

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**USP**

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**“Diseño de cimentación para viviendas del c.p. Tambo Real,  
distrito de Santa, según zonificación urbana”**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor**

López Estrada Jorge Diego

**Asesor**

Urrutia Vargas Segundo

<https://orcid.org/0000-0003-4415-0484>

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2025**

## Índice general

Índice general .....	i
Índice de tablas .....	ii
Índice de figuras .....	iii
Palabras claves.....	iv
Constancia de originalidad .....	v
Título .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
Introducción.....	1
Metodología.....	24
Resultados.....	29
Análisis y Discusión .....	69
Conclusiones.....	72
Recomendaciones .....	74
Referencias bibliográficas .....	86
Anexos y apéndices .....	89

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de calicatas .....	27
Tabla 2. Resultado Contenido de Humedad .....	29
Tabla 3. Resultados del Análisis Granulométrico por Tamizado .....	30
Tabla 4. Resultados de los Límites de Atterberg .....	31
Tabla 5. Resultado de Capacidad Admisible de los Suelos .....	31
Tabla 6. Resultado de cálculo de capacidad portante según ensayo de penetración ligera (PDL) CALICATA C-1 .....	40
Tabla 7. Resultado de cálculo de capacidad portante según ensayo de penetración ligera (PDL) CALICATA C-2 .....	41
Tabla 8. Resultado de cálculo de capacidad portante según ensayo de penetración ligera (PDL) CALICATA C-3 .....	42
Tabla 9. Resultado de cálculo de capacidad portante según ensayo de penetración ligera (PDL) CALICATA C-4 .....	43
Tabla 10. Resultado de cálculo de capacidad portante según ensayo de penetración ligera (PDL) CALICATA C-5 .....	44
Tabla 11. Metrado de Cargas para 2° Niveles .....	45
Tabla 12. <i>Metrado de CARGA MUERTA para 2° Niveles obtenidos del Software ETABS 2016</i>	46
Tabla 13. <i>Metrado de CARGA VIVA para 2° Niveles obtenidos del Software ETABS 2016....</i>	47

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zapata Superficial.....	10
Figura 2. Zapata Aislada .....	11
Figura 3. Losa de Cimentación .....	12
Figura 4. Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua.....	12
Figura 5. Factores de capacidad de carga de Terzaghi .....	13
Figura 6. Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi.....	14
Figura 7. Falla por corte general .....	16
Figura 8. Falla por corte Punzante .....	17
Figura 9. Falla por corte local .....	17
Figura 10. Carga mayor que recae en los apoyos generados por CARGA MUERTA.....	48
Figura 11. Carga mayor que recae en los apoyos generados por CARGA VIVA.....	48

## **PALABRAS CLAVES**

<b>Tema</b>	Diseño de Cimentación
<b>Especialidad</b>	Mecánica de Suelos

## **Key Words**

<b>Theme</b>	Foundation Desing
<b>Speciality</b>	Soil Mechanics

## **Línea de Investigación:**

Línea de Investigación	Estructuras
Área	Ingeniería y Tecnología
Subárea	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería civil



# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

## HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Diseño de cimentación para viviendas del c.p. Tambo Real, distrito de Santa, según zonificación urbana**" del (a) estudiante: **LOPEZ ESTRADA JORGE DIEGO**, identificado(a) con Código N° **1110100870**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **18%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 18 de julio de 2025

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN  
VICERRECTOR



**NOTA:** Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

**TÍTULO**

**“Diseño de cimentación para viviendas del c.p. Tambo Real,  
distrito de Santa, según zonificación urbana”**

## RESUMEN

Con el transcurrir del tiempo, la población peruana ha ido incrementando considerablemente, sumando 28mill en los últimos 70 años, generando una expansión urbana descontrolable en todo el país, siendo el C.P Tambo Real no ajeno a ello; viéndose cómo es que se ejecutan edificaciones sobre suelos desconocidos y sin ningún sustento profesional, generando daños a mediano y largo plazo, no solo en la misma estructura, sino hasta en las construcciones aledañas, debido a muchos factores como procesos constructivos mal ejecutados, mala elección de materiales y desconocimiento del suelo de fundación, el cual muchas veces posee una pobre capacidad de respuesta ante un fenómeno natural.

Es por ello que, la finalidad de este trabajo, fue la determinación de una propuesta de diseño de cimentación para las viviendas que serán construidas en un futuro, siendo un aproximado del casi 40% del total de las 21 manzanas del C.P. Tambo Real, teniendo como referencia, los datos de un E.M.S del proyecto denominado “*CONSTRUCCION Y AMPLIACION DE PISTAS Y VEREDAS EN EL C.P. TAMBO REAL NUEVO, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH*”.

Utilizando la técnica de la observación, se pudo constatar diversos datos tales un análisis granulométrico por tamizado ejecutado a 1.50m de profundidad, la clasificación AASHTO, el cual nos muestra que es un material granular, en la categorización A-2-4(0). En lo que refiere a la categorización S.U.C.S. tiene una denominación SP (Arenas mal graduadas); asimismo el suelo posee una capacidad portante admisible de promedio 1.63 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente y llegando a finiquitar esta investigación en una propuesta de diseño de cimentación en donde se muestra una cimentación superficial tipo zapata cuadrada para viviendas hasta de 02 plantas, teniendo como resultado zapatas con dimensiones de 1.10x1.21m. y 1.20x1.20m.

## **ABSTRACT**

Over time, the population has increased considerably, adding 28million in the last 70 years, generating an uncontrollable urban expansion throughout the country, with the Tambo Real District being no stranger to it; seeing how buildings are executed on unknown soils and without any professional support, generating damage in the medium and long term, not only in the same structure, but even in neighboring buildings, due to many factors such as poorly executed construction processes, bad choice of materials and ignorance of the foundation soil, which often has a poor response capacity to a natural phenomenon.

That is why, the purpose of this work was to determine a proposal for a foundation design for the houses that will be built in the future, being an approximate of 40% of the total of the 21 blocks of the C.P. Tambo Real, having as a reference, the data of an MS of the project called "CONSTRUCTION AND EXTENSION OF TRACKS AND WALKS IN THE C.P. TAMBO REAL NUEVO, DISTRICT OF SANTA, SANTA, ANCASH".

Using the observation technique, it was possible to verify various data such as a sieving granulometric analysis performed at a depth of 1.50m, the AASHTO classification, which shows us that it is a granular material, in the A-2-4 (0) categorization. Regarding the categorization S.U.C.S. It has a denomination SP (Poorly graduated sand); Likewise, the soil has an admissible bearing capacity of approximately 1.63 kg / cm<sup>2</sup> and this investigation was concluded in a foundation design proposal where a square footing type surface foundation is shown for homes with up to 02 floors, resulting in footings with dimensions of 1.10x1.10m. and 1.20x1.20m.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, podemos observar cómo es que el incremento paulatino pasó de ser a un desarrollo acelerado de la población, teniendo como una de las consecuencias, la incursión de terrenos ajenos, llevando a un aumento de urbanizaciones informales en donde la construcción se torna de manera insostenible y sin un asesoramiento técnico por profesionales indicados para ello. Es por ello que, muchos propietarios de terrenos, suelen levantar sus viviendas sin tener un conocimiento previo del suelo de fundación, teniendo como soporte empírico a trabajadores de la construcción, quienes, dentro de sus limitaciones, plasman configuraciones estructurales similares en todos los proyectos que realizan, trayendo como secuelas a futuro, problemas como asentamientos diferenciales, deslizamientos y entre otros.

En nuestro país, la presencia de proyectos civiles con respaldo empírico, se observan a diario en grandes proporciones, no siendo la excepción el sector de Tambo Real y resto del Valle de Santa, e incluso el distrito de Santa, en donde la autoconstrucción se ha convertido en una premisa constante dentro o en casi la mayoría de viviendas, careciendo de conocimiento técnico sobre el terreno en donde se ejecutarán futuras edificaciones, obteniéndose resultados negativos, debido a una mala configuración de las cimentaciones para el tipo de suelo de la zona a intervenir, produciendo colateralmente, daños en las viviendas o construcciones aledañas, llegando en algunas ocasiones al colapso parcial y total.

## **Antecedentes y Fundamentación Científica**

### **Internacionales**

Alvarado Coello David Andrés (2012), en la Tesis “*Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Valdivia. Etapa 1: Determinación del Peligro Uniforme y Caracterización Dinámica de los Suelos Empleando la Técnica de la Razón Espectral De Nakamura*”. En donde nos habla sobre cómo la ciudad de Valdivia se vio afectada en el año 1960 por el terremoto más potente registrado en la historia humana ( $M_w=9,5$ ). Las consecuencias de estos eventos que dejaron en evidencia la necesidad de contar con estudios actualizados de peligro sísmico en zonas de elevada sismicidad. Con este fin, se realizó una actualización de la peligrosidad sísmica en la ciudad mencionada, logrando una primera aproximación a la estimación del peligro sísmico local mediante un estudio de microzonificación, el cual permitió obtener las características dinámicas de los suelos. Por otra parte, se cuantificó el peligro sísmico uniforme para la ciudad de Valdivia en base a una evaluación probabilista de las magnitudes y distancias epicentrales, obteniéndose intensidades y aceleraciones horizontales máximas esperadas en función de la magnitud del terremoto característico de la zona y su probabilidad de ocurrencia asociada. En lo que respecta a la distribución espacial de los periodos fundamentales de vibración del suelo y la cuantificación de los efectos de sitio, esto fue generado en base a una campaña de microzonificación sísmica donde se midieron 260 puntos de microvibraciones ambientales. Estas señales fueron procesadas utilizando el método de las razones espectrales H/V de Nakamura para luego generar mapas de isoperiodos del suelo y efectos de sitio mediante la aplicación de técnicas basadas en sistemas de información geográfica. Los resultados principales del estudio de microzonificación fueron comparados con los estudios geológicos y geotécnicos disponibles. Es destacable que el análisis

comparativo de los efectos de sitio resultó ser consistente con los estudios geológicos y de respuesta sísmica en una buena cantidad de sectores de la ciudad de Valdivia, por lo que es posible concluir que la estimación de las amplificaciones locales a partir de las máximas amplitudes de registro resulta ser un buen indicador de los efectos de sitio.

Castillo Castillo María Fernanda (2017), en la Tesis *“Estudio de Zonificación en Base a la Determinación de la Capacidad Portante del Suelo en las Cimentaciones de las Viviendas del Casco Urbano de la Parroquia la Matriz del Cantón Patate Provincia De Tungurahua”*, en el cual se realizó el estudio de la Determinación de la capacidad portante del suelo y la incidencia en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano del cantón Patate, utilizando como software de análisis estructural los programas de diseño estructural para determinar la relación que tiene la capacidad portante del suelo con la cimentación, con el cual se realizó el respectivo estudio de mecánica de suelos, para determinar las propiedades mecánicas del suelo en el lugar de estudio.

Los parámetros de modelación y análisis se aplicó la norma Nec 2015 vigentes en Ecuador de lo que se concluye que el diseño se modela en un suelo intermedio del coeficiente de balasto este coeficiente permite obtener los asentamientos ante solicitaciones de una fundación deformable en un típico problema de interacción suelo–estructura.

La cimentación se analizó con normas para ensayos de resistencia, métodos de obtención de resultados, observaciones en cada zona y así verificar los parámetros de estabilidad de la edificación en estudio.

## Nacionales

Briones Alva María E. e Irigoín Gonzáles Nelson U. (2015), en la Tesis *“Zonificación mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la Capacidad Portante del Suelo, para Viviendas Unifamiliares en la Expansión Urbana del Anexo Lucmacucho Alto - Sector Lucmacucho, Distrito De Cajamarca.”*, en donde tuvo como objetivo zonificar el Anexo Lucmacucho Alto mediante la clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del mismo para viviendas unifamiliares del sector. Debido a que diferentes ciudades experimentan un acelerado proceso de urbanización, cuyos habitantes construyen sus viviendas en zonas inseguras, debido a que no se realizan estudios que garanticen la estabilidad de suelo, realidad que se vive en el Sector Lucmacucho Alto y situación que se pretendió mejorar con la tesis, es por ello que se decidió investigar la zonificación de dicho anexo. La investigación se basó fundamentalmente en obtener la capacidad portante del suelo existente, haciendo uso de la fórmula de Terzaghi y los parámetros característicos del suelo; mediante tablas se determinó la cohesión y ángulo de fricción interna de los tipos de suelos, encontrados en función a la clasificación de los suelos mediante el Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (SUCS), en las 17 calicatas distribuidas por el método de la cuadrícula en un área aproximada de 6 hectáreas, considerando además como datos asumidos para el cálculo una profundidad de 1.50 m y un ancho de 0.80 m de cimiento corrido, cimentación más común en la construcción de viviendas unifamiliares. Como resultado se obtuvo que, el suelo de la zona en estudio a una profundidad de 1.50 m presenta una capacidad portante admisible de diseño que varía de 0.19 Kg/cm<sup>2</sup> a 2.03 Kg/cm<sup>2</sup>, y los siguientes tipos de suelos: Limo arenoso (ML), arcilla ligera arenosa (CL), arena limosa (SM), limo elástico arenoso (MH), arenas arcillosas (SC), arcillas limosas orgánicas con baja

plasticidad (OL), suelo orgánico con arena (OH), gravas arcillosas (GC) y arenas densas arenosas (CH).

Carranza Morales Ingrid Fiorella y Ponce Torres Adriana Fiorella (2017), en la Tesis *“Estudio de Zonificación Geotécnica en el Sector III Del Centro Poblado El Milagro para el Diseño de Cimentaciones Superficiales”* en el cual se identificó que esa zona perteneciente al Distrito de Huanchaco no contaba con Estudios Básicos de Ingeniería.

El objetivo principal de este estudio es el Mapeo de Zonificación Geotécnica en el Sector III del Centro Poblado El Milagro, en esta zona han emergido edificaciones de material rústico y noble construidas de una manera informal nos da a conocer que carecen de estudios para ello necesitamos realizar una investigación concisa para adquirir información geotécnica. Así mismo se desarrollará esta investigación de una manera minuciosa para que toda la información recolectada sea de uso referencial para los futuros proyectos de construcción. Para llevar a cabo esta investigación se buscó zonificar estratégicamente la ubicación de los pozos de extracción de muestras para posteriormente determinar sus propiedades físicas y mecánicas de este suelo extraído y determinar su capacidad de carga que presenta esta zona y finalmente realizar un diseño de cimentaciones superficiales en el sector III de El Milagro. Finalmente recolectando todos los datos obtenidos nos mostrará conocer tanto cualitativa como cuantitativamente el área de estudio permitiendo establecer cuáles son los usos correctos que se le debería otorgar a estas áreas para un buen diseño de cimentaciones.

## Locales

Tavera Hernando (2014), en el Programa Presupuestal N° 068 *“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres - Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica y Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico - Zonificación Sísmica Geotécnica de la Ciudad De Chimbote”*, en donde tuvo como una de sus actividades la “Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico” obteniéndose como resultado final, la Zonificación Sísmica - Geotécnica de la ciudad de Chimbote, distrito de Chimbote, provincia del Santa, Departamento de Ancash. El estudio permitió conocer el Comportamiento Dinámico del Suelo a partir de la recolección de información y aplicación de métodos sísmicos, geofísicos, geológicos, geomorfológicos y geotécnicos. Asimismo, se propuso los posibles escenarios a presentarse ante la ocurrencia de inundaciones por crecidas del río Lacramarca y por tsunamis.

Los resultados obtenidos para la Ciudad de Chimbote han permitido identificar, según el procedimiento establecido en la Norma E-030, la existencia de tres (3) zonas sísmicas-geotécnicas correspondientes a suelos Tipo S2, S3 y S4, este último asociado a condiciones excepcionales.

El Mapa de Zonificación Sísmica-Geotécnica para la ciudad de Chimbote se constituye como información primaria a ser utilizada por ingenieros civiles y arquitectos en el diseño y construcción de estructuras apropiadas para cada uno de los tipos de suelos identificados en este estudio.

Hernando Tavera (2014), en el Programa Presupuestal N° 068 *“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres - Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica y Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico - Zonificación Sísmica Geotécnica de la Ciudad De Nuevo Chimbote”*, en donde tuvo como una de sus actividades la *“Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico”* obteniéndose como resultado final, la Zonificación Sísmica - Geotécnica de la ciudad de Nuevo Chimbote, Distrito de Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash. El estudio permite conocer el Comportamiento Dinámico del Suelo a partir de la recolección de información y aplicación de métodos sísmicos, geofísicos, geológicos, geomorfológicos y geotécnicos. Asimismo, se propone los posibles escenarios a presentarse ante la ocurrencia de inundaciones por crecidas del río Lacramarca y por tsunamis.

Los resultados obtenidos para la Ciudad de Nuevo Chimbote han permitido identificar, según el procedimiento establecido en la Norma E.030, la existencia de dos (2) zonas sísmicas-geotécnicas correspondientes a suelos Tipo S2 y S4, este último asociado a condiciones excepcionales.

El Mapa de Zonificación Sísmica-Geotécnica para la ciudad de Nuevo Chimbote se constituye como información primaria a ser utilizada por ingenieros civiles y arquitectos en el diseño y construcción de estructuras apropiadas para cada uno de los tipos de suelos identificados en este estudio.

Córdova Quiñones Luis Junior y Sánchez Abanto Juan Miguel (2019), en la Tesis *“Zonificación Geotécnica de los Suelos de Asentamiento Urbano con Fines de Cimentación en el Distrito de Samanco – Provincia Del Santa - Departamento Ancash”*, en donde se dieron conocer las características del terreno, con la finalidad de utilizarlas en el análisis de las cimentaciones de viviendas.

Los suelos de asentamiento urbano considerados en esta investigación pertenecen a seis centros poblados del distrito: Huambacho El Arenal, Huambacho La Huaca, Los Chimus, La Capilla, Samanco y San Pedrito. En estos centros poblados se ejecutaron puntos de investigación de campo (sondajes, auscultación con DPL y ensayo densidad de campo con cono de arena) y se recolectaron muestras de suelos para los ensayos de laboratorio (clasificación unificada de suelos, densidad máxima - mínima y corte directo).

Se determinó que los tipos de suelos predominantes en los asentamientos urbanos del distrito de Samanco, son la arena limosa (SM) y la arena mal graduada (SP). También se evidenció la presencia de limos y arcillas ambos arenosos inorgánicos de baja plasticidad (ML, CL) en los CC.PP. de Huambacho El Arenal, Huambacho La Huaca, Los Chimus y La Capilla.

Los suelos con alta capacidad portante son los pertenecientes a la zona geotécnica I del CC.PP. San Pedrito.

Los suelos con capacidad portante media son los pertenecientes a las zonas geotécnicas: II del CC.PP. Huambacho El Arenal, II y III del CC.PP. Huambacho La Huaca, II del CC.PP. Los Chimus, I y II del CC.PP. La Capilla y II del CC.PP. Samanco.

Los suelos con baja capacidad portante son los pertenecientes a las zonas geotécnicas: I del CC.PP. Los Chimus y I del CC.PP. Samanco.

## **Fundamentación Científica**

### **Mecánica de suelos**

### **Cimentaciones**

Las cimentaciones se encuentran en toda edificación y transmiten directamente las cargas al terreno, distribuyendo las cargas del edificio para que pueda soportar la edificación sin sufrir deformaciones excesivas. (Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.050 suelos y cimentaciones).

### **Tipos de cimentación**

Según Pisfil Simpalo (2013, p.45): “La cimentación de un edificio la componen los elementos estructurales que soportan la superestructura que se encuentran ubicados debajo del nivel del terreno y apoyados en uno de sus estratos. El objetivo principal al escoger un determinado tipo de cimentación es distribuir la carga uniformemente de modo que no exceda la capacidad de carga permisible del terreno”. Los tipos de cimentaciones que se pueden usar dependen de la capacidad portante del suelo en tanto sea permisible su uso, se tiene que tener en cuenta que la carga está distribuida uniformemente en el terreno para que no se genere los asentamientos diferenciados.

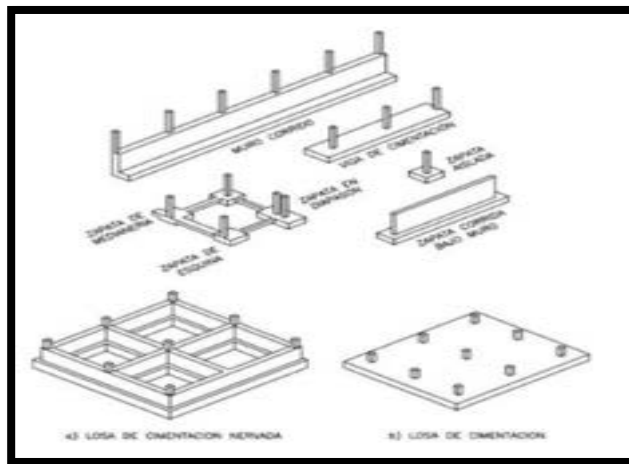
Los cimientos pueden clasificarse en cimentaciones propiamente dichas, anclajes y muros pantalla. Las primeras transmiten al terreno principalmente esfuerzos de compresión y momentos flectores, contada siempre desde la línea de cota de la obra, en directas o superficiales, cimentación en pozo y cimentaciones profundas.

Se clasificación de cimentaciones pueden ser superficiales, profundas:

## ***Zapatas Superficiales***

Según (Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.050 suelos y cimentaciones. ICG. Tomo 2 estructuras, 2014, p. 78). Son superficiales cuando transmiten la carga al suelo por presión bajo su base sin rozamientos laterales de ningún tipo, también es cuando tiene una profundidad de entre 0.50 m. y 4 m. Engloban las zapatas en general y las losas de cimentación, los distintos de cimentación superficial dependen de las cargas de la estructura.

- Puntuales: Zapatas aisladas, centrada, combinada, medianera, esquinera.
- Lineales: Zapatas corridas, bajo muro, bajo pilares.
- Superficiales: Losas de cimentación.

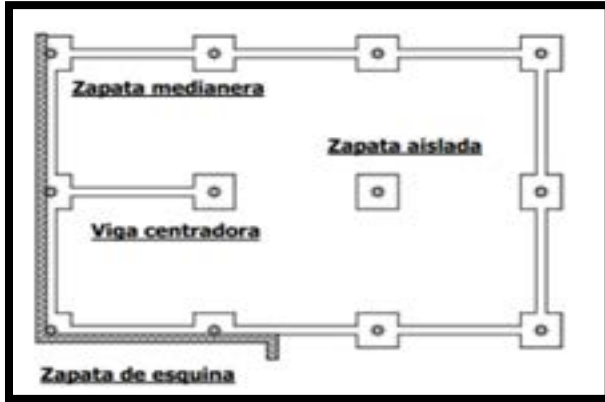


***Figura 1. Zapata Superficial***

## ***Zapatas Aisladas***

Las zapatas aisladas son de forma cuadrada o rectangular, soportan un único pilar. Cuando las zapatas sufren una excentricidad alta en cualquiera de sus direcciones, es necesario el uso de vigas de cimentación para disminuir los momentos aplicados. En todo caso es conveniente el uso de estos elementos en el perímetro de la cimentación con el objetivo de disminuir la

incidencia de los asentamientos diferenciales. (Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.050 suelos y cimentaciones).



*Figura 2. Zapata Aislada*

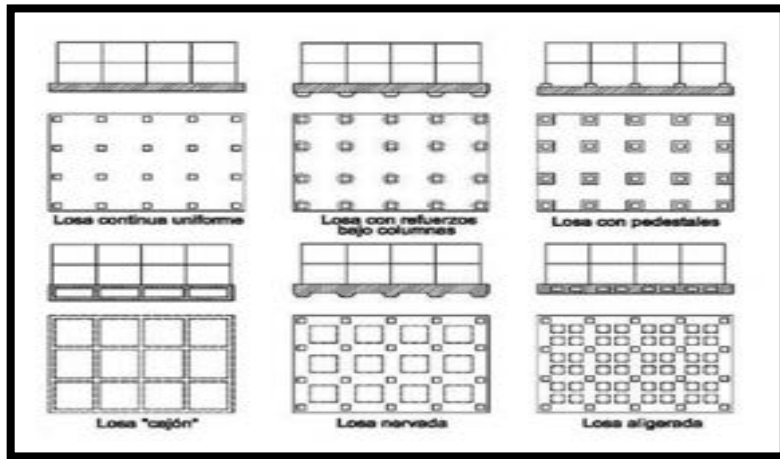
### ***Zapata Combinada***

Son aquellas fundaciones que soportan más de una columna. Se opta por esta solución cuando se tienen dos columnas muy juntas y al calcular el área necesaria de zapata para suplir los esfuerzos admisibles sobre el suelo nos resulta con sus áreas montadas.

También se puede construir una zapata combinada en el caso de que una de la zapata sea medianera y se quiera unir con una de las fundaciones interiores, aquí la zapata cumpliría la función de viga de cimentación, también se puede dar cuando el esfuerzo admisible es pequeño y se requiere de un área grande de fundación. (Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.050 suelos y cimentaciones).

### ***Losa de cimentación***

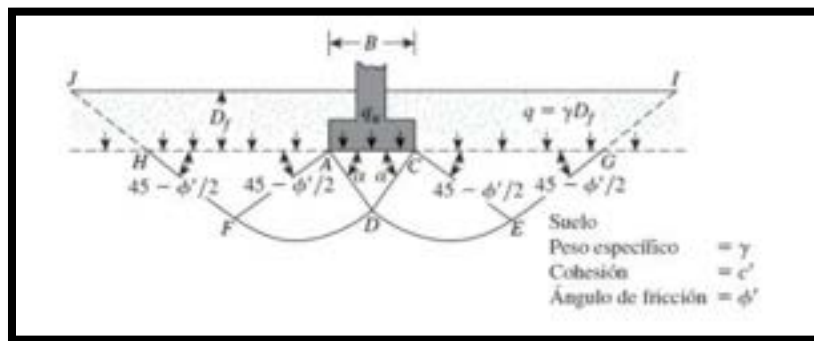
La losa de cimentación se define como una estructura que soporta varias columnas o muros al mismo tiempo. Se emplea cuando la capacidad de carga del suelo es muy baja o cuando el área cimentada es mayor al 75% del área total del terreno. (Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.050 suelos y cimentaciones)



**Figura 3.** Losa de Cimentación

### **Teorías de capacidad de carga**

De acuerdo a esta teoría, una cimentación es superficial si su profundidad,  $D_f$  es menor igual o menos a su ancho, luego sugirieron que las cimentaciones con  $D_f$  igual a tres o cuatro veces su ancho se podían definir como cimentaciones superficiales. (Mecánica de Suelos Das,2011).



**Figura 4.** Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua.

Luego aplicando un análisis de equilibrio, Terzaghi expresó la capacidad de carga última para una cimentación continua o corrida, esto se muestra en la Ecuación 7.

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

Ecuación 7. Ecuación de la capacidad de carga última de Terzaghi

$$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$$

Ecuación 8. Ecuación para hallar el factor de capacidad de carga (Nq)

Donde:

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

Ecuación 9. Ecuación para hallar el factor de capacidad de carga (Nc)

C = Cohesión del suelo

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

$\gamma$  = Peso específico del suelo

Ecuación 10. Ecuación para hallar el factor de capacidad de carga (N $\gamma$ )

q =  $\gamma D_f$

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4 \gamma BN_\gamma$$

Ecuación 11. Ecuación de la capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3 \gamma BN_\gamma$$

Ecuación 12. Ecuación de la capacidad de carga última de cimentaciones circulares

Tabla 2.  
Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.08	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.85	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.66	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	1460	5.45	2.18	43	134.58	125.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.98	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.25	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.71	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Figura 5. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

Fuente. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones (Das,2011).

Para calcular la capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas y circulares, la ecuación se puede modificar respectivamente a:

Para cimentaciones que presentan el modo de falla local por corte en suelos, Terzaghi sugirió las modificaciones siguientes para las ecuaciones:

$$q_u = \frac{2}{3} c' N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Ecuación 13. Ecuación de la capacidad de carga última por el modo de falla local para cimentaciones continuas

$$q_u = 0.867 c' N_c + q N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

Ecuación 14. Ecuación de la capacidad de carga última por el modo de falla local para cimentaciones cuadradas

$$q_u = 0.867 c' N_c + q N_q + 0.3 \gamma B N_\gamma$$

Ecuación 15. Ecuación de la capacidad de carga última por el modo de falla local para cimentaciones circulares

$N_c'$ ,  $N_q'$  y  $N_\gamma'$  Los factores de capacidad de carga modificados, se pueden calcular utilizando las ecuaciones de los factores de capacidad de carga de carga reemplazando  $\phi$  por  $\phi' = \tan^{-1} (2/3 \tan \phi)$  la variación de  $N_c'$ ,  $N_q'$  y  $N_\gamma'$  con el ángulo de fricción del suelo  $\phi$  se da en la Figura N° 5.

Tabla 3.  
Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi.

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.006	0.07	27	23.84	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.00
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.38	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.88	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.25	4.07	44	118.37	115.31	224.04
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.75
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	498.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

FUENTE: "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones". (Das, 2011)

Figura 6. Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi.

Las ecuaciones de capacidad de carga de Terzaghi ahora se han modificado para tomar en cuenta los efectos de la forma de la cimentación ( $B/L$ ), la profundidad de empotramiento ( $D_f$ ) y la inclinación de la carga.

### **Capacidad de carga última**

Según Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 suelos y cimentaciones, la capacidad de carga del suelo de los cimientos depende de la resistencia al corte y compresibilidad del terreno de fundación, y también de los factores producidos por la construcción y el funcionamiento de las estructuras.

