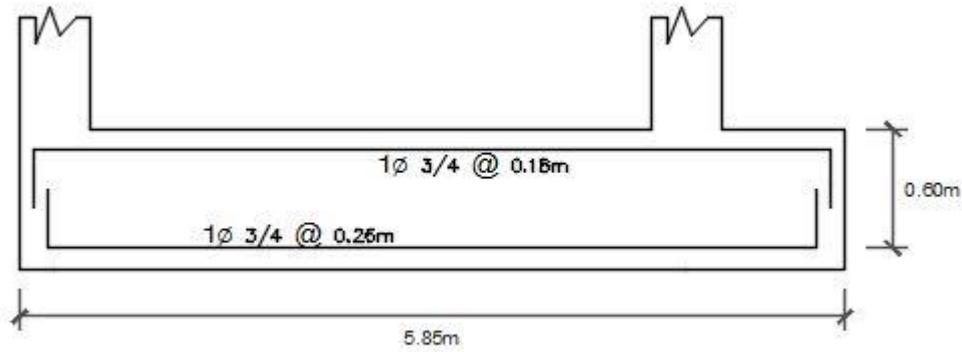
## VERIFICACION ACERO MÍNIMO

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

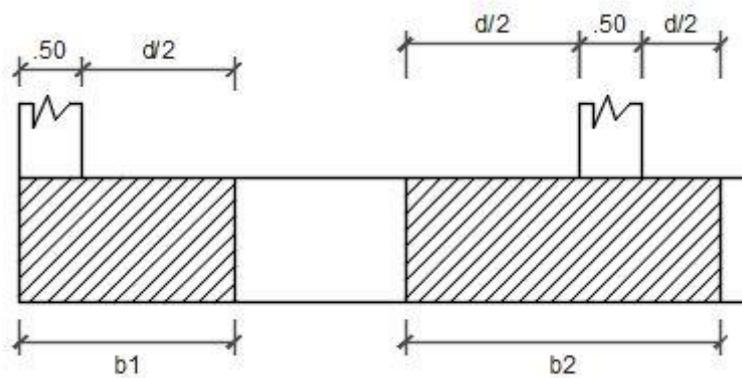
$$A_{s_{\min}} = 0.0018(170)(51.71) = 15.82 \text{ cm}^2$$

$$\#Var = \frac{15.82}{2.85} = 5.55 \cong 6, \quad @ = \frac{170-15}{6} = 26 \text{ cm}$$

$$\boxed{USAR: 1 \phi \frac{3}{4} @ 0.26 \text{ m}}$$



### DISEÑO EN SENTIDO TRANSVERSAL DE ZAPATA COMBINADA



$$\text{siendo } b_1 = 50 + 52 / 2 = 76 \text{ cm}$$

$$b_2 = 45 + 52 = 97 \text{ cm}$$

La sección transversal se diseña como sección de viga en voladizo.

### DISEÑO DE VIGA EXTERIOR

$$qnu = \frac{pu_2}{b} = \frac{51.37}{1.70} = 30.22 \text{ tn/m}$$

$$Mu = 30.22 \left( \frac{0.6}{2} \right)^2 = 8.73 \text{ tn-m}$$

$$As = \frac{Mu}{\phi fy (0.90 d)} = \frac{8.73 \times 10^5}{0.90(4200)(0.90)(51.71)}$$

$$As = 4.96 \text{ cm}^2$$

## VERIFICACIÓN ACERO MÍNIMO

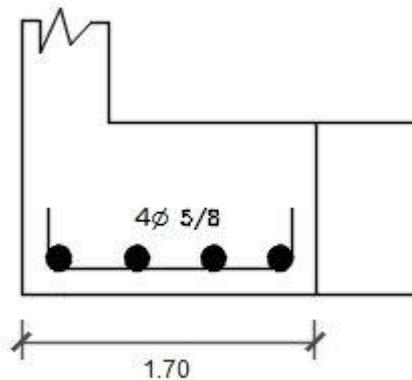
$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$A_{s_{\min}} = 0.0018(76)(51.71) = 7.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} > A_s$$

$$\#Var = \frac{7.07}{1.98} = 3.57 \cong 4$$

USAR: $4 \phi \frac{5}{8}$ "
------------------------------



## ACERO DE MONTAJE

Se colocara acero  $\frac{3}{8}$ " cuando  $< \phi \frac{3}{4}$

$$A_{s_{\min}} = \frac{3}{8} \quad ; \quad @ \frac{170}{4} = 42.5 \text{ cm} \cong 0.45 \text{ m}$$

### DISEÑO DE VIGA INFERIOR.

$$qnu = \frac{pu_2}{b} = \frac{76.17}{1.70} = 44.81 \text{ tn/m}$$

$$Mu = 44.81 \left( \frac{0.97}{2} \right)^2 = 21.08 \text{ tn-m}$$

$$d = 51.71 - (7.5 + 1.59 - \frac{1.59}{2}) = 41.83 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{\phi fy (0.90 d)} = \frac{21.08 \times 10^5}{0.90(4200)(0.90)(41.83)}$$

$$As = 14.81 \text{ cm}^2$$

### **VERIFICACIÓN ACERO MÍNIMO.**

$$As_{\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$As_{\min} = 0.0018(97)(41.83) = 7.30 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} < As \quad -ok-$$

$$a = \frac{14.81 (4200)}{0.85 (210) (97)} = 3.59 \text{ cm}$$

$$As = \frac{21.08 \times 10^5}{0.90(4200)(41.83 - \frac{3.59}{2})} = 13.93 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{13.93 (4200)}{0.85 (210) (97)} = 3.38 \text{ cm}$$

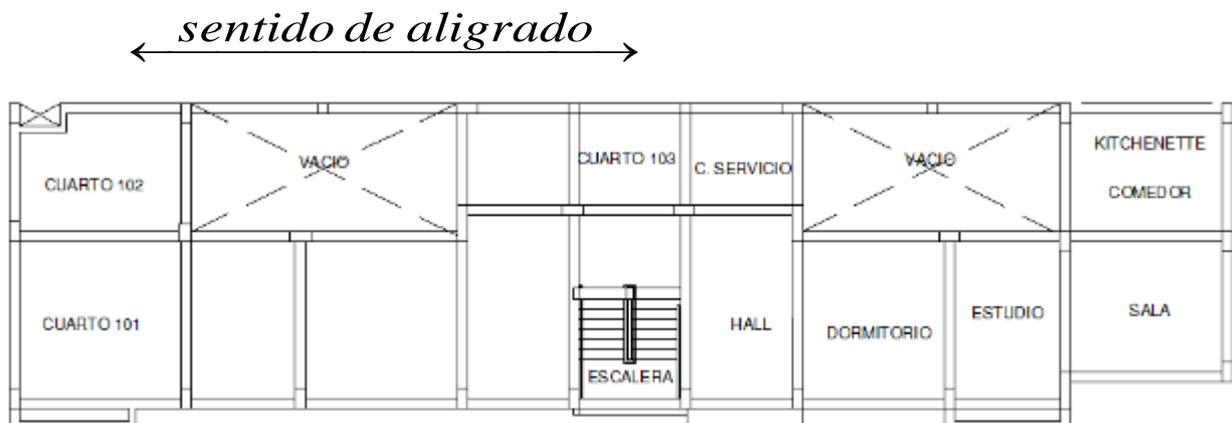
$$A_s = \frac{21.08 \times 10^5}{0.90(4200)(41.83 - \frac{3.38}{2})} = 13.89 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{13.89 (4200)}{0.85 (210) (97)} = 3.36 \text{ cm} \quad -ok-$$

$$\#Var = \frac{13.93}{1.98} = 7.03 \cong 7$$

$USAR: 7 \phi \frac{5}{8}''$
------------------------------

## ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOSA LIGERADA



$$e.losa \frac{Ln}{25} = \frac{4.35}{25} = 0.174 \rightarrow \boxed{e.losa = 0.20m}$$

### METRADO DE CARGAS

$$P.P. Losa = 300 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$P.P. Tabiqueria = 150 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$P.P. Acabados = 100 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$\boxed{\omega_D = 550 \text{ kg} / \text{cm}^2} \quad \text{y} \quad \boxed{\omega_L = 200 \text{ kg} / \text{cm}^2}$$

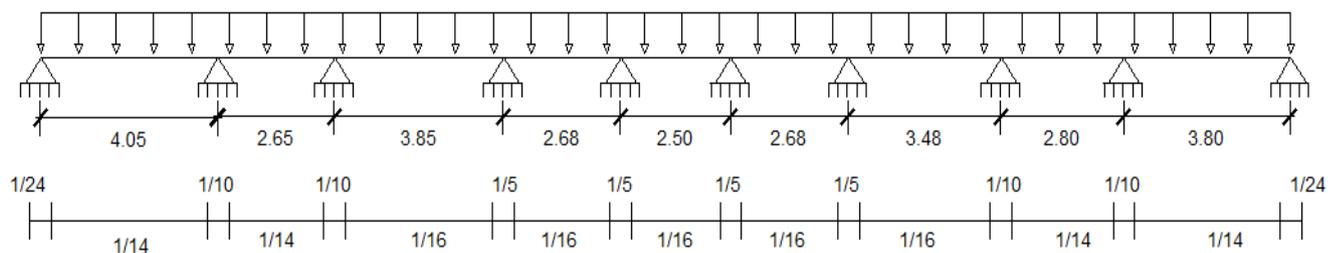
$$\omega_u = 1.40 (0.55) + 1.7 (0.20) = 1.11 \text{ tn} / \text{m}^2$$

$$\omega_{uVig} = 1.11(0.40) = 0.44 \text{ tn} / \text{m}$$

### ESQUEMA Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOSA CON APOYOS

Aplicamos el metodo coeficiente ACI:

$$0.44 \text{ tn/m}$$



MOMENTOS DE DISEÑO:

$$M_u = \frac{1}{24}(0.44)(4.05)^2 = 0.30 \text{ tn-m}$$

$$M_u = \frac{1}{10}(0.44)(3.35)^2 = 0.49 \text{ tn-m}$$

$$M_u = \frac{1}{9}(0.44)(3.27)^2 = 0.52 \text{ tn-m}$$

$$M_u = \frac{1}{14}(0.44)(4.05)^2 = 0.52 \text{ tn-m}$$

$$M_u = \frac{1}{14}(0.44)(2.65)^2 = 0.22 \text{ tn-m}$$

$$M_u = \frac{1}{16}(0.44)(3.85)^2 = 0.41 \text{ tn-m}$$

$$M_u = k_u \cdot \omega_u \cdot L_n$$

→ *Resto de momentos son pequeños en cantidad:*

→ *Para diseñar el acero tomamos el momento máximo*

→ *para el  $M_{MAX}^-$  una reducción del 10%*

DISEÑO DEL ACERO DE LOSA

*para: 0.52 tn-m*

$$d = 20 - 2 - \frac{1.27}{2} = 17.39 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0.52 \times 10^5}{0.90(4200)(17.39 - 1)} = 0.84 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{0.84(4200)}{0.85(210)(10)} = 1.98 \text{ cm}$$

–ok–

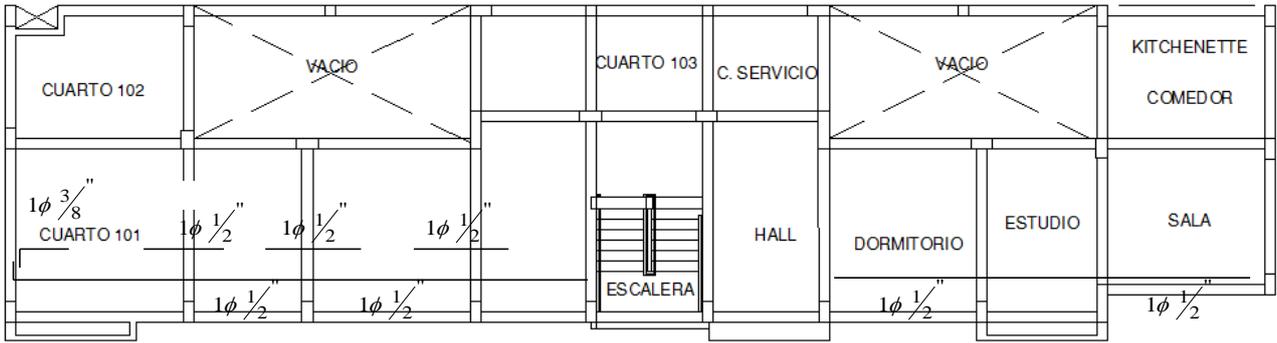
$$\# \text{ var} = \frac{0.84}{1.27} = 0.66 \cong 1$$

USAR:  $1\phi \frac{1}{2}$ "

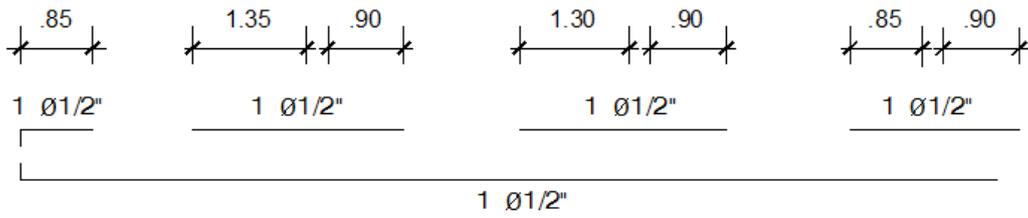
*Para:  $M = 0.49 \text{ tn-m} \rightarrow 1\phi \frac{1}{2}$ "*

*$M = 0.30 \text{ tn-m}$  ,  $0.22 \text{ tn-m} \rightarrow 1\phi \frac{3}{8}$ "*

*ESQUEMA*



Ln/3



## ANÁLISIS Y DISEÑO DE VIGAS CONTINUAS

### METRADO DE CARGAS

$$P.P. \text{ Losa} = 300 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$P.P. \text{ Tabiquería} = 150 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$P.P. \text{ Acabados} = 100 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$\omega_D = 550 \text{ kg} / \text{m}^2 (3.50) = 1925 \text{ kg} / \text{m}$$

Datos :

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

$$F'y = 4200 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

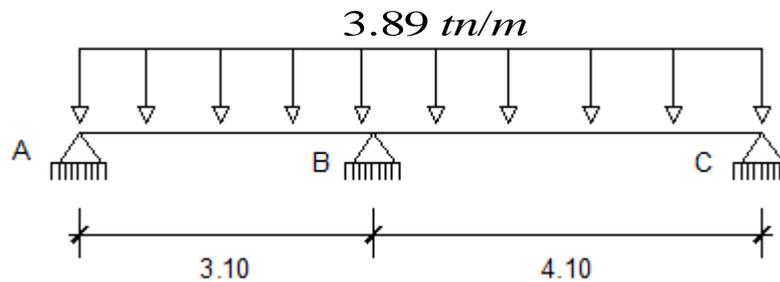
$$re = 4 \text{ cm}$$

$$\square \phi 3/8 \text{ "}$$

$$B = 3.50 \text{ m}$$

$$\omega_L = 200 \text{ kg} / \text{m}^2 (3.50) = 700 \text{ kg} / \text{m}$$

$$\omega_u = 1.40 (1.925) + 1.7 (0.70) = 3.89 \text{ tn} / \text{m}^2$$



### ANÁLISIS ESTRUCTURAL

(Mt.cross) [I = 1]