Cuando dimensionamos los cimientos en función de la magnitud de las cargas, necesitamos determinar un valor de presión media para que pueda aplicarse en el contacto suelo-fundación, y permitir un comportamiento satisfactorio de la cimentación.

Debemos considerar la posible incidencia de las condiciones relativas a la ubicación y profundidad de la fundación y factores del tipo y diseño. La presión portante permisible, constituye una medida de la capacidad de carga del suelo de soporte de un sitio dado.

Los métodos analíticos de la geotecnia permiten cuantificar ciertos factores, pero pueden requerir la aplicación del buen juicio del ingeniero. Se consideran los siguientes criterios generales:

- No presentar movimientos en la fundación y el buen funcionamiento de la estructura.
- Deben aplicarse en forma equilibrada los criterios de seguridad.

## Capacidad de carga permisible

Según Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 suelos y cimentaciones, la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones superficiales, se calcula aplicando un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última

$$q_{perm} = \frac{q_u}{FS}$$

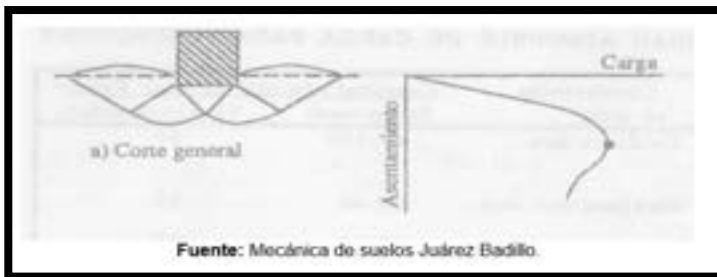
Ecuación 16. Ecuación para hallar la capacidad de carga permisible ( $q_{perm}$ )

## Tipos de fallas de los suelos

Son tres los tipos de fallas más comunes en cimentaciones. (Mecánica de Suelos, Juárez Badillo, 2010)

### Falla por corte general

Se caracteriza por la presencia dentro del terreno de una superficie de deslizamiento continuo que se inicia en el borde de la cimentación y que avanza hasta la superficie del terreno.

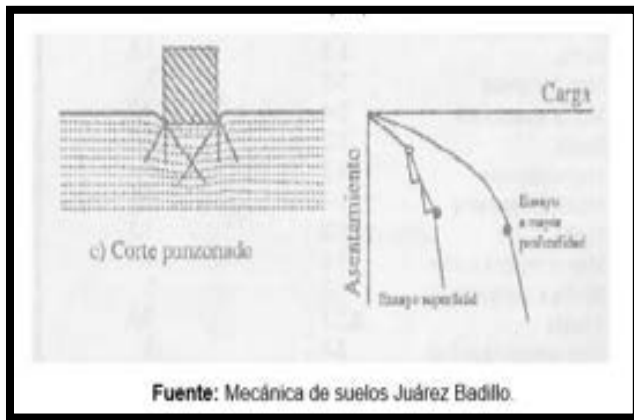


*Figura 7. Falla por corte general*

Esta falla por lo general es catastrófica ya que genera una inclinación del cimiento a menos que la estructura no lo permita, por lo que el colapso ocurre en un solo lado de la cimentación y se expande el suelo hacia los costados del cimiento.

### Falla por punzonamiento

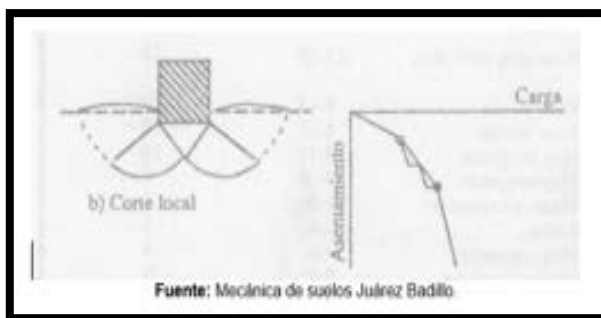
Generada por el movimiento vertical de la cimentación y el suelo ubicado debajo de ella se comprime, la rotura se presenta por corte alrededor de la cimentación. No afecta a la superficie del suelo por lo que no se divisan movimientos antes de la rotura, solos si se sigue aumentando la carga se mantiene el equilibrio entre ambos y no llega a producirse colapsos sino pequeños asentamientos bruscos.



*Figura 8. Falla por corte Punzante*

### Falla por corte local

Esta falla está entre las dos fallas que se mencionaron antes, tiende a generar que sobresalga el suelo a los costados de la cimentación ya que la compresión vertical debajo de la cimentación es fuerte y la superficie de deslizamiento termina en algún punto de la misma masa del suelo.



*Figura 9. Falla por corte local*

## Capacidad de carga admisible y factor de seguridad

Según Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 suelos y cimentaciones, la capacidad de carga admisible es la carga con la que el suelo llega a fallar, es decir, a valores tales que, si esos esfuerzos se comunicaran al material, este quedaría en estado de falla incipiente. Es por ello que estos valores no son los que se asignan a las cimentaciones en estado reales.

Debe saberse que la capacidad de carga en todo calculo será menor que el de falla y por lo tanto deberá estar lejos para mayor seguridad, para brindar seguridad y cubrir las incertidumbres de la magnitud de las cargas actuantes.

Ya en la práctica se optado por simplificar la capacidad de carga admisible por una parte o fracción de la capacidad de carga de falla, que se logra dividiéndole por un factor de seguridad que siempre será un número mayor que 1.

$$Q_{adm} = \frac{Q_d}{F_s}$$

Dónde:

$Q_{adm}$  = Capacidad de carga admisible.

$Q_d$  = Capacidad de carga última (falla).

$F_s$  = Factor de seguridad.

Los valores del factor de seguridad pueden variar según el grado de incertidumbre y el tipo de obra a ejecutar.

- Por lo que en el análisis de las cargas actuantes se considera:
- Solo las cargas permanentes se recomienda usar un factor de seguridad = 3.
- Cargas permanentes y cargas vivas, el factor de seguridad puede reducirse a = 2 – 2.5.

- En regiones que se presente efectos de sismo, el factor de seguridad puede tomar valores como = 1.5.
- El doctor Terzaghi recomienda usar un factor de seguridad que no sea menor que 3.

Todo se puede resumir en la siguiente ecuación:  $Q_{adm} = \frac{Q_d}{3}$

## **2.- Justificación de la Investigación**

Actualmente se aprecia cómo es que el crecimiento poblacional y la falta de conocimientos técnicos, genera que la autoconstrucción se realice sin sostén profesional, siendo una de las falencias la poca importancia al diseño de cimentaciones, no siendo ajeno a tal problemática la zona del C.P. Tambo Real.

Es por eso que, se ha trazado tomar como base un estudio de Mecánica de Suelos realizado en un área aledaña a la zona de exploración, en donde se han realizado búsquedas de muestreo como calicatas y/o estudios similares, todo ello con el objetivo de tener un respaldo oficial y poder brindar a la población, información técnica del suelo de fundación sobre el cual se van a construir las viviendas futuras, las mismas que deben brindar seguridad y confiabilidad; colateralmente, los resultados de esta investigación, tiende a brindar como una referencia para otros investigadores que sigan por este mismo sendero de indagación.

## **Problema**

A medida que el tiempo avanza, al mismo tiempo la expansión urbana también lo hace, y el sector de Tambo Real no ha sido ajeno a ello, sin embargo, se realizan edificaciones sin tener conocimiento geotécnico del suelo de fundación y, por ende, no cumplen con los parámetros técnicos en lo que refiere al diseño de cimentaciones.

Es decir, se levantan construcciones sobre suelos que no se tiene la remota idea de la conformación de sus estratos, y que con el correr del tiempo, pueden generar daños irreversibles y hasta mortales, debido a que la edificación tendría una pobre capacidad de respuesta ante un fenómeno natural, es por eso la gran importancia de conocer las características propias del suelo para poder pronosticar su comportamiento.

Ante esta situación, se plantea realizar una alternativa de diseño de cimentación, con el fin de brindar a los pobladores de esa zona, información concisa con datos confiables que aporten a las construcciones, referido al conocimiento del suelo de fundación en donde se alzarán las edificaciones, evitando así pérdidas materiales y hasta humanas debido a los sismos frecuentes a los que estamos expuestos.

## **Formulación del problema**

Por lo expuesto, se plantea el siguiente problema de Investigación:

*¿Qué importancia tiene conocer la Zonificación Geotécnica del Suelo de Fundación para el Diseño de Cimentaciones Superficiales del C.P. Tambo Real?*

#### 4.- Conceptualización y operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Diseño de Cimentación	Diseñar la porción de la edificación la cual trasfiere al subsuelo las cargas de toda la estructura.  <i>(Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-050, Artículo N° 05 – Definiciones)</i>	Grupo de acciones y estudios que se efectúa para precisar las dimensiones de la estructura que va a soportar y transmitir las cargas al subsuelo.	-Teorema de Terzaghi	- Valor de la capacidad de carga según los parámetros de Terzaghi.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Zonificación Urbana	Procedimiento moderador que constituye de forma exhaustiva, un área con la cual se plantea el uso del suelo más idóneo.	Se hallará de acuerdo a la clasificación de suelos, en donde se tendrá que conocer parámetros como capacidad portante, tipo de suelos, etc; obteniéndolos mediante la observación de datos, como son los antecedentes de una exploración de suelos realizados con anterioridad cerca de la zona de estudio.	-Tipología del Suelo  -Capacidad del Suelo	-Índice de Plasticidad, Análisis Granulométrico, Límite Líquido, Límite Plástico.  -Capacidad portante del suelo.

## **Hipótesis**

Con el diseño de cimentación en el C.P. Tambo Real, permitirá optimizar la edificación de viviendas de la zona.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Determinar el diseño de cimentación para las viviendas del C.P. Tambo Real, Distrito de Santa, provincia del Santa, departamento de Ancash.

### **Objetivos Específicos**

- Identificación y ubicación de la zona de estudio.
- Solicitar información con relación a la capacidad portante del suelo en estudio, a la Municipalidad Provincial del Santa y/o Universidad San Pedro.
- Proponer un diseño de cimentación en la zona de estudio.
- Elaboración del mapa de zonificación de la zona en estudio.

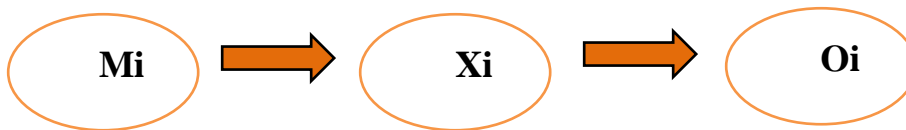
## II- METODOLOGÍA

### Tipo de Investigación

El tipo de investigación en el presente proyecto, tomando en cuenta la orientación viene a ser descriptiva y de nivel explicativo, debido a que se indaga una propuesta de diseño de cimentación para las viviendas venideras en el C.P Tambo Real, en el Distrito de Santa.

### Diseño de Investigación

El diseño de la investigación, tiende a ser No experimental transversal, puesto que se realizará sin manejo premeditado de la variable, recolectándose información en un solo instante, los mismos que serán admitidos para el diseño de cimentación requerido para las viviendas a proyectarse en el C.P. Tambo Real, en el Distrito de Santa.



**Mi:** C.P. Tambo Real

**Xi:** Ratificación del Estudio de Mecánica de Suelos

**Oi:** Propuesta de diseño de cimentación para viviendas del C.P Tambo Real

## **Población**

La población tomada en este proyecto de investigación, está referida a la totalidad del área de terreno del C.P. Tambo Real, contando con una superficie de 165 016.33 m<sup>2</sup> y 21 manzanas, todo ello señalado en el plano de ubicación.

## **Muestra**

La muestra para el proyecto en marcha está apoyada en el estudio geotécnico para la obtención de las propiedades mecánicas y físicas del suelo a estudiar, fundamentado en un Estudio de Mecánica de Suelos de un proyecto anterior en la misma zona a indagar.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos, confiabilidad y validez

## **Técnicas**

Se hizo uso de la técnica siguiente

### ***Observación***

Esta técnica nos accedió a almacenar los datos más necesarios que íbamos a necesitar dentro de la zona a investigar, siendo uno de ellos la profundidad de capas u horizontes, sus estudios preliminares en donde se obtuvo sus características físicas y demás tipologías del terreno que influyó en la investigación apoyado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.

Por consiguiente, se tomó el registro de las exploraciones presentadas dentro del Estudio de Mecánica de suelos preliminar, teniendo 05 calicatas con la nomenclatura C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5, presentando su propio perfil estratigráfico.

### **Instrumentos**

Se utilizaron parámetros y formatos estándar de las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), permitiendo acopiar resultados con características confiables de los ensayos a continuación:

- *Predimensionamiento de Cimentación*

- Predimensionamiento de zapatas RNE E-060 Concreto Armado

- *Pruebas del Estudio de Suelos preliminar*

- RNE E-050 (Análisis Granulométrico por Tamizado) ASTM D422, NTP 339.128
- RNE E-050 (Contenido de Humedad) ASTM D2216, NTP 339.127
- E 050 (Limite Líquido) ASTM D4318, NTP 339.129
- E 050 (Limite Plástico) ASTM D4318, NTP 339.129
- E 050 (Corte Directo) ASTM D3080, NTP 339.170

### *Software*

- AutoCAD 2017, programa para la elaboración de planos.
- Excel 2016, programa en donde se usaron hojas de cálculo en donde se hizo uso del Método de Terzaghi.

## Validez y confiabilidad

En esta investigación se utilizó un Estudio de Mecánica de Suelos de un proyecto anterior realizado cerca de la zona de investigación, con el objetivo de usarlo para el diseño de una cimentación siguiendo los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones, confiando en los resultados y sin que se solicite ratificación de especialistas debido a que los formatos utilizados, son los clásicos según la Norma Técnica Peruana.

## Procesamiento y Análisis de Datos

Para ello se obtendrá los datos y detalles de las calicatas que utilizaron en un proyecto anterior, el cual contempla en el Estudio de Mecánica de Suelos.

## *Procesamiento y análisis de observación*

Para ello se obtuvo los datos de 5 calicatas, con una profundidad de estudio 1.50 metros, en la siguiente tabla se muestran los detalles de las calicatas:

**Tabla 1**  
*Ubicación de calicatas*

CALICATA	COORDENAS UTM		PROF.	UBICACIÓN DE LA CALICATA
	ESTE	NORTE	CALICATA (m)	
C - 1	765600.0000	9008519.9825	-1.50	Esquina del Jr. Santos Chocano y el Jr. Cesar Vallejo.
C - 2	765811.6958	9008473.7575	-1.50	En la esquina del Jr. Jorge Chávez y pasaje S/N
C - 3	765720.5802	9008610.9675	-1.50	Esquina del Daniel Alcides Carrión y Jr. Jorge Chávez.
C - 4	765936.0939	9008567.3764	-1.50	Esquina del Jr. Ricardo Palma y Jr. Eugenio Jara.
C - 5	765950.5804	9008715.1159	-1.50	Esquina de la calle Simón Bolívar y Calle Mariano Melgar.

*Fuente: Estudio de Mecánica suelos, laboratorio privado*

### ***Procesamiento y Análisis de Software***

Se realizarán análisis de los datos que obtuvimos, para poder ser interpretados y poder ejecutar el cumplimiento trazado en los objetivos específicos, haciendo uso de programas especializados y con ello diseñar una cimentación para viviendas del C.P Tambo Real, según método de Terzaghi.

### III. RESULTADOS

#### Ubicación geográfica de la zona de estudio

Región	: Ancash
Provincia	: Del Santa
Distrito	: Santa
Localidad	: Tambo Real Nuevo
Zona	: Costa

#### Datos obtenidos del estudio de suelos preliminar

##### *Contenido de Humedad*

En lo que refiere a los resultados de contenido de humedad dentro los 05 puntos de investigación o calicatas, se pudo observar los niveles presentados en la tabla siguiente (Tabla 2), el mismo que nos da a entender que el terreno a investigar presenta un bajo contenido de humedad.

**Tabla 2**  
*Resultado Contenido de Humedad*

CALICATA	HUMEDAD NATURAL (%)
C - 1	0.68
C - 2	0.79
C - 3	0.71
C-4	0.85
C-5	0.75

**Fuente:** *Estudio de Mecánica de Suelos, laboratorio privado*

### *Análisis Granulométrico por Tamizado*

Observando y manipulando el Estudio de suelos preliminar, pudimos saber que, las 05 calicatas tomadas como puntos de estudio, fueron hechas a una profundidad de 1.50m, teniendo una clasificación según AASHTO, A-2-4(0) como material granular con partículas finas; en cuenta a la clasificación SUCS, se apreció que poseemos un suelo con denominación SP (arenas mal graduadas).

**Tabla 3**  
*Resultados del Análisis Granulométrico por Tamizado*

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	AAHSTO	S.U.C.S.
C - 1	M - 1	1.50	A-2-4(0)	SP
C - 2	M - 1	1.50	A-2-4(0)	SP
C - 3	M - 3	1.50	A-2-4(0)	SP
C - 4	M - 4	1.50	A-2-4(0)	SP
C - 5	M - 5	1.50	A-2-4(0)	SP

*Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos, laboratorio privado*

### *Límites de Atterberg*

Del ensayo de los límites de Atterberg, se pudo apreciar los siguientes resultados plasmados en la Tabla 4, el cual nos dio una referencia que, el suelo del C.P. Tambo Real, no presenta límites de consistencia dentro de toda su expansión, verificadas con las 05 calicatas exploradas en la zona, en donde se dedujo también, la no presencia de índice de plasticidad en el área de estudio.

**Tabla 4***Resultados de los Límites de Atterberg*

CALICATA	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C - 1	NP	NP	NP
C - 2	NP	NP	NP
C - 3	NP	NP	NP
C - 4	NP	NP	NP
C - 5	NP	NP	NP

*Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos, laboratorio privado***Capacidad Admisible del Terreno**

Del cálculo de la capacidad admisible de los suelos se obtuvo los datos plasmados en las Tablas 6 al 10, en la cual podemos observar lo siguiente: Se pudo determinar que el suelo del C.P. Tambo Real muestra una capacidad portante admisible promedio de 1.63 kg/cm<sup>2</sup>, luego de haberse investigado en las 05 calicatas realizadas en el Estudio de Mecánica de suelos.

**TABLA 5***Resultado de Capacidad Admisible de los Suelos*

CALICATAS	PESO ESP. $\gamma$ (gr/cm <sup>2</sup> )	ÁNGULO FRICCIÓN ( $\phi$ )	PROFUNDIDAD DESPLANTE B (m)	FACTOR SEGURIDAD FS	CAP. ADMISIBLE Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
C - 1	1.825	22	1.50	3	1.73
C - 2	1.815	27	1.50	3	1.41
C - 3	1.826	28	1.50	3	1.72
C - 4	1.825	28	1.50	3	1.65
C - 5	1.835	28	1.50	3	1.67

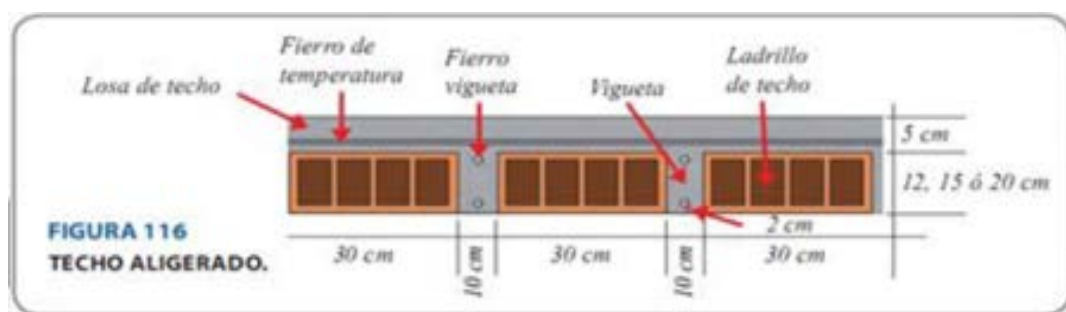
*Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos, laboratorio privado*

## Resultados de la propuesta de diseño de cimentación

Se realizaron los cálculos para poder obtener el diseño de cimentación para las viviendas futuras del C.P. Tambo Real, para ello, se efectuó una propuesta de diseño de una zapata cuadrada que corresponde a una vivienda unifamiliar de dos (2) niveles, basados en los ensayos de Mecánica de suelos realizados en el proyecto “*CONSTRUCCION Y AMPLIACION DE PISTAS Y VEREDAS EN EL C.P. TAMBO REAL NUEVO, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH*”.

Para las dimensiones de una zapata cuadrada se consideró una falla local por corte, debido a que la cimentación se encuentra sobre un suelo arenoso y suelos limosos. Para ello utilizaremos la Teoría de Terzaghi y el Reglamento Nacional de Edificaciones, estipulado en la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones, en el cual podemos obtener que, para suelos friccionantes como las gravas, arenas y gravas arenosas, se emplea una cohesión igual a cero. Acotar también que, para el predimensionamiento de los elementos estructurales para la vivienda típica, utilizaremos los lineamientos de la Norma E.060 de Concreto Armado.

### PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA ALIGERADA



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

**h** : peralte de losa

**LL** : Luz libre

➔ S/C < 300 a 350 kg/m<sup>2</sup>

Ln	ESPESOR DE LOSA	ALTURA DE LADRILLO
4m	17cm	12cm
5m	20cm	15cm
6m	25cm	20cm
7m	30cm	25cm

**PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA MACIZA Y LOSA ALIGERADA**

**PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSAS MACIZAS DE CONCRETO ARMADO**

1.- PREDIMENSIONAMIENTO DEL ESPESOR DE LOSA (e):

L1 mayor = 2.500 m ; L2 menor = 0.900 m Nota: Espesor Mínimo 12.5cm

1.1.- CRITERIOS APLICAVOS (e): ESPESOR MINIMO  $e_{min} = L1 / 40 = e_{min} = 0.063 \text{ m}$

1.2.- CRITERIOS APLICAVOS (e): ESPESOR MAXIMO  $e_{max} = H_{(alig)} - 0.05 = e_{max} = 0.150 \text{ m}$

1.3.- CRITERIOS APLICAVOS (e): ESPESOR MÍNIMO POR EL A.C.I.  $e = 0.150 \text{ m}$

$$e = \frac{L1 \left( 0.8 \times \left( \frac{Fy}{14000} \right) \right)}{36 + 9\beta} \quad e = 0.045 \text{ m}$$

$\beta = L1 / L2$   
 $\beta = 2.78$

$(L1 / L2) \geq 2$  ..... Losas Macizas en 1 Dirección  
 $(L1 / L2) < 2$  ..... Losas Macizas en 2 Direcciones

**LOSA MACIZA EN 1 DIRECCION**

# PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSAS ALIGERADAS DE CONCRETO ARMADO

## 1.- DATOS DE LOS MATERIALES:

Resistencia del Concreto;  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  P. Especifico: 2400 kg/m<sup>3</sup>  
 Efluencia del Acero; Grado 60  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  7800 kg/m<sup>3</sup>

## 2.- PREDIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA:

$L_n$  Menor de los Tramos;  $L_n = 4.500 \text{ m}$

## 3.- CARGAS CARGAS MUERTAS Y VIVAS:

P.P. Tabiqueria Movil = 100 kg/m<sup>2</sup>  
 P.P. Acabados = 100 kg/m<sup>2</sup>

### 1er. Criterio Típico Aplicativo:

$$H = \frac{L_n}{25} = 0.180 \text{ m}$$

Usaremos "H total" Losa = 0.20 m

Usar Ladrillo Hueco de 30 x 30 x 15  
 Usar Losita de C/A de hf = 5 cm

Peso Propio Losa Aligerada = 300 kg/m<sup>2</sup> 300  
350

### 2do. Criterio por Sobrecargas:

S/c	150	200	250	300	350	400	450	500
H	$L_n/30$	$L_n/28$	$L_n/26$	$L_n/24$	$L_n/22$	$L_n/21$	$L_n/20$	$L_n/19$

S/C por CV de Entrepiso = 200 kg/m<sup>2</sup>

$WD = 500 \text{ kg/m}^2$      $WD_v = 200 \text{ kg/m}^2$  ;     $WL = 200 \text{ kg/m}^2$      $WL_v = 80 \text{ kg/m}^2$

## 4.- CALCULO DE W:

$$W = WD + WL = 700 \text{ kg/m}^2$$

## 5.- CALCULO DE Wu:

$$W_u = (1.4 \times WD_v) + (1.7 \times WL_v) = 416 \text{ kg/m}^2$$

## 6.- CUANTIA MAXIMA APLICADA:

$$\rho_{max} = 0.18 \cdot \left(\frac{F_c}{F_y}\right) \rightarrow \rho_{max} = 0.0090$$

## 7.- CUANTIA MINIMA REQUERIDA:

$$\rho_{min} = \frac{14}{F_y} \rightarrow \rho_{min} = 0.0033$$

%  $\rho_{min} = 0.33 \%$

## 8.- CALCULO DEL ACERO MINIMO REQUERIDO:

$$A_s \text{ min} = 14 \cdot b \cdot d / F_y \rightarrow A_s \text{ min} = 0.57 \text{ cm}^2$$

Usar como Acero Minimo = 1 Ø 3/8 = 0.71 cm<sup>2</sup>

OK  $A_s \text{ min}$

## 9.- CALCULO DE ACERO DE TEMPERATURA: $\rho = 0.0018$

$$A_s \text{ Temp} = 0.0018 \cdot 100 \cdot 5 \rightarrow A_s \text{ Temp} = 0.90 \text{ cm}^2$$

$$\phi \ 1/4 @ \ S \rightarrow S = 5 \cdot hf \rightarrow S = 0.25 \text{ m}$$

Puede ser:  $S = 0.25 \text{ m}$  ; Max:  $S = 45 \text{ cm}$

Usar como Acero Temperatura = Ø 1/4 @ 25 cm

## 10.- REVISION Y VERIFICACION POR CORTE:

$$\text{Corte Ultimo } (V_u) = 1.15 \cdot W_u \cdot L_n/2 \rightarrow \text{Corte Ultimo } (V_u) = 1,076.40 \text{ kg}$$

$$\text{Corte a "d" de cara} = 1.15 \cdot W_u \cdot L_n/2 - W_u \cdot d \rightarrow \text{Corte a "d" de cara} = 1,088.05 \text{ kg}$$

$$\text{Corte Admisible } (V_{ud}) = 1.1 \cdot 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{F_c} \cdot b \cdot d = 1,220.80 \text{ kg}$$

Verificando  $\rightarrow V_{ud} > V_{uc} \rightarrow$  **EL PREDIMENSIONAMIENTO ES CORRECTO**

**PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS PRINCIPALES O SOLERAS**

## PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO

**1.- DATOS DE LOS MATERIALES:** Resistencia del Concreto;  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 Efluencia del Acero; Grado 60  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

**2.- DATOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO:** Luz mayor de La Viga P;  $L_n = 4.500 \text{ m}$   
 Ancho Tributario;  $B = 2.700 \text{ m}$

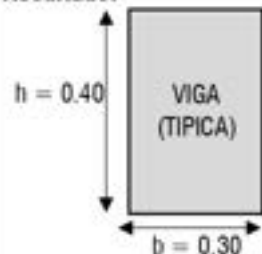
**3.- CARGAS CARGAS MUERTAS Y VIVAS:** P.P. Tabiquería Movil =  $100 \text{ kg/m}^2$   
 P.P. Acabados =  $100 \text{ kg/m}^2$   
 Peso Propio Viga =  $100 \text{ kg/m}^2$   
 h total Losa Alig. =  $0.20 \text{ m}$   
 Peso Propio Losa Aligerada =  $300 \text{ kg/m}^2$   
 S/C por CV de Entrepiso =  $200 \text{ kg/m}^2$

**4.- CALCULO DE W:**  $WD = 600 \text{ kg/m}^2$      $WL = 200 \text{ kg/m}^2$   
 $W = WD + WL = 800 \text{ kg/m}^2$

**5.- CALCULO DE Wu:**  $W_u = (1.4 \times WD_v) + (1.7 \times WL_v) = 1180 \text{ kg/m}^2 = W_u = 0.12 \text{ kg/cm}^2$

**6.- DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS POR EL METODO CONVENCIONAL:**

Resultado:



VIGA (TÍPICA)

$h = L_n / (4 / \text{Raíz } W_u) = h_1 = 0.39 \text{ m} = \text{Usar "h"} = h = 0.40 \text{ m OK}$   
 $b = B / 20 = b_1 = 0.14 \text{ m} = \text{Usar "b"} = b = 0.30 \text{ m OK}$

METODO POR CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN			Base mín = 0.25m
Categoría (A)	Categoría (B)	Categoría (C)	Base Viga
$h_1 = L/10$	$h_1 = L/11$	$h_1 = L/12$	$b_1 = h/2$
$h_1 = 0.450$	$h_1 = 0.409$	$h_1 = 0.375$	$b_1 = 0.206$
	$h_1 = 0.405$		

**PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS SECUNDARIAS O DE AMARRE**

## PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO

**1.- DATOS DE LOS MATERIALES:** Resistencia del Concreto;  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 Efluencia del Acero; Grado 60  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

**2.- DATOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO:** Luz mayor de La Viga S;  $L_n = 2.900 \text{ m}$   
 Ancho Tributario;  $B = 2.500 \text{ m}$

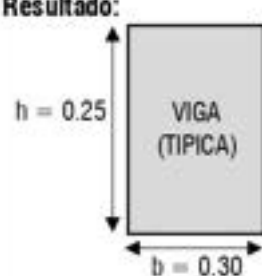
**3.- CARGAS CARGAS MUERTAS Y VIVAS:** P.P. Tabiqueria Movil =  $100 \text{ kg/m}^2$   
 P.P. Acabados =  $100 \text{ kg/m}^2$   
 Peso Propio Viga =  $100 \text{ kg/m}^2$   
 h total Losa Alig. =  $0.20 \text{ m}$   
 Peso Propio Losa Aligerada =  $300 \text{ kg/m}^2$   
 S/C por CV de Entrepiso =  $200 \text{ kg/m}^2$

**4.- CALCULO DE W:**  $WD = 600 \text{ kg/m}^2$        $WL = 200 \text{ kg/m}^2$   
 $W = WD + WL = 800 \text{ kg/m}^2$

**5.- CALCULO DE Wu:**  $Wu = (1.4 \times WDv) + (1.7 \times WLv) = 1180 \text{ kg/m}^2 = Wu = 0.12 \text{ kg/cm}^2$

**6.- DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS POR EL METODO CONVENCIONAL:**

Resultado:



VIGA (TIPICA)

$h = L_n / (4 / \text{Raíz } Wu) = h1 = 0.25 \text{ m} = \text{Usar "h"} = h = 0.25 \text{ m OK}$   
 $b = B / 20 = b1 = 0.13 \text{ m} = \text{Usar "b"} = b = 0.30 \text{ m OK}$

METODO POR CATEGORIA DE EDIFICACION			
Categoria (A)	Categoria (B)	Categoria (C)	Base Viga
$h1 = L/10$	$h1 = L/11$	$h1 = L/12$	$b1 = h/2$
$h1 = 0.290$	$h1 = 0.264$	$h1 = 0.242$	$b1 = 0.133$

Base mín = 0.25m

## PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

### PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO DISEÑO POR SISMO

#### 1.- DATOS ASUMIDOS POR SISMO (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES) :

DATOS ASUMIDOS	CALCULOS	CORTANTE POR SISMO
CATEGORIA DE LA EDIFICACION = <b>C</b>	U = <b>1.00</b>	<b><math>V_s = ZUCS \times P_e</math></b>
ZONA SISMICA = <b>4</b>	Z = <b>0.45</b>	
TIPO DE SUELO = <b>S2</b>	Tp (s) = <b>0.60</b>	T = <b>0.27</b>
PERIODO FUNDAMENTAL = <b>1</b>	S = <b>1.20</b>	C = <b>2.50</b>
ALTURA DE LA EDIFICACION (m) = <b>9.40</b>	CT = <b>35</b>	ZUCS = <b>1.35</b>

#### 2.- DATOS ASUMIDOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS COLUMNAS DE LA ESTRUCTURA:

$F_c =$ <b>210</b>	$F_y =$ <b>4200</b>	# Pisos = <b>03</b>	S/c = <b>200</b>	e losa A = <b>0.200</b>
$A_{cb} =$ <b>100</b>	P.P.Col = <b>100</b>	P.P.Vig = <b>100</b>	S/c = <b>200</b>	P.P. Alig = <b>300</b> kg/m <sup>2</sup>
Tabiquería EP : Tipo = <b>SOLIDO</b>	E. Muro = <b>15 cm</b>	H. Muro = <b>2.80 mts</b>	→ P.P.Tab = <b>330</b> kg/m <sup>2</sup> 798 kg/m → 600 kg/ml	
Tabiquería PAT : Tipo = <b>HUECO</b>	E. Muro = <b>15 cm</b>	H. Muro = <b>1.10 mts</b>	→ P.P.Tab = <b>60</b> kg/m <sup>2</sup> 231 kg/m → 250 kg/ml	

#### 3.- METRADO DE CARGAS :

CARGA MUERTA : WD = **930** ; WL1 = **200** ; WL2 = **200**

#### 3.1 - CARGA TOTAL ( PU ) :

Combinacion Asignada = **1.4 (WD) + 1.7 (WL)**

Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna cada piso =

**1642.00 Kg/m<sup>2</sup>**

Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna, del:

1<sup>er</sup> Piso al Piso 2 = **3284.00 Kg/m<sup>2</sup>**

Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna, del ultimo Nivel y/o Azotes:

Piso 3 = **1264.00 Kg/m<sup>2</sup>**

Peso total de cargas de gravedad en todos los Niveles: 03 Pisos = **4548.00 Kg/m<sup>2</sup>**

#### 4.- DATOS ADICIONALES :

Altura del Primer Nivel = **2.800 mts**

Numero de Columnas = **16 colum**

Distorsion Permissible = **0.007 mts**

Modulo de Elasticidad del Concreto = **218819.79**

Modulo de Corte del Concreto = **91247.85**

#### CORTANTE POR SISMO

**$V_s = ZUCS \times P_e$**

**$V_s = 6139.80$  Kg/m<sup>2</sup>**

**$P_e = PU \times Area T$**

DIMENSIONAMIENTO			ANALISIS GENERAL ( ESTRUCTURACION SIMETRICA )								Check	USAR
Tipo de Columna	Area Tributaria	$V_s$ (Kg)	b x D	-	Si b = D (cm)	b (cm) (minimo)	D (cm) (Calc)	b x D	Check			
C-1	E	3.700 m <sup>2</sup>	22,717.26	834.92	-	28.90 cm	30 cm	30 cm	900.00	OK	30x30	
C-2	L	6.944 m <sup>2</sup>	42,633.24	1,143.78	-	33.82 cm	30 cm	30 cm	900.00	OK	30x30	
C-3	E	6.350 m <sup>2</sup>	38,987.73	1,093.78	-	33.07 cm	30 cm	40 cm	1,200.00	OK	30x40	
C-4	E	6.250 m <sup>2</sup>	38,373.75	1,085.14	-	32.94 cm	30 cm	40 cm	1,200.00	OK	30x40	
C-5	L	6.750 m <sup>2</sup>	41,443.65	1,127.71	-	33.58 cm	30 cm	40 cm	1,200.00	OK	30x40	
C-6	L	6.375 m <sup>2</sup>	39,141.23	1,095.94	-	33.10 cm	30 cm	40 cm	1,200.00	OK	30x40	
C-7	L	6.500 m <sup>2</sup>	39,908.70	1,106.63	-	33.27 cm	30 cm	40 cm	1,200.00	OK	30x40	
C-8	E	3.750 m <sup>2</sup>	23,024.25	840.54	-	28.99 cm	30 cm	30 cm	900.00	OK	30x30	

# DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DE CIMIENTO CORRIDO DE CONCRETO CICLOPEO

CONCRETO CICLOPEO - SIMPLE

### DATOS DEL TERRENO :

Peso específico (gs) = 1800 Kg/m<sup>3</sup>  
 Angulo de fricción (φ) = 22° Grados  
 Coeficiente de fricción (μ) = 0.50  
 Capacidad Portante (s) = 1.00 Kg/cm<sup>2</sup>

### DATOS DEL MURO :

Espesor del muro (t) = 0.15 metros  
 Coeficiente Sismico (C1) = 0.60  
 Factor Zona (Z) = 0.45  
 Factor de uso (U) = 1.00  
 Altura de Muro (h) = 2.50 metros  
 Ancho de la Solera = 0.30 metros  
 Altura de la Solera = 0.20 metros  
 Ancho de Sobrecimiento = 0.15 metros  
 Altura de Sobrecimiento = 0.40 metros  
 Peso específico del muro (gm) = 1800 Kg/m<sup>3</sup>  
 Peso específico del C<sup>20</sup> (g C<sup>20</sup>) = 2400 Kg/m<sup>3</sup>  
 Peso específico del C<sup>25</sup> (g C<sup>25</sup>) = 2300 Kg/m<sup>3</sup>

### DATOS PROYECTADOS DEL CIMIENTO :

Nivel de Piso Terminado (Npt) = 0.15 metros  
 Ancho del Cimiento (a) = 0.50 metros  
 Altura del Cimiento (hc) = 0.30 metros  
 Profundidad del Cimiento (hf) = 1.50 metros  
 Altura de relleno (hr) = 0.10 metros

### CALCULO OBTENIDO:

$Ka = tg^2 (45° - \frac{\phi}{2}) = 0.45$   
 $Kp = tg^2 (45° + \frac{\phi}{2}) = 2.20$   
 $Ea = \frac{1}{2} * Ka * gs * (hc)^2 * B = 343.84 \text{ Kg}$   
 $Ep = \frac{1}{2} * Kp * gs * (hc)^2 * B = 1666.19 \text{ Kg}$

### CALCULO DEL PESO TOTAL:

Peso de la Solera (Ps) = 144.00 Kg  
 Peso del Muro (Pm) = 875.00 Kg  
 Peso del Sobrecimiento (s/c) = 138.00 Kg  
 Peso del Cimiento (Pc) = 1035.00 Kg  
 Peso del Relleno (Pr) = 65.28 Kg  
**PESO TOTAL = 2057.28 Kg**

Empuje sismico sobre la solera (Hs) = 38.88 Kg  
 Empuje sismico sobre la Albañileria (Ha) = 182.25 Kg  
 Empuje sismico sobre el s/cimiento (Hs/c) = 37.28 Kg  
 Empuje sismico sobre la Cimentación (Hc) = 279.45 Kg

### (CALCULO DE LA FUERZA RESISTENTE (Fr):

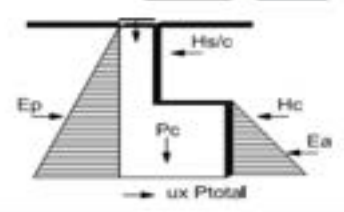
$Fr = \mu * Ptotal + Ep = 2688.83 \text{ Kg}$

### CALCULO DE LA FUERZA ACTUANTE (Fa):

$a = Hs + Ha + Hc + Hs/c + Ea = 881.48 \text{ Kg}$

F.S.D. =  $\frac{Fr}{Fa} = 3.05 > 1$


F.S.D. =  $3.05 > 1.00 \rightarrow \text{OK!!!}$



### TABLA DE REFERENCIA

TERRENO DE CIMENTACION		Coef de fricc para desplaz
Rocoso	Roca dura uniforme con pocas grietas	0.70
	Roca dura unit. con muchas fisuras	0.70
	Roca blanda	0.70
Estrato de grava	Densa	0.60
	No Densa	0.60
Terreno Arenoso	Densa	0.60
Terreno Cohesivo	Media	0.50
	Muy dura	0.50
	Dura	0.45
	Media	0.45

### TIPO DE ZONA DONDE SE DISENARA (COEFICIENTE SISMICO)



De la figura ( Coeficientes Sísmicos):

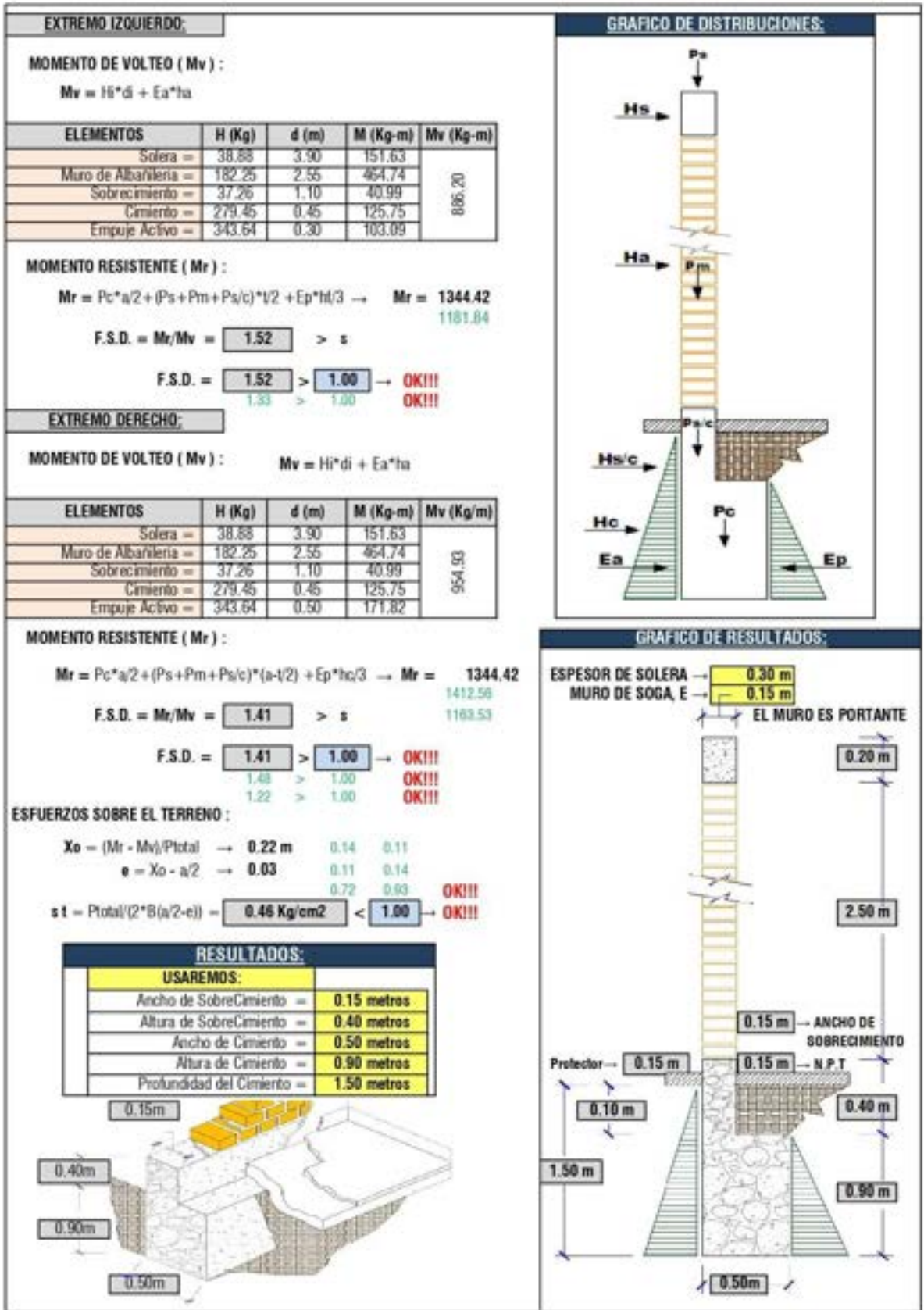
FACTOR DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.85
3	0.35
2	0.25
1	0.10

FACTOR DE USO	
TIPO	U
A	1.50
B	1.30
C	1.00
D	0.60

### TABLA DE PESOS ESPECIFICOS DE LOS TERRENOS

TIPO DE SUELO	Consistencia	Angulo de Fricción (φ)	Peso Especifico
		°	Kg /m <sup>3</sup>
Arena Gruesa o	Compacto	40°	2250
	Suelto	35°	1450
Arena con Grava	Compacto	40°	2080
	Suelto	30°	1450
Arena Limosa Fina o Limo Arenoso	Compacto	30°	2080
	Suelto	25°	1365
Limo Uniforme	Compacto	30°	2160
	Suelto	25°	1365
Arcilla - Limo	Suave a Mediana	20°	1440 - 1920
Arcilla - Limosa	Suave a Mediana	15°	1440 - 1920
Arcilla	Suave a Mediana	0 - 10°	1440 - 1920

VALORES DE (C1)	Valor 1	1.3
	Valor 2	0.9
	Valor 3	0.6
	Valor 4	0.9
	Valor 5	0.6



Mencionar además que, la profundidad del desplante que se asumió fue de un  $D_f = 1.50\text{m}$  y se tomaron los resultados de las 05 calicatas plasmadas en el estudio de suelos preliminar, que datan a continuación:

**Tabla 6**

*Resultado de cálculo de capacidad portante según ensayo de penetración ligera (PDL) CALICATA C-1*

DPL	PENETRACION (m)	NUMERO DE GOLPES CADA 30cm	CAPACIDAD RELATIVA (%)	ANGULO DE FRICCION INTERNA	DESCRIP	qa kg/cm <sup>2</sup>	TERRENO DE FUNDACION	CLASIFIC SUCS
01	0.3	0	-	-	-	-		RELLENO
	0.6	6	19	25	FLOJA	1.65	Malo	SP
	0.9	6	19	25	FLOJA	1.68	Malo	SP
	1.2	10	35	25	FLOJA	1.75	Malo	SP
	1.5	13	40	26	MEDIA	1.74	Regular	SP
	1.8	14	42	26	MEDIA	1.75	Regular	SP
	2.1	14	42	27	MEDIA	1.77	Regular	SP
	2.4	13	40	27	MEDIA	1.77	Regular	SP

*Fuente: del Estudio de Mecánica de suelos, laboratorio privado*

**Tabla 7***Resultado de cálculo de capacidad portante según ensayo de pTime*

DPL	PENETRACION (m)	NUMERO DE GOLPES CADA 30cm	CAPACIDAD RELATIVA (%)	ANGULO DE FRICCION INTERNA	DESCRIP	qa kg/cm2	TERRENO DE FUNDACION	CLASIFIC SUCS
02	0.3	0	-	-	-	-		RELLENO
	0.6	7	20	22	FLOJA	1.35	Malo	SP
	0.9	7	20	22	FLOJA	1.35	Malo	SP
	1.2	11	30	22	FLOJA	1.37	Malo	SP
	1.5	11	30	23	MEDIA	1.37	Regular	SP
	1.8	12	40	23	MEDIA	1.39	Regular	SP
	2.1	12	40	24	MEDIA	1.42	Regular	SP
	2.4	14	45	24	MEDIA	1.45	Regular	SP

*Fuente: del Estudio de Mecánica de suelos, laboratorio privado*

**Tabla 8**

*Resultado de cálculo de capacidad portante según ensayo de penetración ligera (PDL) CALICATA C-3*

DPL	PENETRACION (m)	NUMERO DE GOLPES CADA 30cm	CAPACIDAD RELATIVA (%)	ANGULO DE FRICCION INTERNA	DESCRIP	qa kg/cm <sup>2</sup>	TERRENO DE FUNDACION	CLASIFIC SUCS
03	0.3	0	-	-	-	-		RELLENO
	0.6	6	20	27	FLOJA	1.61	Malo	SP
	0.9	7	22	27	FLOJA	1.62	Malo	SP
	1.2	12	30	27	FLOJA	1.62	Malo	SP
	1.5	13	35	27	MEDIA	1.65	Regular	SP
	1.8	14	40	28	MEDIA	1.65	Regular	SP
	2.1	15	45	28	MEDIA	1.78	Regular	SP
	2.4	15	45	29	MEDIA	1.78	Regular	SP

*Fuente: del Estudio de Mecánica de suelos, laboratorio privado*

**Tabla 9**

*Resultado de cálculo de capacidad portante según ensayo de penetración ligera (PDL) CALICATA C-4*

DPL	PENETRACION (m)	NUMERO DE GOLPES CADA 30cm	CAPACIDAD RELATIVA (%)	ANGULO DE FRICCION INTERNA	DESCRIP	qa kg/cm2	TERRENO DE FUNDACION	CLASIFIC SUCS
04	0.3	0	-	-	-	-		RELLENO
	0.6	6	19	25	FLOJA	1.59	Malo	SP
	0.9	6	19	25	FLOJA	1.61	Malo	SP
	1.2	13	22	26	FLOJA	1.62	Malo	SP
	1.5	13	22	26	MEDIA	1.64	Regular	SP
	1.8	14	28	26	MEDIA	1.66	Regular	SP
	2.1	14	28	27	MEDIA	1.69	Regular	SP
	2.4	15	31	27	MEDIA	1.71	Regular	SP

*Fuente: del Estudio de Mecánica de suelos, laboratorio privado*

**Tabla 10**

*Resultado de cálculo de capacidad portante según ensayo de penetración ligera (PDL) CALICATA C-5*

DPL	PENETRACION (m)	NUMERO DE GOLPES CADA 30cm	CAPACIDAD RELATIVA (%)	ANGULO DE FRICCION INTERNA	DESCRIP	qa kg/cm <sup>2</sup>	TERRENO DE FUNDACION	CLASIFIC SUCS
05	0.3	0	-	-	-	-		RELLENO
	0.6	8	20	26	FLOJA	1.63	Malo	SP
	0.9	8	20	26	FLOJA	1.64	Malo	SP
	1.2	13	30	30	FLOJA	1.65	Malo	SP
	1.5	13	30	30	MEDIA	1.67	Regular	SP
	1.8	15	40	31	MEDIA	1.68	Regular	SP
	2.1	15	45	32	MEDIA	1.71	Regular	SP
	2.4	15	45	32	MEDIA	1.71	Regular	SP

*Fuente: del Estudio de Mecánica de suelos, laboratorio privado*

**Tabla 11***Metrado de Cargas para 2° Niveles*

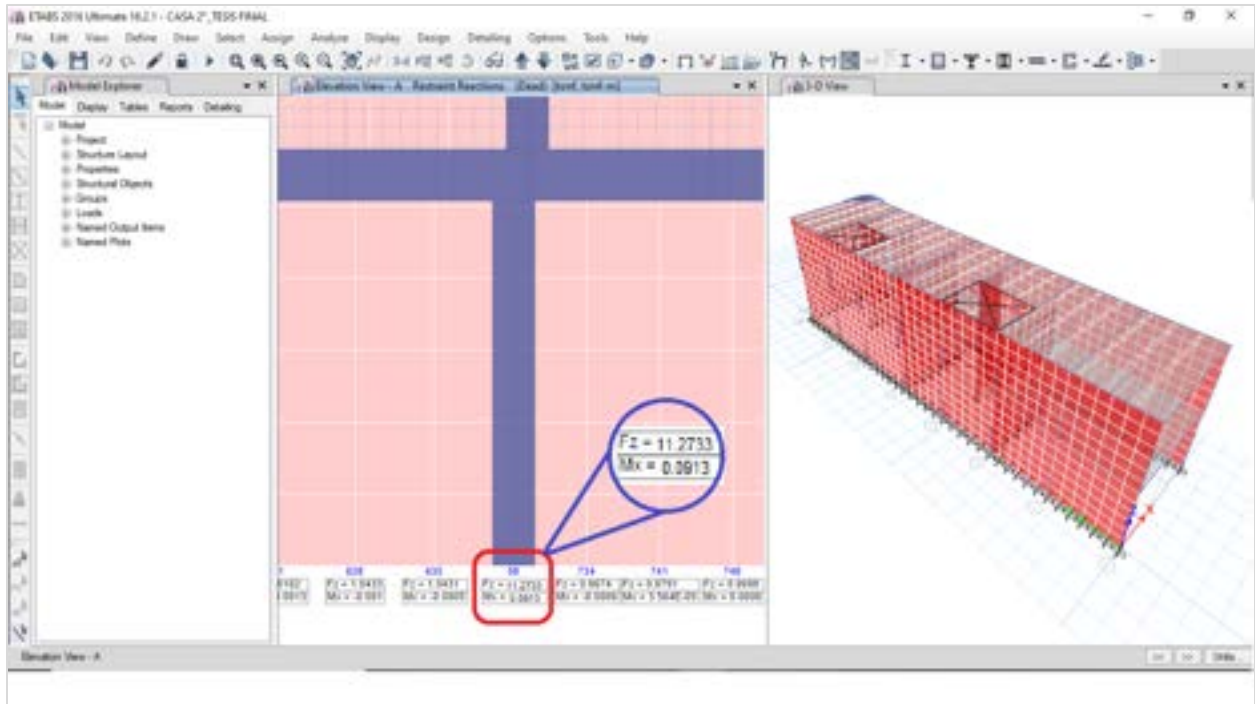
<b>METRADO DE CARGA MUERTA (PD)</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NIVELES</b>	<b>CARGAS x m2</b>	<b>AREA TRIBUTARIA</b>	<b>CARGA EN tn</b>
PP Aligerado	2	300	7.40	4.44
PP Acabados	2	100	7.40	1.48
PP CieloRaso	2	50	7.40	0.74
PP Tabiquería	2	100	7.40	1.48
Viga VP	2	65	7.40	0.96
Viga VS	2	50	7.40	0.74
PP Acab. Azotea	1	100	7.40	0.74
PP Tab. Azotea	1	80	7.40	0.59
<b>Cargas unitarias</b>		845	<b>Carga Total</b>	<b>11.17</b>
<b>METRADO DE CARGA VIVA (PL)</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NIVELES</b>	<b>CARGAS x m2</b>	<b>AREA TRIBUTARIA</b>	<b>CARGA EN tn</b>
Sobrecarga - Azotea	1	150	7.4	1.11
Sobrecarga - Pisos	2	200	7.4	2.96
<b>Cargas unitarias</b>		350	<b>Carga Total</b>	<b>4.07</b>

**Tabla 12***Metrado de CARGA MUERTA para 2° Niveles obtenidos del Software ETABS 2016*

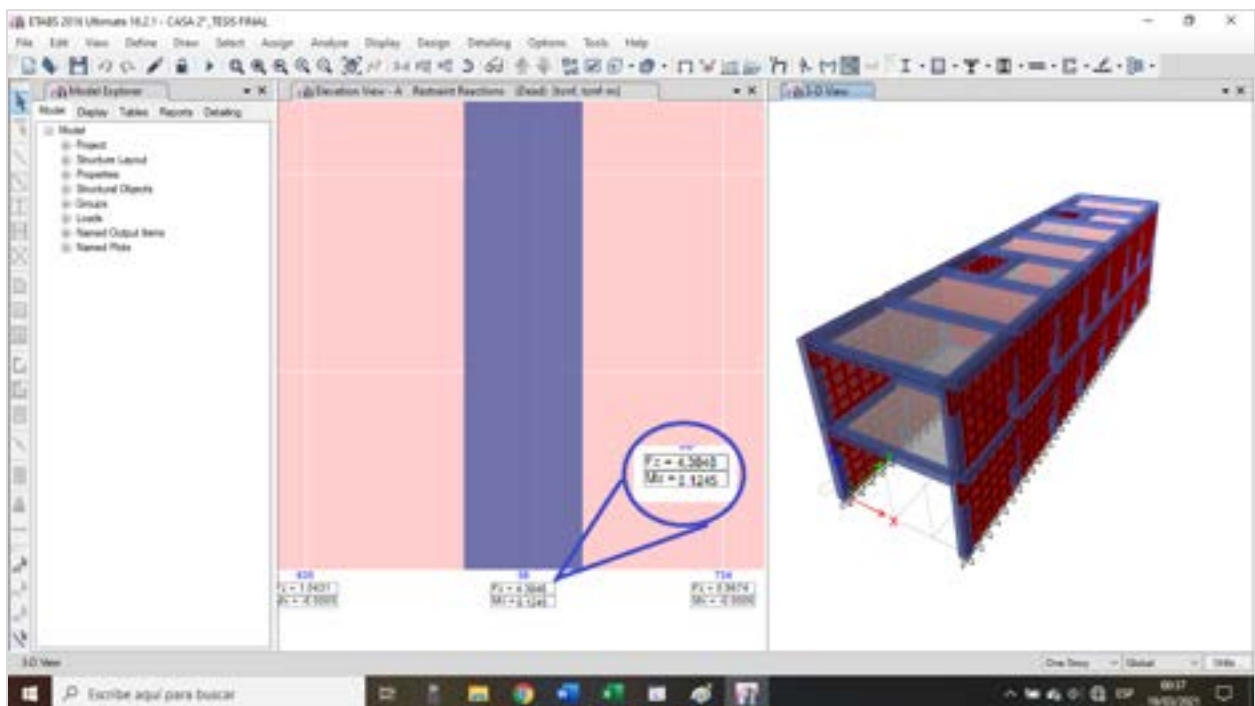
Story	Joint Label	Unique Name	Load Case/Combo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Base	1	73	Dead	0.4911	-0.3245	7.1131	0.0851	0.1037	0.0012
Base	2	113	Dead	-0.4755	-0.3423	7.0652	0.0913	-0.0989	-0.0016
Base	3	68	Dead	0.0563	0.0135	6.2522	-0.0038	0.0557	-0.0035
Base	4	108	Dead	-0.0489	-0.0144	6.5689	0.0037	-0.0481	0.0024
Base	5	63	Dead	0.0556	-0.0529	6.3568	0.0117	0.0547	0.0032
Base	6	103	Dead	-0.0486	-0.0256	6.5751	0.0058	-0.0482	-0.0026
Base	7	78	Dead	0.1659	0.4749	7.4773	-0.1284	0.1634	-0.0071
Base	8	118	Dead	0.0696	0.0231	6.8666	-0.0072	0.0679	0.0012
Base	9	48	Dead	0.3566	-0.1093	7.794	0.0251	0.0919	0.0057
Base	10	53	Dead	0.0491	0.0415	6.484	-0.0105	0.0475	-0.0029
Base	11	58	Dead	0.5372	0.0273	11.27334	-0.0073	0.1128	-0.0004
Base	12	83	Dead	-0.1696	0.4686	7.401	-0.126	-0.1711	0.0071
Base	13	123	Dead	-0.0706	0.0199	6.8648	-0.0057	-0.0696	-0.0013
Base	14	88	Dead	-0.0562	-0.0949	7.2392	0.0221	-0.0575	-0.0061
Base	15	93	Dead	-0.0478	-0.0138	6.7577	0.0028	-0.0481	0.001
Base	16	98	Dead	-0.0509	0.0099	6.7264	-0.0027	-0.0507	0.0008
Base	17	140	Dead	-0.2491	-0.0037	4.1725	0.003	-0.042	-0.0004
Base	18	135	Dead	-0.2474	0.0039	4.1737	-0.0034	-0.0414	0.0004
Base	19	145	Dead	0.6674	-0.0063	5.3601	0.0058	-0.0166	-1.12E-05
Base	20	150	Dead	0.0007	0.0003	4.5191	-0.0003	-0.0009	-0.0001
Base	21	155	Dead	-0.2766	-0.0037	4.1491	0.003	-0.0493	-0.0007
Base	22	160	Dead	-0.81	0.002	5.2545	-0.0017	-0.0253	-3.54E-05
Base	23	165	Dead	-0.452	0.0018	6.1705	-0.0022	-0.0684	-0.0002
Base	28	174	Dead	0.1981	-0.0005	4.3562	-0.0003	0.0288	0.0007
Base	29	179	Dead	0.1952	0.0012	4.3344	-0.0005	0.028	-0.0008