1. - Rigidez relativa :

$$k_{AB} = \frac{3}{4} \left( \frac{1}{3.10} \right) = 0.24$$

$$k_{BC} = \frac{3}{4} \left( \frac{1}{4.10} \right) = 0.18$$

2. - Coefficiente de Distribucion :

$$\alpha_{AB} = \frac{0.24}{0.24 + 0.18} = 0.57$$

$$\alpha_{BC} = \frac{0.18}{0.24 + 0.18} = 0.43$$

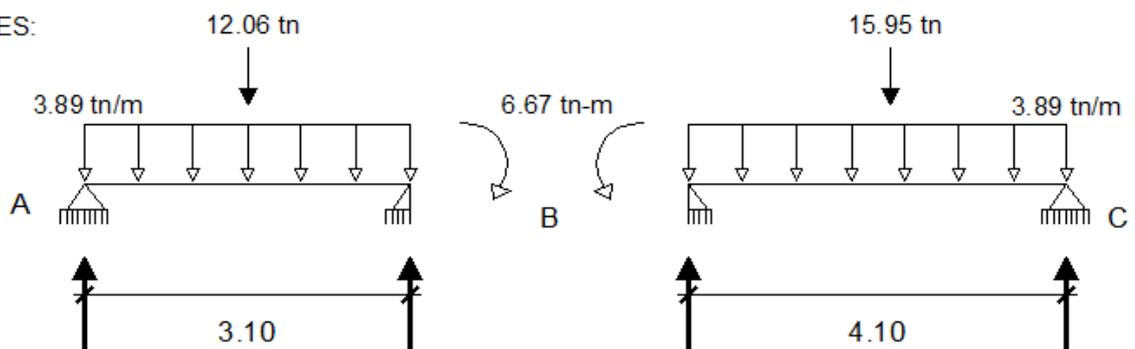
3. - M.E.P :

$$M_{AB} = \frac{3.89 (3.10)^2}{8} = 4.67 \text{ tn} - \text{m}$$

$$M_{BC} = \frac{3.89 (4.10)^2}{8} = 8.17 \text{ tn} - \text{m}$$

A →	← B →		← C
1	0.57	0.43	1
	+4.67	-8.17	
	+2.00	+1.50	
	<u>+6.67</u>	<u>-6.67</u>	

ENTONCES:



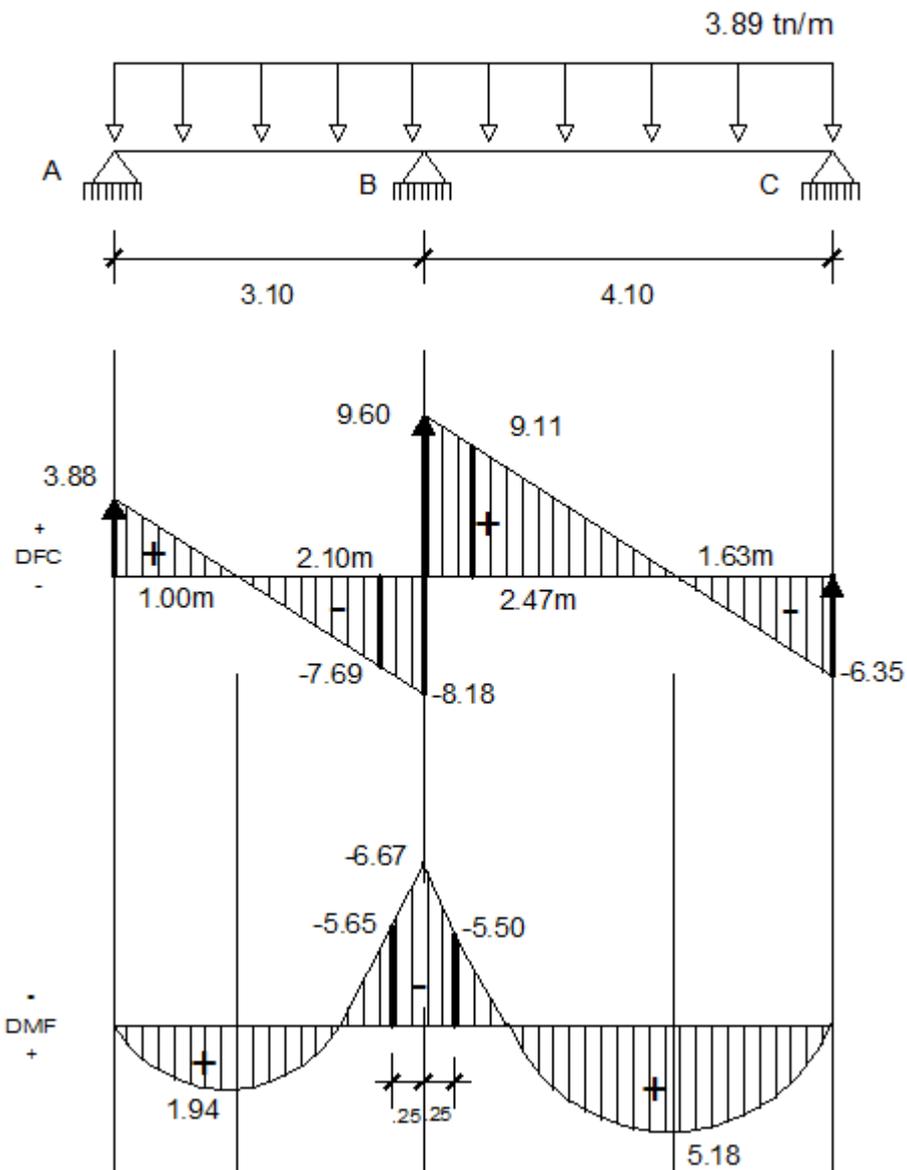
$$R_{B1} (3.10) = 12.06 (1.55) + 6.67 \rightarrow R_{B1} = 8.18 \text{ tn}$$

$$\therefore R_A = 3.88 \text{ tn}$$

$$R_C (4.10) = 15.95 (2.05) - 6.67 \rightarrow R_C = 6.35 \text{ tn}$$

$$\therefore R_{B2} = 9.60 \text{ tn}$$

$$\Rightarrow R_B = 17.78 \text{ tn}$$



$$Mu^+ = 1.94 \text{ tn} - \text{m}$$

$$Mu^+ = 5.18 \text{ tn} - \text{m}$$

$$Mu^- \text{ cara} = -$$

Dimensionamiento de viga :

$$Mu = 5.18 \text{ tn} - \text{m}$$

Aplicando

$$Mu = \phi f'c b d^2 \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$\text{para } \omega = 0.212$$

Reemplazando :

$$5.18 \times 10^5 = 0.90 (210) b d^2 (0.212) (1 - 0.59 \times 0.212)$$

$$b d^2 = 14776.23$$

$$\text{para } b = 25 \text{ cm} \quad \rightarrow d = 24.31$$

$$\text{luego: } h = 24.31 + 4 + 0.95 + \frac{1.59}{2} = 30.06 \text{ cm} \cong 35$$

USAR: 0.25 m x 0.35 m

## DISEÑO DEL ACERO

$$d = 35 - 4 - 0.95 - \frac{1.59}{2} = 29.26 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{5.65 \times 10^5}{0.90(4200)(0.90)(29.26)} = 5.68 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{5.68(4200)}{0.85(210)(25)} = 5.35 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{5.65 \times 10^5}{0.90(4200)\left(29.26 - \frac{5.35}{2}\right)} = 5.62 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{5.62(4200)}{0.85(210)(25)} = 5.29 \text{ cm} \quad \text{—ok—}$$

$$\#Var = \frac{5.62}{1.98} = 2.83 \cong 3$$

USAR: $3 \phi \frac{5}{8}$ "
------------------------------

$$A_{s \text{ min}} = P_{\text{min}} \cdot b \cdot d = 0.0033(25)(29.26) = 2.41 \text{ cm}^2$$

$$\#Var = \frac{2.41}{1.98} = 1.27 \cong 2$$

USAR: $2 \phi \frac{5}{8}$ "
------------------------------

Para :  $M = 5.18 \text{ tn} - \text{m}$  :

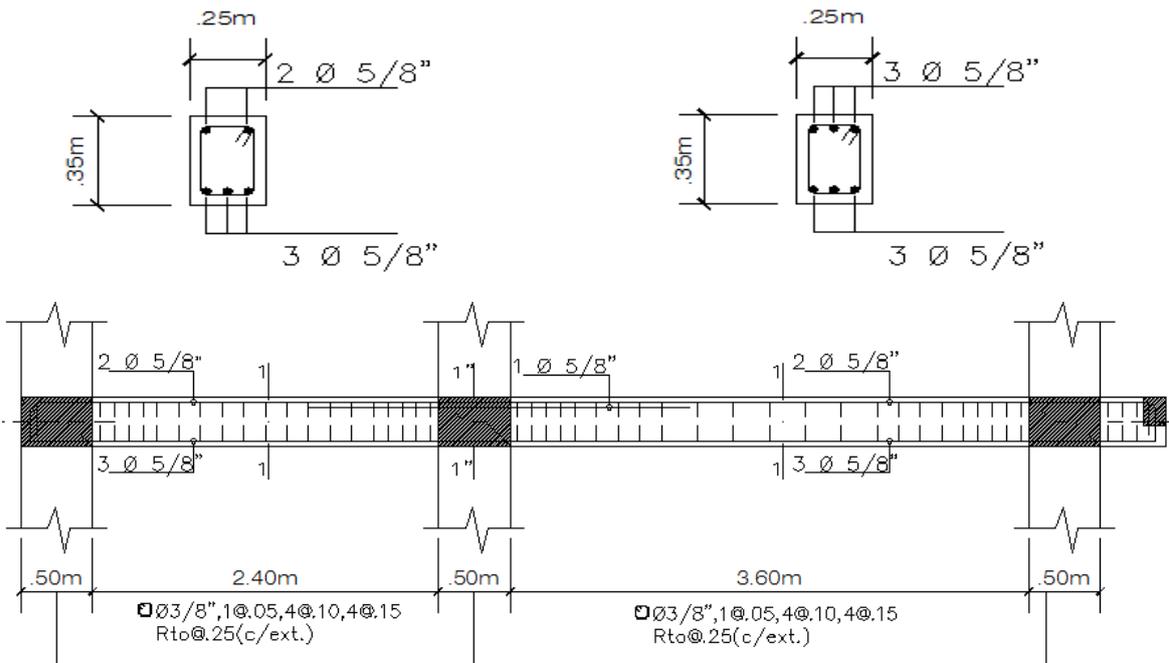
$$\Rightarrow A_s = \frac{5.18 \times 10^5}{0.90(4200)(0.90)(29.26)} = 5.20 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{5.20 (4200)}{0.85 (210) (25)} = 4.18 \text{ cm}$$

Por defecto - ok -  $\Rightarrow \# \text{ var} = \frac{5.20}{1.98} = 2.62 \cong 3$

USAR:  $3 \phi \frac{5}{8}''$

Nota : Para  $M = 1.94 \text{ tn}$  - tambien se colocará  $3 \phi \frac{5}{8}''$  por continuidad del material y del elemento conforme al R.N.E - NT E - 030 , E - 060



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

$$F'y = 4200 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$r_e = 4 \text{ cm}$$

$$\square \phi \frac{3}{8}''$$

## ANÁLISIS Y DISEÑO DE VIGAS CONTINUAS EJE X-X

### METRADO DE CARGAS

$$P.P. \text{ Losa} = 300 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$P.P. \text{ Tabiquería} = 150 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$P.P. \text{ Acabados} = 100 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$\omega_D = 550 \text{ kg} / \text{m}^2 (1.50) = 8.25 \text{ kg} / \text{m}$$

$$\omega_L = 200 \text{ kg} / \text{m}^2 (1.50) = 300 \text{ kg} / \text{m}$$

$$\omega_u = 1.4 (8.25) + 1.7 (0.30) = 1.67 \text{ tn} / \text{m}^2$$

Datos :

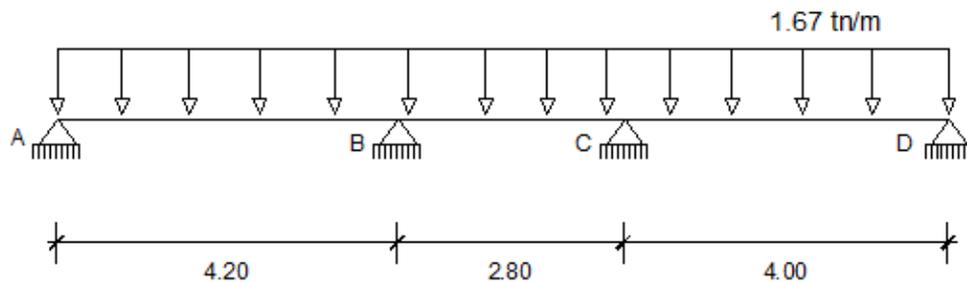
$$F'c = 210 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$F'y = 4200 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$re = 4 \text{ cm}$$

$$\square \phi 3/8''$$

$$B = 3.50 \text{ m}$$



### ANÁLISIS ESTRUCTURAL

(Mt.cross) [I = 1]