**Tabla 13***Metrado de CARGA VIVA para 2° Niveles obtenidos del Software ETABS 2016*

Story	Joint Label	Unique Name	Load Case/Combo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Base	1	73	Live	0.0463	-0.0326	2.32925	0.097	0.0107	-0.0006
Base	2	113	Live	-0.0454	-0.0428	2.4843	0.12445	-0.0104	0.0003
Base	3	68	Live	0.0192	0.0105	2.10875	-0.03	0.0188	-0.0014
Base	4	108	Live	-0.0185	-0.0033	2.76815	0.007	-0.0184	0.001
Base	5	63	Live	0.019	-0.011	2.2274	0.023	0.0184	0.0013
Base	6	103	Live	-0.0184	-0.0056	2.83815	0.012	-0.0185	-0.0011
Base	7	78	Live	0.0485	0.0837	4.22565	-0.242	0.0473	-0.0027
Base	8	118	Live	0.0235	-0.0034	3.62669	0.002	0.0228	0.0004
Base	9	48	Live	0.0534	-0.0346	3.08805	0.078	0.015	0.0019
Base	10	53	Live	0.0166	0.0174	2.2134	-0.045	0.0156	-0.0012
Base	11	58	Live	0.0787	0.0114	3.72785	-0.031	0.0179	-0.0002
Base	12	83	Live	-0.0508	0.082	4.3848	-0.234	-0.0519	0.0027
Base	13	123	Live	-0.0241	-0.0015	4.1734	0.001	-0.0238	-0.0004
Base	14	88	Live	-0.0209	-0.0276	3.47025	0.063	-0.0217	-0.0022
Base	15	93	Live	-0.018	-0.0026	2.982	0.005	-0.0185	0.0005
Base	16	98	Live	-0.0195	0.0031	2.9456	-0.009	-0.0197	0.0003
Base	17	140	Live	-0.048	-0.0018	2.7811	0.016	-0.0087	-0.0001
Base	18	135	Live	-0.0471	0.0018	2.77095	-0.018	-0.0084	1.69E-05
Base	19	145	Live	0.1277	-0.0005	3.43525	0.004	-0.0052	-5.43E-06
Base	20	150	Live	0.0111	-0.0009	2.50145	0.009	0.0013	-0.0001
Base	21	155	Live	-0.0428	-0.0018	2.61625	0.016	-0.008	-0.0001
Base	22	160	Live	-0.1728	0.0015	3.4503	-0.014	-0.0088	-1.69E-05
Base	23	165	Live	-0.0657	0.0006	3.6204	-0.008	-0.0103	-0.0001
Base	28	174	Live	0.0324	0.001	2.88645	-0.012	0.0045	0.0002
Base	29	179	Live	0.0313	-0.0007	2.8602	0.009	0.0042	-0.0002



*Figura 10. Carga mayor que recae en los apoyos generados por CARGA MUERTA*



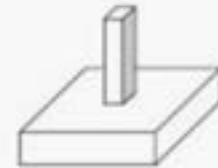
*Figura 11. Carga mayor que recae en los apoyos generados por CARGA VIVA*

A) DISEÑO DE ZAPATA CUADRADA PARA CALICATA C-1

<b>CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO</b>			
<b>Metodo: TERZAGHY</b>			
$Q_{ult} = (C)(N_c) + (\gamma)(D_f)(N_q) + (1/2)(\gamma)(B)(N_\gamma)$			
C =	0.00	→	Cohesión del Suelo
$\phi$ =	27.00	→	Angulo de Fricción interna del Suelo (Fi)
Df =	1.50	mts	Profundidad de Cimentacion / Desplante
B =	1.10	mts	Ancho o Radio del Cimiento C / Zapata
$\gamma$ =	1.825	gr/cm3 o Tn/m3	Peso Volumetrico del Suelo
Nc =	23.94	} factores de capacidad de carga en funcion del angulo de fricción interna del suelo	
Nq =	13.75		
N $\gamma$ =	14.10		
FS =	3.00	factor de Seguridad Según USO - R.N.E	Departamentos - Oficinas - Etc
<b>Q<sub>ult</sub> = 51.79 tn/m2</b>		<b>Q<sub>adm</sub> = 1.73 kg/cm2</b>	

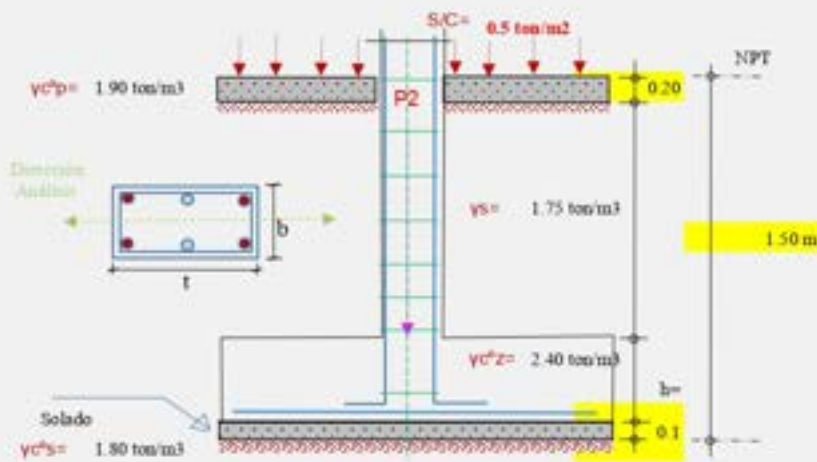
## DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS

DATOS				
Concreto	$F_c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>	$q_n =$	1.730 kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia Acero	$F_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_c^p =$	1.90 ton/m <sup>3</sup>
Peso de carga muerta	$P_{cm} =$	11.17 ton	$\gamma_s =$	1.75 ton/m <sup>3</sup>
Peso de carga viva	$P_{cv} =$	4.17 ton	$\gamma_c^z =$	2.40 ton/m <sup>3</sup>
Momento Carga Muerta	$M_{cm} =$	0.10 ton-m	$\gamma_c^s =$	1.80 ton/m <sup>3</sup>
Momento Carga Viva	$M_{cv} =$	0.10 ton-m	$D_f =$	1.50 m



Zapata centrada

Columna detalles				
$b =$	30 cm	Refuerzo	4	$\phi$ 1/2"
$t =$	30 cm		6	$\phi$ 3/4"



1 DIMENSIONAMIENTO			
Cálculo Área del acero de la columna y diámetro		$d_b =$	1.91 cm
		$A_b =$	2.850 cm <sup>2</sup>
Cálculo peralte de la zapata normativas			
$Ld1 = 0.08 \cdot d_b \cdot f_y / \sqrt{f_c}$	44.2 cm	$Ld \text{ max}$	44.17 cm
$Ld2 = 0.004 \cdot d_b \cdot f_y$	32.0 cm	$Ld \text{ asumido}$	45.00 cm
$Ld3 \geq 20 \text{ cm}$	20.0 cm	$Ld =$	55.00 cm
Altura de la zapata		$h =$	65.00 cm

$Ld = Ld \text{ asumido} + 10 \text{ cm}$   
 $h = Ld + 10 \text{ cm}$

Capacidad portante neta del terreno ( $q_n$ )	
$q_n = q_n - (\gamma_c^s \cdot h_s) - (\gamma_c^z \cdot h_z) - (\gamma_s \cdot h_s) - (\gamma_c^p \cdot h_p) - s/t$	$q_n =$ 1.372 kg/cm <sup>2</sup>

Área de la zapata	
$A = \frac{PT}{q_n} = \frac{P_{cm} + P_{cv}}{q_n}$	$A =$ 1.118 m <sup>2</sup>

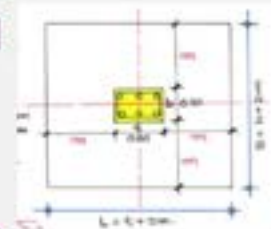
$$A = (t + 2m)(b + 2m)$$

$$1.118 = (0.3 + 2m)(0.3 + 2m)$$

$$1.118 = 0.09 + 0.6m + 0.6m + 4m^2$$

$$4.0m^2 + 1.2m + -1.0 = 0$$

$m =$	0.38	$L =$	1.10 m
$L = t + 2m$	$L =$ 1.06 m	$B =$	1.10 m
$B = b + 2m$	$B =$ 1.06 m	$A_z =$	1.2 m <sup>2</sup>
Cálculo del área definido $A_z = B \times L$			



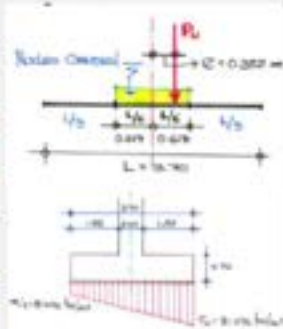
II. VERIFICACIÓN DE PRESIÓN $q_{mix} < q_a$			
Peso de servicio	$P_s = P_{cm} + P_{cv}$	$P_s =$	15 ton
Momento de servicio	$M_s = M_{cm} + M_{cv}$	$M_s =$	0.2 ton-m
	$C = L/2$	$C =$	0.55
Cálculo de Inercia	$I = (B \cdot L^3)/12$	$I =$	0.122 m <sup>4</sup>
Presión máxima		$q_{mix} =$	1.358 kg/cm <sup>2</sup>
Verificación	1.358 < 1.73	$q_{mix} < q_a$	OK

$$q_{mix} = \frac{P_s}{A_z} + \frac{M_s \cdot c}{I}$$

#### CARGAS DE DISEÑO ( $P_u, M_u$ )

##### Reacción amplificada del suelo

Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	$P_u =$	22.7 ton
Momento último	$M_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	$M_u =$	0.31 ton-m
$M = F \cdot d \Rightarrow M_u = P_u \cdot e$	$e = M_u/P_u$	$e =$	0.014 m
		$L/6 =$	0.183 m
Verificación Presión del suelo	$e < L/6$		Forma Trapezoidal



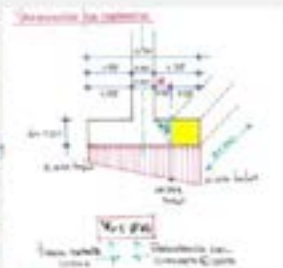
#### PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

$$q_{1,2} = \frac{P_u}{A_z} \pm \frac{M_u \cdot c}{I}$$

$q_1 =$	20.18 ton/m <sup>2</sup>
$q_2 =$	17.39 ton/m <sup>2</sup>

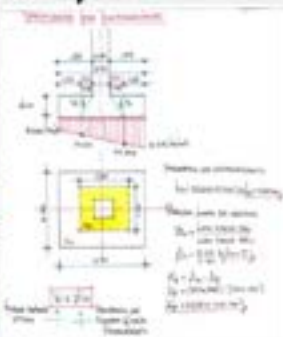
#### III. VERIFICACIÓN POR CORTANTE

Presión a una dist. d cara de columna	$d =$ 55.00 cm	$q =$	20.6 ton/m <sup>2</sup>
Fuerza cortante última		$V_u =$	-3.361 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\phi V_c = \phi \cdot 0.53 \sqrt{f'_c} \cdot B \cdot d$	$\phi V_c =$	39.497 ton
Verificación		$V_u < \phi V_c =$	CONFORME



#### IV. VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO

Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = 2 \cdot (t + d) + 2 \cdot (b + d)$	$b_o =$	3.40 m
Relación lados de columna	$B_o = t/b$	$B_o =$	1
Área del punzonamiento		$A_p =$	0.72 m <sup>2</sup>
Área del punzonamiento exterior	$A'_p = A_z - A_p$	$A'_p =$	0.49 m <sup>2</sup>
Cálculo de presión a distancia de corte izquierdo		$q' =$	17.7 ton/m <sup>2</sup>
Cálculo de presión a distancia de corte derecho		$q'' =$	19.86 ton/m <sup>2</sup>
Fuerza cortante última	$V_u = q_u \cdot A'_p$	$V_u =$	9.157 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento		$\phi V_c =$	375.453 ton
Verificación	$\phi V_c = \phi \cdot (0.53 + \frac{1.10}{B_o}) \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$	$V_u \leq \phi V_c$	CONFORME



#### V. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL

Cálculo de presión al cara derecho de la columna	distancia 0.7	$q'' =$	19.16 ton/m <sup>2</sup>
Distancia L	0.40	$F1 =$	7.6655
		$F2 =$	0.2033
Cálculo de momento último		$M_u =$	1.587 ton-m

##### Datos de diseño:

$b =$	30	$d =$	55.00 cm	$M_u =$	1.587 ton-m
$\beta =$	0.85	$f'_c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>	$f_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>

##### Cálculo

Zona sísmica		Zona	Sísmica
Cuantía y acero mínimo	$\rho_{min} =$ 0.002415229	$A_{smin} =$	3.99 cm <sup>2</sup>
Cuantía y acero balanceada	$\rho_b =$ 0.02125	$A_{sb} =$	35.06 cm <sup>2</sup>
Cuantía y acero máxima 0.50 pb	$\rho_{max} =$ 0.010625	$A_{smáx} =$	17.53 cm <sup>2</sup>
	$w1 =$ 1.685609684	$w2 =$	0.00930557
Cuantía y acero de diseño	$\rho_d =$ 0.000465279	$A_{sd} =$	0.77 cm <sup>2</sup>
Área de acero a usar		$A_{sd} =$	3.99 cm <sup>2</sup>
Acero a seleccionar	$\phi$ 1/2"	$A_s =$	1.27 cm <sup>2</sup>
		$d_b =$	1.27 cm

$$0.59w^2 - w + \frac{M_u}{\phi \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

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

$$A_b = \rho_b \cdot b \cdot d$$

$$A_{smáx} = \rho_{max} \cdot b \cdot d$$

$$0.59w^2 - w + \frac{M_u}{\phi \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

$$A_{sd} = \rho_d \cdot b \cdot d$$

$$\rho_{min} = 0.70 \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_b = \beta_s \cdot 0.85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_{max} = 0.75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_d = w \cdot \frac{f'_c}{f_y} \quad w = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Número de varillas:	Nº varillas=	3 varillas
Distribución de Acero:	S=	41.9 cm
Acero Longitudinal:	3	Ø 1/2" @ 0.419 m

$$N = \frac{Asd \cdot B}{Asd}$$

$$S = \frac{B - 2r - 0 - 10}{N - 1}$$

#### VI DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL

Cálculo de presión al cara derecho de la columna	0.7	$\eta_1$	19.16376614
Cálculo de momento último	distancia L= 0.4	Md=	1.533 ton-m

$$M_u = \frac{q l^2}{2}$$

#### Datos de diseño:

b=	30	d=	55.00 cm	Md=	1.533 ton-m
$\beta$ =	0.85	Fc=	210 kg/cm <sup>2</sup>	fy=	4200 kg/cm <sup>2</sup>

#### Cálculo

Zona sísmica		Zona	Sísmica		
Cuanta y acero mínimo	Pmin=	0.002415229	Asmin=	3.99 cm <sup>2</sup>	
Cuanta y acero balanceada	Pb=	0.02125	Asb=	35.06 cm <sup>2</sup>	
Cuanta y acero máxima	0.50 pb	Pmax=	0.010625	Asmax=	17.53 cm <sup>2</sup>
	w1=	1.685929158	w2=	0.008986096	
Cuanta y acero de diseño	Pd=	0.000449305	Asd=	0.74 cm <sup>2</sup>	
Área de acero a usar			Asd=	3.99 cm <sup>2</sup>	

$$0.59u^2 - w + \frac{Mu}{0 \cdot f_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

$$u = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

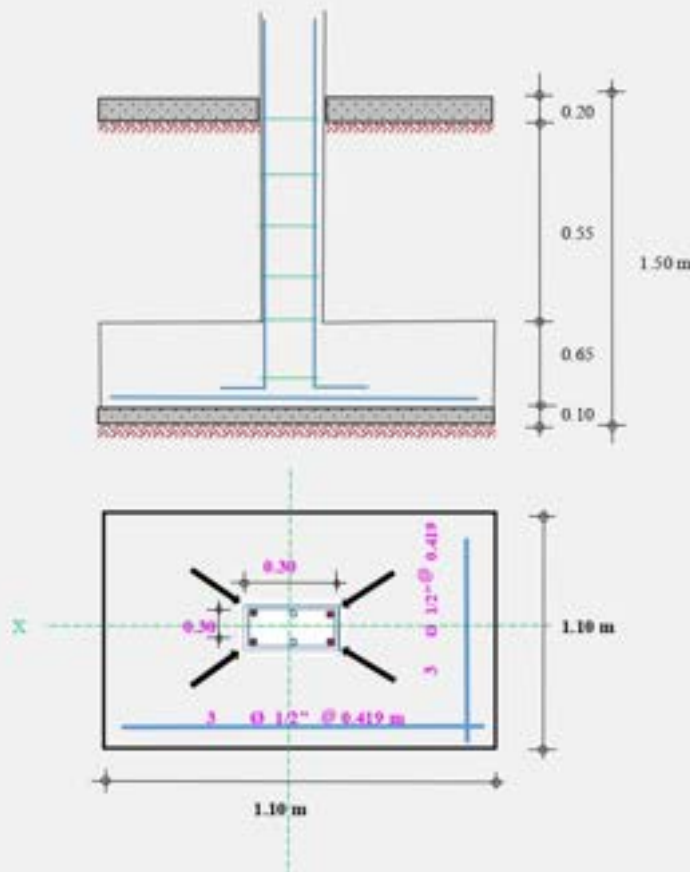
Acero a seleccionar	Ø 1/2"	As=	1.27 cm <sup>2</sup>	db=	1.27 cm
---------------------	--------	-----	----------------------	-----	---------

Número de varillas:	Nº varillas=	3 varillas
Distribución de Acero:	S=	41.9 cm
Acero Longitudinal:	3	Ø 1/2" @ 0.419 m

$$N = \frac{Asd \cdot L}{Asd}$$

$$S = \frac{L - 2r - 0 - 10}{N - 1}$$

#### VII. DETALLE FINAL

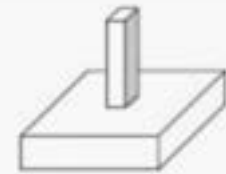


**B) DISEÑO DE ZAPATA CUADRADA PARA CALICATA C-2**

<b>CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO</b>			
<b>Metodo: TERZAGHY</b>			
<b><math>Q_{ult} = (C)(N_c) + (\gamma)(D_f)(N_q) + (1/2)(\gamma)(B)(N_\gamma)</math></b>			
C =	0.00	→	Cohesión del Suelo
$\phi$ =	25.00	→	Angulo de Fricción interna del Suelo (Fi)
Df =	1.50	mts	Profundidad de Cimentacion / Desplante
B =	1.20	mts	Ancho o Radio del Cimiento C / Zapata
$\gamma$ =	1.461	gr/cm3 o Tn/m3	Peso Volumetrico del Suelo
Nc =	23.90	}	factores de capacidad de carga en funcion del angulo de fricción interna del suelo
Nq =	13.65		
N $\gamma$ =	14.15		
FS =	3.00	factor de Seguridad Según USO - R.N.E	Departamentos - Oficinas - Etc
<b>Q<sub>ult</sub> = 42.32 tn/m<sup>2</sup></b>		<b>Q<sub>adm</sub> = 1.41 kg/cm<sup>2</sup></b>	

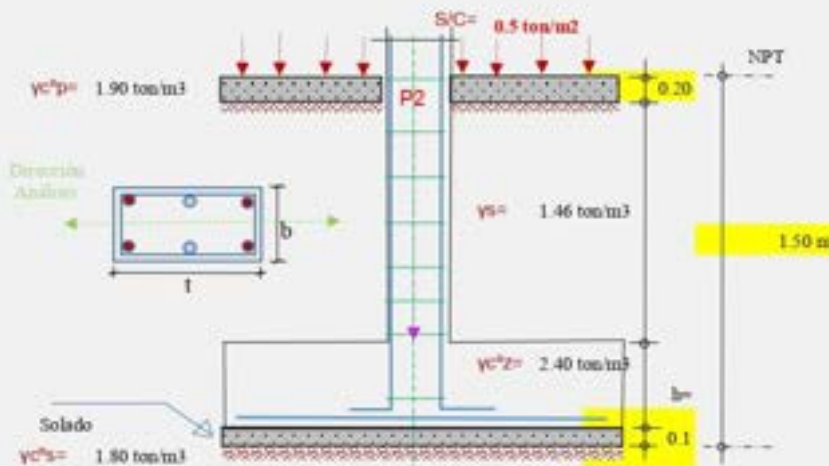
## DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS - CALICATA C-2

DATOS				
Concreto	$f_c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>	$q_n =$	1.410 kg/cm <sup>2</sup>
Fuerza Acero	$f_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_c^p =$	1.90 ton/m <sup>3</sup>
Peso de carga muerta	$P_{cm} =$	11.17 ton	$\gamma_s =$	1.46 ton/m <sup>3</sup>
Peso de carga viva	$P_{cv} =$	4.17 ton	$\gamma_c^z =$	2.40 ton/m <sup>3</sup>
Momento Carga Muerta	$M_{cm} =$	0.10 ton-m	$\gamma_c^s =$	1.80 ton/m <sup>3</sup>
Momento Carga Viva	$M_{cv} =$	0.10 ton-m	$D_f =$	1.50 m



Zapata centrada

Columna detalles		Refuerzo	
$b =$	30 cm	4	Ø 1/2"
$t =$	30 cm	0	Ø 3/4"



### I. DIMENSIONAMIENTO

Cálculo Área del acero de la columna y diámetro	$d_b =$	1.91 cm
	$A_b =$	2.950 cm <sup>2</sup>

Cálculo peralte de la zapata normativas

$Ld1 = 0.08 \cdot d_b \cdot f_y / \sqrt{f_c}$	44.2 cm	$Ld \text{ max}$	44.17 cm
$Ld2 = 0.004 \cdot d_b \cdot f_y$	32.0 cm	$Ld \text{ asumido}$	45.00 cm
$Ld3 \geq 20 \text{ cm}$	20.0 cm	$L_d =$	55.00 cm

$L_d$ :  $L_d \text{ asumido} = 10 \text{ cm}$   
 $h$ :  $L_d + 10 \text{ cm}$

Altura de la zapata	$h =$	65.00 cm
---------------------	-------	----------

Capacidad portante neta del terreno ( $q_n$ )

$q_n = q_u - (\gamma_c^s \cdot h_s) - (\gamma_c^z \cdot h_z) - (\gamma_s \cdot h_s) - (\gamma_c^p \cdot h_p) - s/c$	$q_n =$	1.068 kg/cm <sup>2</sup>
---	---------	--------------------------

Área de la zapata

$$A = \frac{PT}{q_n} = \frac{P_{cm} + P_{cv}}{q_n}$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$A =$	1.437 m <sup>2</sup>
-------	----------------------

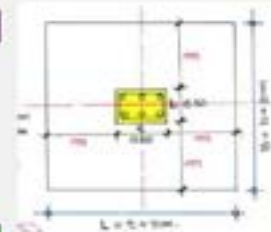
$$A = (t + 2m)(b + 2m)$$

$$1.437 = (0.3 + 2m)(0.3 + 2m)$$

$$1.437 = 0.09 + 0.6m + 0.6m + 4m^2$$

$$4.0m^2 + 1.2m + -1.3 = 0$$

$m =$	0.45	$L =$	1.20 m	
$L = t + 2m$	$L =$	1.20 m	$B =$	1.20 m
$B = b + 2m$	$B =$	1.20 m	$A_z =$	1.4 m <sup>2</sup>
Cálculo del área definido	$A_z = B \times L$			



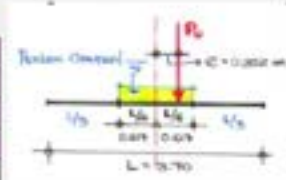
II. VERIFICACIÓN DE PRESIÓN $q_{max} < q_a$			
Peso de servicio	$P_s = P_{cm} + P_{cv}$	$P_s =$	15 ton
Momento de servicio	$M_s = M_{em} + M_{ev}$	$M_s =$	0.2 ton-m
	$C = L/2$	$C =$	0.6
Cálculo de Inercia	$I = (B \cdot L^3)/12$	$I =$	0.173 m <sup>4</sup>
Presión máxima		$q_{máx} =$	1.135 kg/cm <sup>2</sup>
Verificación	1.135 < 1.41	$q_{máx} < q_a$	OK

$$q_{máx} = \frac{P_s}{Az} + \frac{M_s \cdot c}{I}$$

CARGAS DE DISEÑO (Pu, Mu)

Reacción amplificada del suelo

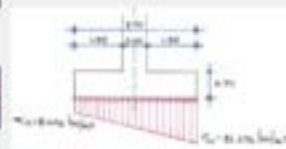
Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	$P_u =$	22.7 ton
Momento último	$M_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	$M_u =$	0.31 ton-m
$M = F \cdot d \Rightarrow M_u = P_u \cdot e$	$e = M_u/P_u$	$e =$	0.014 m
		$L/6 =$	0.200 m
Verificación Presión del suelo		$e < L/6$	Forma Trapezoidal



PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

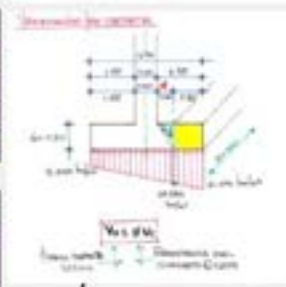
$$q_{1,2} = \frac{P_u}{Az} \pm \frac{M_u \cdot c}{I}$$

$q_1 =$	16.86 ton/m <sup>2</sup>
$q_2 =$	14.71 ton/m <sup>2</sup>



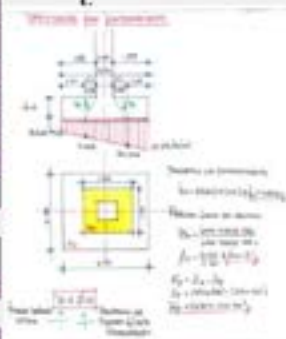
III. VERIFICACIÓN POR CORTANTE

Presión a una dist. d cara de columna	$d =$ 55.00 cm	$q' =$	17.0 ton/m <sup>2</sup>
Fuerza cortante última		$V_u =$	-2.034 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\phi V_c = \phi \cdot 0.52 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot B \cdot d$	$\phi V_c =$	43.087 ton
Verificación		$V_u < \phi V_c$	CONFORME



IV. VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO

Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = 2 \cdot (t + d) + 2 \cdot (b + d)$	$b_o =$	3.40 m
Relación lados de columna	$B_c = t/b$	$B_c =$	1
Área del punzonamiento		$A_p =$	0.72 m <sup>2</sup>
Área del punzonamiento exterior	$A'_p = A_z - A_p$	$A'_p =$	0.72 m <sup>2</sup>
Cálculo de presión a distancia de corte izquierdo		$q'' =$	15.0 ton/m <sup>2</sup>
Cálculo de presión a distancia de corte derecho		$q''' =$	16.55 ton/m <sup>2</sup>
Fuerza cortante última	$V_u = q_u \cdot A'_p$	$V_u =$	11.324 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento		$\phi V_c =$	375.455 ton
Verificación	$\phi V_c = \phi \cdot (0.53 + \frac{1.10}{B_o}) \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$	$V_u \leq \phi V_c$	CONFORME



V. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL

Cálculo de presión al cara derecho de la columna	distancia	0.75	$q'' =$	16.05 ton/m <sup>2</sup>
Distancia L	0.45	$F1 =$ 7.2233	$F2 =$	0.1816
Cálculo de momento último			$M_u =$	1.680 ton-m

Datos de diseño:

$b =$	30	$d =$	55.00 cm	$M_u =$	1.680 ton-m
$\beta =$	0.85	$f_c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>	$f_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>

Cálculo

Zona sísmica	$P_{mín} =$	$P_{máx} =$	$w1 =$	$P_d =$	Zona Sísmica	$A_{mín} =$	$A_{d} =$	$w2 =$	$A_{d} =$	$A_{sd} =$
Cuanta y acero mínimo	0.002415229					3.99 cm <sup>2</sup>				
Cuanta y acero balanceada	0.02125					35.06 cm <sup>2</sup>				
Cuanta y acero máxima 0.50 pb	0.010625					17.53 cm <sup>2</sup>				
			1.683064657			0.009850598				
Cuanta y acero de diseño		0.00049253				0.81 cm <sup>2</sup>				
Área de acero a usar						3.99 cm <sup>2</sup>				

Acero a seleccionar  $\phi$  1/2"  $A_s =$  1.27 cm<sup>2</sup>  $d_b =$  1.27 cm

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{0 \cdot f_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

$$A_{mín} = \rho_{mín} \cdot b \cdot d$$

$$A_b = \rho_b \cdot b \cdot d$$

$$A_{máx} = \rho_{máx} \cdot b \cdot d$$

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{0 \cdot f_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

$$A_{s_d} = \rho_d \cdot b \cdot d$$

$$\rho_{mín} = 0.70 \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_b = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_{máx} = 0.75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_d = w \cdot \frac{f'_c}{f_y} \quad w = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Número de varillas:	N° varillas=	4 var
Distribución de Acero:	S=	31.2 cm
Acero Longitudinal	4	Ø 1/2" @ 0.312 m

$$N = \frac{Asd \cdot B}{As0}$$

$$S = \frac{B - 2r - \beta - 10}{N - 1}$$

### VI. DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL

Cálculo de presión al cara derecho de la columna	0.75	q <sup>m</sup>	16.05173611
Cálculo de momento último	distancia L= 0.45	Mu=	1.625 ton-m

$$Mu = \frac{q^m L^2}{2}$$

#### Datos de diseño:

b=	10	d=	55.00 cm	Mu=	1.625 ton-m
β=	0.85	fc=	210 kg/cm <sup>2</sup>	fy=	4200 kg/cm <sup>2</sup>

#### Cálculo

Zona sísmica		Zona	Sísmica		
Cuánta y acero mínimo	P <sub>min</sub> =	0.002415229	A <sub>smin</sub> =	3.99 cm <sup>2</sup>	
Cuánta y acero balanceada	P <sub>b</sub> =	0.02125	A <sub>rb</sub> =	35.06 cm <sup>2</sup>	
Cuánta y acero máxima	0.50 p <sub>b</sub>	P <sub>max</sub> =	0.010625	A <sub>smax</sub> =	17.53 cm <sup>2</sup>
	w1=	1.685386038	w2=	0.009529217	
Cuánta y acero de diseño	P <sub>d</sub> =	0.000476461	A <sub>sd</sub> =	0.79 cm <sup>2</sup>	
Área de acero a usar			A <sub>sd</sub> =	3.99 cm <sup>2</sup>	
Acero a seleccionar	Ø 1/2"	A <sub>s</sub> =	1.27 cm <sup>2</sup>	db=	1.27 cm

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{0 \cdot f_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

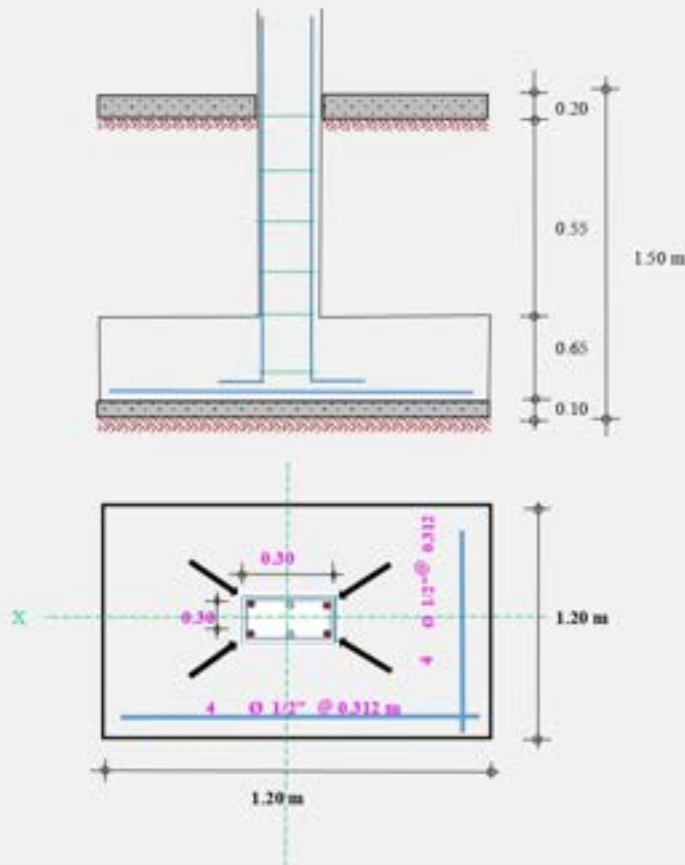
$$w = \frac{-0 \pm \sqrt{0^2 - 4ac}}{2a}$$

Número de varillas:	N° varillas=	4 var
Distribución de Acero:	S=	31.2 cm
Acero Longitudinal	4	Ø 1/2" @ 0.312 m

$$N = \frac{Asd \cdot L}{As0}$$

$$S = \frac{L - 2r - \beta - 10}{N - 1}$$

### VII. DETALLE FINAL



C) DISEÑO DE ZAPATA CUADRADA PARA CALICATA C-3

<b>CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO</b>			
<b>Metodo: TERZAGHY</b>			
$Q_{ult} = (C)(N_c) + (\gamma)(D_f)(N_q) + (1/2)(\gamma)(B)(N_\gamma)$			
C =	0.00	→	Cohesión del Suelo
φ =	25.00	→	Angulo de Fricción interna del Suelo (Fi)
Df =	1.50	mts	Profundidad de Cimentacion / Desplante
B =	1.10	mts	Ancho o Radio del Cimiento C / Zapata
γ =	1.825	gr/cm3 o Tn/m3	Peso Volumetrico del Suelo
Nc =	23.94	} factores de capacidad de carga en funcion del angulo de fricción interna del suelo	
Nq =	13.65		
Nγ =	14.10		
FS =	3.00	factor de Seguridad Según USO - R.N.E	Departamentos - Oficinas - Etc
<b>Q<sub>ult</sub> = 51.52 tn/m2</b>		<b>Q<sub>adm</sub> = 1.72 kg/cm2</b>	

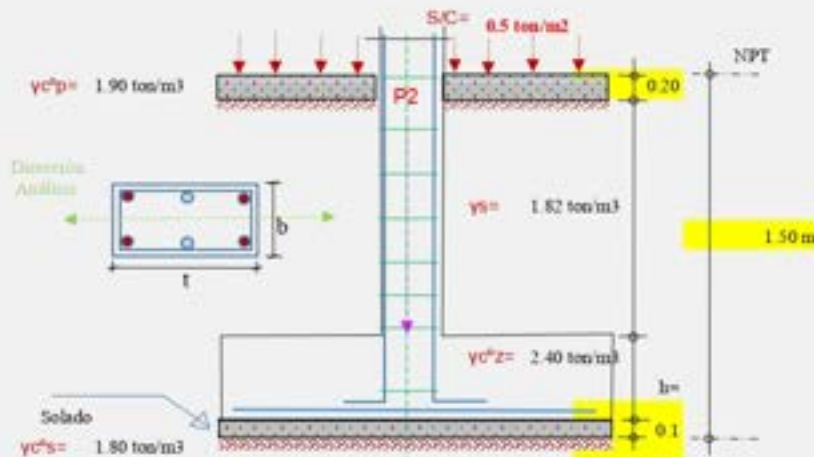
## DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS - CALICATA C-3

DATOS:				
Concreto	$F'c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>	$q_n =$	1.720 kg/cm <sup>2</sup>
Fuerza Acero	$F_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_c^p =$	1.90 ton/m <sup>3</sup>
Peso de carga muerta	$P_{cm} =$	11.17 ton	$\gamma_s =$	1.82 ton/m <sup>3</sup>
Peso de carga viva	$P_{cv} =$	4.17 ton	$\gamma_c^z =$	2.40 ton/m <sup>3</sup>
Momento Carga Muerta	$M_{cm} =$	0.10 ton-m	$\gamma_c^s =$	1.80 ton/m <sup>3</sup>
Momento Carga Viva	$M_{cv} =$	0.10 ton-m	$D_f =$	1.50 m



Zapata centrada

Columna detalles				
$b =$	30 cm	Refuerzo	4	$\phi$ 1/2"
$t =$	30 cm		0	$\phi$ 3/4"



I. DIMENSIONAMIENTO			
Cálculo Área del acero de la columna y diámetro		$d_b =$	1.91 cm
		$A_b =$	2.850 cm <sup>2</sup>
Cálculo peralte de la zapata normativas			
$Ld1 = 0.08 \cdot d_b \cdot f_y / \sqrt{f'c}$	44.2 cm	$Ld \text{ max}$	44.17 cm
$Ld2 = 0.004 \cdot d_b \cdot f_y$	32.0 cm	$Ld \text{ asumido}$	45.00 cm
$Ld3 \geq 20 \text{ cm}$	20.0 cm	$Ld =$	55.00 cm
Altura de la zapata		$h =$	65.00 cm

$Ld = Ld \text{ asumido} + 10 \text{ cm}$   
 $h = Ld + 10 \text{ cm}$

Capacidad portante neta del terreno ( $q_n$ )		
$q_n = q_u = (\gamma_c^s \cdot z \cdot h_z) - (\gamma_c^z \cdot z \cdot h_z) - (\gamma_s \cdot z \cdot h_s) - (\gamma_c^p \cdot z \cdot h_p) - s/c$	$q_n =$	1.358 kg/cm <sup>2</sup>

Área de la zapata		
$A = \frac{PT}{q_n} = \frac{P_{cm} + P_{cv}}{q_n}$	$A =$	1.129 m <sup>2</sup>

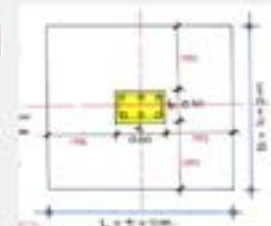
$$A = (t + 2m)(b + 2m)$$

$$1.129 = (0.3 + 2m)(0.3 + 2m)$$

$$1.129 = 0.09 + 0.6m + 0.6m + 4m^2$$

$$4.0m^2 + 1.2m + -1.0 = 0$$

$m =$	0.38	$L =$	1.10 m	
$L = t + 2m$	$L =$	1.06 m	$B =$	1.10 m
$B = b + 2m$	$B =$	1.06 m	$A_z =$	1.2 m <sup>2</sup>
Cálculo del área definido $A_z = B \times L$				



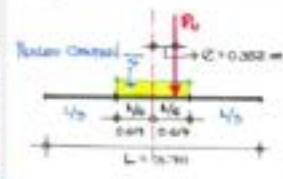
II. VERIFICACIÓN DE PRESIÓN $q_{máx} < q_a$			
Peso de servicio	$P_s = P_{cm} + P_{cv}$	$P_s =$	15 ton
Momento de servicio	$M_s = M_{cm} + M_{cv}$	$M_s =$	0.2 ton-m
	$C = L/2$	$C =$	0.55
Cálculo de inercia	$I = (B \cdot L^3)/12$	$I =$	0.122 m <sup>4</sup>
Presión máxima		$q_{máx} =$	1.358 kg/cm <sup>2</sup>
Verificación	1.358 < 1.72	$q_{máx} < q_a$	<b>OK</b>

$$Q_{máx} = \frac{P_s}{Az} + \frac{M_s \cdot c}{I}$$

#### CARGAS DE DISEÑO (Pu, Mu)

##### Reacción amplificada del suelo

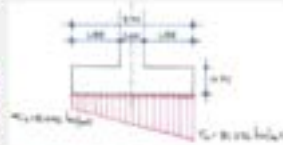
Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	$P_u =$	22.7 ton
Momento último	$M_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	$M_u =$	0.31 ton-m
$M = P \cdot d \Rightarrow Mu = Pu \cdot e$	$e = Mu/Pu$	$e =$	0.014 m
		$L/6 =$	0.183 m
Verificación Presión del suelo		$e < L/6$	<b>Forma Trapezoidal</b>



#### PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

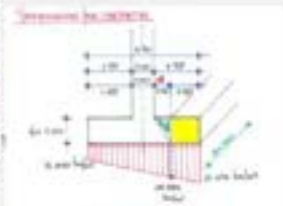
$$Q_{1,2} = \frac{P_u}{Az} \pm \frac{M_u \cdot c}{I}$$

$Q_1 =$	20.18 ton/m <sup>2</sup>
$Q_2 =$	17.39 ton/m <sup>2</sup>



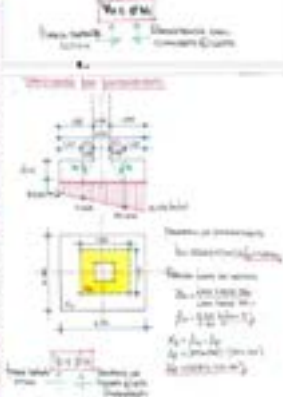
#### III. VERIFICACIÓN POR CORTANTE

Presión a una dist. d cara de columna	$d =$	55.00 cm	$q =$	20.6 ton/m <sup>2</sup>
Fuerza cortante última			$V_u =$	-3.361 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\phi V_c = \phi \cdot 0.53 \sqrt{f'_c} \cdot B \cdot d$		$\phi V_c =$	39.497 ton
Verificación			$V_u < \phi V_c =$	<b>CONFORME</b>



#### IV. VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO

Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = 2 \cdot (l + d) + 2 \cdot (b + d)$	$b_o =$	3.40 m
Relación lados de columna	$B_o = l/b$	$B_o =$	1
Área del punzonamiento		$A_p =$	0.72 m <sup>2</sup>
Área del punzonamiento exterior	$A'_p = A_z - A_p$	$A'_p =$	0.49 m <sup>2</sup>
Cálculo de presión a distancia de corte izquierdo		$q'_l =$	17.7 ton/m <sup>2</sup>
Cálculo de presión a distancia de corte derecho		$q'_r =$	19.86 ton/m <sup>2</sup>
Fuerza cortante última	$V_u = q_u \cdot A'_p$	$V_u =$	9.157 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento		$\phi V_c =$	375.455 ton
Verificación	$\phi V_c = \phi \cdot (0.53 + \frac{1.10}{B_o}) \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$	$V_u \leq \phi V_c =$	<b>CONFORME</b>



#### V. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL

Cálculo de presión al cara derecho de la columna	distancia	0.7	$q'' =$	19.16 ton/m <sup>2</sup>	
Distancia L	0.40	$F_1 =$	7.6855	$F_2 =$	0.2033
Cálculo de momento último			$M_u =$	1.587 ton-m	

##### Datos de diseño:

$b =$	30	$d =$	55.00 cm	$M_u =$	1.587 ton-m
$\beta =$	0.85	$f'_c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>	$f_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>

##### Cálculo

Zona sísmica		Zona	Sísmica		
Cuántía y acero mínimo	$P_{min} =$	0.002415229	$A_{smin} =$	3.99 cm <sup>2</sup>	
Cuántía y acero balanceada	$P_b =$	0.02125	$A_{sb} =$	35.06 cm <sup>2</sup>	
Cuántía y acero máxima	$P_{max} =$	0.010625	$A_{smax} =$	17.53 cm <sup>2</sup>	
	$w_1 =$	1.685609684	$w_2 =$	0.00930557	
Cuántía y acero de diseño	$P_d =$	0.000465279	$A_{sd} =$	0.77 cm <sup>2</sup>	
Área de acero a usar			$A_{usd} =$	3.99 cm <sup>2</sup>	
Acero a seleccionar	$\phi$ 1/2"	$A_s =$	1.27 cm <sup>2</sup>	$d_b =$	1.27 cm

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

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

$$A_b = \rho_b \cdot b \cdot d$$

$$A_{smax} = \rho_{max} \cdot b \cdot d$$

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

$$A_{sd} = \rho_d \cdot b \cdot d$$

$$\rho_{min} = 0.70 \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_b = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_{mix} = 0.75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_d = w \cdot \frac{f'_c}{f_y} \quad w = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Número de varillas:	N° varillas=	3 unid
Distribución de Acero:	S=	41.9 cm
Acero Longitudinal:	3	Ø 1/2" @ 0.419 m

$$N = \frac{Asd \cdot B}{As \cdot \beta}$$

$$S = \frac{B - 2r - \beta - 10}{N - 1}$$

#### VI. DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL

Cálculo de presión al cara derecho de la columna	0.7	$q''$	19.16376614
Cálculo de momento último distancia L=	0.4	$M_u$	1.533 ton-m

$$M_u = \frac{q l^2}{2}$$

#### Datos de diseño:

b=	30	d=	55.00 cm	$M_u$ =	1.533 ton-m
$\beta$ =	0.85	$f_c$ =	210 kg/cm <sup>2</sup>	$f_y$ =	4200 kg/cm <sup>2</sup>

#### Cálculo

Zona sísmica		Zona	Sísmica		
Cuánta y acero mínimo	$P_{min}$ =	0.002415229	$A_{smin}$ =	3.99 cm <sup>2</sup>	
Cuánta y acero balanceada	$P_b$ =	0.02125	$A_{rb}$ =	35.06 cm <sup>2</sup>	
Cuánta y acero máxima 0.50 pb	$P_{max}$ =	0.010625	$A_{rmax}$ =	17.53 cm <sup>2</sup>	
	$w_1$ =	1.685929138	$w_2$ =	0.008986096	
Cuánta y acero de diseño	$P_d$ =	0.000449305	$A_{rd}$ =	0.74 cm <sup>2</sup>	
Área de acero a usar			$A_{sd}$ =	3.99 cm <sup>2</sup>	
Acero a seleccionar	Ø 1/2"	$A_s$ =	1.27 cm <sup>2</sup>	$\phi_b$ =	1.27 cm

$$0.59w^2 - w + \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot b \cdot d^2} = 0$$

$$w = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

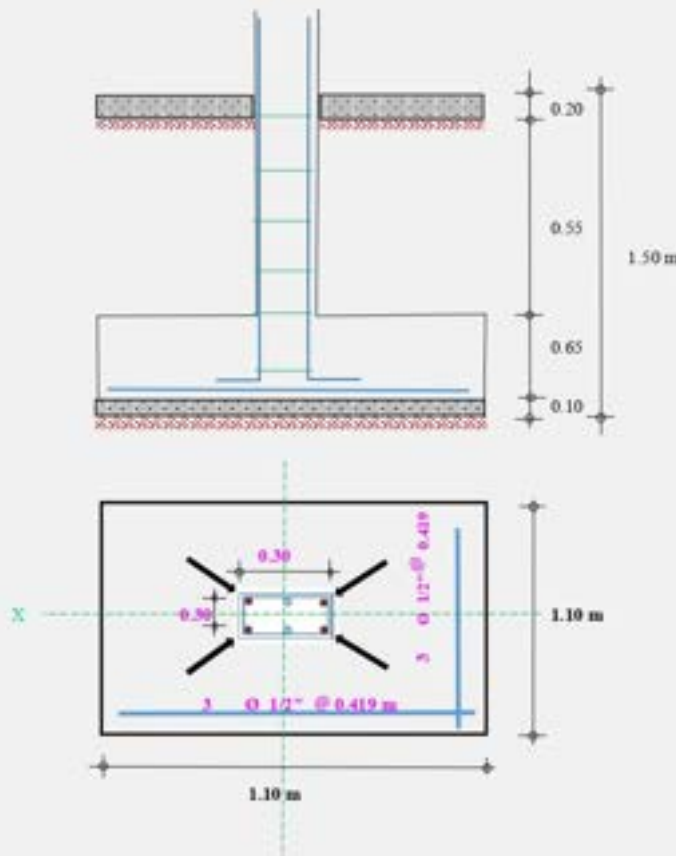
Número de varillas:	N° varillas=	3 unid
Distribución de Acero:	S=	41.9 cm

$$N = \frac{Asd \cdot L}{As \cdot \beta}$$

$$S = \frac{L - 2r - \beta - 10}{N - 1}$$

Acero Longitudinal: 3 Ø 1/2" @ 0.419 m

#### VII. DETALLE FINAL



D) DISEÑO DE ZAPATA CUADRADA PARA CALICATA C-4

<b>CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO</b>			
<b>Metodo: TERZAGHY</b>			
$q_{ult} = (C)(N_c) + (\gamma)(D_f)(N_q) + (1/2)(\gamma)(B)(N_\gamma)$			
C =	0.00	→	Cohesión del Suelo
φ =	24.00	→	Angulo de Fricción interna del Suelo (Fi)
Df =	1.50	mts	Profundidad de Cimentacion / Desplante
B =	1.10	mts	Ancho o Radio del Cimiento C / Zapata
γ =	1.825	gr/cm <sup>3</sup> o Tn/m <sup>3</sup>	Peso Volumetrico del Suelo
Nc =	22.50	} factores de capacidad de carga en funcion del angulo de fricción interna del suelo	
Nq =	13.05		
Nγ =	13.85		
FS =	3.00	factor de Seguridad Según USO - R.N.E	Departamentos - Oficinas - Etc
<b>Q<sub>ult</sub> = 49.63 tn/m<sup>2</sup></b>		<b>Q<sub>adm</sub> = 1.65 kg/cm<sup>2</sup></b>	

## DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS - CALICATA C-4

### DATOS:

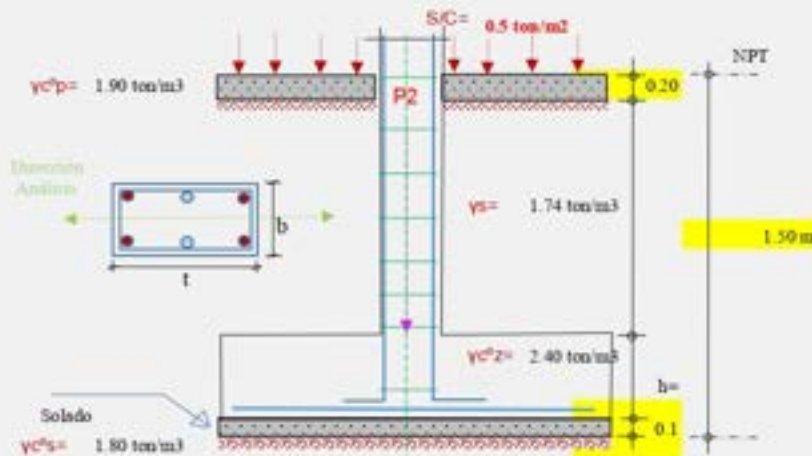
Concreto	$F_{cc}$	210 kg/cm <sup>2</sup>	$q_n$	1.650 kg/cm <sup>2</sup>
Fuerza Acero	$F_y$	4200 kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_c^p$	1.90 ton/m <sup>3</sup>
Peso de carga muerta	$P_{cm}$	11.17 ton	$\gamma_s$	1.74 ton/m <sup>3</sup>
Peso de carga viva	$P_{cv}$	4.17 ton	$\gamma_c^z$	2.40 ton/m <sup>3</sup>
Momento Carga Muerta	$M_{cm}$	0.10 ton-m	$\gamma_s^s$	1.80 ton/m <sup>3</sup>
Momento Carga Viva	$M_{cv}$	0.10 ton-m	$D_6$	1.50 m



Zapata centrada

### Columna detalles

$b$	30 cm	Refuerzo	4	$\phi$ 1/2"
$t$	30 cm		0	$\phi$ 3/4"



### I DIMENSIONAMIENTO

Cálculo Área del acero de la columna y diámetro	$d_b$	1.91 cm
	$A_b$	2.850 cm <sup>2</sup>

### Cálculo peralte de la zapata normativas

$Ld1 = 0.08 \cdot d_b \cdot f_y / \sqrt{f'_c}$	44.2 cm	$Ld \text{ max}$	44.17 cm
$Ld2 = 0.004 \cdot d_b \cdot f_y$	32.0 cm	$Ld \text{ asumido}$	45.00 cm
$Ld3 \geq 20 \text{ cm}$	20.0 cm	$Ld$	55.00 cm

$Ld$   $Ld$  asumido + 10cm  
 $h$ :  $Ld + 10 \text{ cm}$

Altura de la zapata	$h$	65.00 cm
---------------------	-----	----------

### Capacidad portante neta del terreno ( $q_n$ )

$q_n = q_u - (\gamma_c^s \cdot s \cdot h_s) - (\gamma_c^z \cdot z \cdot h_z) - (\gamma_s \cdot s \cdot h_s) - (\gamma_c^p \cdot p \cdot h_p) - s/t$	$q_n$	1.292 kg/cm <sup>2</sup>
---	-------	--------------------------

### Área de la zapata

$A = \frac{PT}{q_n} = \frac{P_{cm} + P_{cv}}{q_n}$	$A$	1.187 m <sup>2</sup>
--	-----	----------------------

$$A = (t + 2m)(b + 2m)$$

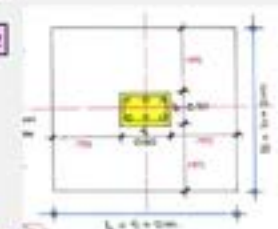
$$1.187 = (0.3 + 2m)(0.3 + 2m)$$

$$1.187 = 0.09 + 0.6m + 0.6m + 4m^2$$

$$4.0m^2 + 1.2m + -1.1 = 0$$

$m$	0.39	$L$	1.10 m	
$L = t + 2m$	$L$	1.09 m	$B$	1.10 m
$B = b + 2m$	$B$	1.09 m		

Cálculo del área definido	$A_z = B \times L$	$A_z$	1.2 m <sup>2</sup>
---------------------------	--------------------	-------	--------------------



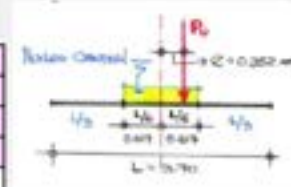
II. VERIFICACIÓN DE PRESION $q_{max} < q_a$			
Peso de servicio	$P_s = P_{em} + P_{ev}$	$P_s =$	15 ton
Momento de servicio	$M_s = M_{em} + M_{ev}$	$M_s =$	0.2 ton-m
	$C = L/2$	$C =$	0.55
Cálculo de Inercia	$I = (B \cdot L^3)/12$	$I =$	0.122 m <sup>4</sup>
Presión máxima		$q_{max} =$	1.358 kg/cm <sup>2</sup>
Verificación	1.358 < 1.65	$q_{max} < q_a$	OK

$$q_{max} = \frac{P_s}{Az} + \frac{M_s c}{I}$$

#### CARGAS DE DISEÑO (Pu, Mu)

##### Reacción amplificada del suelo

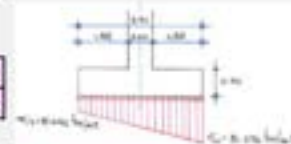
Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	$P_u =$	22.7 ton
Momento último	$M_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	$M_u =$	0.31 ton-m
$M = F \cdot d \Rightarrow M_u = P_u \cdot e$	$e = M_u/P_u$	$e =$	0.014 m
		$L/6 =$	0.183 m
Verificación Presión del suelo		$e < L/6$	Forma Trapezoidal



#### PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

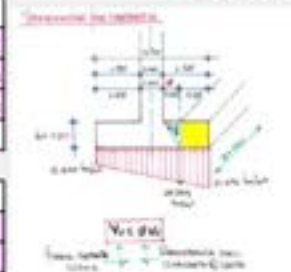
$$q_{1,2} = \frac{P_u}{Az} \pm \frac{M_u \cdot c}{I}$$

$q_1 =$	20.18 ton/m <sup>2</sup>
$q_2 =$	17.39 ton/m <sup>2</sup>



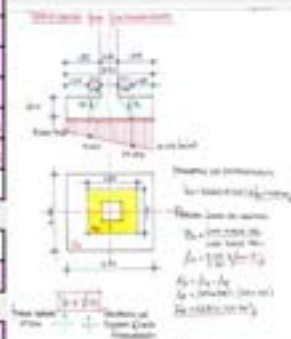
#### III. VERIFICACIÓN POR CORTANTE

Presión a una dist. d cara de columna	$d =$ 55.00 cm	$q =$	20.6 ton/m <sup>2</sup>
Fuerza cortante última		$V_u =$	-3.361 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\phi V_c = \phi \cdot 0.53 \sqrt{f'_c} \cdot c \cdot B \cdot d$	$\phi V_c =$	39.497 ton
Verificación		$V_u < \phi V_c$	CONFORME



#### IV. VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO

Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = 2 \cdot (t + d) + 2 \cdot (b + d)$	$b_o =$	3.40 m
Relación lados de columna	$R_c = t/b$	$B_o =$	1
Área del punzonamiento		$A_p =$	0.72 m <sup>2</sup>
Área del punzonamiento exterior	$A'_p = A_z - A_p$	$A'_p =$	0.49 m <sup>2</sup>
Cálculo de presión a distancia de corte izquierdo		$q^* =$	17.7 ton/m <sup>2</sup>
Cálculo de presión a distancia de corte derecho		$q^* =$	19.86 ton/m <sup>2</sup>
Fuerza cortante última	$V_u = q_u \cdot A'_p$	$V_u =$	9.157 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento		$\phi V_c =$	375.455 ton
Verificación	$\phi V_c = \phi \cdot (0.53 + \frac{1.10}{B_o}) \sqrt{f'_c} \cdot c \cdot b_o \cdot d$	$V_u \leq \phi V_c$	CONFORME



#### V. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL

Cálculo de presión al cara derecho de la columna	distancia 0.7	$q^* =$	19.16 ton/m <sup>2</sup>
Distancia L	0.40	$F_1 =$ 7.6655	$F_2 =$ 0.2033
Cálculo de momento último		$M_u =$	1.587 ton-m

##### Datos de diseño:

$b =$	30	$d =$	55.00 cm	$M_u =$	1.587 ton-m
$\beta =$	0.85	$f_c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>	$f_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>

$$0.59w^2 - w + \frac{M_u}{\phi \cdot f_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