1.- Rigidez relativa :

$$k_{AB} = \frac{3}{4} \left( \frac{1}{4.20} \right) = 0.18$$

$$k_{BC} = \left( \frac{1}{2.80} \right) = 0.36$$

$$k_{CD} = \frac{3}{4} \left( \frac{1}{4.} \right) = 0.19$$

2.- Coeficiente de Distribución :

$$\alpha_{BA} = \frac{0.18}{0.36 + 0.18} = 0.33$$

$$\alpha_{CB} = \frac{0.36}{0.36 + 0.19} = 0.65$$

$$\alpha_{BC} = \frac{0.36}{0.36 + 0.18} = 0.67$$

$$\alpha_{CD} = \frac{0.19}{0.36 + 0.19} = 0.35$$

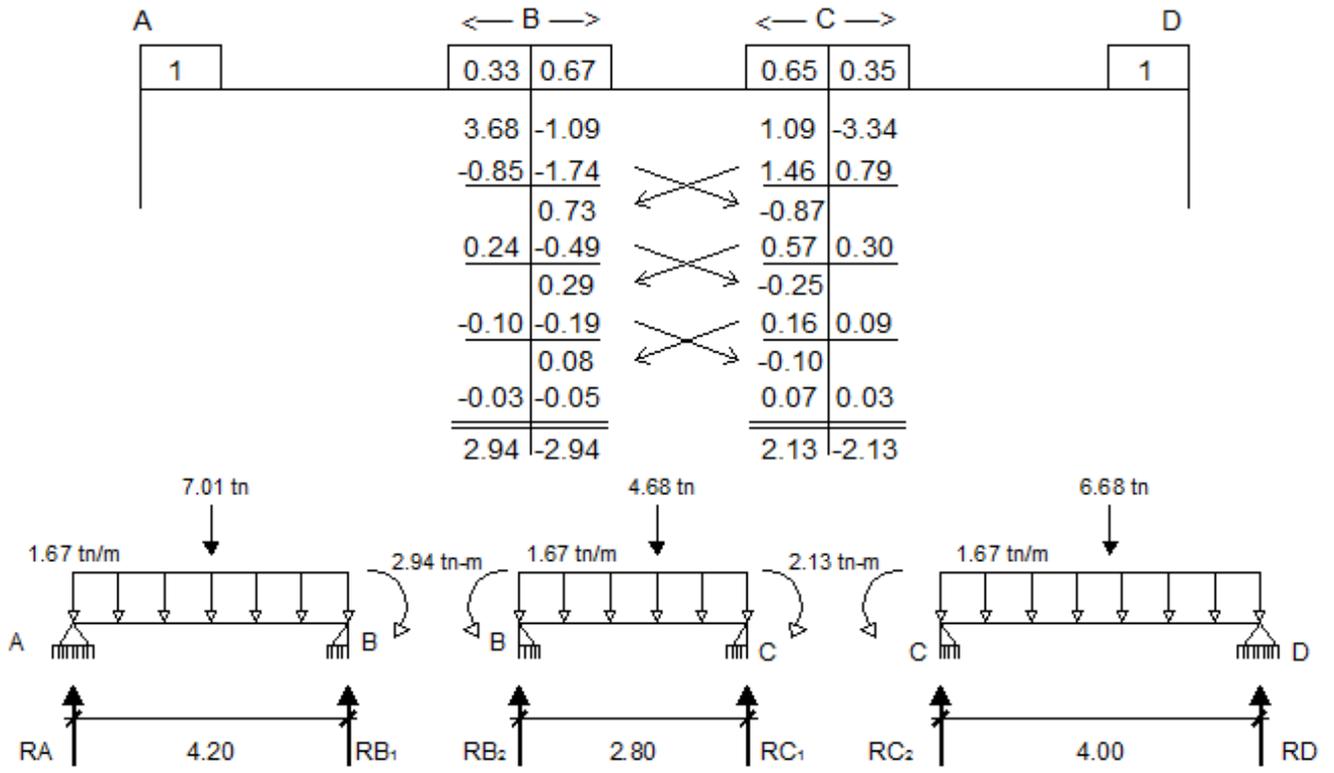
3.- M.E.P:

$$+M_{AB} = \frac{1.67 (4.20)^2}{8} = 3.68 \text{ tn} - \text{m}$$

$$-M_{BC} = M_{CB} = \frac{1.67 (2.80)^2}{12} = 1.09 \text{ tn} - \text{m}$$

$$-M_{CD} = \frac{1.67 (4.)^2}{8} = 3.34 \text{ tn} - \text{m}$$

4. – PROCESO ITERATIVO:



$$R_{B1} = (4.20) = 7.01 (2.10) + 2.94$$

$$R_{B1} = 4.21 \text{ tn}$$

$$R_A = 2.80 \text{ tn}$$

$$R_{C1} = (2.80) = 4.68 (1.40) + 2.13 - 2.94$$

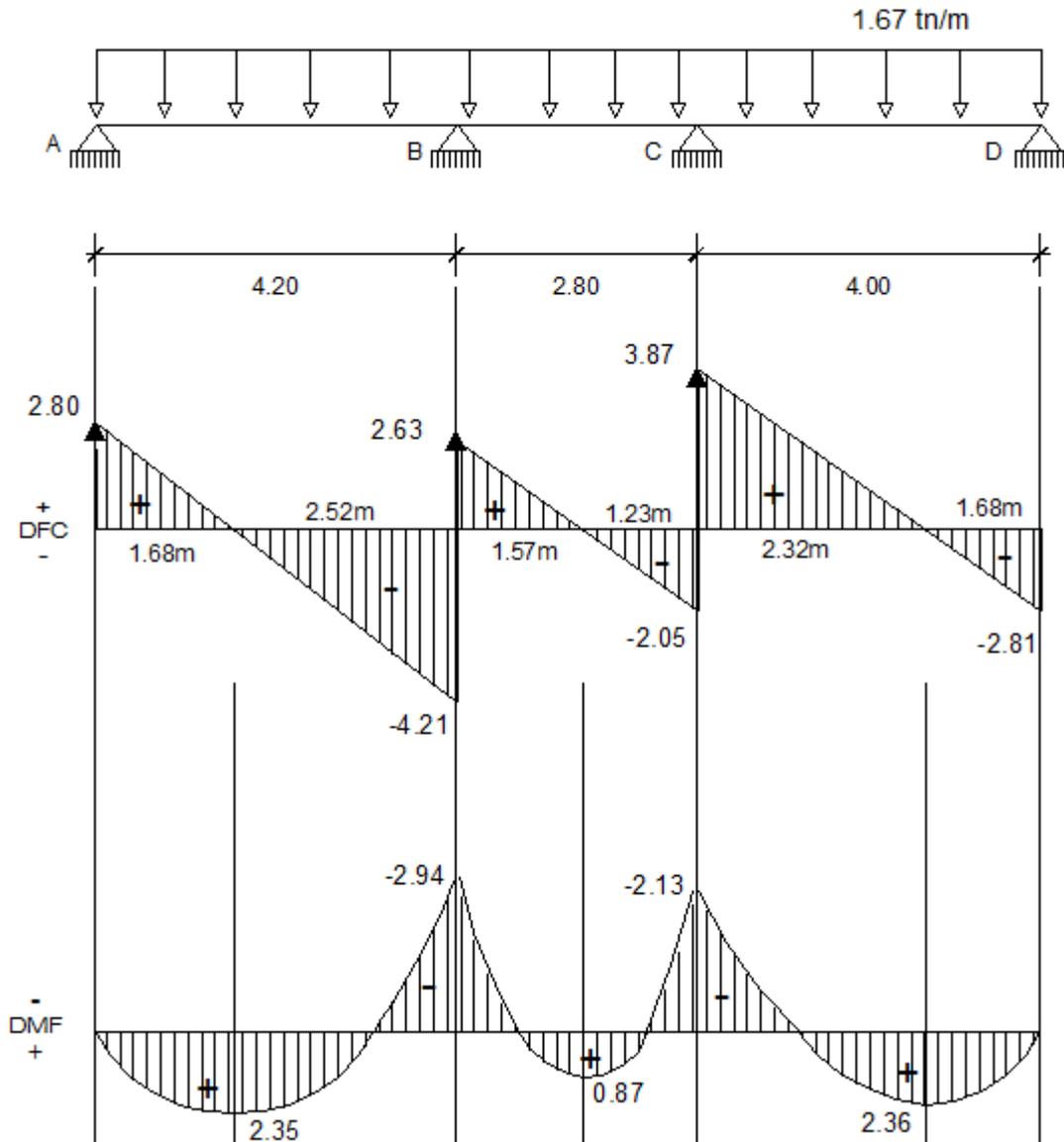
$$R_{C1} = 2.05 \text{ tn}$$

$$R_{B2} = 2.63 \text{ tn}$$

$$R_D = (4) = 6.68 (2) - 2.13$$

$$R_D = 2.81 \text{ tn}$$

$$R_{C2} = 3.87 \text{ tn}$$



DIMENSIONAMIENTO:

$$M_{MAX}^+ = 2.36 \text{ tn} - \text{m}$$

$$Mu = \phi f'c b d^2 \omega (1 - 0.59 \omega) \quad , \quad \omega = 0.212$$

$$2,36 \times 10^5 = 0.90 (210) (25) d^2 (0.212) (1 - 0.59 \times 0.212)$$

$$d = 16.41 \text{ cm}$$

luego:  $h = 16.41 + 4 + 0.95 + \frac{1.27}{2} = 21.995 \text{ cm} \cong 25$

USAR: 0.25m x 0.25m

DISEÑO DEL ACERO

$$d = 25 - 4 - 0.95 - \frac{1.27}{2} = 19.42 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{2.36 \times 10^5}{0.90(4200)(0.90)(19.42)} = 3.57 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{3.57 (4200)}{0.85 (210) (25)} = 3.36 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{2.36 \times 10^5}{0.90(4200) \left( 19.42 - \frac{3.36}{2} \right)} = 3.52 \text{ cm}^2$$

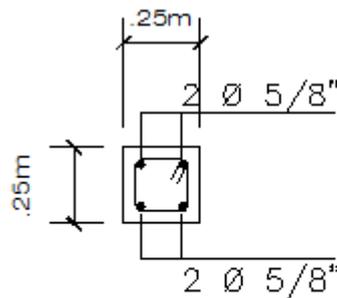
$$a = \frac{3.52 (4200)}{0.85 (210) (25)} = 3.32 \text{ cm} \quad \text{---ok---}$$

$$\#Var = \frac{3.52}{1.98} = 1.77 \cong 2$$

USAR:  $2 \phi \frac{5}{8}$ "

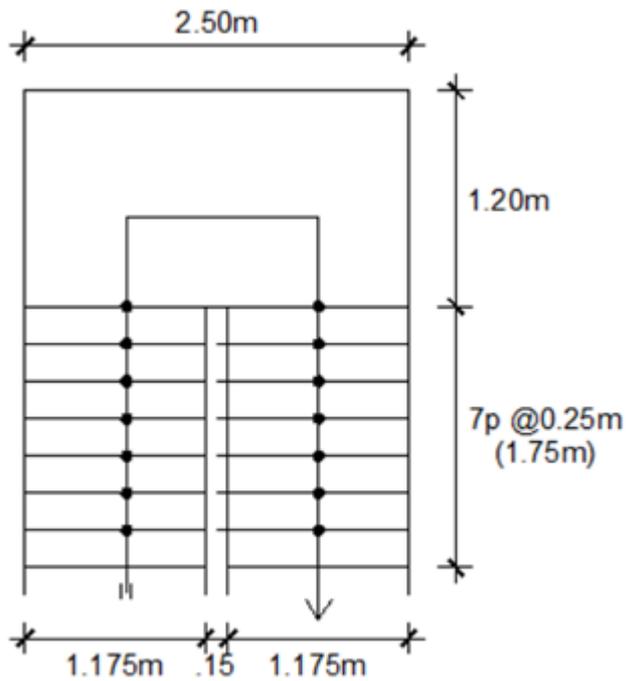
NOTA: A lo largo de todo el eje X - X tendrá la sección de 0.25m x 0.25m

con  $2 \phi \frac{5}{8}$ "



$\phi \frac{3}{8}$ "  
 1 @ 0.05, 4 @ 0.10,  
 4 @ 0.15, Resto @ 0.25

## ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESCALERA



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

$$F'y = 4200 \text{ kg / cm}^2$$

$$re = 2 \text{ cm}$$

$$S / C = 500 \text{ kg / m}^2$$

$$P = 0.25 \text{ m}$$

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

$$t = \frac{Ln}{20} = \frac{2.95}{20} = 0.15$$

$$t = \frac{Ln}{25} = \frac{2.95}{25} = 0.12$$

$$t = 0.13 \text{ m}$$

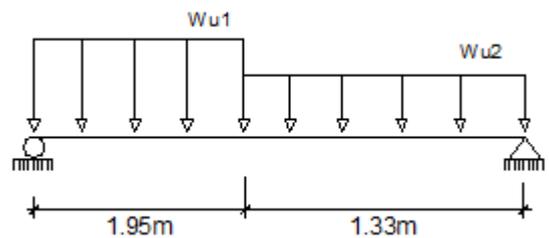
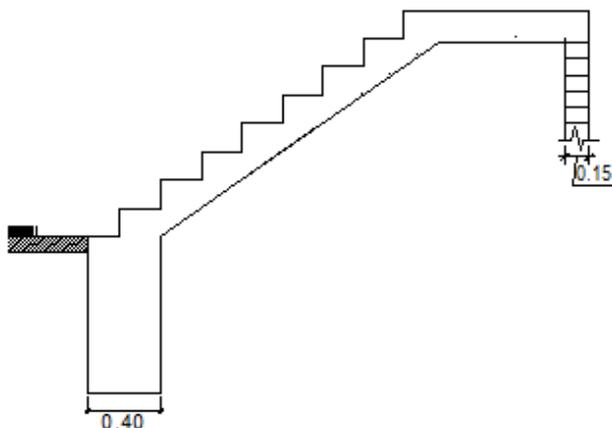
$$t \cong 0.15 \text{ m}$$

$$\cos \alpha = \frac{0.25}{\sqrt{0.25^2 + 0.18^2}} = 0.8115$$

$$h1 = \frac{t}{\cos \alpha} = \frac{0.13}{0.8115} = 0.16 \text{ m}$$

$$hm = h1 + \frac{cp}{2} = 0.16 + \frac{0.18}{2} = 0.25 \text{ m}$$

### ESQUEMATRAMO 1-2



## METRADO DE CARGAS :

### \* Wu1

Peso propio de escalera =  $2.4 \text{ tn/m} (1.175) (0.25) = 0.71 \text{ kg/m}^2$   
peso propio de tabiqueria =  $0.15 (1.175) = 0.18 \text{ kg/m}^2$   
peso propio de acabados =  $0.10 (1.175) = 0.12 \text{ kg/m}^2$

$$\text{WD1} = 1.01 \text{ tn/m}$$

$$\text{WL1} = 0.50 (1.175) = 0.59 \text{ tn/m}$$

$$\text{WU1} = 1.4(1.01) + 1.7(0.59) = 2.42 \text{ tn/m}$$

### \* Wu2

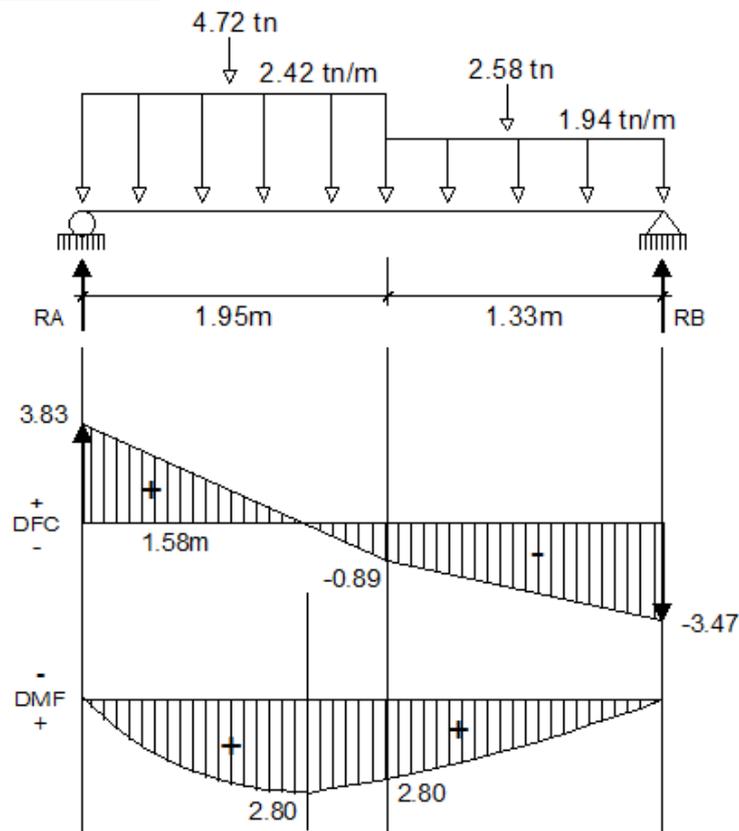
Peso propio de escalera =  $2.4 (1.175) (0.13) = 0.37 \text{ kg/m}^2$   
peso propio de tabiqueria =  $0.15 (1.175) = 0.18 \text{ kg/m}^2$   
peso propio de acabados =  $0.10 (1.175) = 0.12 \text{ kg/m}^2$

$$\text{WD2} = 0.67 \text{ tn/m}$$

$$\text{WL2} = 0.59 \text{ tn/m}$$

$$\text{WU2} = 1.4(0.67) + 1.7(0.59) = 1.94 \text{ tn/m}$$

## ANÁLISIS DE ESCALERA :



$$M_{MAX}^+ = 3.03 \text{ tn} - m$$

$$\text{para } s^- = 0.90$$

$$M_D = 0.90 (3.03)$$

$$M_D = \underline{2.73 \text{ tn} - m}$$

$$d = 13 - 2 - \frac{1.27}{2} = 10.37 \text{ cm}$$

### DISEÑO DEL ACERO

$$\Rightarrow As = \frac{2.73 \times 10^5}{0.90(4200)(10.37 - 1)} = 7.71 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{7.71(4200)}{0.85(210)(1.175)} = 1.54 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow As = \frac{2.73 \times 10^5}{0.90(4200)\left(10.37 - \frac{1.54}{2}\right)} = 7.52 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{7.52(4200)}{0.85(210)(1.175)} = 1.51 \text{ cm} \quad \text{---ok---}$$

$$\#Var = \frac{7.52}{1.98} = 3.797 \cong 4 \quad , \quad @ = \frac{117.5}{4} = 29.38 \cong 30 \text{ cm}$$