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

$$A_s = \rho_b \cdot b \cdot d$$

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

$$0.59w^2 - w + \frac{M_u}{\phi \cdot f_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

$$A_{s4} = \rho_d \cdot b \cdot d$$

$$\rho_{min} = 0.70 \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_b = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_{min} = 0.75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_d = w \cdot \frac{f'_c}{f_y} \quad w = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

##### Cálculo

Zona sísmica		Zona	Sísmica
Cuanta y acero mínimo	$P_{min} =$ 0.002415229	$A_{smin} =$	3.99 cm <sup>2</sup>
Cuanta y acero balanceada	$P_b =$ 0.02125	$A_{sb} =$	35.06 cm <sup>2</sup>
Cuanta y acero máxima	$P_{max} =$ 0.010625	$A_{smax} =$	17.53 cm <sup>2</sup>
	$w_1 =$ 1.685609684	$w_2 =$	0.00930557
Cuanta y acero de diseño	$P_d =$ 0.000465279	$A_{sd} =$	0.77 cm <sup>2</sup>
Área de acero a usar		$A_{sd} =$	3.99 cm <sup>2</sup>

Acero a seleccionar	$\phi$ 1/2"	$A_s =$ 1.27 cm <sup>2</sup>	$d_b =$ 1.27 cm
---------------------	-------------	------------------------------	-----------------

Número de varillas:	N° varillas=	3 und
Distribución de Acero:	S=	41.9 cm
Acero Longitudinal	3	Ø 1/2" @ 0.419 m

$$N = \frac{Asd \cdot B}{Asd}$$

$$S = \frac{B - 2r - \beta - 10}{N - 1}$$

VI DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL			
Cálculo de presión al cara derecho de la columna	0.7	q''	19.16376614
Cálculo de momento último	distancia L= 0.4	Mu	1.533 ton-m

$$Mu = \frac{q l^2}{2}$$

Datos de diseño:

b=	30	d=	55.00 cm	Mu=	1.533 ton-m
β=	0.85	fc=	210 kg/cm2	fy=	4200 kg/cm2

Cálculo

Zona sísmica		Zona	Sísmica		
Cuantía y acero mínimo	Pmin=	0.002415229	Asmin=	3.99 cm2	
Cuantía y acero balanceada	Pb=	0.02125	Asb=	35.06 cm2	
Cuantía y acero máxima	0.50 pb	Pmáx=	0.010625	Asmáx=	17.53 cm2
	w1=	1.685929158	w2=	0.008986096	
Cuantía y acero de diseño	Pd=	0.000449805	Asd=	0.74 cm2	
Área de acero a usar			Asd=	3.99 cm2	
Acero a seleccionar	Ø 1/2"	As=	1.27 cm2	db=	1.27 cm

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi \cdot f_y \cdot b \cdot d^2} = 0$$

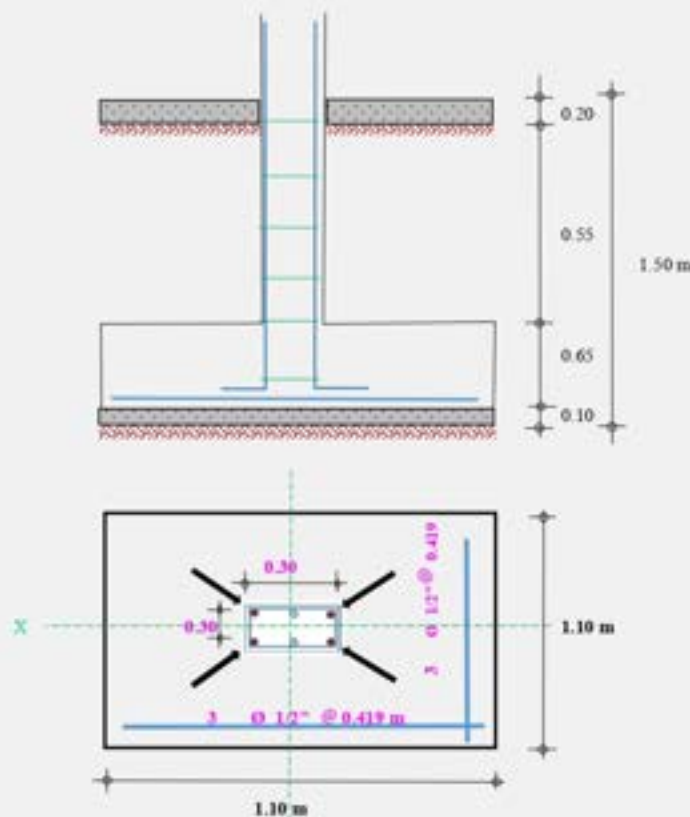
$$w = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Número de varillas:	N° varillas=	3 und
Distribución de Acero:	S=	41.9 cm
Acero Longitudinal	3	Ø 1/2" @ 0.419 m

$$N = \frac{Asd \cdot L}{Asd}$$

$$S = \frac{L - 2r - \beta - 10}{N - 1}$$

### VII DETALLE FINAL



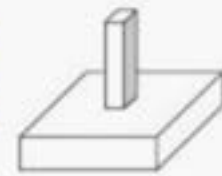
E) DISEÑO DE ZAPATA CUADRADA PARA CALICATA C-5

<b>CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO</b>			
<b>Metodo: TERZAGHY</b>			
$Q_{ult} = (C)(N_c) + (\gamma)(D_f)(N_q) + (1/2)(\gamma)(B)(N_\gamma)$			
C =	0.00	→	Cohesión del Suelo
$\phi$ =	24.00	→	Angulo de Fricción interna del Suelo (Fi)
Df =	1.50	mts	Profundidad de Cimentacion / Desplante
B =	1.10	mts	Ancho o Radio del Cimiento C / Zapata
$\gamma$ =	1.825	gr/cm3 o Tn/m3	Peso Volumetrico del Suelo
Nc =	21.80	} factores de capacidad de carga en funcion del angulo de fricción interna del suelo	
Nq =	13.25		
N $\gamma$ =	13.85		
FS =	3.00	factor de Seguridad Según USO - R.N.E	Departamentos - Oficinas - Etc
<b>Q<sub>ult</sub> = 50.17 tn/m2</b>		<b>Q<sub>adm</sub> = 1.67 kg/cm2</b>	

## DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS - CALICATA C-5

### DATOS:

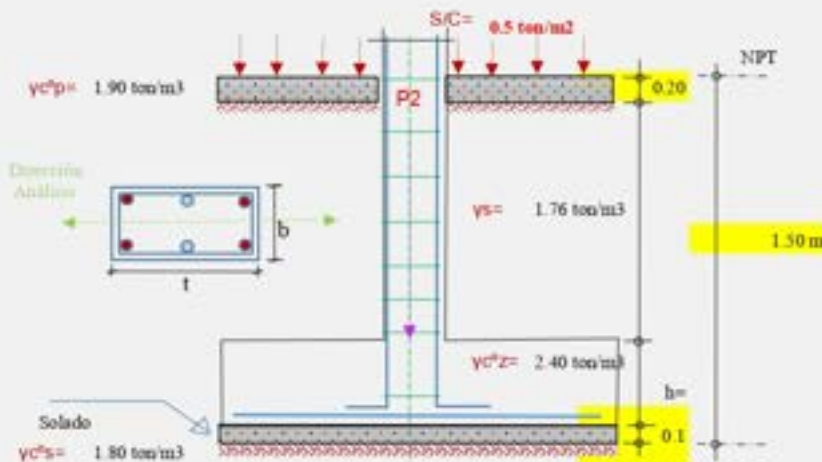
Concreto	$F'c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>	$q_n =$	1.670 kg/cm <sup>2</sup>
Fuerza Acero	$F_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_c^p =$	1.90 ton/m <sup>3</sup>
Peso de carga muerta	$P_{cm} =$	11.17 ton	$\gamma_s =$	1.76 ton/m <sup>3</sup>
Peso de carga viva	$P_{cv} =$	4.17 ton	$\gamma_c^z =$	2.40 ton/m <sup>3</sup>
Momento Carga Muerta	$M_{cm} =$	0.10 ton-m	$\gamma_c^s =$	1.80 ton/m <sup>3</sup>
Momento Carga Viva	$M_{cv} =$	0.10 ton-m	$D_f =$	1.50 m



Zapata centrada

### Columna detalles

$b =$	30 cm	Refuerzo	4	$\phi$ 1/2"
$t =$	30 cm		0	$\phi$ 3/4"



### I DIMENSIONAMIENTO

Cálculo Área del acero de la columna y diámetro	$d_b =$	1.91 cm
	$A_b =$	2.850 cm <sup>2</sup>

Cálculo peralte de la zapata normativas	$Ld1 = 0.08 \cdot d_b \cdot f_y / \sqrt{f'c}$	44.2 cm	$Ld \text{ max}$	44.17 cm
	$Ld2 = 0.004 \cdot d_b \cdot f_y$	32.0 cm	$Ld \text{ asumido}$	45.00 cm
	$Ld3 \geq 20 \text{ cm}$	20.0 cm	$Ld =$	55.00 cm
Altura de la zapata	$h =$	65.00 cm	$Ld + 10 \text{ cm}$	$h: Ld + 10 \text{ cm}$

### Capacidad portante neta del terreno ( $q_n$ )

$q_n = q_u - (\gamma_c^z \cdot z) - (\gamma_c^s \cdot h) - (\gamma_s \cdot h) - (\gamma_c^p \cdot h) - s/c$	$q_n =$	1.311 kg/cm <sup>2</sup>
---	---------	--------------------------

### Área de la zapata

$$A = \frac{PT}{q_n} = \frac{P_{cm} + P_{cv}}{q_n} \quad A = 1.170 \text{ m}^2$$

$$A = (t + 2m)(b + 2m)$$

$$1.170 = (0.3 + 2m)(0.3 + 2m)$$

$$1.170 = 0.09 + 0.6m + 0.6m + 4m^2$$

$$4.0m^2 + 1.2m + -1.1 = 0$$

$m =$	0.39	$L =$	1.10 m	
$L = t + 2m$	$L =$	1.08 m	$B =$	1.10 m
$B = b + 2m$	$B =$	1.08 m	$A_z =$	1.2 m <sup>2</sup>
Cálculo del área definido	$A_z = B \times L$			



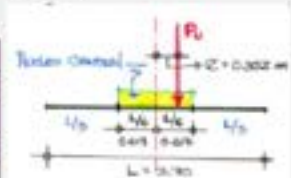
II. VERIFICACIÓN DE PRESIÓN $q_{max} < q_a$			
Peso de servicio	$P_s = P_{cm} + P_{ev}$	$P_s =$	15 ton
Momento de servicio	$M_s = M_{cm} + M_{ev}$	$M_s =$	0.2 ton-m
	$C=L/2$	$C =$	0.55
Cálculo de Inercia	$I = (B \cdot L^3)/12$	$I =$	0.122 m <sup>4</sup>
Presión máxima		$q_{max} =$	1.358 kg/cm <sup>2</sup>
Verificación	1.358 < 1.67	$q_{max} < q_a$	OK

$$q_{max} = \frac{P_s}{A_z} + \frac{M_s \cdot c}{I}$$

#### CARGAS DE DISEÑO (Pu, Mu)

##### Reacción amplificada del suelo

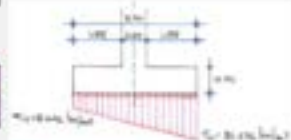
Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	$P_u =$	22.7 ton
Momento último	$M_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	$M_u =$	0.33 ton-m
$M = F \cdot d \Rightarrow Mu = Pu \cdot e$	$e = Mu/Pu$	$e =$	0.014 m
		$L/6 =$	0.183 m
Verificación Presión del suelo	$e < L/6$	Forma	Trapezoidal



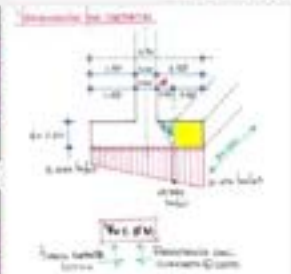
#### PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

$$q_{1,2} = \frac{P_u}{A_z} \pm \frac{M_u \cdot c}{I}$$

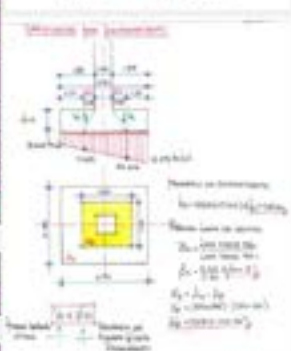
$q_1 =$	20.18 ton/m <sup>2</sup>
$q_2 =$	17.39 ton/m <sup>2</sup>



III. VERIFICACIÓN POR CORTANTE				
Presión a una dist. d cara de columna	$d =$	55.00 cm	$q' =$	20.6 ton/m <sup>2</sup>
Fuerza cortante última			$V_u =$	-3.361 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\phi V_c = \phi \cdot 0.53 \sqrt{f'_c} \cdot B \cdot d$		$\phi V_c =$	39.497 ton
Verificación			$V_u < \phi V_c =$	CONFORME



IV. VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO			
Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = 2 \cdot (t + d) + 2 \cdot (b + d)$	$b_o =$	3.40 m
Relación lados de columna	$B_c = t/b$	$B_c =$	1
Área del punzonamiento		$A_p =$	0.72 m <sup>2</sup>
Área del punzonamiento exterior	$A'_p = A_z - A_p$	$A'_p =$	0.49 m <sup>2</sup>
Cálculo de presión a distancia de corte izquierdo		$q'' =$	17.7 ton/m <sup>2</sup>
Cálculo de presión a distancia de corte derecho		$q''' =$	19.86 ton/m <sup>2</sup>
Fuerza cortante última	$V_u = q_u \cdot A'_p$	$V_u =$	9.157 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento		$\phi V_c =$	375.455 ton
Verificación	$\phi V_c = \phi \cdot (0.53 + \frac{1.10}{B_o}) \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$	$V_u \leq \phi V_c =$	CONFORME



V. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL					
Cálculo de presión al cara derecho de la columna	distancia	0.7	$q'' =$	19.16 ton/m <sup>2</sup>	
Distancia L	0.40	$F1 =$	7.6655	$F2 =$	0.2033
Cálculo de momento último		$M_u =$	1.587 ton-m		

#### Datos de diseño:

$b =$	30	$d =$	55.00 cm	$M_u =$	1.587 ton-m
$\beta =$	0.85	$f'_c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>	$f_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>

#### Cálculo

Zona sismica	Zona	Sistema		
Cuánta y acero mínimo	$P_{min} =$	0.002415229	$A_{smin} =$	3.99 cm <sup>2</sup>
Cuánta y acero balanceada	$P_b =$	0.02125	$A_{sb} =$	35.06 cm <sup>2</sup>
Cuánta y acero máxima	$P_{max} =$	0.010625	$A_{smax} =$	17.53 cm <sup>2</sup>
	$w1 =$	1.685609684	$w2 =$	0.00930557
Cuánta y acero de diseño	$P_d =$	0.000465279	$A_{sd} =$	0.77 cm <sup>2</sup>
Área de acero a usar			$A_{sd} =$	3.99 cm <sup>2</sup>

Acero a seleccionar  $\phi$  1/2"  $A_s =$  1.27 cm<sup>2</sup>  $d_b =$  1.27 cm

$$0.59w^2 - w + \frac{M_u}{\phi \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

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

$$A_b = \rho_b \cdot b \cdot d$$

$$A_{smax} = \rho_{max} \cdot b \cdot d$$

$$0.59w^2 - w + \frac{M_u}{\phi \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

$$A_{sd} = \rho_d \cdot b \cdot d$$

$$\rho_{min} = 0.70 \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_b = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_{mix} = 0.75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_d = w \cdot \frac{f'_c}{f_y} \quad z = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Número de varillas:	N° varillas=	3 und
Distribución de Acero:	S=	41.9 cm
Acero Longitudinal:	3	Ø 1/2" @ 0.419 m

$$N = \frac{A_s d \cdot B}{A_s \bar{d}}$$

$$S = \frac{B - 2r - \bar{d} - 10}{N - 1}$$

VI DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL			
Cálculo de presión al cara derecho de la columna	0.7	$q''$	19.16376614
Cálculo de momento último	distancia L= 0.4	$M_u$	1.533 ton-m

$$M_u = \frac{q l^2}{2}$$

Datos de diseño:

b=	30	d=	55.00 cm	$M_u$ =	1.533 ton-m
$\beta$ =	0.85	$f_c$ =	210 kg/cm <sup>2</sup>	$f_y$ =	4200 kg/cm <sup>2</sup>

Cálculo

Zona sísmica		Zona	Sísmica		
Cuánta y acero mínimo	$P_{min}$ =	0.002415229	$A_{smin}$ =	3.99 cm <sup>2</sup>	
Cuánta y acero balanceada	$P_b$ =	0.02125	$A_{sb}$ =	85.06 cm <sup>2</sup>	
Cuánta y acero máxima 0.50 pb	$P_{max}$ =	0.010625	$A_{smax}$ =	17.53 cm <sup>2</sup>	
	w1=	1.685929158	w2=	0.008936096	
Cuánta y acero de diseño	$P_d$ =	0.000449305	$A_{sd}$ =	0.74 cm <sup>2</sup>	
Área de acero a usar			$A_{sd}$ =	3.99 cm <sup>2</sup>	
Acero a seleccionar	Ø 1/2"	$A_s$ =	1.27 cm <sup>2</sup>	$\bar{d}$ =	1.27 cm

$$0.59w^2 - w + \frac{M_u}{\phi \cdot f_c \cdot b \cdot d^2} = 0$$

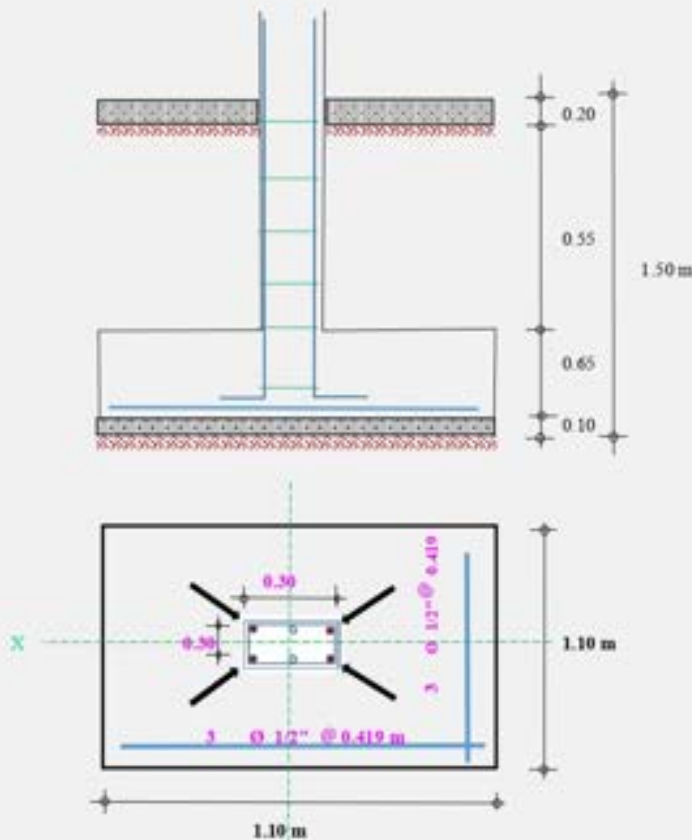
$$w = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Número de varillas:	N° varillas=	3 und
Distribución de Acero:	S=	41.9 cm
Acero Longitudinal:	3	Ø 1/2" @ 0.419 m

$$N = \frac{A_s d \cdot L}{A_s \bar{d}}$$

$$S = \frac{L - 2r - \bar{d} - 10}{N - 1}$$

VII. DETALLE FINAL



## IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En este acápite se realizaron los análisis y disputas de los resultados obtenidos de la recopilación de información dados los objetivos, como fueron, la ubicación de la zona de investigación, la capacidad admisible del suelo de fundación, el diseño de la cimentación y una propuesta de zonificación del C.P. Tambo Real.

### **Resultado de Ubicación Geográfica de la Zona**

La zona de estudio se encuentra en el Distrito de Santa al norte de la ciudad de Chimbote en el departamento de Áncash y posee una superficie de 165,016.33 m<sup>2</sup> y 21 manzanas.

### **Resultado respecto a la solicitud de información de la capacidad portante del suelo**

Se ha utilizado como referencia, un antecedente de Estudio de Mecánica de Suelos del proyecto denominado “*CONSTRUCCION Y AMPLIACION DE PISTAS Y VEREDAS EN EL C.P. TAMBO REAL NUEVO, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH*”, mediante el cual se pudo obtener diferentes resultados necesarios para el objetivo que fue el diseño de cimentaciones, siendo uno de ellos la capacidad admisible del suelo, el mismo que oscila entre 1.39 kg/cm<sup>2</sup> y 1.73 kg/cm<sup>2</sup>, para las cinco (05) calicatas realizadas en su haber. Del mismo modo se pudo obtener datos como el contenido de humedad obteniendo valores muy bajos (0.76%), la clasificación AASHTO (material granular con partículas finas limosas), la clasificación SUCS (denominación SP, arenas mal graduadas), ángulos de fricción entre 22° y 29° los mismos que resultaron del Ensayo de Penetración Ligera y con límites de consistencia no presentadas.

## **Resultados de Propuesta de Diseño de Cimentación para viviendas**

Al observar los resultados del cálculo de la propuesta de diseño de una cimentación para una vivienda de 02 niveles más una azotea, que se realizó para dimensionar una zapata cuadrada, siendo ineludible conocer las cargas totales que descienden a la zapata a través del área tributaria y todos los esfuerzos que ésta ejerce sobre el suelo de fundación en donde se asienta el elemento, verificando que no produzca las fallas tanto por esfuerzo cortante ni por punzonamiento.

Para determinar las cargas mencionadas líneas arriba, se tomó como base, el Reglamento Nacional de Edificaciones, en su capítulo de Cargas E-020. Mencionar también que, para el diseño de cimentación, también se hizo uso de las normas de Diseño Sismorresistente E-030 y Concreto Armado E-060, las mismas que también forman parte de los capítulos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Cabe indicar que, la profundidad de desplante que se asumió fue  $D_f = 1.50\text{m}$  tomando los valores resultantes de las calicatas C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5 según las Tablas del 06 al 10, en donde nos indicó los resultados de capacidad admisible de suelo.

En lo que se refiere al predimensionamiento de los elementos estructurales, para una vivienda típica en el C.P Tambo Real, se utilizó como factor de sismicidad un valor de 0.45 al encontrarse dentro de la zona 4, siendo ubicado en el departamento de Ancash, obteniendo como resultados de losa aligerada, un espesor de 20cm, así como también las dimensiones de vigas principales, con un peralte de 40cm con una base de 30cm (VP 30x40), vigas secundarias VS 30x25 y viga chata VCH 30x20.

En el metrado de cargas se tuvo como resultado 11.17 ton. como carga muerta y 4.17 ton. como carga viva y momentos casi nulos menos de 1.00tn, para el total de la vivienda de 02 niveles y azotea, verificándose en la Tabla 12 y Tabla 13, sacados del software ETABS 2016.

Se analizaron los resultados del dimensionamiento de la zapata cuadrada, obteniendo como resultados, mediante la Teoría de Terzaghi, una zapata de 1.10 x 1.10m. para las zonas comprendidas de las calicatas C-1, C-3, C-4, C-5 (Ver Anexo 3) y para la zona que comprende la calicata C-2, las dimensiones de 1.20m x 1.20m.

## V. CONCLUSIONES

- La zona de estudio fue en el C.P. Tambo Real Nuevo, el mismo que se encuentra ubicado en el Distrito de Chimbote, Provincia del Santa – Ancash, exactamente a 30min al noreste de la ciudad de Chimbote, dirigiéndose por la carretera de penetración a Chuquicara.
- Teniendo en cuenta los resultados observados como referencia dentro del Estudio de Mecánica de Suelos preliminar del proyecto “**CONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN EL C.P. TAMBO REAL NUEVO, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH**”, se pudo constatar la capacidad portante admisible promedio de 1.63 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, se pudieron obtener otros resultados sobre las características del suelo a investigar, verificando por ejemplo un bajo contenido de humedad, según la clasificación AASHTO, nos indica que es un material granular con partículas finas limosas, estando en la clasificación como un A-2-4(0); y en cuanto a la clasificación S.U.C.S., se obtuvo un suelo con arenas mal graduadas, es decir, una denominación SP, contando con ángulos de fricción entre 22° y 29°, entre las 05 calicatas investigadas en los diferentes puntos señalados en las direcciones establecidas de la Tablas 6, 7, 8, 9 y 10.
- También se concluye que, teniendo los resultados de los ensayos de laboratorio estipulados en el informe de Mecánica de suelos preliminar, se realizó la propuesta de una cimentación superficial tipo zapata cuadrada, adhiriendo una viga de cimentación armada como conexión de las mismas, todo ello para las viviendas proyectadas a construirse a mediano o largo plazo, las mismas que representan aproximadamente el 40% del total de 21 manzanas que conforman al C.P. Tambo Real, que constan de 02 niveles más una azotea, tal como se muestra en la Tabla 11 de metrados de cargas; en donde la estructura de la

cimentación se encuentra dentro de los requerimientos del diseño, dando como resultado final, zapatas cuadradas de 1.10x1.10m y 1.20x1.20m.

- Teniendo en cuenta los dos diseños de zapatas cuadradas, se optó por conveniente hacer una zonificación en el plano catastral elaborado por COFOPRI del C.P Tambo Real Nuevo, en donde se diferencian las manzanas que optan por tener zapatas cuadradas de 1.10x1.10m y las que dieron como resultado zapatas cuadradas de 1.20x1.20m.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Municipalidad Provincial del Santa y/o a la Municipalidad distrital de Santa, consideren el plano de zonificación realizado en este informe de investigación, con el fin de tenerlo en cuenta en un futuro Plan de Desarrollo Urbano.
- Se recomienda que, para futuras viviendas de hasta 02 niveles más una azotea, proyecten la cimentación con una profundidad de desplante mínima de  $D_f = 1.50\text{m}$ .
- Se recomienda, por un tema de complementar el estudio de suelos usado en esta tesis, se realicen el ensayo de Método normalizado para la obtención de la capacidad portante mediante cargas estáticas y para cimientos aislado, plasmados en la NTP 339.153; así como también la medición del potencial de colapso del suelo de fundación, forjado en la NTP 339.163.
- Se acota también que los resultados obtenidos del diseño de cimentación son dirigidos a las viviendas que serán ejecutadas a futuro, pertenecientes a los lotes sin construcción y a los lotes con viviendas de material precario; asimismo, debido al proceso constructivo típico que se realizan cada vez que se construyen los domicilios en la zona, se recomienda seguir con las siguientes indicaciones, referidos al proceso constructivo de una vivienda:

## **- OBRAS PRELIMINARES**

### **▪ Demolición de obras existentes o Limpieza de terreno**

*De existir partidas existentes que dificulten el inicio de ejecución del proyecto, éstas deben ser demolidas y eliminadas. Asimismo, se debe realizar la limpieza de todo el terreno, retirando vegetación, escombros y objetos extraños ubicados en el lote.*



### **▪ Trazo, Nivelación y Replanteo**

*El trazo, nivelación y replanteo, es la actividad primordial antes de iniciar con la ejecución de la vivienda, en la cual se trazarán y ubicarán los ejes dentro de la zona de trabajo, con ayuda de caballetes, cordeles, entre otros insumos.*



## - EXCAVACIONES

### ▪ *Excavación manual para zanjas*

*Se realizarán las excavaciones para los cimientos, vigas de cimentación y las zapatas de la vivienda, las mismas que deben estar acorde a lo establecido en los planos de estructuras, para luego proceder con el inicio de la cimentación.*

*Se recomienda que se utilice un apisonador manual o eléctrico para compactar la superficie en donde se adherirá la cimentación, la misma que debe estar*

*humedecida.*



### ▪ *Perfilado para zapatas, vigas de cimentación y cimientos*

*Se realizarán el trabajo de perfilado y acondicionamiento de las zanjas con ayuda de herramientas manuales, para llegar a las medidas aproximadas de los planos; se sabe que en el proceso constructivo se les asigna una holgura a las dimensiones de las zanjas para una mejor trabajabilidad.*



## **- CONCRETO SIMPLE**

### **▪ Colocación de solados**

*Se colocarán solados con un espesor representado en los planos de estructuras, con el objetivo de que nuestra cimentación no tenga contacto directo con el suelo; el elemento será de concreto simple, generalmente una dosificación 1:12 C: H. Cabe recomendar que se debe estar controlando el nivel de la superficie del solado cumpliendo con el espesor que mandan los planos.*



### **▪ Habilitación de acero para zapatas, columnas y vigas de cimentación**



*En paralelo con la colocación del solado, se pueden ir habilitando los aceros para las estructuras de las zapatas, columnas y viga de cimentación, para luego ser aplomadas en su posición, respetando los detalles estructurales de los planos.*

▪ **Cimientos Corridos mezcla 1:10 Cemento-Hormigón 30% Piedra Grande**

*Servirá de base a los sobrecimientos y eventualmente a los muros. Todos los cimientos serán vaciados a una altura de acuerdo a los planos y con una dosificación de 1:10 C: H. con agregado de piedra grande no mayor de 8" y hasta un 30% el cual será cubierto con el concreto simple, el mismo que se recomienda vibrar para disminuir vacíos internos. Previo al vaciado del concreto, deberá verificarse al trazo de las instalaciones de agua y desagüe para evitar picar los cimientos.*

*Después del endurecimiento inicial del cimiento, se humedecerá eventualmente el concreto sometiéndolos así a un curado adecuado, verificando también que la cara horizontal superior del cimiento debe quedar a nivel con una superficie rugosa.*



## - CONCRETO ARMADO

### ▪ Zapatas



*Luego de haber sido colocado y nivelado la parrilla de acero sobre el solado, se colocará el concreto dentro del encofrado si así se solicita, con una dosificación requerida en los planos mínimo con un  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, el cual luego de ser vaciado tendrá que ser vibrado, para luego de haberse endurecido, realizar el curado respectivo.*

### ▪ Viga de Cimentación



*Una vez endurecido el cimiento y después de haberse encofrado y colocado la estructura de acero debidamente anclada al armado de la columna, se procede a realizar el vaciado del concreto con una dosificación plasmada en los planos, pero con un mínimo  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>; indicar además realizar el vibrado y curado del elemento.*



## ▪ Sobrecimientos



*Una vez encofrado según indican los planos, se realiza el vaciado del sobrecimiento, sobre el cual irán asentados los muros portantes y tabiquería. El elemento puede ser de concreto simple o concreto armado, según indiquen los detalles estructurales.*

*Recomendar que el acabado de la cara horizontal en donde se asentará el ladrillo tendrá que ser rugosa. Además, mencionar que se debe curar el elemento una vez haya endurecido.*

## - ALBAÑILERÍA



*Se empezará a asentar los ladrillos encima de los sobrecimientos, los bloques debieron de haberse humedecido antes de realizar dicha actividad, con el objetivo de que no absorban el agua de la mezcla y el fragüe resulte incompleto, perdiendo adherencia entre los*

*ladrillos.*

*Mencionar además que, se debe verificar el aplome del muro, y ejecutando una altura máxima por día de 1.30m, como lo estipula la norma E-070 de albañilería confinada, en el Artículo 10, ítem 10.6. Asimismo, recalcar que el espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10cm y máximo 15cm, tal como estipula el ítem 10.2, del artículo 10, de la misma norma.*

*Se recomienda además que las juntas verticales sean llenadas a la mitad para el inicio de la siguiente jornada y una mejor adherencia entre bloques.*

## - COLUMNAS



Una vez levantados los muros de albañilería y verificado el aplomado del armado de acero de la columna y realizado el encofrado correspondiente, se empezará a realizar el vaciado del elemento, el mismo que debe tener una resistencia mínima de  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>. Recomendar que la unión de muro-columna, puede ser dentada, siendo el valor máximo de dentado del ladrillo, de 5 cm; o también puede ser a ras, con la condición que se le agreguen unas mechas de acero cada

3 hiladas, el mismo que será de un diámetro mínimo de 6mm, con una longitud de desarrollo dentro del muro mínima de 40cm y una longitud dentro de la columna de 12.5cm con un dobléz de 10cm, todo ello estipulado en ítem 11.2 b), del Artículo 11 de la norma E-070.

Mencionar que luego del vaciado del concreto, se debe realizar el vibrado del mismo para evitar vacíos dentro de la estructura y la aparición de cangrejeras.

Indicar que se debe esperar por lo menos 24 horas para realizar el desencofrado del elemento, luego de ello iniciar el proceso de curado de la columna.



Recomendar además, que si se tiene proyectado continuar la ejecución del siguiente nivel dentro de un tiempo determinado, debieron de habilitar y colocar el acero, considerando los traslapes correspondientes, dependiendo del diámetro de la varilla, puesto que, según la norma E-070, en su artículo 11, ítem 11.5 indica lo siguiente “Los traslapes del refuerzo horizontal o vertical tendrán una longitud igual a 45 veces el mayor diámetro de la barra traslapada (...)”; es decir, un traslape de 45cm para  $\varnothing$  3/8”, 60cm para  $\varnothing$  1/2” y 70cm para  $\varnothing$  5/8” o la mayor de ellas en el caso de que hayan combinaciones de diámetros dentro de una misma columna.

- **COMPACTADO Y VACIADO DE FALSO PISO**



*Para la ejecución de los falsos pisos, se debe de tener en cuenta que estos quedan perfectamente nivelados y de espesor constante.*

*La superficie deberá quedar nivelada y se efectuará un rayado a fin de permitir la adherencia de la mezcla del piso superior. La mezcla a utilizarse será de C:H 1:10 o según detalles.*

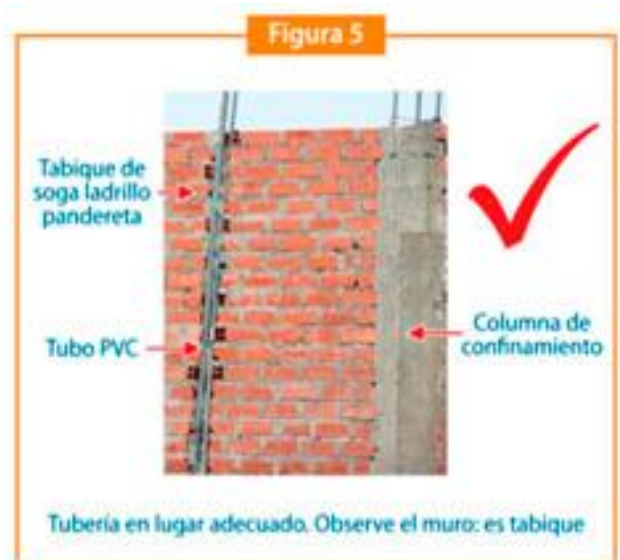
*En esta partida se deberán tener en cuenta las líneas sanitarias que puedan cruzar por dichas áreas, a fin de evitar demoliciones o cortes a los elementos por tuberías no contempladas en su momento*



- **INSTALACIONES SANITARIAS**

*Las instalaciones sanitarias principales deberán contar con un diámetro mínimo de 4” debido a que pueden obstruirse fácilmente, es importante resaltar que estas tuberías no deben estar empotradas en ningunas de las vigas, sean de cimentación o de entrepiso.*

*Recomendar, además, que los montantes que pasan por muros, deberán estar dentro de una columneta o columna falsa, enrollados con alambroón, con el objetivo de conservar el muro. Mencionar también, que las tuberías colocadas en forma horizontal, deberán cumplir con las pendientes representadas en los planos, a finde evitar colapsos de los mismos o un flujo no adecuado.*



## - **INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

*Las instalaciones eléctricas se deben realizar por una persona que domine dicha actividad, con el objetivo de evitar problemas posteriores dentro de la vivienda, es preciso recomendar, que a toda vivienda se le deba instala el sistema de pozo a tierra, es decir, colocar una varilla de Copperweld, buscando minimizar el daño en los electrodomésticos del hogar; además procurar en lo posible, utilizar el cableado diferenciado por colores, para un mejor manejo y entendimiento de los mismos para futuras refacciones.*



- **VIGAS Y LOSA ALIGERADA**

*Una vez levantados todos los muros y columnas, se apresura a colocar las armaduras de las vigas según manden los planos, anclando a los aceros de la columna. Luego de ello se empieza a encofrar las vigas como también los fondos de la losa aligerada, armando toda la estructura que comprende las vigas, viguetas y ladrillo de techo, teniendo en cuenta las líneas de tubería, tanto sanitarias como eléctricas junto con las salidas de accesorios. Luego de ello, colocando por último el acero de temperatura en sentido opuesto al techado, se deberá realizar un vaciado monolítico entre vigas y techo aligerado, con el objetivo de no generar juntas frías entre vaciados de tiempos diferentes; recalcar también que se debe realizar el vibrado del concreto en paralelo al vaciado.*

*Recomendar que, el desencofrado de la losa aligerada, se debe realizar por lo menos pasado los 21 días luego del vaciado, con el objetivo de consolidar bien al elemento estructural y evitar a la vez colapsos.*

*Cabe precisar que, si la construcción se realiza en diferentes etapas, se deben dejar mechas o traslapes en las viguetas, con el objetivo de poder anclar los ambientes proyectados, dichos traslapes van de acuerdo al diámetro de la varilla, como se indicó en el proceso de columnas.*



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado Coello David Andrés (2012), *“Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Valdivia. Etapa 1: Determinación del Peligro Uniforme y Caracterización Dinámica de los Suelos Empleando la Técnica de la Razón Espectral De Nakamura”*.
- Castillo Castillo María Fernanda (2017), en la Tesis *“Estudio de Zonificación en Base a la Determinación de la Capacidad Portante del Suelo en las Cimentaciones de las Viviendas del Casco Urbano de la Parroquia la Matriz del Cantón Patate Provincia De Tungurahua”*.
- Briones Alva María E. e Irigoín Gonzáles Nelson U. (2015), en la Tesis *“Zonificación mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la Capacidad Portante del Suelo, para Viviendas Unifamiliares en la Expansión Urbana del Anexo Lucmacucho Alto - Sector Lucmacucho, Distrito De Cajamarca.”*.
- Carranza Morales Ingrid Fiorella y Ponce Torres Adriana Fiorella (2017), en la Tesis *“Estudio de Zonificación Geotécnica en el Sector III Del Centro Poblado El Milagro para el Diseño de Cimentaciones Superficiales”*.
- Tavera Hernando (2014), Programa Presupuestal N° 068 *“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres - Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica y Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico - Zonificación Sísmica Geotécnica de la Ciudad De Chimbote”*.
- Hernando Tavera (2014), Programa Presupuestal N° 068 *“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres - Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica y Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico - Zonificación Sísmica Geotécnica de la Ciudad De Nuevo Chimbote”*.

- Córdova Quiñones Luis Junior y Sánchez Abanto Juan Miguel (2019), en la Tesis *“Zonificación Geotécnica de los Suelos de Asentamiento Urbano con Fines de Cimentación en el Distrito de Samanco – Provincia Del Santa - Departamento Ancash”*,
- ALVA, J. (2012). Diseño de cimentaciones. Instituto de la construcción y gerencia ICG. Fondo Editorial ICG.
- Estudio de Mecánica de Suelos *“Construcción y Ampliación de pistas y veredas en el C.P. Tambo Real Nuevo, Distrito de Santa, Santa, Ancash”*.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). *Diseño Sismorresistente, Norma E-030*.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). *Suelos y Cimentaciones, Norma E-050*.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). *Concreto Armado, Norma E-060*.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). *Albañilería Confinada, Norma E-070*.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.134. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).
- Córdova Quiñones Luis Junior y Sánchez Abanto Juan Miguel (2019). *“Zonificación Geotécnica de los Suelos de Asentamiento Urbano con fines de cimentación en el Distrito de Samanco – Provincia del Santa - Departamento de Ancash”*. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote – Perú.
- Norma Técnica Peruana 333.127 (2018) Contenido de Humedad.
- Norma Técnica Peruana 333.128 (2018) Análisis Granulométrico por Tamizado.
- Norma Técnica Peruana 333.129 (2018) Límite Líquido.
- Norma Técnica Peruana 333.129 (2018) Límite Plástico.
- Norma Técnica Peruana 333.129 (2018) Índice Plástico.

- Norma Técnica Peruana 333.170 (2018) Corte Directo.
- Normas APA 7° Edición.

## **VIII. ANEXOS Y APÉNDICES**

### **Anexo 01: Plano de propuesta de Zonificación**



**CUADRO DE RESUMEN POR QUINCE**

MARCAS	LONGITUD	ANCHO	AREA
1	10.00	10.00	100.00
2	10.00	10.00	100.00
3	10.00	10.00	100.00
4	10.00	10.00	100.00
5	10.00	10.00	100.00
6	10.00	10.00	100.00
7	10.00	10.00	100.00
8	10.00	10.00	100.00
9	10.00	10.00	100.00
10	10.00	10.00	100.00
TOTAL	315	114,150.75	

**CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION DE AREA**

USO	AREA (M <sup>2</sup> )	CANTIDAD	% GENERAL
AREA DE LA ZONIFICACION	114,150.75	1	100.00
AREA DE SERVICIOS COMUNICACION	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS EDUCACION	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS RECREACION	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS ADMINISTRACION	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS ALBERGUE	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS COMERCIO	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS CULTURALES	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS DEPORTIVO	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS GASTRONOMIA	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS SALUD	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS SOCIALES	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS TRANSPORTACION	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS URBANOS	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS VERDE	10,000.00	1	8.76
AREA DE SERVICIOS OTROS	10,000.00	1	8.76
TOTAL	114,150.75	14	100.00

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
CAMPUS DE TILMAYUN

**TAMBO REAL NUEVO**

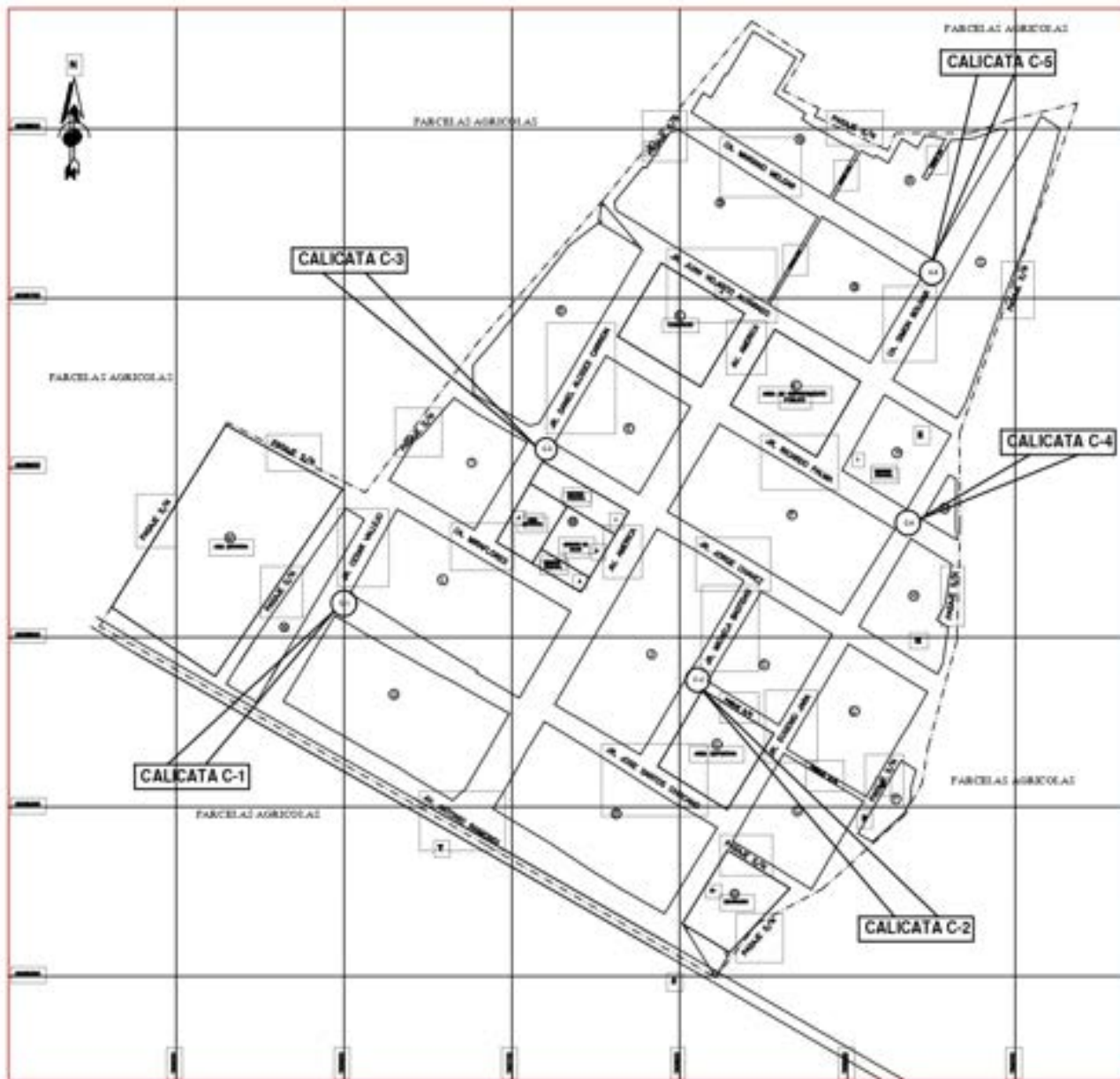
PROYECTO DE ZONIFICACION URBANA

PROYECTO N°: 17/2008  
FECHA: 17/08/2008

## **Anexo 02: Plano de Ubicación y Localización**



## **Anexo 03: Plano de Ubicación de Calicatas**

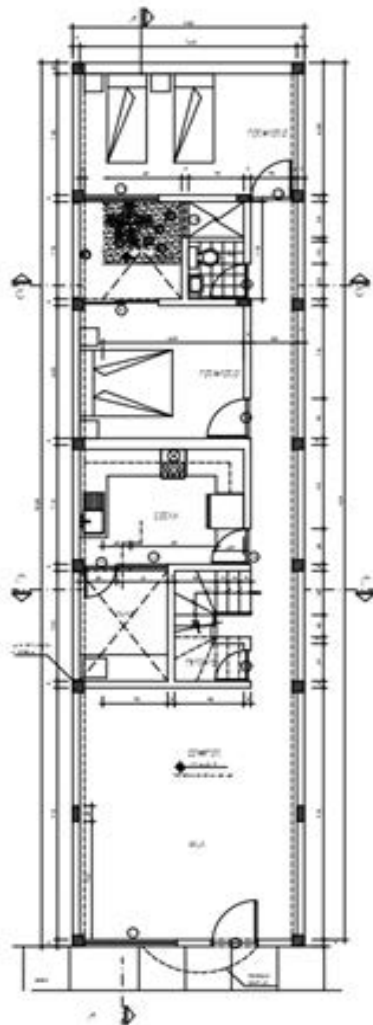


COORDENADA	EJE	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCION	PROYECTO
0.0	ABSCISA	0.00	M	0.00	0.00
0.0	ABSCISA	0.00	M	0.00	0.00
0.0	ABSCISA	0.00	M	0.00	0.00
0.0	ABSCISA	0.00	M	0.00	0.00
0.0	ABSCISA	0.00	M	0.00	0.00
0.0	ABSCISA	0.00	M	0.00	0.00

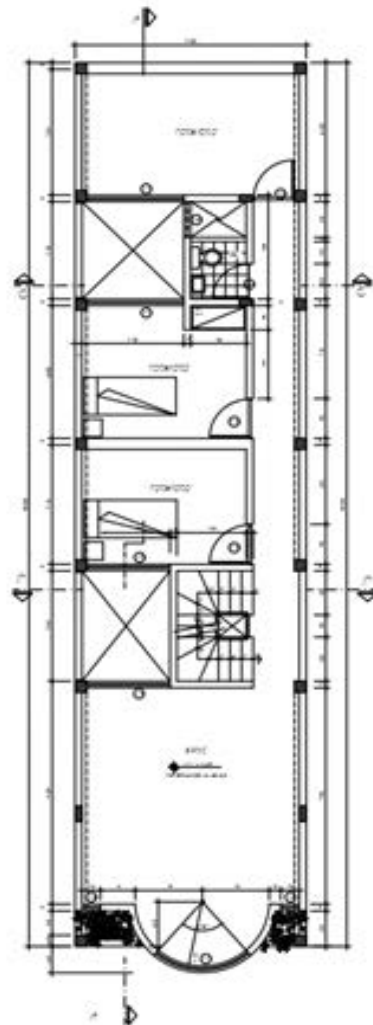
**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
CURSO DE TITULACION

PROYECTO:	TAMBO REAL NUEVO	PROYECTISTA:	Ing. Segundo Uruñe
UBICACION:	UNIVERSIDAD SAN PEDRO	PROYECTO:	INGENIERIA CIVIL
FECHA:	2011	PROYECTO:	INGENIERIA CIVIL
ESCALA:	1/1	PROYECTO:	INGENIERIA CIVIL
FECHA DE ELABORACION:	2011	PROYECTO:	INGENIERIA CIVIL
FECHA DE ACTUACION:	2011	PROYECTO:	INGENIERIA CIVIL

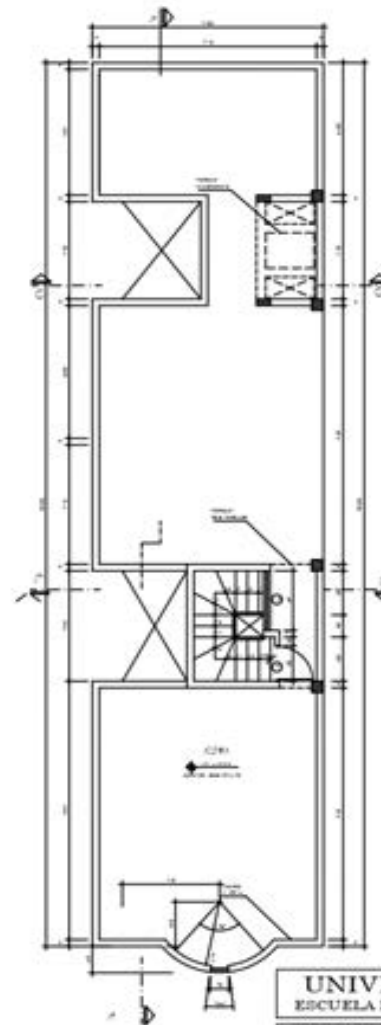
## **Anexo 04: Plano de Arquitectura – Distribución de áreas**



**PRIMER PISO**  
ESCALA: 1/50



**SEGUNDO Y TERCER PISO**  
ESCALA: 1/50



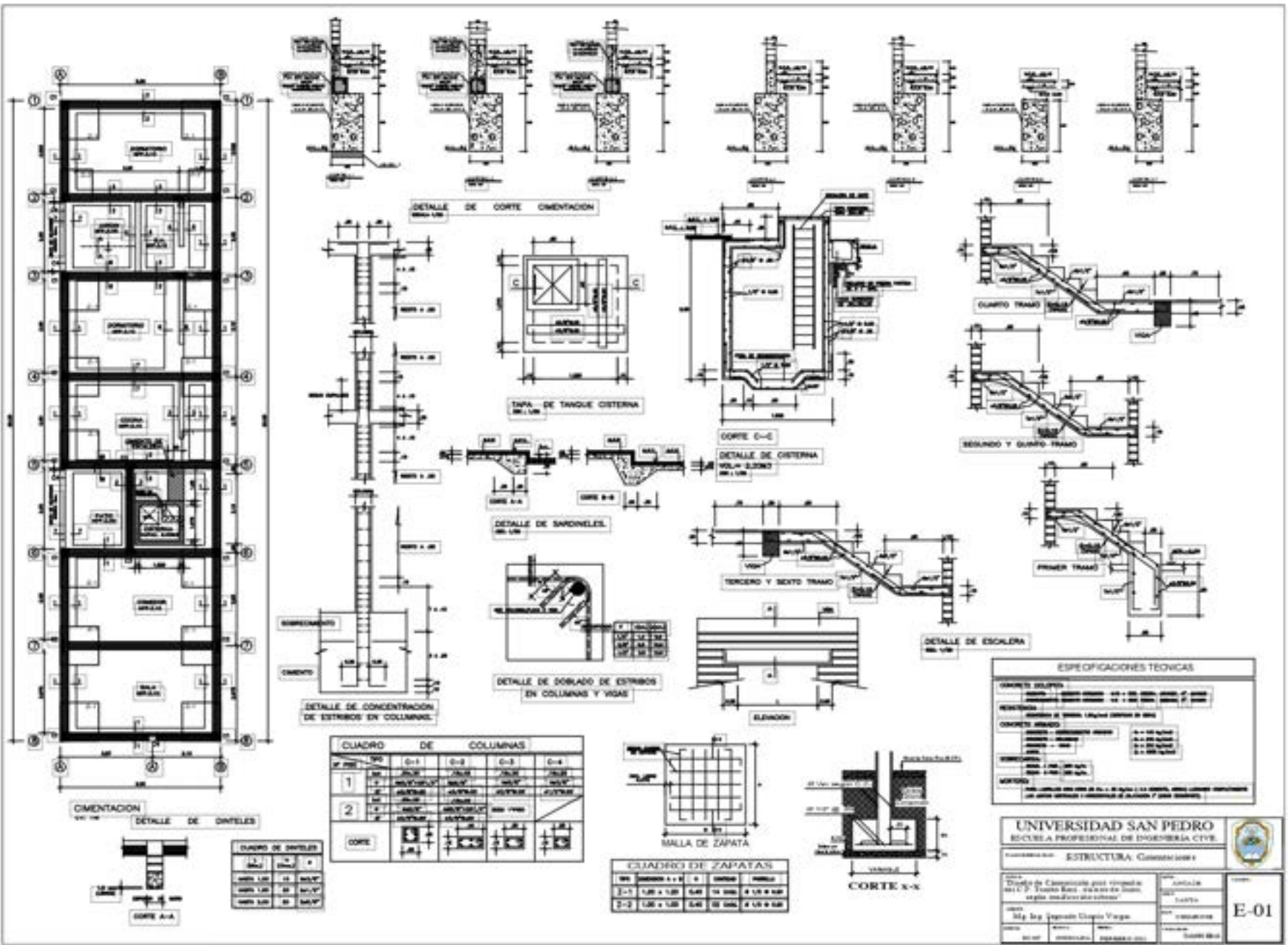
**AZOTEA**  
ESCALA: 1/50

CANTIDAD DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	...	...	...
2	...	...	...
3	...	...	...
4	...	...	...
5	...	...	...
6	...	...	...
7	...	...	...
8	...	...	...
9	...	...	...
10	...	...	...

CANTIDAD DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	...	...	...
2	...	...	...
3	...	...	...
4	...	...	...
5	...	...	...
6	...	...	...
7	...	...	...
8	...	...	...
9	...	...	...
10	...	...	...

<b>UNIVERSIDAD SAN PEDRO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
RANGO DE CALIDAD: <b>ARQUITECTURA</b> Distribución				
OBJETO "Diseño de Cimentación para viviendas del C.P. Tambo Real, distrito de Santa, según zonificación urbana"				<b>A-01</b>
AUTOR Mg. Ing. Segundo Urvutia Vargas				
PROYECTO	SECCION	FECHA	PROYECTADO	<b>A-01</b>
DLOP	INDICADA	FEBRERO 2011	TAIBO REG.	

## **Anexo 05: Plano de Estructuras – Cimentaciones**



## **Anexo 06: Plano de Estructuras – Techo Aligerado**



**Anexo 07:** Definiciones entre Estudio de Mecánica de Suelos para Pavimentación y Estudio de Mecánica de Suelos para Edificaciones.

## ¿Para qué sirve un estudio de Suelos?

Un Estudio de Suelo, también conocido como Estudio Geotécnico, es un conjunto de actividades que nos permiten obtener la información de un determinado terreno.

Es una de las informaciones más importantes para la planificación, diseño y ejecución de un proyecto de construcción.

“El estudio geotécnico se realiza previamente al proyecto de un edificio y tiene por objeto determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarios para definir el tipo y condiciones de cimentación” (Rodríguez Ortiz y otros, 1984).

Podríamos decir que el Suelo es una parte importante de tu casa, y es necesario conocer sus características para incorporarlas al diseño de nuestra casa.