$USAR: 1 \phi \frac{5}{8}'' @ 0.30 \text{ m}$
---

*O TAMBIEN :*

$$\#Var = \frac{7.52}{1.27} = 5.92 \cong 6 \quad , \quad @ = \frac{117.5}{6} = 19.58 \cong 20 \text{ cm}$$

$USAR: 1 \phi \frac{1}{2}'' @ 0.20 \text{ m}$
---

\*Acero Transversal

$$AST^{\circ} = PT^{\circ} \cdot b \cdot T$$

$$= 0.0018 (117.5) (13) = 2.75 \text{ cm}^2 \text{ (As min)}$$

$$\# \text{ var} = 2.75 / 0.71 = 3.85 = 4$$

$$@ 295 / 4 = 73.75 \quad \gg \quad @ 3t = 3(13) = 39 = 40$$

$USAR: 1 \phi \frac{3}{8}'' @ 0.40m$
--------------------------------------

\*Acero negativo

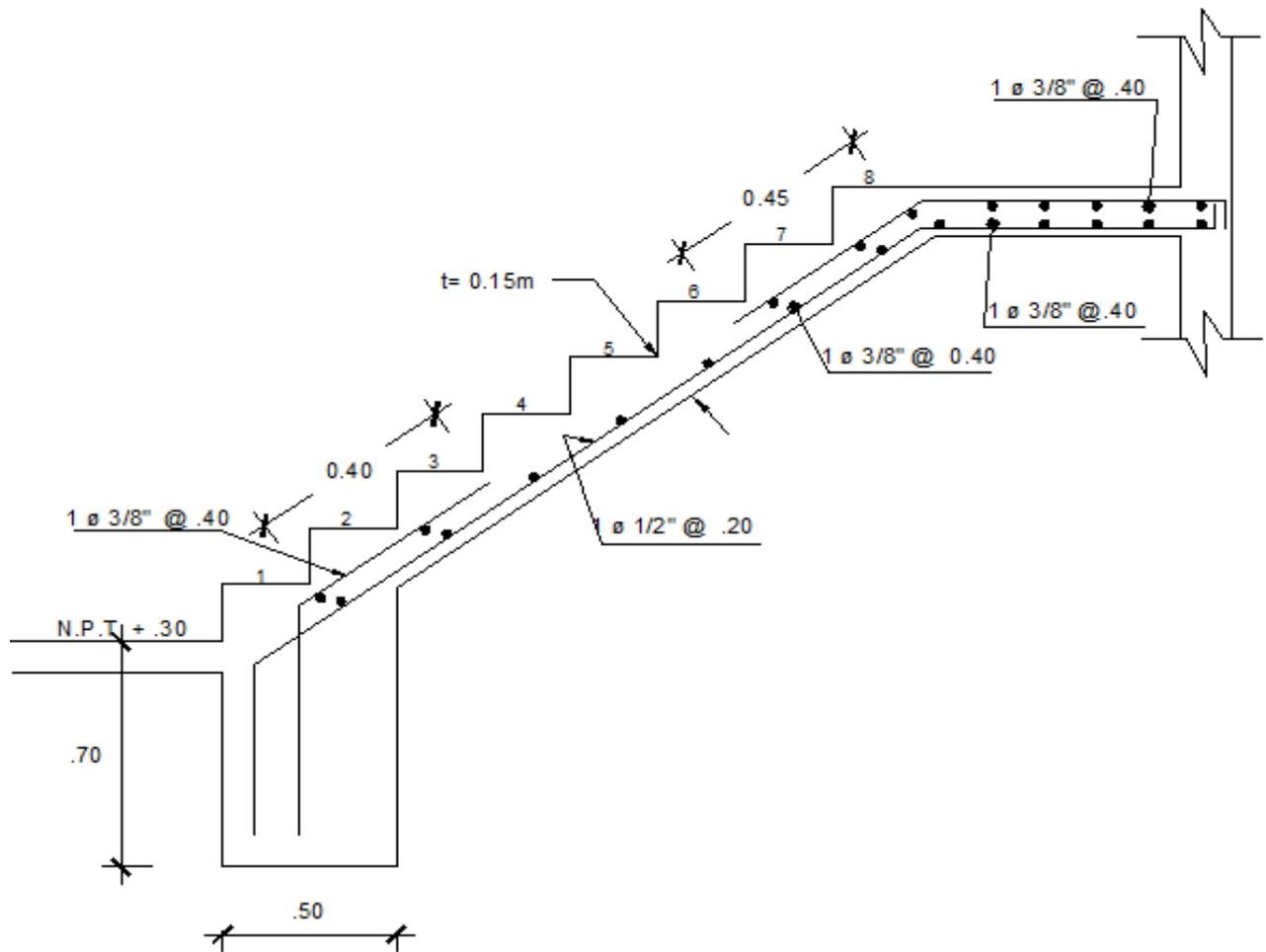
$$As^{-} = As^{+} / 3 \quad (\xi = 0.90)$$

$$As^{-} = 7.52 / 3 = 2.51 < As \text{ min} \quad \gg \quad As^{-} = As \text{ min} = 2.75 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ var} = 2.75 / 0.71 = 3.87 = 4 \quad , \quad @ 117.5 / 4 = 29.38 = 30 \text{ cm}$$

$USAR: 1 \phi \frac{3}{8}'' @ 0.30m$
--------------------------------------

## DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA ESCALERA



## V. CONCLUSIONES

- La arquitectura se realizó siguiendo la Norma A.010 establecida en el R.N.E brindando ambientes donde la estética va acorde a lo propuesto, teniendo ambientes que permitan la comodidad de desplazamiento de estudiantes con alguna discapacidad así mismo cuenta con la iluminación y ventilación según lo reglamentado.
- En el estudio de mecánica de suelos se realizaron 02 calicatas para la clasificación del suelo, según SUCS se determinó un suelo sobre arcillas de mediana plasticidad y arenas limosas las que en la actualidad no presentan condiciones para un fenómeno de licuación de arenas relacionadas directamente con la presencia de napa freática y eventos sísmicos importantes, de las 2 calicatas que se realizaron se sacó un promedio obteniendo una capacidad portante de  $1.38 \text{ kg/cm}^2$  y con una profundidad de desplante de 2 m.
- Se realizó el estudio del suelo para un edificio de 4 pisos, de esta manera nos permitió conocer la clasificación del suelo y el tipo de cimentación adecuada para la construcción del edificio.
- En la estructuración se tiene un sistema dual en dirección X y en dirección Y.
- Se obtuvo como resultado vigas de  $0.25 \text{ m} \times 0.35 \text{ m}$ .
- Dado el predimensionamiento se obtuvo Columnas C-1 de  $0.30 \text{ m} \times 0.45 \text{ m}$ , columnas C-2 de  $0.25 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$ , columnas C-3 de  $0.90 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$ , columnas C-4 de  $0.25 \text{ m} \times 1.10 \text{ m}$ , columnas C-5 de  $0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$  y las losas aligeradas de  $0.20 \text{ m}$  de espesor.
- El cálculo de la cimentación se estará tomando la zapata Z-1 de medidas  $1.70 \text{ m} \times 5.85 \text{ m}$ , esta zapata por ser la más crítica se tomará como referencia para las demás. Se diseñó siguiendo los parámetros establecidos en la norma E.060.
- Como la capacidad portante salió  $1.38 \text{ kg/cm}^2$  según el EMS, es un terreno bueno para la construcción del edificio, podría hacer el diseño estructural de cimentación con zapatas aisladas ya que es más económico, pero por recomendación del EMS se diseñó una cimentación combinada.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para el diseño y análisis de cimentaciones se consideró que el suelo tiene un comportamiento rígido lo cual no es real, pero si se puede asumir teóricamente por ello para futuras investigaciones se recomienda utilizar un análisis de interacción de suelo-estructura para que se puedan obtener las deformaciones reales del terreno para realizar un diseño óptimo y conseguir una mejor respuesta estructural.
- Con respecto al comportamiento de la estructura que va a tener durante las demandas sísmicas se recomienda realizar un análisis no lineal llamado análisis pushover donde se verificara el desempeño de la estructura mediante los objetivos básicos de seguridad (FEMA 356) o realizar un análisis dinámico tiempo-historia con sismos ocurridos en el Perú y así tener resultados más reales.
- En el estudio de suelos los valores de os contenido de cloruro, sulfatos, sales solubles y carbonatos, son de valores medios por tal razón se recomienda utilizar cemento tipo MS.

## VII. REFERENCIAS

Aplicación del método de elementos finitos en la simulación de cimentaciones superficiales. **ESQUEDA, humberto, BOTELLO, salvador y LEAL, julio. 2005.** Mexico : Acta universitaria, 2005. 0188-6266.

**AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.** Norma ACI 318 **structure desing construction. Michigan, 2019.**

**BEER, Ferdinand, JOHNSTON, Russell, John, MAZUREK, David.** Mecánica de materiales. Massachusetts: Instituto de Tecnología de Massachusetts, 2016. 621pp

**BLANCO, Antonio.** Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 301pp.

**CABRERA, Elmer.** Diseño estructural en concreto armado de un edificio de nueve pisos en la ciudad de Piura. Piura: Universidad de Piura, 2003.

Criterios que influyen en el dimensionamiento de cimintos ingeniería. **PACHECO, jorge. 2004.** 3, Mexico : Universidad Autonoma, 2004, Vol. 8. 1665-529X.

**CURTIN, w. g, SHAW, g, PARKINSON, g.i, GOLDING, j.m.** Structural Foundation Designers' manual. Chicago, 2018, ISBN: 140513044X.

El urbanismo de ladera. **LÓPEZ, john jairo. 2004.** Bogota : Bitacora, 2004. 0124-7913.

Evaluación de la integridad de cimentaciones profundas . **GAVIRIA, carlos andres, GÓMEZ, daniel y THOMSON, peter. 2017.** 159, Medellin : Universidad Nacional de Colombia, 2017, Vol. 76. 0012-7353.

**FAVIO, Tomás.** Análisis y diseño de edificaciones de albañilería. Lima: Universidad San Marcos, 2017. ISBN: 9786123154103.

**GAMIO, Luis.** Resistencia de materiales. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017. 445pp.

**HIBBELER, R.C.** Análisis estructural. México: 2012, 720pp. ISBN: 9786073210621.

**HARMSSEN, Teodoro.** Diseño de estructuras de concreto armado. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017. 967pp, ISBN: 9786123172978.

**INDECI. 2009.** Mapa de peligros de la ciudad de Piura. Piura : s.n., 2009.

**INVI. AUDEFROY, joel. 2003.** 47, Santiago : Universidad de Chile, 2003, Vol. 18. 0718-8358.

**MITTAG, martin. 2005.** Teoría y práctica de la construcción de edificios. Madrid : Editorial Alhambra, 2005.

**MORALES, Roberto.** Diseño en Concreto armado. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2016. 228pp.

**MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMINETO.** Reglamento nacional de edificaciones norma E.050 suelos y cimentaciones. Lima, 2018.

**MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMINETO.** Reglamento nacional de edificaciones norma E.060 concreto armado. Lima, 2019.

**MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMINETO.** Reglamento nacional de edificaciones norma A.010 condiciones generales del diseño. Lima, 2019.

**MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMINETO.** Reglamento nacional de edificaciones norma E.020 cargas. Lima, 2019

**LOA, Gustavo.** Diseño estructural de un edificio de concreto armado de seis pisos y dos sótanos. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.

**SENCICO. 2009.** NORMA E.060 CONCRETO ARMADO. LIMA : s.n., 2009.

**ORTEGA, Juan.** Diseño de estructuras en concreto armado. Lima, 2015, 230pp.

**ORTIZ, Esfany.** Diseño estructural sismo-resistente de los edificios de departamentos de hormigón armado “limburg platz. Quito: Universidad de Ambato, 2012.

**PERU CONSTRUYE. PERU CONSTRUYE. 2019.** 61, Lima : San Marcos, 2019.

**PAJARES, Edmundo, LEON, Jorge.** Diseño de un edificio de concreto armado de 6 niveles. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2010.

**PALELLA, santa y MARTINS, feliberto. 2012.** Metodología de la investigación Cuantitativa. Caracas : FEDIPEL, 2012. 9802734454.

**SAN BARTOLOMÉ, ángel, QUIUN, Daniel, SILVA, Wilson.** Diseño y construcción de estructuras sismo resistentes de la albañilería. Kioto: Universidad PUCP, 2018. 344pp. ISBN: 9786123173661.

**SAN BARTOLOME, Ángel, BERNARDO, Jorge, PEÑA, Mario.** Efectos del peralte de las columnas en el comportamiento sísmico de los muros de albañilería confinada. Lima: Universidad Católica del Perú, 2016, 221pp.

**VILLARREAL, Genner.** Resistencia de materiales. Lima. 2017. 336pp. ISBN: 9786120000823.

**CHEES, Paul, GREEN, Warren.** Durability of reinforced concrete structures. Washington D. C. 2018. 132pp. ISBN:978036728380.

## VIII. ANEXOS

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA	PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	MÉTODO
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CIMENTACIÓN COMBINADA PARA UN EDIFICIO DE 4 PISOS – ASOCIACIÓN VILLA UNIVERSITARIA – CASTILLA – PIURA – 2019</b>	Problema general	Objetivo General	Hipótesis General	<u>Tipo de investigación:</u> es investigación experimental descriptivo.  <u>Población:</u> Está conformada por todo el diseño estructural de una cimentación combinada para un edificio de 4 pisos – asociación villa universitaria – castilla – Piura – 2019,  <u>Muestra:</u> La muestra está conformada por la cimentación combinada para un edificio de 4 pisos – asociación villa universitaria – castilla – Piura – 2019,
	¿Cuál sería el diseño estructural de una cimentación combinada para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019?	Realizar Diseñar la cimentación combinada para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria – Castilla – Piura – 2019.	El diseño estructural de una cimentación combinada para un edificio de 4 pisos – asociación villa universitaria – castilla – Piura – 2019, cumple con la capacidad portante del terreno.	
	Problemas específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿De qué manera se puede determinar la capacidad portante del suelo?</li> <li>¿Cómo puedo definir la estructuración del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Determinar la capacidad portante del suelo.</li> <li>-Realizar un estudio del suelo para un edificio de 4 pisos – Asociación villa universitaria –</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La evaluación de la capacidad portante del suelo, permitirá el diseño de una cimentación combinada que soporte las cargas estructurales el edificio.</li> <li>• La estructura del proyecto bien definido, permitirá elegir un adecuado sistema estructural de la cimentación.</li> </ul>	

	<p>proyecto y elegir el sistema estructural?</p>	<p>Castilla – Piura – 2019.          -Definir la estructuración del proyecto y elegir el sistema estructural.          -Elaborar los planos estructurales de la cimentación combinada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El dimensionamiento de la cimentación se soluciona el problema de la capacidad portante del terreno del edificio.</li> </ul>	
--	--	--	---	--



ING. CESAR A. CHERE MORALES  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA  
CIP: 72495



**ESTUDIO DE MECANICA DE  
SUELOS Y GEOTECNIA PARA LA  
CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE 4  
PISOS ASOCIACION VILLA  
UNIVERSITARIA – CASTILLA -  
PIURA**

**PIURA OCTUBRE DEL 2019**

  
Cesar Augusto Cherre Morales  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 72495

**ANÁLISIS QUÍMICO POR AGRESIVIDAD**

SOLICITA	:	OMAR CORDOVA ALBERCA - LUIS CARRASCO GARCIA
PROYECTO	:	CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE 4 PISOS, ASOCIACION VILLA UNIVERSITARIA - CASTILLA
UBICACION	:	PURA
MUESTRA	:	CASTILLA - PURA
FECHA	:	C - 1 PURA, NOVIEMBRE DEL 2015

MUESTRA	PROFUNDIDADES m.	SALIS SOLUBLES %	CLORURO %	SULFATOS %	CARBONATOS %
C - 1/M2 C - 2/M2	0.90 - 3.00 0.70 - 3.00	0.0900 0.0700	0.0760 0.0680	0.1100 0.1000	0.0000 0.0000

  
 Oscar Augusto Cerezo Morales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP No 72495

### CORTE DIRECTO

SOLICITA : CMAR CONDOVA ALBERCA - LUIS CAMPAÑO GAMPA  
 PROYECTO : CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE 4 PISOS ASOCIACION VILLA UNIVERSITARIA - CASTILLA - PUNTA  
 UBICACION : CASTILLA - PUNTA  
 MUESTRA : C-2/M-2  
 FECHA : PUNTA OCTUBRE DEL 2019  
 PROF: 1,00 - 1,00m.

HUMEDAD NATURAL			PRESO VOLUMETRICO (con sello)								
TARSA	C+K/H	C+V/S	AGUA	P.M.B.	W	4º ANILLO	PESO ANILLO	P. ANILLO W	PESO W	VOL. ANILLO	g
36.00	125.70	123.00	2.70	97.00	3.10	25A	40.6	125.0	86.4	50.32	1.677
						30A	40.6	129.0	88.4	50.32	1.757
						40A	40.6	124.0	83.4	50.32	1.657

DIAGRAMA DE CORTE



Fecha Corte:  
 Fecha Corte:  
 PROMEDIO HUMEDAD NATURAL 3.10 %  
 PROMEDIO PESO VOLUMETRICO 1.70 g/cm<sup>3</sup>  
 PESO VOLUMETRICO SUJERORICO  
 Nº ANILLO 15A 15A 15A  
 Carga vertical 0.50 1.00 1.50  
 Carga horizontal 0.28 0.56 0.84  
 Tángente (tg f) 0.560  
 Ángulo de salud (f) 29 °  
 Coefesion (C) 0.080 kg/cm<sup>2</sup>

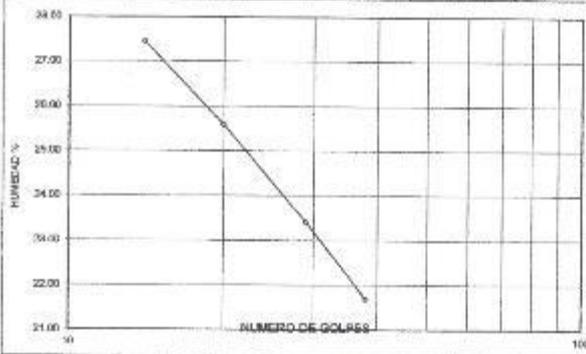
  
 Geom. Augusto Ojeda Morán  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 72455

### LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITA	:	OMAR CORDOVA ALBERCA - LUIS CARRASCO GARCIA
PROYECTO	:	CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE 4 PISOS, ASOCIACION VILLA UNIVERSITARIA CASTILLA - PIURA
UBICACIÓN	:	CASTILLA - PIURA
MUESTRA	:	C - 2 / M - 2 PROF: 0.70 - 3.00m.
FECHA	:	PIURA, OCTUBRE DEL 2019

1.- LIMITE LIQUIDO		ARTM 423-66					
NUMERO DE GOLPES	CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO - (T)	TOTAL PESO SECO - (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	HUMEDAD %
14	17B	38.10	53.90	4.20	38.60	15.30	27.45
20	21B	57.10	53.27	3.83	38.30	14.97	25.58
29	35B	54.43	51.37	3.06	38.30	13.07	23.41
38	40B	52.53	49.74	2.99	37.80	11.94	21.60

2.- LIMITE PLASTICO		ARTM D424-59					
CAPSULA NUMERO	TOTAL PESO HUMEDO - (T)	TOTAL PESO SECO + (T)	PESO AGUA	TARA (T)	MUESTRA PESO SECO	CONTENIDO DE AGUA	LIMITE PLASTICO %
19A	49.20	46.91	2.29	37.70	9.21	24.86	20.70
31A	49.30	47.64	1.66	37.68	10.04	16.53	



L.L. = 24.50  
I.P. = 3.80

*[Signature]*  
 Cesar Augusto Chorro Morales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 7249F



DR. ING. HIPOLITO TUME CHAPA  
CIP:17804  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

SOLICITA	: OMAR CORDOVA ALBERCA - LUIS CARRASCO GARCIA
PROYECTO	: CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE 4 PISOS, VILLA UNIVERSITARIA - CASTILLA - PIURA
UBICACION	: DISTRITO DE CASTILLA - PIURA
MUESTRA	: C-1 / M - 2 PROF: 1.00 - 3.00m.
FECHA	: PIURA, NOVIEMBRE DEL 2019.

TIPO DE DESCRIPCION	Df	B	L	g	v	f	Qc	Pt	If	Si	Si	S61
RA	m	m	m	g/cm <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	m/m	m	cm	cm
CIMENTACION COMBINADA	1.00	1.20	1.00	1.71	0.040	19.52 *	2.55	0.85	0.85	0.0051	0.31	0.26
	1.50	1.30	1.00	1.71	0.040	19.52 *	3.29	1.10	0.85	0.0051	0.31	0.34
	1.70	1.20	1.00	1.71	0.040	19.52 *	3.59	1.20	0.85	0.0051	0.31	0.37
	2.00	1.20	1.00	1.71	0.040	19.52 *	4.04	1.35	0.85	0.0051	0.31	0.42
	3.00	1.20	1.00	1.71	0.040	19.52 *	5.52	1.84	0.85	0.0051	0.31	0.57
	1.00	1.30	1.20	1.71	0.040	19.52 *	2.51	0.84	0.90	0.0055	0.35	0.30
	1.50	1.30	1.20	1.71	0.040	19.52 *	3.23	1.08	0.90	0.0055	0.35	0.38
	1.70	1.30	1.20	1.71	0.040	19.52 *	3.52	1.17	0.90	0.0055	0.35	0.41
	2.00	1.30	1.20	1.71	0.040	19.52 *	3.96	1.32	0.90	0.0055	0.35	0.47
	3.00	1.30	1.20	1.71	0.040	19.52 *	5.40	1.80	0.90	0.0055	0.35	0.64
	1.00	1.50	1.40	1.71	0.040	19.52 *	2.54	0.85	0.90	0.0041	0.41	0.35
	1.50	1.50	1.40	1.71	0.040	19.52 *	3.26	1.09	2.49	0.0041	0.41	0.45
	1.70	1.50	1.40	1.71	0.040	19.52 *	3.55	1.18	0.90	0.0041	0.41	0.48
	2.00	1.50	1.40	1.71	0.040	19.52 *	3.95	1.33	0.90	0.0041	0.41	0.54
	3.00	1.50	1.40	1.71	0.040	19.52 *	5.42	1.81	0.90	0.0041	0.41	0.74
	1.00	1.70	1.50	1.71	0.040	19.52 *	2.60	0.87	0.85	0.0044	0.44	0.38
	1.50	1.70	1.50	1.71	0.040	19.52 *	3.33	1.11	0.85	0.0044	0.44	0.46
	1.70	1.70	1.50	1.71	0.040	19.52 *	3.63	1.21	0.85	0.0044	0.44	0.51
	2.00	1.70	1.50	1.71	0.040	19.52 *	4.07	1.36	0.85	0.0044	0.44	0.58
	3.00	1.70	1.50	1.71	0.040	19.52 *	5.53	1.84	0.85	0.0044	0.44	0.82
	1.00	1.80	1.60	1.71	0.040	19.52 *	2.62	0.87	0.88	0.0048	0.48	0.42
	1.50	1.80	1.60	1.71	0.040	19.52 *	3.35	1.12	0.88	0.0048	0.48	0.54
	1.70	1.80	1.60	1.71	0.040	19.52 *	3.64	1.21	0.88	0.0048	0.48	0.58
	2.00	1.80	1.60	1.71	0.040	19.52 *	4.08	1.36	0.88	0.0048	0.48	0.65
	3.00	1.80	1.60	1.71	0.040	19.52 *	5.54	1.85	0.88	0.0048	0.48	0.89
	1.00	2.00	1.70	1.71	0.040	19.52 *	2.67	0.89	0.85	0.0052	0.52	0.47
	1.50	2.00	1.70	1.71	0.040	19.52 *	3.41	1.14	0.85	0.0052	0.52	0.59
	2.00	2.00	1.70	1.71	0.040	19.52 *	4.15	1.38	0.85	0.0052	0.52	0.72
	3.00	2.00	1.70	1.71	0.040	19.52 *	5.63	1.88	0.85	0.0052	0.52	0.98
	1.00	2.00	1.80	1.71	0.040	19.52 *	2.65	0.88	0.89	0.0054	0.54	0.47
1.50	2.00	1.80	1.71	0.040	19.52 *	3.37	1.12	0.89	0.0054	0.54	0.59	
2.00	2.00	1.80	1.71	0.040	19.52 *	4.10	1.37	0.89	0.0054	0.54	0.73	
2.50	2.00	1.80	1.71	0.040	19.52 *	4.83	1.61	0.89	0.0054	0.54	0.95	

*H. Tume Chapa*  
Dr. Hipólito Tume Chapa  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. N° 17804

DR. ING. HIPOLITO TUME CHAPA  
CIP:17604  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

SOLICITA	:	DMAR CORDOVA ALBIENCA - LUIS CARRASCO GARCIA
PROYECTO	:	CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE 4 PISOS, VILLA UNIVERSITARIA - CASTILLA - PIURA
UBICACION	:	DISTRITO DE CASTILLA - PIURA
MUESTRA	:	C - 2 / M - 2 PROF: 1.00 - 3.00m
FECHA	:	PIURA, NOVIEMBRE DEL 2019

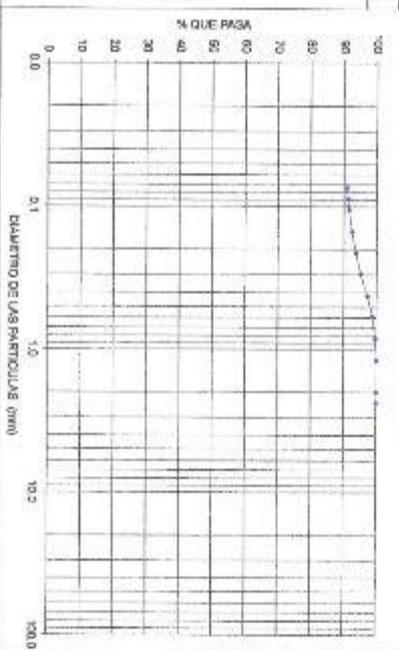
TIPO DE DESCRIPCIÓN	Df	B	L	γ	c	φ	Qc	Pc	If	SI	SI	SI
	m	m	m	gr/cm <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	°	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	m/m	z	z	z
CIMENTACION COMBINADA	1.00	1.20	1.00	1.70	0.030	20.28°	2.52	0.84	0.85	0.0001	0.31	0.29
	1.50	1.20	1.00	1.70	0.030	20.28°	3.33	1.11	0.85	0.0001	0.31	0.35
	1.70	1.20	1.00	1.70	0.030	20.28°	3.65	1.22	0.85	0.0001	0.31	0.38
	2.00	1.20	1.00	1.70	0.030	20.28°	4.14	1.38	0.85	0.0001	0.31	0.43
	3.00	1.20	1.00	1.70	0.030	20.28°	5.75	1.92	0.85	0.0001	0.31	0.60
	1.00	1.30	1.20	1.70	0.030	20.28°	2.49	0.83	0.90	0.0005	0.35	0.29
	1.50	1.30	1.20	1.70	0.030	20.28°	3.27	1.09	0.90	0.0005	0.35	0.35
	1.70	1.30	1.20	1.70	0.030	20.28°	3.59	1.20	0.90	0.0005	0.35	0.42
	2.00	1.30	1.20	1.70	0.030	20.28°	4.06	1.35	0.90	0.0005	0.35	0.48
	3.00	1.30	1.20	1.70	0.030	20.28°	5.62	1.87	0.90	0.0005	0.35	0.66
	1.00	1.50	1.40	1.70	0.030	20.28°	2.83	0.84	0.90	0.0041	0.41	0.38
	1.50	1.50	1.40	1.70	0.030	20.28°	3.31	1.10	0.90	0.0041	0.41	0.45
	1.70	1.50	1.40	1.70	0.030	20.28°	3.62	1.21	0.90	0.0041	0.41	0.49
	2.00	1.50	1.40	1.70	0.030	20.28°	4.09	1.36	0.90	0.0041	0.41	0.56
	3.00	1.50	1.40	1.70	0.030	20.28°	5.65	1.88	0.90	0.0041	0.41	0.77
	1.00	1.70	1.50	1.70	0.030	20.28°	2.59	0.86	0.86	0.0044	0.44	0.38
	1.50	1.70	1.50	1.70	0.030	20.28°	3.38	1.13	0.86	0.0044	0.44	0.50
	1.70	1.70	1.50	1.70	0.030	20.28°	3.70	1.23	0.86	0.0044	0.44	0.55
	2.00	1.70	1.50	1.70	0.030	20.28°	4.18	1.39	0.86	0.0044	0.44	0.62
	3.00	1.70	1.50	1.70	0.030	20.28°	5.76	1.92	0.86	0.0044	0.44	0.85
	1.00	1.80	1.60	1.70	0.030	20.28°	2.61	0.87	0.88	0.0048	0.48	0.42
	1.50	1.80	1.60	1.70	0.030	20.28°	3.40	1.13	0.88	0.0048	0.48	0.54
	1.70	1.80	1.60	1.70	0.030	20.28°	3.71	1.24	0.88	0.0048	0.48	0.60
	2.00	1.80	1.60	1.70	0.030	20.28°	4.19	1.40	0.88	0.0048	0.48	0.67
	3.00	1.80	1.60	1.70	0.030	20.28°	5.77	1.92	0.88	0.0048	0.48	0.92
	1.00	2.00	1.70	1.70	0.030	20.28°	2.66	0.89	0.86	0.0052	0.52	0.46
	1.50	2.00	1.70	1.70	0.030	20.28°	3.46	1.15	0.86	0.0052	0.52	0.60
	2.00	2.00	1.70	1.70	0.030	20.28°	4.27	1.42	0.86	0.0052	0.52	0.76
	3.00	2.00	1.70	1.70	0.030	20.28°	5.87	1.96	0.86	0.0052	0.52	1.02
	1.00	2.00	1.80	1.70	0.030	20.28°	2.64	0.88	0.89	0.0054	0.54	0.47
1.50	2.00	1.80	1.70	0.030	20.28°	3.43	1.14	0.89	0.0054	0.54	0.61	
2.00	2.00	1.80	1.70	0.030	20.28°	4.22	1.41	0.89	0.0054	0.54	0.76	
3.00	2.00	1.80	1.70	0.030	20.28°	5.81	1.67	0.89	0.0054	0.54	0.90	

*Hipólito Tume Chapa*  
Dr. Hipólito Tume Chapa  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP: N° 17604

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

BOLETA	CMAR URBANIZACION ALBERCA - LUIS CANARIAS GARCIA
PROYECTO	CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE 4 PISOS. ASOCIACION VILLA UNIVERSITARIA - CASTILLA - PLUK.
UBICACION	CASTILLA - PLUK
MUESTRA	0 - 21 M - 1
FECHA	PLUK, OCTUBRE DEL 2013
	INSTR: 0.03 - 0.70m.

TAMIZ		C - 3 / M - 1	
ESTANDAR	TAMIZANO	% RETENIDO	% QUE PASA
S' d. n.	127.0660		
3"	70.200		
2"	50.800		
1 1/2"	28.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.530		
2/4"	6.350		
3/16"	4.750		
8"	3.380		
10"	2.000		
16"	1.190		
20"	0.840		
30"	0.590		
40"	0.425		
50"	0.297		
70"	0.212		
100"	0.150		
140"	0.105		
170"	0.089		
200"	0.074		
ARENAS FINAS	0.00		
ARENAS	8.95		
ARCILLAS	91.04		
STCCS	CL		



  
**Cesar Aguilar Chaves Morales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 72485

**ANÁLISIS QUÍMICO POR AGRESIVIDAD**

SOLICITA	OMAR CORDOVA ALBERICA - LUIS CARRASCO GARRIN
PROYECTO	CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE 4 PISOS, ASOCIACION VILLA UNIVERSITARIA - CASTILLA
UBICACION	PIURA
MUESTRA	CASTILLA - PIURA
FECHA	C-1 PIURA, NOVIEMBRE DEL 2019

MUESTRA	PROFUNDIDADES m.	SALIN %	CLORURO %	SULFATO %	CARBONATO %
C-1/M2 C-2/M2	0.90 - 3.00 0.20 - 3.00	0.0900 0.0700	0.0750 0.0650	0.1100 0.1000	0.0000 0.0000

  
 Cesar Augusto Quiere Morales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 72495



**CUADRO N° 08**

**PARÁMETROS DE RESISTENCIA**

Zona	REFEREN CIA	TIPO	Df (m)	b x l (m)	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{ad}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
AREA DEL ESTUDIO	C-1	CIM. COMBINADA	2.00	2.00X1.70	4.15	1.38
AREA DEL ESTUDIO	C-2	CIM. COMBINADA	2.00	2.00X1.70	4.27	1.42

Estos parámetros de resistencia fueron calculados para estructuras tipo zapatas combinadas con dimensiones (BxLxDf) diferentes y profundidades tentativas (Df) variables para que sean tomadas a criterios del proyectista.

**4.4.- CALCULO DE ASENTAMIENTO.**

**4.4.1.-ASENTMIENTOS ELASTICOS.**

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados Asentamientos Totales y los Asentamientos Diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa 2.50cm (edificaciones), que es el asentamiento máximo para estructuras convencionales.

El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964). Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos. El asentamiento elástico inicial será:

**CALCULO DEL ASENTAMIENTO ELASTICO.**

$$S_i = \frac{q_{ad} B (1-u^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{Bz}$$

  
 César Augusto Cherre Morales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 72495



**TESISTA: OMAR CORDAVA ALBERCA.**



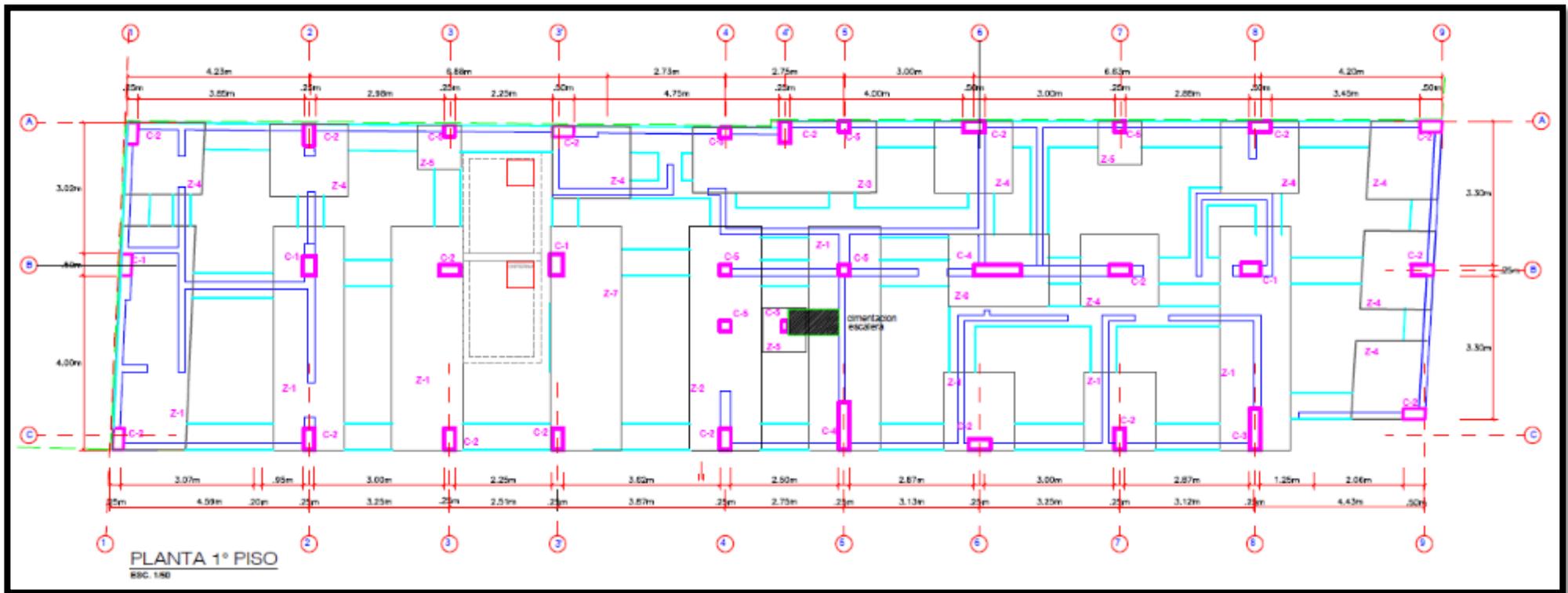
**TESISTA: LUIS CARRASCO GARCIA.**

**CALICATA N°01: 0.00m - 2:00m**

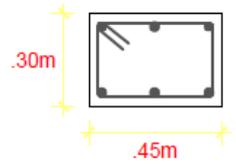
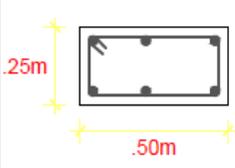
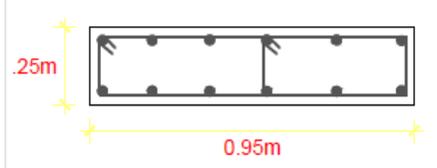
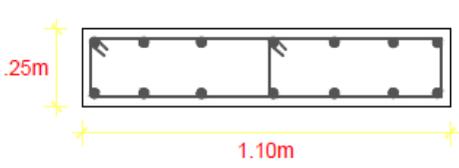
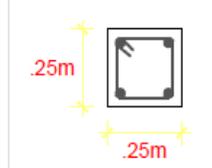


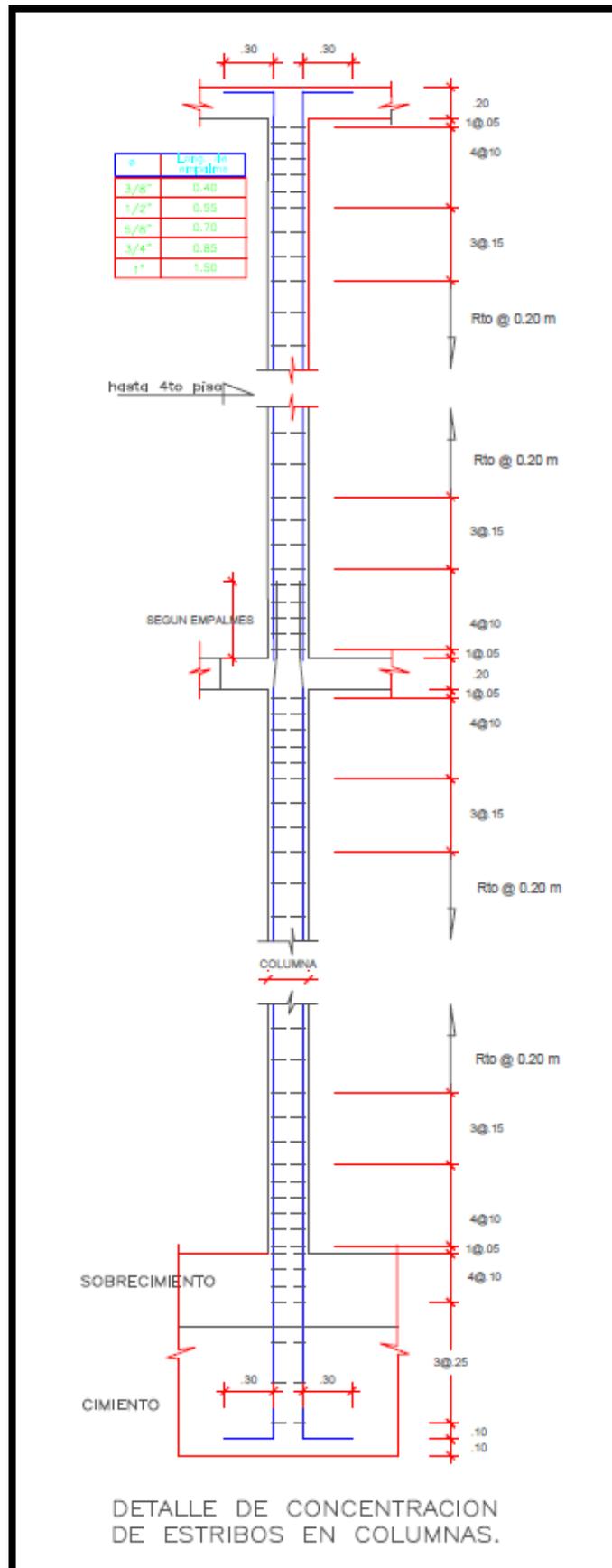
**CALICATA N°02: 0.00m - 2:00m**



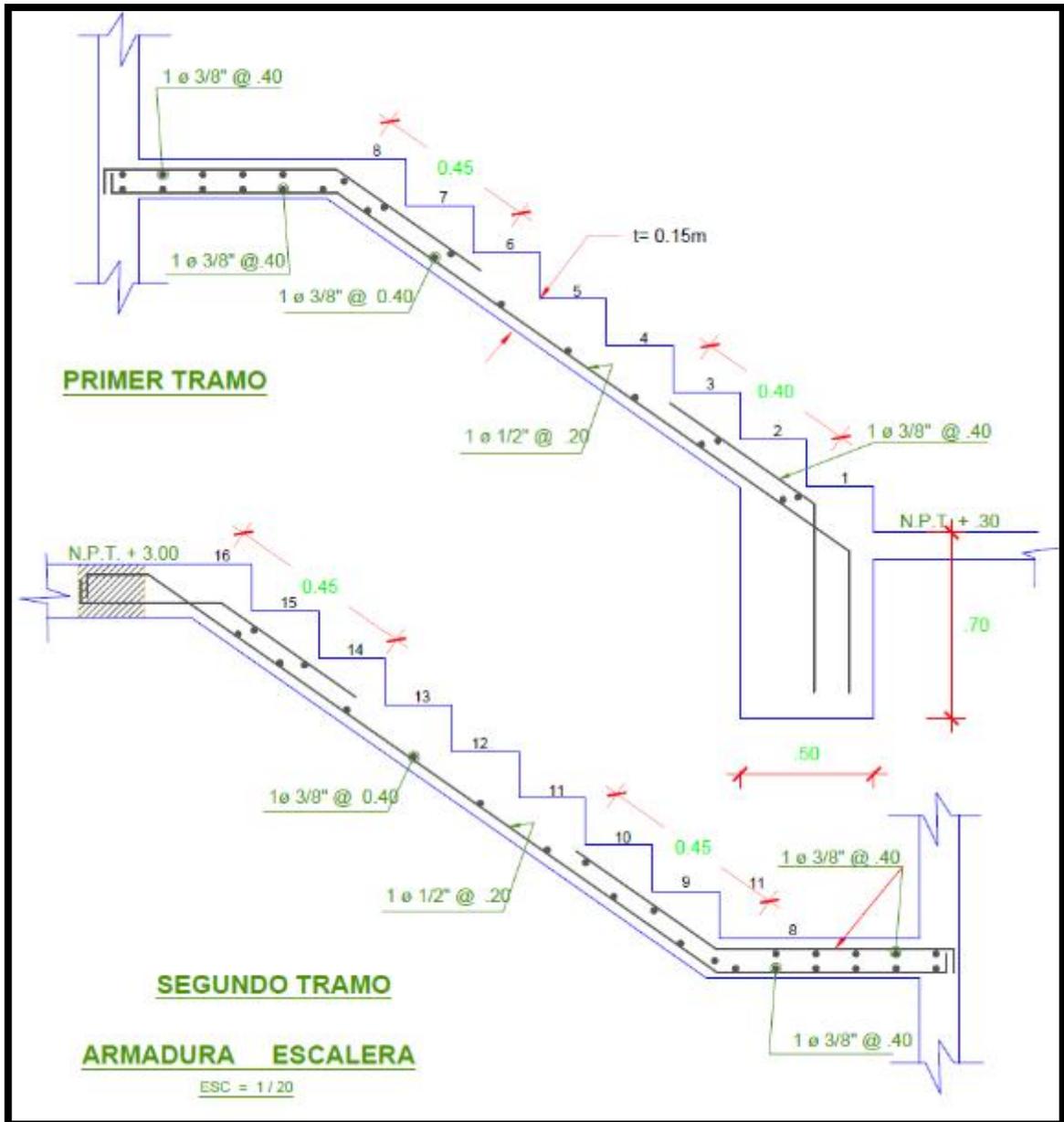


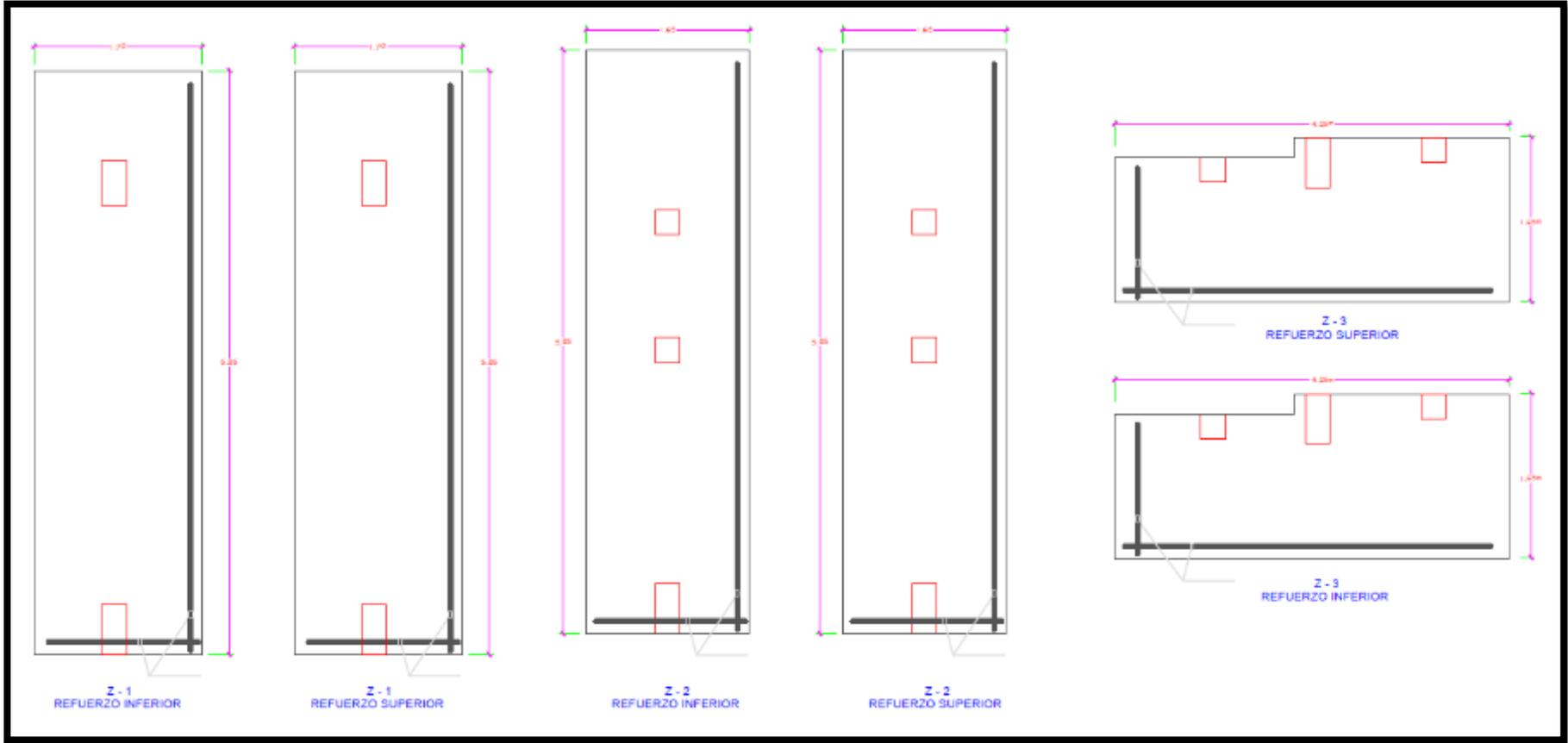
## CUADRO DE COLUMNAS

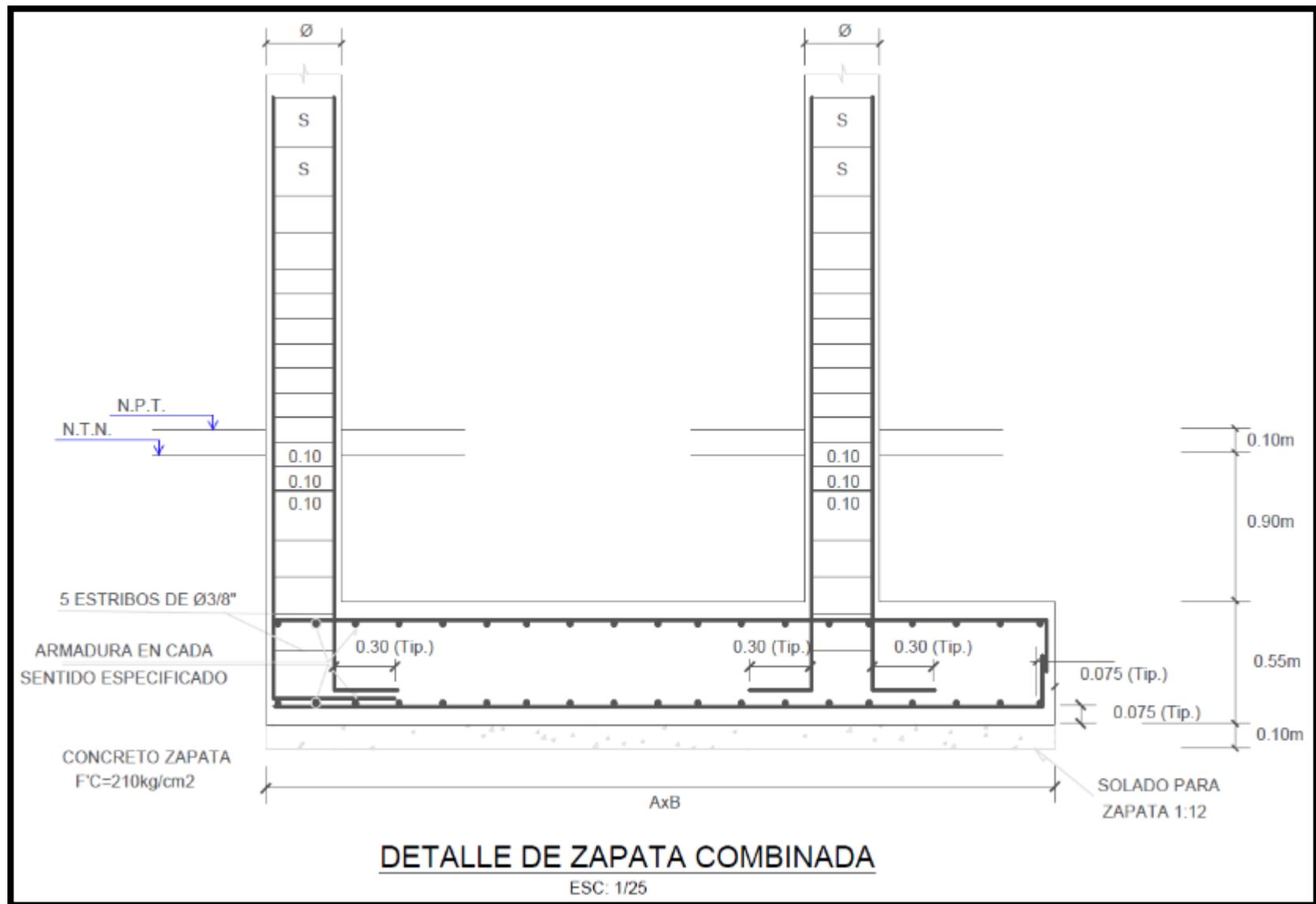
NIVEL	TIPO	C1	C2	C3	C4	C5
1 y 2 PISO	axb	0.30m x 0.45m	0.25m x 0.50m	0.25m x 0.95m	0.25m x 1.10m	0.25m x 0.25m
	As	6Ø3/4"	6Ø3/4"	12Ø5/8"	14Ø5/8"	4Ø5/8"
	□ @	□ Ø 3/8" 1@0.05, 4@0.10 3@0.15, Rto. @0.20 c/e.	□ Ø 3/8" 1@0.05, 4@0.10 3@0.15, Rto. @0.20 c/e.	□ Ø 3/8" 1@0.05, 4@0.10 3@0.15, Rto. @0.20 c/e.	□ Ø 3/8" 1@0.05, 4@0.10 3@0.15, Rto. @0.20 c/e.	□ Ø 3/8" 1@0.05, 4@0.10 3@0.15, Rto. @0.20 c/e.
3y4 PISO	axb	0.30m x 0.45m	0.25m x 0.50m	0.25m x 0.95m	0.25m x 1.10m	0.25m x 0.25m
	As	6Ø3/4"	6Ø3/4"	12Ø5/8"	14Ø5/8"	4Ø5/8"
	□ @	□ Ø 3/8" 1@0.05, 4@0.10 3@0.15, Rto. @0.20 c/e.	□ Ø 3/8" 1@0.05, 4@0.10 3@0.15, Rto. @0.20 c/e.	□ Ø 3/8" 1@0.05, 4@0.10 3@0.15, Rto. @0.20 c/e.	□ Ø 3/8" 1@0.05, 4@0.10 3@0.15, Rto. @0.20 c/e.	□ Ø 3/8" 1@0.05, 4@0.10 3@0.15, Rto. @0.20 c/e.
DISPOSICION DEL ACERO						



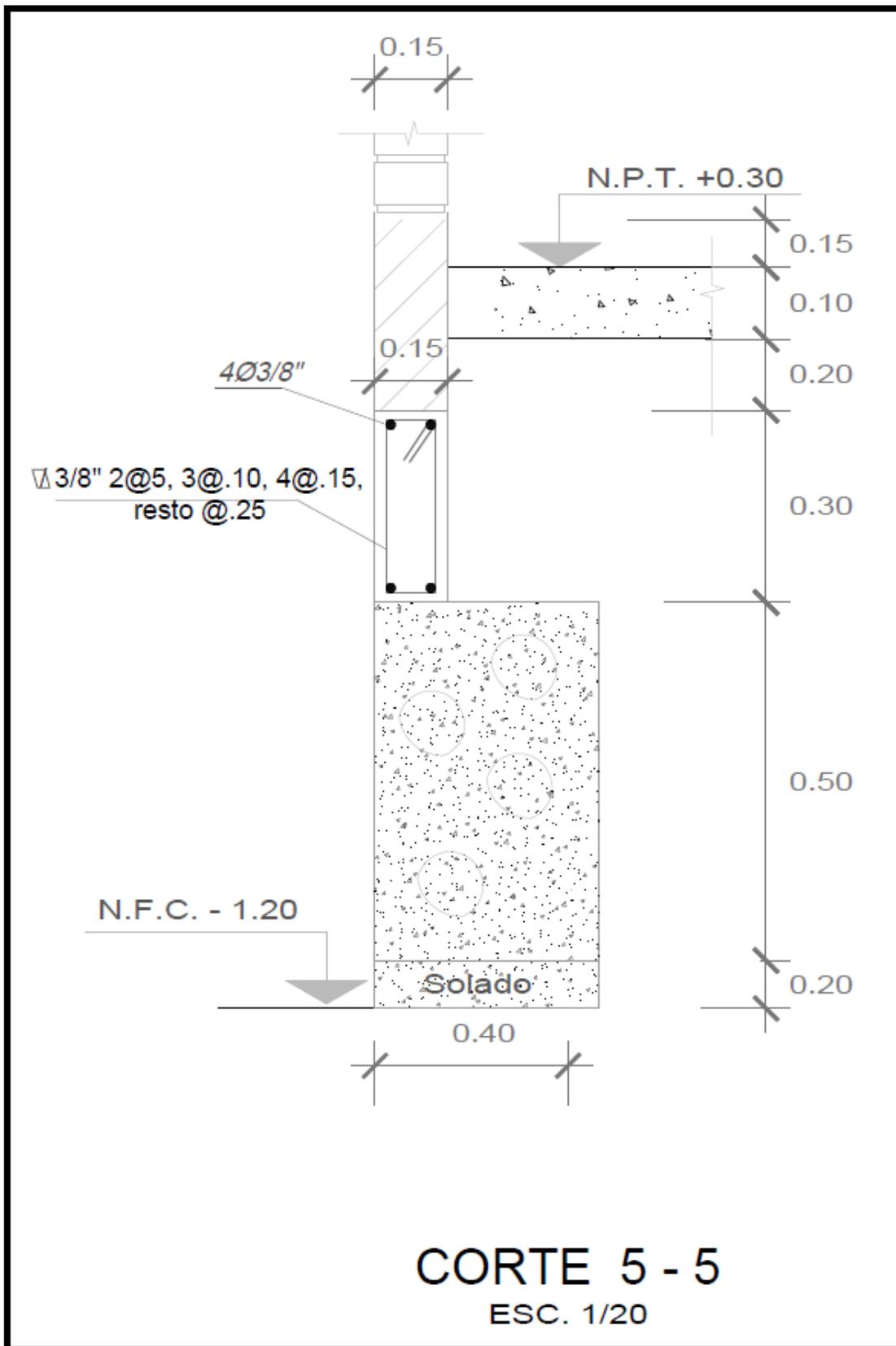
DETALLE DE CONCENTRACION DE ESTRIBOS EN COLUMNAS.











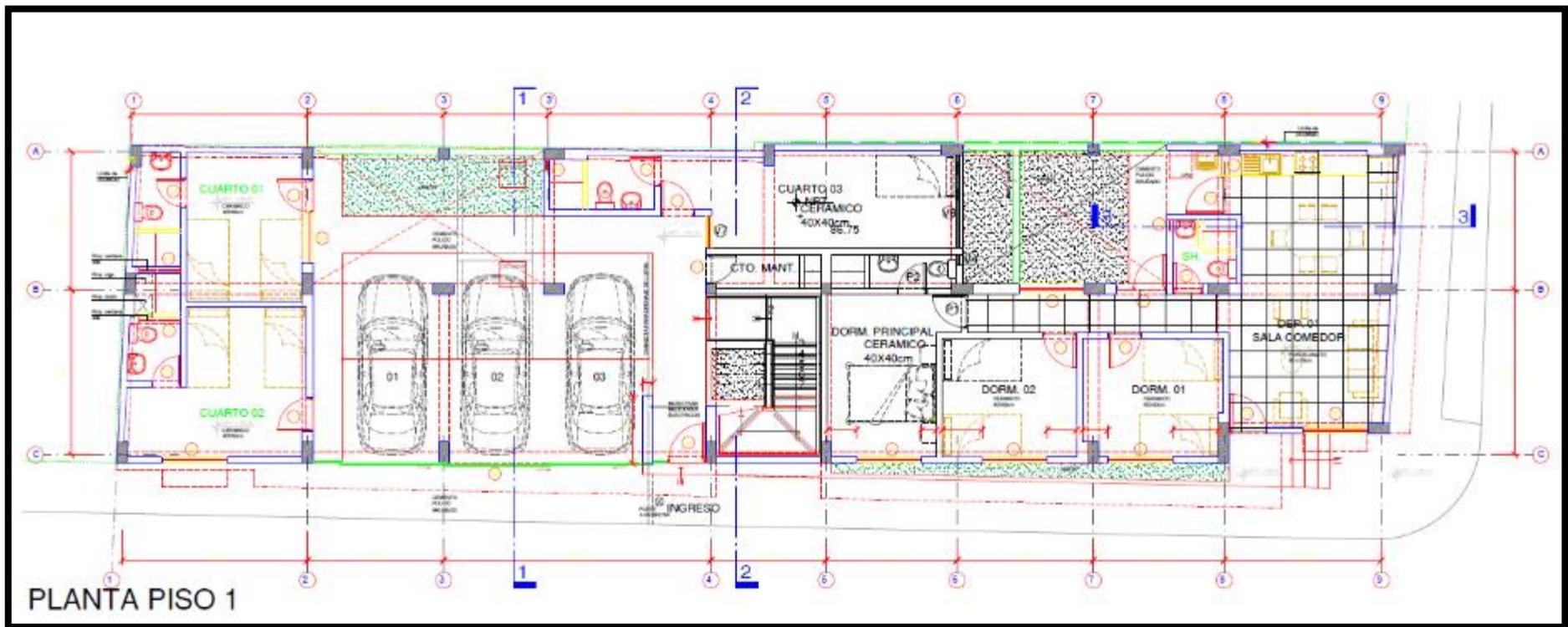
## VISTA SATELITAL DE LA ASOCIACIÓN VILLA UNIVERSITARIA CASTILLA – PIURA

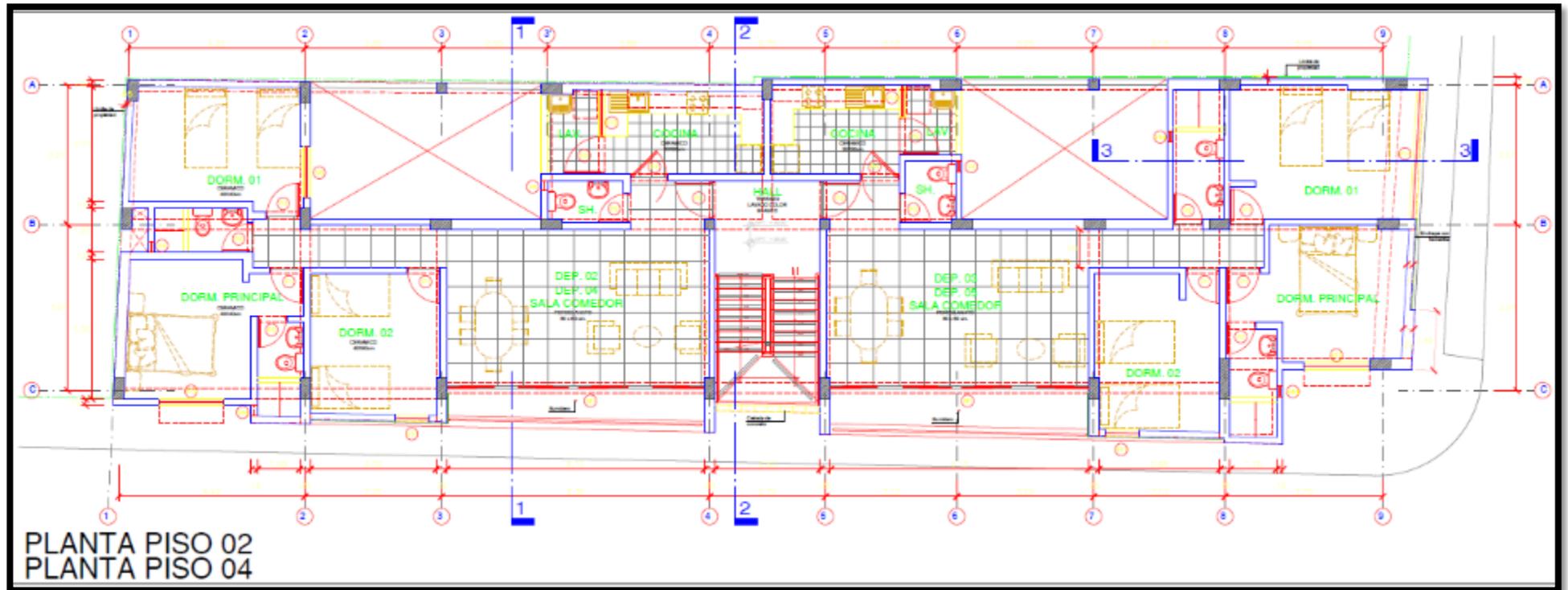


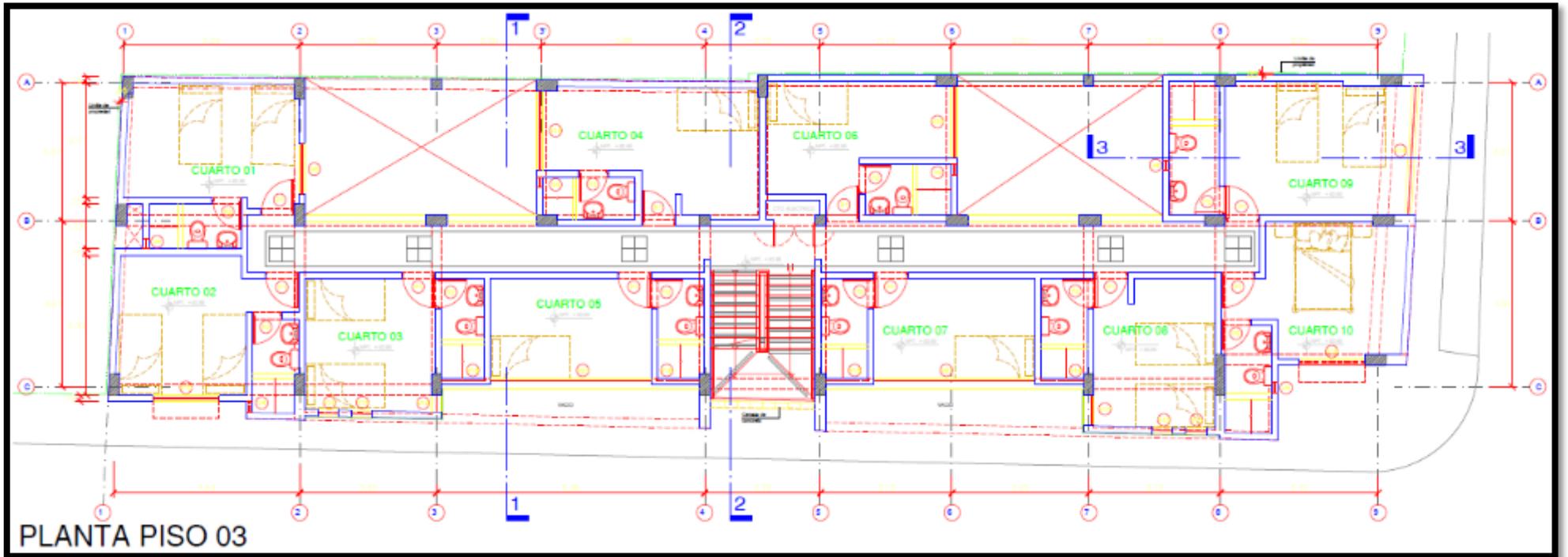
VISTA PANORÁMICA DEL LUGAR DONDE SE VA A EDIFICAR EL EDIFICIO :













## CONCLUSIONES

1. En los cortes estratigráficos de la zona de estudio muestran que los materiales del subsuelo de acuerdo al sondeo registrado en la zona donde se proyectará la construcción a nivel de terreno de fundación con relación a los perfiles estratigráficos son:

- **CALICATA C - 1 PROF: 0.00 – 3.00M**

**C – 1/M1 PRF: 0.00m - 0.90 m.**

Arcilla de mediana plasticidad de color blanquecinas con pintas marrones bajo contenido de humedad y compacidad relativa a la resistencia media clasificada por S USC como CL

**C – 1/M2 PRF: 0.90m - 3.00 m.**

Arena limosa de color beige con bajo contenido de humedad, de compacidad relativa a la resistencia medida a baja clasificada por S UCS como SM.

No hay presencia de nivel freático.

- **CALICATA C - 2 PROF: 0.00 – 3.00M**

**C – 2/M1 PRF: 0.00m - 0.90 m.**

Arcilla de mediana plasticidad de color blanquecinas con pintas marrones bajo contenido de humedad y compacidad relativa a la resistencia media clasificada por S USC como CL

**C – 2/M2 PRF: 0.90m - 3.00 m.**

Arena limosa de color beige con bajo contenido de humedad, de compacidad relativa a la resistencia medida a baja clasificada por S UCS como SM.

No hay presencia de nivel freático.

2. En el área del terreno donde se construirá la edificación está en función a la densidad, ángulo de fricción interna ( $\theta$ ), Cohesión ( $c$ ), grado de Compacidad, granulometría, límites de Atterberg etc.

3. Las condiciones del suelo de cimentación se describe a continuación:

  
Cesar Augusto Cherre Morales  
INGENIERO CIVIL  
- P. N.º 72495

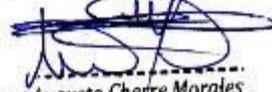


- ❖ El suelo de cimentación está compuesto en la parte más superficial por arcillas de baja plasticidad con arena, infra yaciendo a estas arenas limosas con grado de compactación y resistencia media con regular contenido de humedad
- ❖ En base a los resultados de campo y laboratorio se determinó que el sector donde se realizó el estudio son suelos de mediana compactación
- ❖ Los suelos encontrados en el subsuelo de cimentación, se clasifican como Material Común (MC), semi compactas y se puede realizar la excavación en forma manual.
- ❖ Los valores de los contenidos de cloruros, sulfatos, sales solubles y carbonatos, son de valores medios se recomienda utilizar cemento tipo MS en las estructuras de la cimentación Se han realizado los ensayos por contenido de cloruros, sulfatos, sales solubles.
- ❖ De la Norma Técnica de edificaciones E.030 para Diseño Sismo resistente se obtuvieron los parámetros del suelo en la zona de estudio

**CUADRO N° 12**

Factores	Valores
Parámetros de zona	zona 4
Factor de zona	$Z(g) = 0.45$
Suelo Tipo	S - 3
Amplificación del suelo	$S = 1.10$
Periodo predominante de vibración	$T_p(s) = 1.0 \text{ seg}$ $T_f(s) = 1.6$
Uso	$U = 1.5$
Categoría de la Edificación	A
Sistema Estructural	$R_0 = 7$

- ❖ En este sector hasta la profundidad de 3.00m los materiales encontrados, permite considerar como terrenos de regular estabilidad, por lo que es poco

  
Cesar Augusto Cherre Morales  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 72495



**ING. CESAR A. CHERRE MORALES**  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA  
CIP: 72495



probable que ocurrirán fenómenos de licuación de arenas ante un sismo de gran magnitud, debido a que los suelos en el sector están compuestos por arcillas de baja plasticidad con arena y arenas limosas con bajo contenido de humedad y sin presencia del nivel freático superficial.

  
-----  
César Augusto Cherre Morales  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 72495



## RECOMENDACIONES

1. Para las construcciones proyectadas, las cimentaciones serán del tipo superficial y se sugiere lo siguiente o de acuerdo al criterio del proyectista.

### CIMENTACION CONBINADAS

- ✓ Antes de desplantar la Zapata se sugiere la colocación de una capa de 20cm de afirmado compactado al 90% de la densidad máxima seca y la humedad optima del proctor modificado
  - ✓ Zapata combinada profundidad mínima de cimentación **medidos a partir del terreno natural** –Df 2.00m con ancho de 2.000m y longitud de 1.70m, con una capacidad admisible de 1.38kg/cm<sup>2</sup>
  - ✓ **Estos parámetros de resistencia fueron calculados para estructuras tipo zapatas combinadas con dimensiones diferentes (BxLxDf) y profundidades tentativas (Df) variables para que sean tomadas a criterios del proyectista.**
  - ✓ El proyectista tendrá como referencia estas recomendaciones y el adoptará su criterio para determinar las dimensiones de la cimentación.
  - ✓ Se adjuntan cuadros de la capacidad admisible del suelo fundación
2. Los elementos del cimientto deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto (carga estructural del edificio entre el área de cimentación) sea inferior ó cuando menos igual a la presión de diseño ó capacidad admisible.

  
César Augusto Cherre Morales  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 72495



CUADRO N° 13

Resultados de ensayos Químicos

Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	SALES SOLUBLES (%)	Cloruros (%)	Sulfatos (%)
C - 1	M-1/M2	0.90- 3.00	0.0900	0.076	0.11
C - 2	M-2/M2	0.70- 3.00	0.0700	0.0680	0.10

- De los resultados de los análisis químicos por agresividad se concluye que el estrato que forma parte del contorno donde ira desplantada la cimentación contiene concentraciones medianamente nocivas de sulfatos, por lo cual se sugiere que se trabaje con **cemento tipo MS**.
- Conformada la sub rasante de las veredas se recomienda una capa de 10cm de afirmado compactada al 95% de la humedad optima y la densidad máxima del proctor modificado
- Se recomienda que las veredas tengan un ancho como minimo de 1.50m con sus respectivos drenajes.
- El control del grado de compactación de acuerdo al proctor modificado, así como espesor de veredas, losas deportivas, pasajes peatonales y ciclo vías se visualizan en el siguiente cuadro

CUADRO N° 14

Tipo de Pavimento	Aceras veredas	Pasajes peatonales	Plataforma-Cicloviás
Elemento	95% de compactación		
Sub - rasante	Suelos granulares – Próctor Modificado		
	Suelos cohesivos – Próctor Estandar		
	Espesor compactado. $\geq 150$ mm		

  
 César Augusto Cherre Morales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 72495



Base		CBR $\geq$ 30%	CBR $\geq$ 60%
Espesor de la capa de rodadura	Asfáltico	$\geq$ 30mm	
	Concreto de cemento Portland	$\geq$ 100mm	
	Adoquines	$\geq$ 40mm ( se deberá apoyar sobre una cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40mm.)	
Material	Asfáltico	Concreto asfáltico	
	Concreto de cemento Portland	$F_c \geq 17.5\text{MPa}$ (175kg/cm <sup>2</sup> )	
	Adoquines	$F_c \geq 32\text{MPa}$ (320kg/cm <sup>2</sup> )	

7. Considerando que cíclicamente se presentan fuertes precipitaciones pluviales, es necesario diseñar sistemas de drenaje que eviten la infiltración de aguas y puedan originar asentamientos futuros y dañar las estructuras proyectadas.
8. Durante el vaciado de concreto se deberá hacer prueba de Slump y diseño de mezcla, verificando su resistencia con las pruebas a la compresión.
9. Para la elaboración de los concretos se deberá diseñar con materiales de agregados de canteras que cumplan con las especificaciones técnicas para concreto previa evaluación de los materiales, durante la fase constructiva.

  
César Augusto Cherre Morales  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 72495