## Etapas de un Estudio de Suelos

<i>Trabajo de Campo</i>	<i>Trabajo de Laboratorio</i>	<i>Informe Final</i>
<p>En esta primera etapa es donde se inspecciona y toman las muestras de terreno, las que luego irán al laboratorio.</p> <p>Para ello es necesario saber cuántos puntos de investigación debemos realizar según el tipo de edificación a construir.</p>	<p>Una vez hecho el trabajo en terrenos, las muestras son llevadas al laboratorio para realizar los ensayos correspondientes.</p> <p>Se utilizan diferentes técnicas, como calicatas, penetrómetro, sondeos, etc, todo ello, dependiendo el objetivo del proyecto.</p>	<p>Documento técnico final que tendrás que se presenta al usuario, usualmente está redactado y firmado por profesionales autorizados como geólogos, ingenieros civiles, etc.</p> <p>En este informe se encuentra toda la información recabada, los parámetros más importantes y un diagnóstico acerca del comportamiento del terreno.</p> <p>La parte más importante del Informe Final son las recomendaciones sobre el tipo de materiales a usar, la cimentación más conveniente a realizar y su profundidad.</p>

## Comparación entre EMS para Edificaciones y EMS para fines de Pavimento

DESCRIPCIÓN	<i>E.M.S PARA EDIFICACIONES</i>	<i>E.M.S PARA PAVIMENTACIÓN</i>
<b>OBJETIVOS</b>	Describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo en un terreno para determinar las características físicas - mecánicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ello, los parámetros necesarios para el diseño y construcción del Proyecto.	
<b>NORMA UTILIZADA</b>	R.N.E. en la <b>Norma E-050:</b> Suelos y Cimentaciones	Norma Técnica <b>C.E. 010:</b> Pavimentos Urbanos
<b>NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN</b>	Depende del Tipo de Edificación <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tipo I:</b> uno por cada 225m<sup>2</sup> de área techada del 1° piso.</li> <li>• <b>Tipo II:</b> uno por cada 450m<sup>2</sup> de área techada del 1° piso.</li> <li>• <b>Tipo III:</b> uno por cada 900m<sup>2</sup> de área techada del 1° piso.</li> <li>• <b>Tipo IV:</b> uno por cada 100m de instalaciones de agua y alcantarillado en obras urbanas</li> <li>• Viviendas unifamiliares de <b>hasta 3 pisos:</b> tres por cada hectárea de terreno por habilitar.</li> </ul>	Depende del tipo de vía, con un mínimo de 3 puntos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Expresas:</b> una cada 2,000m<sup>2</sup>.</li> <li>• <b>Arteriales:</b> una cada 2,400m<sup>2</sup>.</li> <li>• <b>Colectoras:</b> una cada 3,000m<sup>2</sup>.</li> <li>• <b>Locales:</b> una cada 3,600m<sup>2</sup>.</li> </ul> Cuando no exista proyectos de lotización, se realiza 01 por cada hectárea, con un mínimo de 4.
<b>ENSAYOS DE LABORATORIO Y NORMAS UTILIZADAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422).</li> <li>• Peso específico (ASTM D-854).</li> <li>• Contenido de humedad (ASTM D-2216).</li> <li>• Limite líquido (ASTM D-423).</li> <li>• Limite plástico (ASTM D-424).</li> <li>• Densidad in situ (ASTM D-1556).</li> <li>• Auscultación Dinámica DPL (DIN-4094).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de humedad ASTM D-2216.</li> <li>• Peso Específico ASTM D-854.</li> <li>• Análisis Granulométrico ASTM D – 422.</li> <li>• Limite Líquido ASTM D-423.</li> <li>• Limite Plástico ASTM D-424.</li> <li>• Proctor Modificado ASTM D-1557.</li> <li>• California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883.</li> </ul>
<b>OBTENCIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES</b>	Algunos de los resultados que se obtienen con el EMS. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad portante del suelo.</li> <li>• Límites de consistencia.</li> <li>• Contenido de humedad.</li> <li>• Perfil estratigráfico.</li> <li>• Nivel freático</li> <li>• Profundidad de cimentación.</li> <li>• Asentamientos permisibles.</li> </ul> Por lo general se indica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura mínima de desplante.</li> <li>• Características mínimas de los materiales a usar.</li> <li>• Conformación de los horizontes del terreno.</li> <li>• Tipo de cimentación.</li> <li>• Capacidad portante admisible mínima.</li> </ul>	Algunos de los resultados que se obtienen con el EMS. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad portante del suelo.</li> <li>• Límites de consistencia.</li> <li>• Contenido de humedad.</li> <li>• Perfil estratigráfico.</li> <li>• Nivel freático.</li> </ul> Por lo general se indica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura propuesta del pavimento, tanto como espesores y tipo de material.</li> <li>• Grado de compactación para cada horizonte del diseño.</li> <li>• Proceso de construcción para las veredas.</li> <li>• Proceso constructivo de la estructura del pavimento.</li> <li>• Posible mejoramiento del suelo.</li> </ul>

**Anexo 08:** *Estudio de Mecánica de Suelos del Proyecto*  
*“Construcción y ampliación de pistas y veredas en el C.P.*  
*Tambo Real Nuevo, distrito de Santa, Santa, Ancash”*



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**INGENIERO CIVIL CIP. 81029 - CONSULTOR C4009**  
**(RUC. 10327397457)**



PROYECTA, EJECUTA, SUPERVISA EDIFICACIONES, PAVIMENTACIONES Y OBRAS CIVILES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS -  
MECANICA DE SUELOS Y TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

## **INFORME TÉCNICO**

### **ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN**

**SOLICITA:**

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA**

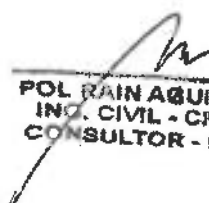
**PROYECTO:**

**“CONSTRUCCION Y AMPLIACION DE PISTAS Y VEREDAS EN EL C.P.  
TAMBO REAL NUEVO, DISTRITO DE SANTA, SANTA, ANCASH”**

**UBICACIÓN:**

**CENTRO POBLADO : TAMBO REAL NUEVO**  
**PROVINCIA : DEL SANTA**  
**DEPARTAMENTO : ANCASH**


**DICIEMBRE, 2018**

  
**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**ING. CIVIL - CIP. N° 81029**  
**CONSULTOR - REG. C4009**



## INDICE

- 1.0 GENERALIDADES**
  - 1.10 Objeto del Estudio**
  - 1.20 Ubicación del Área en estudio**
  
- 2.0 ALCANCES DEL ESTUDIO**
  
- 3.0 INVESTIGACIONES EFECTUADAS**
  - 3.10 Trabajos de campo**
    - 3.1.1 Calicatas**
    - 3.1.2 Muestreo**
  - 3.20 Ensayos de Laboratorio**
  - 3.30 Clasificación de Suelos**
  
- 4.0 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO**
  
- 5.0 PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO**
  - 5.10 Análisis del Tráfico**
  - 5.20 Parámetros de Diseño**
  - 5.30 Dimensionamiento de la Estructura del Pavimento**
  - 5.40 Estructura Propuesta**
  - 5.50 Procedimiento Constructivo de la Estructura del Pavimento**
  
- 6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

  
**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009



## **1.00 GENERALIDADES**

### **1.1 Objeto del estudio**

El presente reporte técnico corresponde al Informe de Mecánica de Suelos con Fines de Pavimentación del proyecto “Construcción de Pistas y Veredas en el C.P. Tambo Real Nuevo, Distrito de Santa, Santa, Ancash”. El mismo que se ha efectuado por medio de trabajos de campo, consistente en calicatas y ensayos de laboratorio, necesarios para definir el perfil estratigráfico de la vía en estudio.


### **1.2 Ubicación del Área en Estudio**

Las vías en estudio comprenden el Jr. Cesar Vallejo, Pasaje S/N, Jr. Daniel Alcides Carrión, Jr. Micaela Bastidas, Jr. Eugenio Jara, Calle Simón Bolívar, Av. Antonio Raimondi, Jr. José Santos Chocano, Calle Miraflores, Jr. Jorge Chávez, Jr. Ricardo Palma, Jr. Juan Velasco Alvarado y Calle Mariano Melgar en el C.P. Tambo Real Histórico, Provincia del Santa y Departamento de Ancash.

## **2.00 ALCANCES DEL TRABAJO**

El presente Informe Técnico y el trabajo desarrollado en el, tiene por finalidad:

- 2.1** Determinar las propiedades del subsuelo, estableciendo su comportamiento para resistir los esfuerzos que serán transmitidos por las sollicitaciones de cargas vehiculares y con la finalidad de diseñar la estructura del pavimento flexible del proyecto.

  
POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009



2.2 Mediante trabajos de campo y ensayos de laboratorio, se establecieron los parámetros de resistencia del suelo sobre el que será construida dicha vía en armonía con la geometría de la rasante establecida por el proyecto.

### 3.00 INVESTIGACIONES EFECTUADAS


#### 3.10 Trabajos de Campo

##### 3.1.1. Calicatas

Se han efectuado 05 calicatas o pozos a cielo abierto en el área en estudio, tal como se encuentra en el siguiente Cuadro N°1:

**CUADRO N°1: CALICATAS**

CALICATA	PROF. (m)	UBICACIÓN	COORDENAS UTM	
			ESTE	NORTE
C-1	1.50	En la esquina del Jr. Santos Chocano y el Jr. Cesar Vallejo.	765600.0000	9008519.9825
C-2	1.50	En la esquina del Jr. Jorge Chávez y pasaje S/N	765811.6958	9008473.7575
C-3	1.50	En la esquina del Daniel Alcides Carrión y Jr. Jorge Chávez.	765720.5802	9008610.9675
C-4	1.50	En la esquina del Jr. Ricardo Palma y Jr. Eugenio Jara.	765936.0939	9008567.3764
C-5	1.50	En la esquina de la calle Simón Bolívar y Calle Mariano Melgar.	765950.5804	9008715.1159

  
**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**ING. CIVIL - CIP. N° 81029**  
**CONSULTOR - REG. C4009**



### 3.1.2 Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación, como también de resistencia.

### 3.20 Ensayos de laboratorio

Las muestras fueron ensayadas según la siguiente relación:

- Contenido de humedad ASTM D-2216
- Peso Especifico ASTM D-854
- Análisis Granulométrico ASTM D -422
- Limite Liquido ASTM D-423
- Limite Plástico ASTM D-424
- Proctor Modificado ASTM D-1557
- California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883

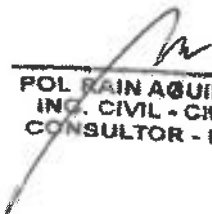
### 3.30 CLASIFICACION DE SUELOS

Los suelos ensayados se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

## 4.00 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

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

Conformada por una capa superior de material de relleno, con presencia de gravas aisladas, gravillas, bolsas plásticas, cascajos de ladrillos y raíces delgadas, de espesor variable de 0.10 m. a 0.60 m., finalmente subyace hasta la profundidad de estudio arcillas limosas, arcillas inorgánicas, arena fina y arena con limos, de compacto a semi compacto y de baja humedad a húmedo.

  
POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009




CALICATA	CLASIFICACION						PROFUNDIDAD (m)
	SUCS	AASHTO	LL	IP	% HUMEDAD	ESPESOR	
<b>SECTOR: CP TAMBO REAL</b>							
<i>C-01</i>	SP	A-2-4(0)	NP	NP	0.68	-1.50	-1.50
<i>C-02</i>	SP	A-2-4(0)	NP	NP	0.79	-1.50	-1.50
<i>C-03</i>	SP	A-2-4(0)	NP	NP	0.71	-1.50	-1.50
<i>C-04</i>	SP	A-2-4(0)	NP	NP	0.85	-1.50	-1.50
<i>C-05</i>	SP	A-2-4(0)	NP	NP	0.75	-1.50	-1.50

Los estratos encontrados fueron de similares propiedades en general dentro de los horizontes en cada punto de investigación, constituidos por un horizonte de material de relleno variable de 10cm a 60cm, otro horizonte con una mezcla de arenas con limos y gravas aisladas, con un estado de compacidad floja.

La clasificación del suelo hallado de acuerdo a la clasificación SUCS tiene una denominación SP (arenas mal graduadas) y según la clasificación AASHTO A-2-4(0) (Materiales granulares con partículas finas limosas)

CALICATA	PESO VOLUMÉTRICO DEL SUELO
<b>C-1</b>	1.825 kg/cm <sup>2</sup>
<b>C-2</b>	1.461 kg/cm <sup>2</sup>
<b>C-3</b>	1.815 kg/cm <sup>2</sup>
<b>C-4</b>	1.742 kg/cm <sup>2</sup>
<b>C-5</b>	1.755 kg/cm <sup>2</sup>

  
**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**ING. CIVIL - CIP. N° 81029**  
**CONSULTOR - REG. C4009**



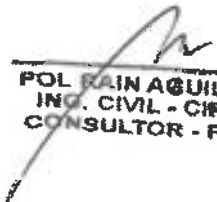
## 5.00 ANÁLISIS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

Se recomienda trabajar con una cimentación, si demandase así el proyecto, con una capacidad admisible mínima de 1.00kg/cm<sup>2</sup>

### 5.1 Calculo de la Capacidad Portante según Ensayo de Penetración Ligera (DPL)

A la profundidad mencionada con anterioridad, la estructura se apoyará sobre las arenas de granulometría fina o gruesa, en estado semicompacto, cuyas características están dadas por su ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) el cual se puede hallar mediante el ensayo de penetración ligera; con un número de golpes promedio. Mencionar que se usó el Método de Terzaghi y Peck, para el cálculo de la capacidad portante por asentamiento en base a los valores de N golpes del DPL corregidas al SPT.

DPL	PENETRACION (m)	NUMERO DE GOLPES CADA 30cm	CAPACIDAD RELATIVA (%)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	DESCRIP	qa kg/cm <sup>2</sup>	TERRENO DE FUNDACION	CLASIFIC SUCS
01	0.3	0	-	-	-	-		RELLENO
	0.6	6	19	25	FLOJA	1.65	Malo	SP
	0.9	6	19	25	FLOJA	1.68	Malo	SP
	1.2	10	35	25	FLOJA	1.75	Malo	SP
	1.5	13	40	26	MEDIA	1.74	Regular	SP
	1.8	14	42	26	MEDIA	1.75	Regular	SP
	2.1	14	42	27	MEDIA	1.77	Regular	SP
	2.4	13	40	27	MEDIA	1.77	Regular	SP

  
**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**ING. CIVIL - CIP. N° 81029**  
**CONSULTOR - REG. C4009**



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**INGENIERO CIVIL CIP. 81029 - CONSULTOR C4009**  
**(RUC. 10327397457)**



PROYECTA, EJECUTA, SUPERVISA EDIFICACIONES, PAVIMENTACIONES Y OBRAS CIVILES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS -  
 MECANICA DE SUELOS Y TECNOLOGIA DEL CONCRETO

DPL	PENETRACION (m)	NUMERO DE GOLPES CADA 30cm	CAPACIDAD RELATIVA (%)	ANGULO DE FRICCION INTERNA	DESCRIP	qa kg/cm <sup>2</sup>	TERRENO DE FUNDACION	CLASIFIC SUCS
02	0.3	0	-	-	-	-		RELLENO
	0.6	7	20	27	FLOJA	1.35	Malo	SP
	0.9	7	20	27	FLOJA	1.35	Malo	SP
	1.2	11	30	27	FLOJA	1.37	Malo	SP
	1.5	11	30	27	MEDIA	1.37	Regular	SP
	1.8	12	40	29	MEDIA	1.39	Regular	SP
	2.1	12	40	29	MEDIA	1.42	Regular	SP
	2.4	14	45	29	MEDIA	1.45	Regular	SP
DPL	PENETRACION (m)	NUMERO DE GOLPES CADA 30cm	CAPACIDAD RELATIVA (%)	ANGULO DE FRICCION INTERNA	DESCRIP	qa kg/cm <sup>2</sup>	TERRENO DE FUNDACION	CLASIFIC SUCS
03	0.3	0	-	-	-	-		RELLENO
	0.6	6	20	27	FLOJA	1.61	Malo	SP
	0.9	7	22	27	FLOJA	1.62	Malo	SP
	1.2	12	30	27	FLOJA	1.62	Malo	SP
	1.5	13	35	27	MEDIA	1.65	Regular	SP
	1.8	14	40	28	MEDIA	1.65	Regular	SP
	2.1	15	45	28	MEDIA	1.78	Regular	SP
	2.4	15	45	29	MEDIA	1.78	Regular	SP
PL	PENETRACION (m)	NUMERO DE GOLPES CADA 30cm	CAPACIDAD RELATIVA (%)	ANGULO DE FRICCION INTERNA	DESCRIP	qa kg/cm <sup>2</sup>	TERRENO DE FUNDACION	CLASIFIC SUCS
04	0.3	0	-	-	-	-		RELLENO
	0.6	6	19	25	FLOJA	1.59	Malo	SP
	0.9	6	19	25	FLOJA	1.61	Malo	SP
	1.2	13	22	26	FLOJA	1.62	Malo	SP
	1.5	13	22	26	MEDIA	1.64	Regular	SP
	1.8	14	28	26	MEDIA	1.66	Regular	SP
	2.1	14	28	27	MEDIA	1.69	Regular	SP
	2.4	15	31	27	MEDIA	1.71	Regular	SP

*[Handwritten Signature]*  
**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**ING. CIVIL - CIP. N° 81029**  
**CONSULTOR - REG. C4009**



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**INGENIERO CIVIL CIP. 81029 - CONSULTOR C4009**  
**(RUC. 10327397457)**



PROYECTA, EJECUTA, SUPERVISA EDIFICACIONES, PAVIMENTACIONES Y OBRAS CIVILES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS -  
 MECANICA DE SUELOS Y TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

DPL	PENETRACION (m)	NUMERO DE GOLPES CADA 30cm	CAPACIDAD RELATIVA (%)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	DESCRIP	qa kg/cm <sup>2</sup>	TERRENO DE FUNDACION	CLASIFIC SUCS
05	0.3	0	-	-	-	-		RELLENO
	0.6	8	20	26	FLOJA	1.63	Malo	SP
	0.9	8	20	26	FLOJA	1.64	Malo	SP
	1.2	13	30	30	FLOJA	1.65	Malo	SP
	1.5	13	30	30	MEDIA	1.67	Regular	SP
	1.8	15	40	31	MEDIA	1.68	Regular	SP
	2.1	15	45	32	MEDIA	1.71	Regular	SP
	2.4	15	45	32	MEDIA	1.71	Regular	SP


**5.2 ANALISIS QUIMICO:**

Del Análisis Químico efectuado con una muestra representativa de las Calicatas C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5, se obtiene los siguientes resultados:

**CUADRO DE ANALISIS QUIMICO**

Calicata	Sulfatos %
<b>C - 1</b>	0.0026
<b>C - 2</b>	0.0024
<b>C - 3</b>	0.0027
<b>C - 4</b>	0.0022
<b>C - 5</b>	0.0025

Del reporte obtenido los valores no superan los permisibles, por lo que se recomienda utilizar Cemento Portland Tipo I en la preparación del concreto de los cimientos si es que así el proyecto demande.

  
**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**ING. CIVIL - CIP. N° 81029**  
**CONSULTOR - REG. C4009**



## 6.00 PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Para definir la estructura del pavimento de las calles, jirones y pasajes, se ha empleado el método AASHTO 1993, en concordancia con las características de drenaje de la zona, tipo de sub-rasante y materiales a utilizar.

Teniendo en cuenta el método adoptado, los parámetros que intervienen en el diseño de la estructura del pavimento son:

- Carga equivalente por eje
- Vida útil del pavimento
- Calidad de los materiales componentes de la estructura del pavimento.
- Drenaje.
- Módulo de Resiliencia.

### 6.1 Análisis del Tráfico

Para la avenida, el volumen de tráfico proyectado que soportará la estructura del pavimento será ligero y se ha estimado un número de repeticiones de carga equivalente por eje igual (E.A.L.):  $E.A.L. = 0.12 \times 10^6$

### 6.2 Parámetros de Diseño

Teniendo en cuenta la categoría de la vía a pavimentar se deberá tener presente los siguientes parámetros de diseño:

- E.A.L. =  $0.12 \times 10^6$
- Desviación Estándar (So) = 0.35
- Servicialidad ( $\Delta P$ ) = 2
- Nivel de Confianza = 80%
- CBR (sub-rasante) = 5.3%
- Módulo Resiliencia (sub-rasante) = 7455 PSI

Luego, utilizando el nomograma de diseño para pavimentos flexibles método AASHTO, el número estructural (SN) corregido para diseño es de:  $SN = 2.15$



### 6.3 Dimensionamiento de la Estructura del Pavimento

Determinado el número estructural, la estructura del pavimento se realiza por tanteos, asignando dimensiones a cada una de las capas consideradas y calculando en función s estas dimensiones y a la calidad de los materiales empleados expresada mediante un coeficiente estructural, los números estructurales parciales, los que sumamos deben satisfacer el valor total requerido.

Los espesores de las capas finales deben cumplir con determinados valores mínimos, por razones constructivos, de tráfico, de tipo estructural y por razones de material de subrasante (suelos granulares).

Para la estructuración del pavimento, el método proporciona la siguiente expresión:

$$SNr = a_1D_1 + a_2m_2D_2 + a_3m_3D_3.....(1)$$

Donde:


- SNr : Número estructural requerido
- a<sub>1</sub>a<sub>2</sub>a<sub>3</sub> : Coeficientes estructurales de los Materiales.
- m<sub>2</sub>m<sub>3</sub> : Coeficiente de drenaje de los Materiales granulares.
- D<sub>1</sub>D<sub>2</sub>D<sub>3</sub> : Espesores asumidos de las capas.

Características de los materiales:

- Coeficiente estructural del concreto asfáltico (a<sub>1</sub>): 0.08/cm
- Coeficiente estructural de la capa base (a<sub>2</sub>): 0.06/cm
- Coeficiente estructural de la capa sub- base (a<sub>3</sub>): 0.04/cm
- Coeficiente de drenaje de la capa base (m<sub>2</sub>): 1.15
- Coeficiente de drenaje de la capa sub-base (m<sub>3</sub>): 1.15

Los espesores que satisfacen los números estructurales requeridos son:

- Concreto asfáltico : 5 cm.
- Capa base : 15 cm.
- Capa Sub-base : 20 cm.

  
**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
 CONSULTOR - REG. C4009



#### 5.40 Estructura Propuesta


De acuerdo a los parámetros de diseño y considerando una alternativa económica, la estructura del pavimento elegido para una vida útil de 20 años son los siguientes:

- Concreto asfáltico : 5 cm.
- Capa base : 15 cm.
- Capa Sub-base : 20 cm.

#### 5.50 Procedimiento Constructivo de la Estructura del Pavimento

El procedimiento para la construcción del Pavimento es el siguiente:


- ✓ Escarificar el material de subrasante luego compactar dicho material en un espesor de 15 cm de tal manera que el porcentaje de compactación no sea menor al 95% de la Máxima Densidad Seca del ensayo Proctor Modificado.
- ✓ Colocar el material de Sub base en un espesor de 0.20 m compactado, compactar al 95% de la Máxima Densidad Seca del ensayo Proctor Modificado para un CBR mayor o igual al 40%.
- ✓ Colocar el material de base en un espesor de 0.15 m compactado, compactar al 100% de la Máxima Densidad Seca del ensayo Proctor Modificado para un CBR mayor o igual al 80%.
- ✓ Imprimir la superficie de la capa de base terminada.
- ✓ Colocar el concreto asfáltico en un espesor de 5.0cm.

  
POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009



## **7.00 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- 7.10** El Estudio Técnico con Fines de Pavimentación corresponde al proyecto “Construcción de Pistas y Veredas en el C.P. Tambo Real Nuevo, Distrito de Santa, Santa, Ancash”. Dicho proyecto se ubica en el C.P. Tambo Real Nuevo, Distrito de Santa, Provincia del Santa y Departamento de Ancash.
- 7.20** Las investigaciones geotécnicas realizadas corresponden a trabajos de campo, ensayos de laboratorio y análisis cuyos resultados se han presentado en el presente informe.
- 7.30** El suelo encontrado en el área en estudio se encuentra conformado por:  
Una capa superior de material de relleno, con presencia de gravas aisladas, gravillas, bolsas plásticas, cascajos de ladrillos y raíces delgadas, de espesor variable de 0.10 m. a 0.60 m., finalmente subyace hasta la profundidad de estudio arcillas limosas, arcillas inorgánicas, arena fina, arena con limos, de compacto a semi compacto y de baja humedad a húmedo.
- 7.40** Para la construcción de veredas, se deberá escarificarse en 0.15 m., nivelarse el terreno natural y compactar al 90 % del ensayo Proctor standard del material de sub rasante. Luego se colocará una capa de base de 0.10 m. de espesor que a efectos de compactarlo deberá alcanzar el 95% de su densidad máxima del ensayo Proctor standard del material de base (afirmado) y según el resultado del análisis químico se empleará cemento tipo MS para la elaboración del concreto de las veredas.

  
**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**ING. CIVIL - CIP. N° 81029**  
**CONSULTOR - REG. C4009**



Tamaño de la malla AASHTO T-11 y T-27 (abertura cuadrada)	MATERIAL DE BASE			
	A	B	C	D
2 pulg.	100	100	...	...
1 pulg.	...	75...97	100	100
3/8 pulg.	30...65	40...75	50...85	60...100
Nº 4	25...55	30...60	35...65	50...85
Nº 10	15...40	20...45	25...50	40...70
Nº 40	8...20	15...30	15...30	25...45
Nº 200	2...8	5...20	5...15	5...20

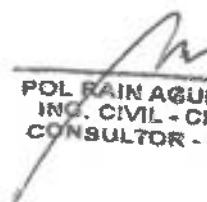
\* Deberá tener un límite líquido no mayor del 25% y un índice de plasticidad que no exceda al 6%.

7.5 La estructura del pavimento para toda la vía en estudio, estará conformada de la siguiente manera:

**Sub-base Granular:** El material granular seleccionado será de cantera del tipo A-1-b (0), con un espesor compactado de 0.20 m., para un CBR mínimo del 40%, equivalente a un grado de compactación del 95% comparado con el Ensayo Proctor Modificado. Obligatoriamente, el control de compactación se realizará cada 50 m. de longitud de vía.

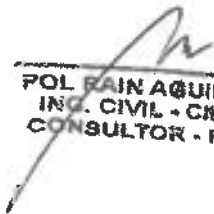
**Base Granular:** El material granular seleccionado será de cantera del tipo A-1a (0), con un espesor compactado de 0.15 m., para un CBR mínimo del 80%, equivalente a un grado de compactación del 100% comparado con el Ensayo Proctor Modificado. Obligatoriamente, el control de compactación se realizará cada 50 m. de longitud de vía.

**Superficie de Rodadura:** La superficie de rodadura estará constituida por un concreto asfáltico de 0.05 m de espesor.

  
**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
**ING. CIVIL - CIP. N° 81029**  
**CONSULTOR - REG. C4009**



- 7.6 Se recomienda eliminar zonas de material de relleno con basura y colocar en remplazo un material granular A-1-b (0), el cual deberá ser compactado en capas de 0.15 m. al 95% del ensayo Proctor modificado hasta el nivel de sub rasante y sobre el cual se colocará la estructura del pavimento propuesta para todas vías.
- 7.7 Los controles y especificaciones técnicas deberán estar de acuerdo a las Normas de Diseño y Especificaciones para la construcción de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Así mismo se recomienda realizar un control de calidad de todos los materiales a utilizarse en la conformación de los terraplenes.
- 7.8 En todos los casos, las estructuras propuestas deberán ajustarse a las condiciones topográficas de la zona, así como a las cotas de buzones y viviendas aledañas. En estos casos el Ingeniero tendrá en cuenta el espesor del material superficial a eliminar o rellenar.
- 7.9 Los resultados del presente informe es válido solamente para la pavimentación de las calles descritas en las zonas en donde se realizaron las calicatas, del C.P Tambo Real Nuevo, Provincia del Santa y Departamento de Ancash, este estudio no se puede aplicar para otros sectores o para otros fines.

  
**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009

## REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
LOPEL ESTRADA JORGE DIEGO	70526214	jorge.diego.66@gmail.com	
Apellidos y Nombres	DNI	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional <sup>1</sup>			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado
4. Título del Documento de Investigación			
Diseño de cimentación para viviendas del a.p. Tambo Real, distrito de Santa, según zonificación urbana.			
5. Programa Académico			
Ingeniería Civil.			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público <sup>2</sup> ( <a href="#">/info/au-repo/semantic/openAccess</a> )	<input type="checkbox"/> Acceso restringido <sup>3</sup> ( <a href="#">/info/au-repo/semantic/restrictedAccess/</a> ) <sup>(*)</sup>		
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

### A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de Investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

### B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS <sup>4</sup>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de Investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, el cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. <sup>5</sup>



  
 Firma

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	<u>30</u>	<u>09</u>	<u>2025</u>

#### Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 030-2018-SU/EDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8 inciso 8.2
- Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 008-2015-PCM
- Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arqueo de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2018-CO/INCYTEC-DEGC (numerales 5.2 y 5.3) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información: recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otras. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra
- Según el inciso 12.2 del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales (RD/2017) las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los materiales en sus repositorios institucionales prestando el servicio de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital (RD/NI) a través del Repositorio ALCM.

Nota: - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32), n.º 30.3

# Diseño de cimentación para viviendas del c.p. Tambo Real, distrito de Santa, según zonificación urbana

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>18%</b>	<b>17%</b>	<b>%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.usanpedro.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.uns.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>5</b>	<b>vdocumento.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www7.quito.gob.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.uta.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>www.przetargi.info</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>10</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>&lt; 1%</b>
<b>11</b>	<b>cybertesis.uach.cl</b> Fuente de Internet	<b>&lt; 1%</b>
<b>12</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt; 1%</b>

---

13	<a href="http://www4.congreso.gob.pe">www4.congreso.gob.pe</a> Fuente de Internet	< 1 %
14	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1 %
15	<a href="http://apirepositorio.unh.edu.pe">apirepositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1 %
16	<a href="http://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1 %
17	<a href="http://repositorio.undac.edu.pe">repositorio.undac.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1 %
18	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	< 1 %
19	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	< 1 %
20	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1 %
21	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	< 1 %
22	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	< 1 %
23	<a href="http://repositorio.unab.edu.pe">repositorio.unab.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1 %
24	<a href="http://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1 %
25	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	< 1 %
26	<a href="http://repositorio.unamba.edu.pe">repositorio.unamba.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1 %
27	<a href="http://rraae.cedia.edu.ec">rraae.cedia.edu.ec</a> Fuente de Internet	< 1 %

---

< 1 %

---

28 [pt.scribd.com](https://pt.scribd.com)  
Fuente de Internet

< 1 %

---

29 [qdoc.tips](https://qdoc.tips)  
Fuente de Internet

< 1 %

---

30 [repositorio.uc.cl](https://repositorio.uc.cl)  
Fuente de Internet

< 1 %

---

31 [www.blogsergiofreitas.com.br](https://www.blogsergiofreitas.com.br)  
Fuente de Internet

< 1 %

---

32 [gredos.usal.es](https://gredos.usal.es)  
Fuente de Internet

< 1 %

---

33 [ingenieria.uach.cl](https://ingenieria.uach.cl)  
Fuente de Internet

< 1 %

---

34 [repositorio.uss.edu.pe](https://repositorio.uss.edu.pe)  
Fuente de Internet

< 1 %

---

35 [repository.globethics.net](https://repository.globethics.net)  
Fuente de Internet

< 1 %

---

36 [urbadoc.nexusfi.it](https://urbadoc.nexusfi.it)  
Fuente de Internet

< 1 %

---

37 [www.dropbox.com](https://www.dropbox.com)  
Fuente de Internet

< 1 %

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo