

“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION E IMPUNIDAD”

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA**

(CREADA POR LEY 25265)

**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS, CIVIL - AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL – LIRCAY**



## **TESIS**

**“DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS  
DE SUELOS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE  
SECCLLA – ANGARAES”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**CIUDADES SOSTENIDAS**

**PRESENTADO POR:**

Bach. RUBEN HUAMANI SACHA.

Bach. RAUL ICHPAS TORRES.

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCABELICA, PERU**

**2019**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-LIRCAY



EN LA CIUDAD DE LIRCAY, EN EL PARANINFO DE LA FIMCA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA, A LOS 25 DÍAS DEL MES DE OCTUBRE DEL AÑO 2019 A HORAS 10:00 A.M. SE REUNIERON LOS MIEMBROS DE JURADOS DESIGNADO CON RESOLUCION DE CONSEJO DE FACULTAD N° 346- 2018 – FIMCA – UNH (06/12/2018) CONFORMADO EN LA SIGUIENTE MANERA

**PRESIDENTE** : ING. NEIRA CALSIN URIEL  
**SECRETARIO** : ARQ. SALAS TOCASCA HUGO CAMILO  
**VOCAL** : ING. CAMAC OJEDA ENRIQUE RIGOBERTO

Y EN CUMPLIMIENTO A LA RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD N° 329-2019-FIMCA-UNH, DE HORA Y FECHA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS TITULADO: "DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELOS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA-ANGARAES"

CUYO AUTORES (EL) (LOS) GRADUADOS (S):

**BACHILLER (S):**

HUAMANI SACHA RUBEN  
ICHPAS TORRES RAUL

A FIN DE PROCEDER CON LA SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA. ACTO SEGUIDO SE INVITA A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL ABANDONAR EL AUDITORIO POR UNOS MINUTOS PARA LA **DELIBERACIÓN DE LOS RESULTADOS**; LUEGO SE INVITÓ A PASAR NUEVAMENTE AL AUDITORIO A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL, EN LA QUE SE DA LA LECTURA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN, SIENDO EL RESULTADO **APROBADO POR MAYORÍA**, CULMINANDO A LAS DOCE DEL MERIDIANO, Y SE DA POR CONCLUIDO EL ACTO DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.

**BACHILLER: HUAMANI SACHA RUBEN**

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORÍA
SECRETARIO	
VOCAL	

**BACHILLER: ICHPAS TORRES RAUL**

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORÍA
SECRETARIO	
VOCAL	

EN CONFORMIDAD A LO ACTUADO FIRMAMOS AL PIE DEL PRESENTE.

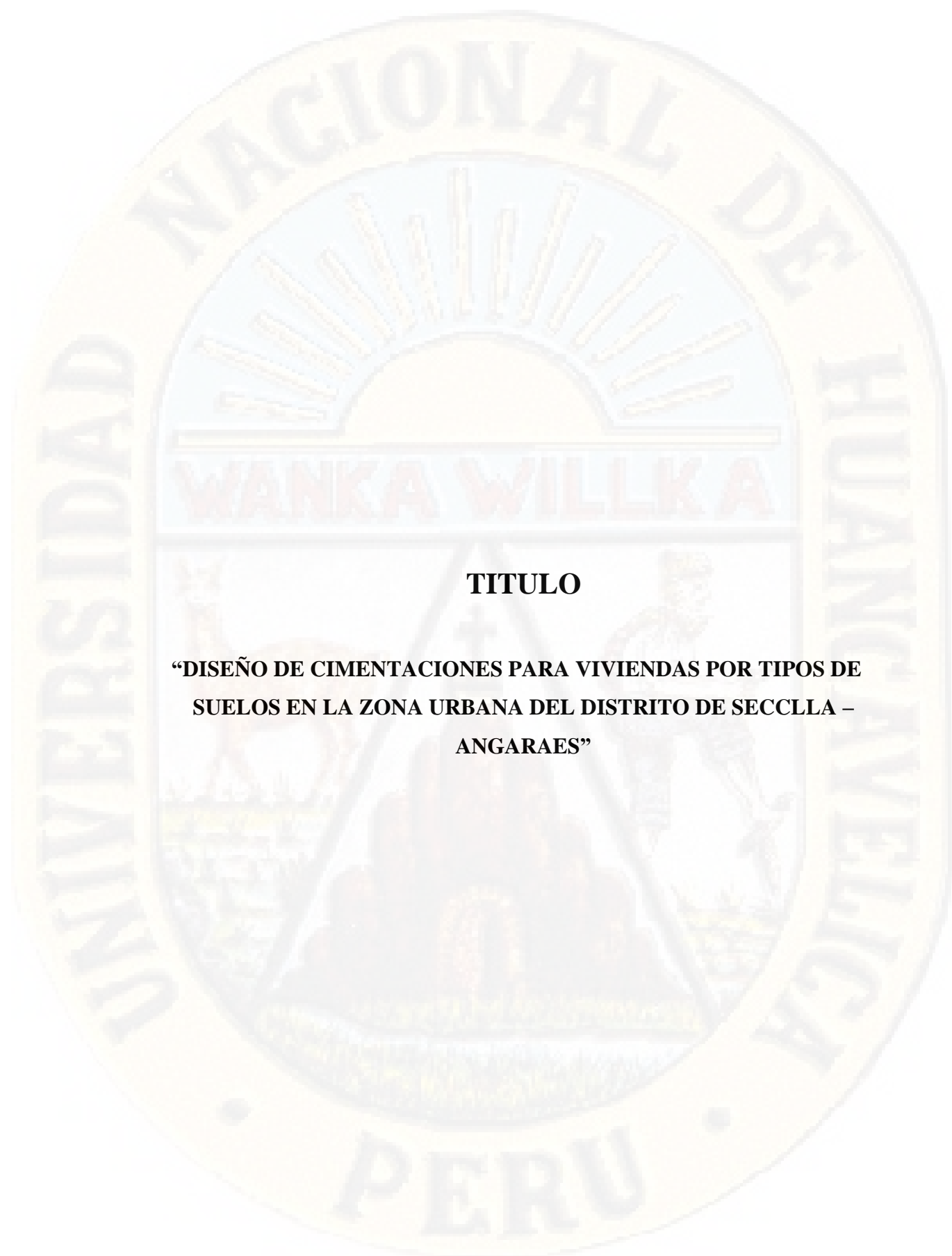
Presidente  
ING. NEIRA CALSIN URIEL

Secretario  
ARQ. SALAS TOCASCA HUGO CAMILO

Vocal  
ING. CAMAC OJEDA ENRIQUE RIGOBERTO

Sustentante  
HUAMANI SACHA RUBEN

Sustentante  
ICHPAS TORRES RAUL



## **TITULO**

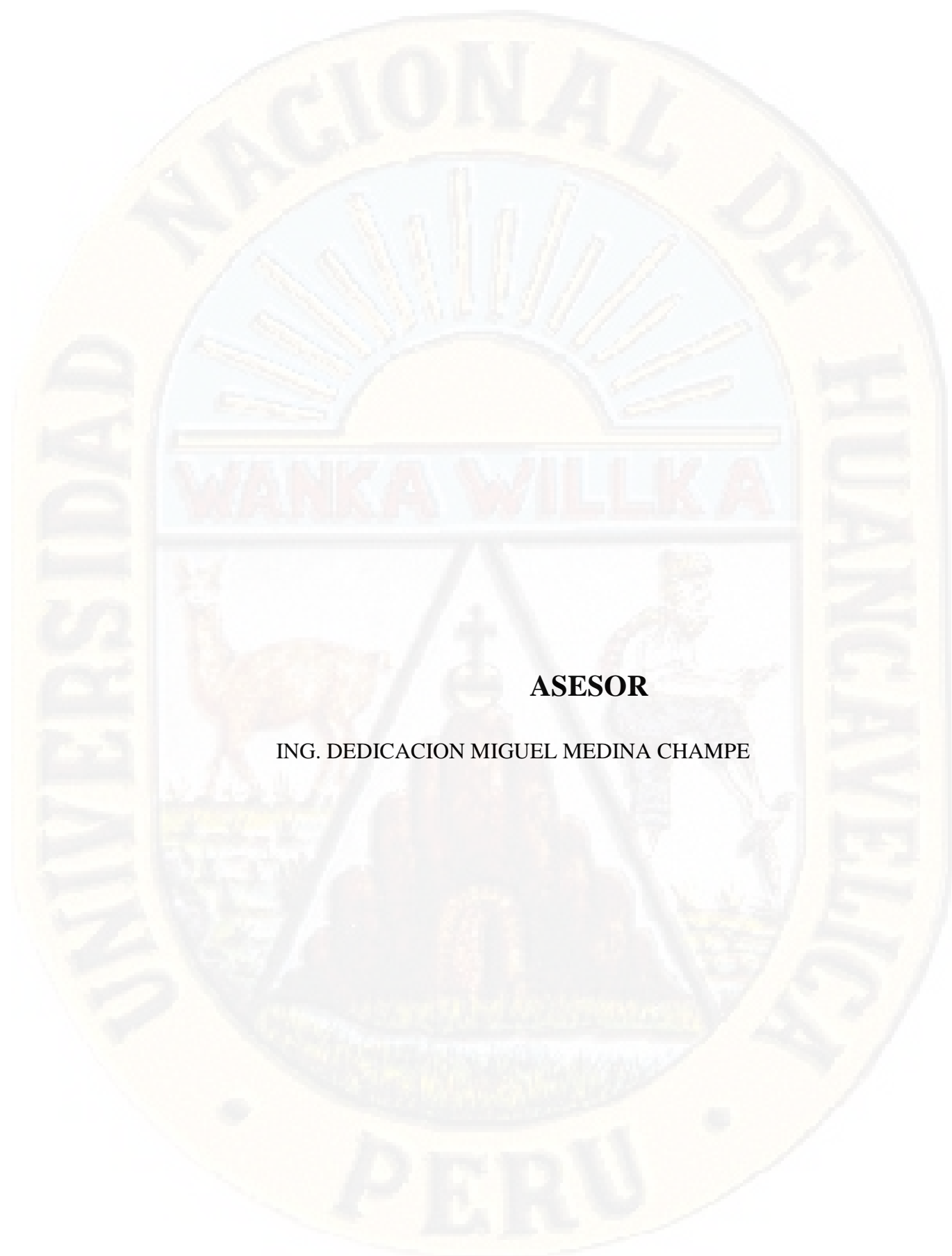
**“DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE  
SUELOS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA –  
ANGARAES”**



## AUTORES

- **Bach. HUAMANI SACHA, Rubén**
- **Bach. ICHPAS TORRES, Raúl**





**ASESOR**

ING. DEDICACION MIGUEL MEDINA CHAMPE

## **DEDICATORIA**

A mis padres Santiago y Roberta,  
Quienes me apoyaron  
permanentemente para lograr mis  
metas y objetivos propuestos, durante  
toda mi formación académica.

**RUBEN HUAMANI SACHA**

A mis padres por brindarme su  
apoyo y esfuerzos por ser el motor  
más valioso quienes siempre me  
brindaron su apoyo por enseñarme  
a distinguir lo bueno y lo malo, lo  
cual ha sido vital para llegar a una  
meta trazada.

Isidro Ichpas Huacho, Rufina  
Torres Lima y Andersson Raul  
Ichpas García

**ICHPAS TORRES RAUL**

**LOS AUTORES.**

## INDICE

PORTADA .....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	iii
TITULO.....	iii
AUTORES .....	iv
ASESOR .....	v
DEDICATORIA .....	vi
INDICE .....	viii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCION .....	xv

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.3. OBJETIVOS .....	18
1.3.1. Objetivo General .....	18
1.3.2. Objetivo Específico .....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	19
1.5. LIMITACIONES .....	19

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES .....	20
2.2. BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACION.....	26
2.3. MARCO CONCEPTUALES .....	58
2.4. DEFINICION DE TERMINOS .....	63

25. HIPÓTESIS .....	65
26. VARIABLES .....	65
27. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....	66

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. AMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL .....	68
3.2. TIPO DE INVESTIGACION .....	68
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	68
3.4. POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO .....	68
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	69
3.6. TECNICAS Y PROCESAMIENTO DE ANALISIS DE DATOS .....	99

### **CAPITULO IV**

#### **PRESENTACION DE RESULTADOS**

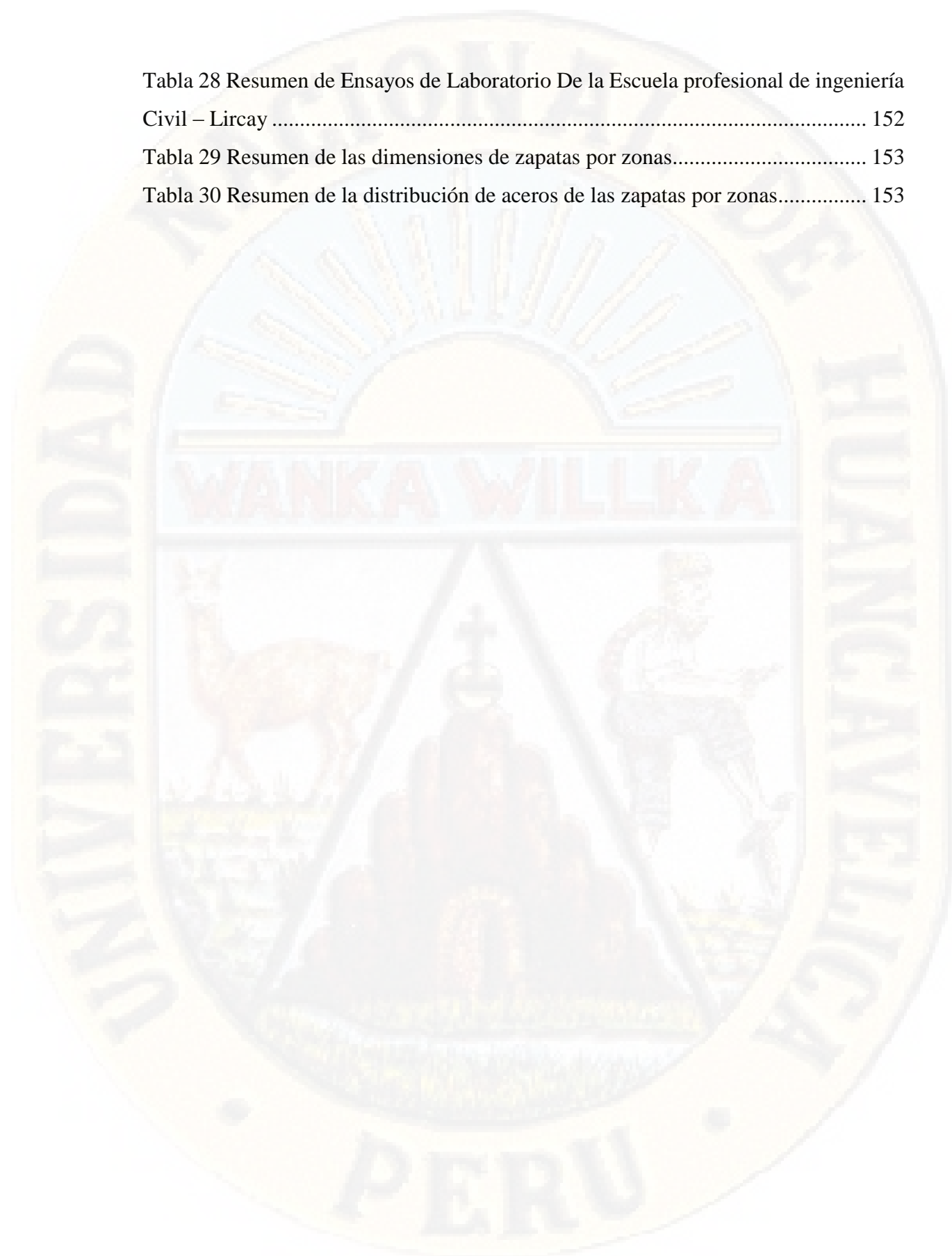
4.1. ANALISIS DE INFORMACION .....	138
4.2. PRUEBA DE HIPOTESIS .....	147
4.3. DISCUSION DE RESULTADO .....	151
CONCLUSIONES .....	155
RECOMENDACIONES.....	158
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA:.....	159
APENDICE .....	160

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Escala de tamaños de partículas de suelos.....	26
Tabla 2. El Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S).....	29
Tabla 3. Límites de Atterberg.....	31
Tabla 4. Carta de Plasticidad.....	34
Tabla 5. Índice de Plasticidad.....	34
Tabla 6. Factor de corrección .....	42
Tabla 7. Relación entre el Grado de Expansión y el Límite Líquido .....	43
Tabla 8. Relación entre el Potencial de Hinchamiento y el Índice de Plasticidad.....	44
Tabla 9. Índice de liquidez y la sensibilidad de la arcilla.....	45
Tabla 10. Relación entre el potencial de cambio volumétrico límites de potencial de cambio .....	51
Tabla 11. Colapsabilidad de los suelos según el peso específico seco .....	51
Tabla 12. Grado de corrosión según resistividad del suelo .....	52
Tabla 13 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-01 .....	140
Tabla 14 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-02.....	141
Tabla 15 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-03.....	141
Tabla 16 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-04.....	142
Tabla 17 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-05.....	143
Tabla 18 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-06.....	143
Tabla 19 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-01.....	144
Tabla 20 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-02.....	144
Tabla 21 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-03.....	145
Tabla 22 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-04.....	145
Tabla 23 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-05.....	145
Tabla 24 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-06.....	146
Tabla 25. Resumen global de la investigación mostrando los resultados de ambas variables de estudio .....	147
Tabla 26. Indicadores más representativos .....	148
Tabla 27. Datos y resultados para la obtención de la r de Pearson .....	150



Tabla 28 Resumen de Ensayos de Laboratorio De la Escuela profesional de ingeniería Civil – Lircay .....	152
Tabla 29 Resumen de las dimensiones de zapatas por zonas.....	153
Tabla 30 Resumen de la distribución de aceros de las zapatas por zonas.....	153



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tensión Efectiva .....	35
Figura 2. Tensión total y efectiva en suelos saturados .....	36
Figura 3. Respuesta de suelos sueltos para distintas presiones de confinamiento: (a) tensiones bajo condiciones no drenadas (b) tensiones bajo condiciones drenadas (c) respuesta volumétrica bajo condiciones no drenadas (d) respuesta volumétrica bajo condiciones drenadas. Por conveniencia, la línea de estados críticos (CSL) se ha dibujado junto a la línea de consolidación isotrópica (ICL).....	37
Figura 4. Modelo que ilustra la dilatancia en suelos granulares .....	38
Figura 5. Numeración y abertura de tamices .....	38
Figura 6. Granulometría de un suelo de grano grueso obtenido por un análisis granulométrico por mallas.....	39
Figura 7. Plasticidad de los suelos .....	40
Figura 8. Limite liquido (casa grande) .....	41
Figura 9. Comparación del Límite liquido .....	41
Figura 10. Zapata rígida y flexible .....	46
Figura 11, losas de cimentación .....	49
Figura 12. Cimentaciones Profundas .....	50
Figura 13. Falla por corte general.....	53
Figura 14. Falla por punzonamiento.....	54
Figura 15. Falla Por corte local .....	55
Figura 16:Ubicación de las calicatas en el distrito de Secella .....	70
Figura 17 Equipos e instrumentos utilizados en el laboratorio:.....	72
Figura 18 pesado y secado de la muestra para obtener el contenido de humedad .....	73
Figura 19 Equipos e instrumentos utilizados en el laboratorio .....	75
Figura 20 preparación de la muestra .....	76
Figura 21 colocación de muestra en el Casagrande .....	77
Figura 22 paso del acanalador en el Casagrande .....	77
Figura 23 realizando los 25 golpes en Casagrande .....	78
Figura 24Preparando la pasta de suelo para luego enrollarlo .....	80
Figura 25 Resultados de la pasta enrollado.....	81

Figura 26 Ccuarteo de la muestra .....	83
Figura 27 Tamizando y pesando la muestra.....	84
Figura 28 Resultados del tamizado de la muestra.....	85
Figura 29 Microzonificación del distrito de Seclla .....	89
Figura 30 Diseño del modelo de la vivienda estándar, dimensiones 8 metros de frente x 16 metros de fondo.....	91
Figura 31 Peso total de la vivienda por pisos.....	94
Figura 32 Predimencionamiento de losa aligerada para la vivienda.....	95
Figura 33 Relación entre la capacidad admisible del suelo vs el diseño de la sección de las zapatas.....	148
Figura 34 Puntos de calicatas.....	167

## RESUMEN

La presente investigación está basado al diseño de cimentaciones para viviendas por tipos de suelos en la zona urbana del distrito de Secclla, cuyo objetivo general es determinar el diseño de cimentaciones de viviendas según el estudio de mecánica de suelos en la Zona Urbana del Distrito de Secclla, para lo cual se hizo el estudio de las mecánicas de las propiedades de suelo de este sector, con el propósito de micro zonificar y tener una referencia a la capacidad portante que esta presenta.

En el proceso de investigación, se recolecto y analizo las muestras de las diferentes zonas del Distrito de Secclla, analizando en el laboratorio de mecánica de suelos, se pudo determinar y microzonificar tres zonas con características propias, se consideró una vivienda estándar que conto con las dimensiones de 8 metros de frente por 16 metros de fondo de 3 niveles, a la cual se realizó el predimencionamiento de las diferentes estructuras, así como columnas, vigas, losas, metrado de cargas, cálculo de fuerzas laterales por pórticos dirección X – X, y cálculo de cortante basal, una vez teniendo la capacidad portante del terreno por micro zonas, así como las fuerzas del edificio que serán transmitidas al terreno a través de las zapatas, se prosiguió con el diseño de estas, logrando determinar las dimensiones de las zapatas para cada zona y cada columna, siendo estas zapatas centrales, esquineras y centrales, logrando consolidar en una transmitirá las columnas.

Los datos será de gran valor en la planificación del crecimiento en la Zona Urbano del distrito de Secclla, ya que realizar estos estudios es un poco costoso para la población de la zona urbana y al no contar con estudios de mecánica de suelos y diseños del tipo de cimentación que requiera la edificación, según el tipo de suelo donde se va a construir, esta conlleva a que, con el tiempo, la estructura presente fallas como asentamientos, fisuras etc. que es necesario para ello plantear diseño de cimentaciones de acuerdo al estudio de mecánica de suelos.

**Palabra Clave:** Cimentación, Suelos, Viviendas, Mecánica de Suelos, Zona Urbana, Capacidad portante, Laboratorio, Zapata, Diseño.

## ABSTRACT

This research is based on the design of foundations for housing by type of soil in the urban area of the Secclla district, whose general objective is to determine the design of housing foundations according to the study of soil mechanics in the Urban Zone of the Secclla District, for which the study of the mechanics of the soil properties of this sector was done, with the purpose of micro-zoning and having a reference to the bearing capacity that it presents.

In the investigation process, the samples of the different areas of the Secclla District were collected and analyzed, analyzing in the soil mechanics laboratory, it was possible to determine and microzonify three zones with their own characteristics, it was considered a standard dwelling that had the dimensions of 8 meters of front by 16 meters of bottom of 3 levels, to which the different structures were predicted, as well as columns, beams, slabs, load metering, calculation of lateral forces by X-X direction frames, and calculation of basal shear, once having the bearing capacity of the land by micro zones, as well as the building forces that will be transmitted to the land through the shoes, the design of these was continued, obtaining a certain type of shoes for each zone and each column, these central, corner and central shoes being able to consolidate the columns in one.

Afterwards, from this investigation the data will be of great value in the planning of growth in the Urban Zone of the district of Secclla, since carrying out these studies is a bit expensive for the population of the urban area and not having studies of mechanics of floors and designs of the type of foundation that the building requires, depending on the type of soil where it is going to be built, this leads to the fact that, over time, the structure presents faults such as settlements, fissures etc. that it is necessary for this to propose design of foundations according to the study of soil mechanics.

**Keyword:** Foundation, Soils, Housing, Soil Mechanics, Urban Area, Supporting Capacity, Laboratory, Shoe, Design.



## INTRODUCCION

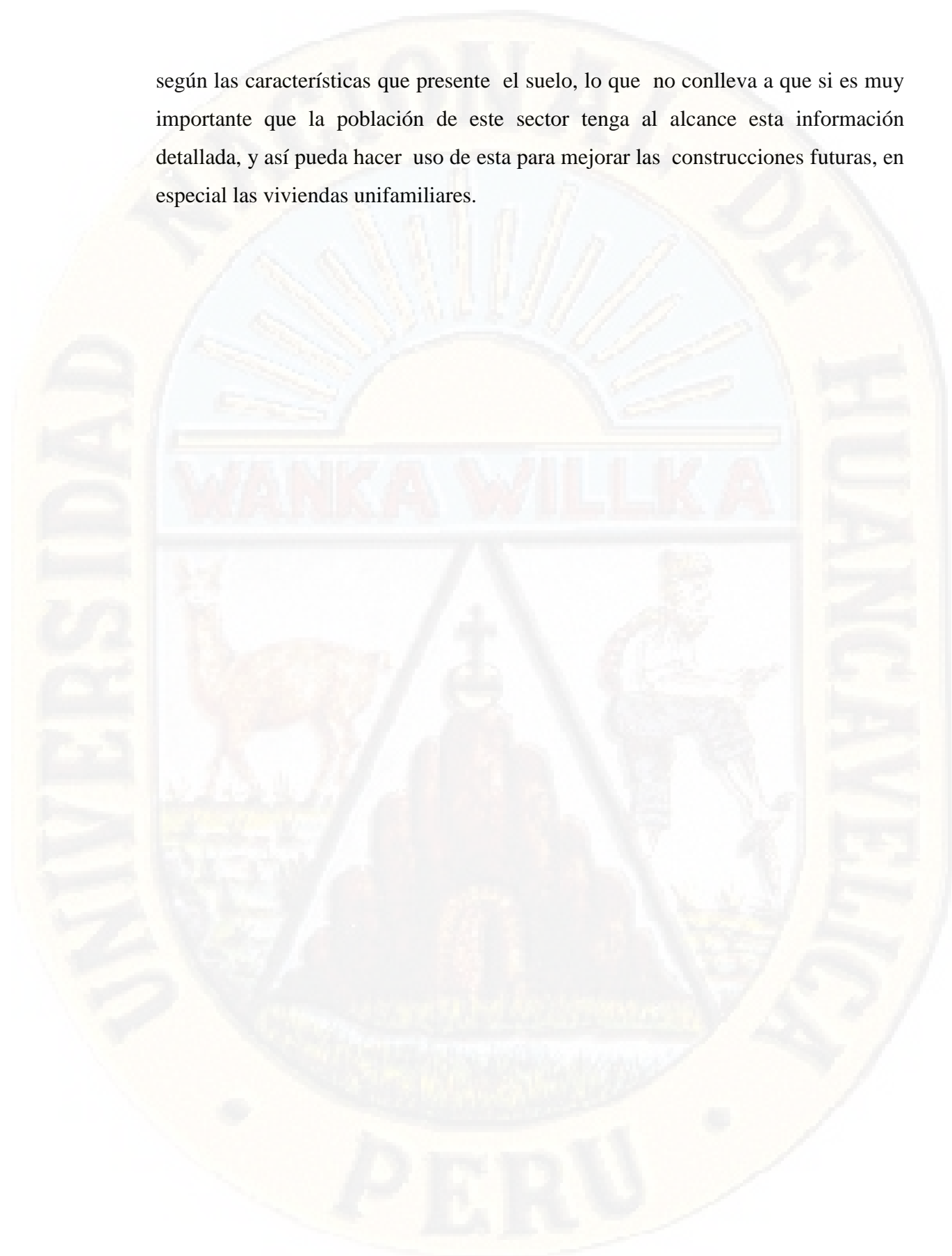
Con el importante crecimiento poblacional que se tiene en el mundo se está impulsando a un crecimiento a gran escala de urbanizaciones y asentamientos humanos la cual conlleva a nuevas construcciones de viviendas y edificaciones algunos de estos sin un estudio de suelos, la cuales causan asentamientos y agrietamientos en de las edificaciones.

En la actualidad la situación en el Perú muestra un crecimiento poblacional, la cual conlleva a la construcción de viviendas auto constructivas, las cuales carecen de un adecuado diseño de cimentación la cual pone en riesgo la vida de la población, a todo esto, se suma los antecedentes de un suelo inestable y el desconocimiento de las características del terreno donde vas a construir la estructura, la cual es un problema que con el pasar de los años se convierte en un peligro para la población.

En este presente trabajo de tesis se desarrolla un estudio de diseño de cimentación para viviendas en el distrito de Secclla ya que una gran cantidad de viviendas están contruidos inadecuadamente, la cual se dio por un proceso acelerado e incorrecto del plan de desarrollo urbano, a falta de un estudio del desarrollo y crecimiento constructivo que presenta el distrito de Secclla, en este caso el sector de la población viene creciendo demográficamente y se necesita más área para que la población pueda construir sus viviendas, idóneamente y tener excelente vivencia, así como las construcciones de infraestructuras nuevas.

La presente investigación, tiene el objetivo de determinar el diseño de cimentaciones para viviendas por tipos de suelos en la diferentes zonas urbanas del distrito de Secclla, para ello será necesario conocer las características del terreno, en especial la capacidad portante de acuerdo a estas características micro zonificado y hacer diseño de cimiento que necesitara cada zona identificada, ya que la población no realiza estos estudios lo cual esta conlleva a que, con el tiempo, la estructura presente fallas como asentamientos, fisuras, esto a desconocimiento del tipo de cimiento usar

según las características que presente el suelo, lo que no conlleva a que si es muy importante que la población de este sector tenga al alcance esta información detallada, y así pueda hacer uso de esta para mejorar las construcciones futuras, en especial las viviendas unifamiliares.





## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

Las construcciones y sus cimentaciones surgen por la necesidad del ser humano para vivir adecuadamente, con el paso de los años el crecimiento poblacional en el mundo, está produciendo el aumento de urbanizaciones, asentamientos humanos y está conllevando a la construcción de edificaciones de mayor altura y algunos sin un adecuado diseño de cimentación. Nuestro país no es ajeno a ello, en los últimos años en el Perú se está impulsando la construcción de súper mercado, conjunto habitacional, etc. así también cada vez más ciudades, urbanizaciones, asentamientos humanos e invasiones, dichas construcciones la mayoría de veces estas se asientan sobre suelos no estudiados, provocando en un futuro un peligro para la población.

En el Distrito de Seclla hay un crecimiento poblacional no conlleva a la construcción de viviendas construidas de material noble sin dirección técnica y las edificaciones son autoconstruidas en la zona urbana de Seclla , las cuales carecen de un adecuado diseño de cimentación esto debido a la carencia economía y no poder contar con los servicios de un profesional, a todo esto se suma los antecedentes de un suelo inestable en este sector actualmente las viviendas están contruidos inadecuadamente, por falta de un estudios de mecánica de suelos y diseño de cimentaciones, esto con la fin de moderar las dificultades de cimentación de acuerdo a zonas de posición vulnerables o críticas

por el tipo o consolidación de los suelos.  
esta conlleva a que, con el tiempo, la estructura presente fallas como asentamientos, fisuras, etc. Por tal causa la edificación pasaría a ser inhabitable lo que representaría una pérdida económica para los propietarios y población aledaña.  
esta investigación se pretende alcanzar a la población de Secclla plantear diseño de cimentación de acuerdo al análisis de mecánica de suelos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es el diseño de cimentaciones para viviendas por tipos de suelos en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS**

¿Cuáles son las características del suelo en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes?

¿Cuál es el diseño de una vivienda unifamiliar típico en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes?

¿Cuál es la capacidad portante del suelo por zonas en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes?

¿Cuál es la cimentación adecuada para viviendas unifamiliares en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar el diseño de cimentaciones para viviendas unifamiliares por tipos de suelos en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes

### **1.3.2. Objetivo Específico**

- a) Conocer las características del suelo en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.
- b) Diseñar una vivienda unifamiliar típico en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.
- c) Determinar capacidad portante del suelo en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.
- d) Diseñar cimentación adecuada para viviendas unifamiliares según la microzonificación en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes

### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

El motivo por el cual la presente investigación se desarrolló, por la inadecuada construcción de viviendas que vienen realizando en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes, la cual se dio por un proceso acelerado e incorrecto de un plan de desarrollo urbano, la falta de estudios de mecánica de suelos y un adecuado diseño de cimentación en el distrito de Secclla.

En la actualidad las viviendas en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes - Huancavelica carecen de un adecuado diseño de cimentación en función al estudio de mecánica de suelos de la zona, debido a la carencia economía y no poder contar con los servicios de un profesional a todo esto se suma los antecedentes de un suelo inestable en este sector.

La importancia es contribuir a orientar a las familias y a la población en general lo importante que es el diseño de cimentaciones para viviendas, propuestos según el estudio de mecánica de suelos para una adecuada construcción de viviendas y así optimizar la calidad de vida de todos los habitantes del distrito de Secclla.

### **1.5. LIMITACIONES**

No se encontró ningún tipo de limitación para el desarrollo de la investigación, ya que se tuvo acceso a toda la información necesaria y materiales de la zona, con las cuales se diseñó la cimentación adecuada, así como también el estudio de mecánica de suelos, en la zona urbana del distrito de secclla.





## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

A nivel Internacional, Nacional y Regional, se consideró las siguientes investigaciones.

##### **2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL**

Briaud y Gibbens (1999) investigación “EL CAMPO NACIONAL DE EXPERIMENTACIÓN GEOTÉCNICA EN LA TEXAS A&M UNIVERSITY”. presentaron resultados de ensayos de carga sobre cinco zapatas cuadradas de 1.0 x 1.0 m, 1.5 x 1.5 m, 2.5 x 2.5 m, 3.0 x 3.0 m y 3.0 x 3.0 m, todos con 1.5 m de altura (espesor) y con 0.75 m de profundidad de cimentación en una arena silíceo fina limosa, en el Campo Nacional de Experimentación Geotécnica en la Texas A&M University. Analizaron tres ítems relacionados a los ensayos realizados: deformación del ensayo como función del tiempo; el desplazamiento vertical e la masa de suelo como función de la profundidad debajo del centro de la zapata; y el desplazamiento horizontal de la masa de suelo como función de la profundidad y la extensión lateral próximo al borde de la zapata. Además, compararon los resultados obtenidos con los predichos mediante seis métodos de capacidad de carga y doce métodos para el caso de asentamientos. La capacidad de carga obtenida por los métodos

considerados fue comparada con la carga que produce 150mm de asentamiento, mientras que para el caso de los métodos de asentamientos se compararon las cargas que producen 25 mm de asentamiento.

Zapana (2005) en su tesis titulada: Evaluación geotécnica y estudio de cimentaciones en las viviendas de la Urbanización \_Los Reflejos de San Valentín\_ Puno, realizó una evaluación y un estudio de las condiciones de cimentación en las viviendas de dicha urbanización, concluyendo que:

- \* El subsuelo de la zona está conformado por estratos de suelo blando arcilloso, limoso y algunos estratos de arena, cuyas capacidades de carga admisible varían de 0 a 1.40 kg/cm<sup>2</sup>, dependiendo de si se realizó o no un relleno adecuado y de su ubicación geológica.

- \* Las fallas estructurales en las viviendas es por causa del relleno inapropiado que sirve de soporte para los cimientos de los mismos, debido a que el asentamiento por consolidación del suelo natural, bajo la carga de una vivienda típica, es menor a 4.61 cm, mientras que el asentamiento diferencial encontrado es menor a 30 cm, debido principalmente a la variación del perfil estratigráfico de la zona.

- \*De la evaluación de las viviendas existentes concluyó que: 13 o 14 viviendas presentan daños leves en los muros, representando a menos del 10% del conjunto estructural, consistentes en grietas pequeñas junto a las ventanas o puertas; o 25 viviendas tienen daños medianos que representan aproximadamente el 10% al 30% del total, con asentamientos diferenciales menores a 2.5 cm, las grietas son desde las ventanas hasta el sobrecimientos; o 14 viviendas con daños graves en el conjunto estructural que representa del 30% al 50% del total, con asentamientos diferenciales medianos de 3 a 5 cm, siendo las grietas desde las ventanas hasta el sobrecimiento; y o 14 viviendas con daños muy graves, que representan más de 50% del total, con asentamientos diferenciales graves de 6 a 10 cm, sin embargo, dentro de éstas, 8 viviendas presentan asentamientos mayores a los 10 cm.

- \* Durante la ejecución de los rellenos de estas viviendas las entidades que participaron en la construcción de éstas no verificaron el material

empleado y menos aún las técnicas de compactación para evitar los asentamientos mayores a los permisibles.

### **2.1.2. A NIVEL NACIONAL**

RAMOS (2013), tesis “ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN EN LA AV. COSTANERA II ETAPA – PUNO”, analizó el subsuelo para la zona de la Av. Costanera mediante estudios de campo y ensayos de laboratorio llegando a las siguientes conclusiones:

- \* El terreno de fundación está conformado por una estratigrafía intercalada de los suelos arcillosos de consistencia blanda y suelos areno-limosos de compacidad suelta a media.
- \* Luego de realizar los estudios geotécnicos correspondientes concluyó que la capacidad de carga admisible para los suelos analizados oscila entre de 0.40 a 0.88 kg/cm<sup>2</sup>, considerándose dicha capacidad como baja.

TOMÁS E. GALLARDAY BOCANEGRA (2005), realizó una Investigación en Lima Metropolitana Titulado “Estudio de Mecánica y Resistencia de Suelos”

### **CONCLUSIONES.**

- El comportamiento del suelo arcilloso CL y arcilla limosa CL- ML a los trenes de ondas sísmicas es estable, si reacciona como un todo a las vibraciones elásticas de sus partículas, pues este suelo es elástico y plástico a la vez, es por ende que, de darse la eventualidad, el edificio motivo de este estudio navegará sobre el suelo ya que su cimiento tendrá características homogéneas y de producirse la falla, esta será general, originando por un sismo muy fuerte grado 6 ó 7 en escala de Richter.
- Evitar en el futuro las creencias generalizadas que cualquier suelo puede sostener con eficiencia una construcción liviana y, por tanto, no se requiere un estudio de suelo. Sin embargo, los hechos demuestran lo contrario. Casas residenciales y otras construcciones livianas han

sido muy afectadas dado el suceso sísmico, debido al desconocimiento de las características del subsuelo.

- La capacidad de carga admisible o presión de hundimiento de una cimentación directa en faja, es la que debe aplicarse sin producir estragos en las estructuras, considerando un margen de seguridad dado por su coeficiente que en nuestro caso es 3 (Tres).
- La capacidad de carga depende de la litología del suelo (cantos rodados, gravas, arenas, limos, arcillas o combinaciones de ellas, es por ello que las características de las cimentaciones de las estructuras y el coeficiente de seguridad adoptado es variable, influye también el conocimiento de la presencia del nivel de aguas freáticas, que son importantes porque cambia las condiciones de la resistencia del suelo. Las muestras de los suelos fueron obtenidas de dos calicatas de 3,50 m. de profundidad inalterados usando resina y envases plásticos, los resultados finales técnicos fueron:

#### MUESTRA 1.

Capacidad de carga admisibles para una zapata cuadrada 2.32 (kg/cm<sup>2</sup>) capacidad de carga admisible para una zapata continua 2.04 (kg/cm<sup>2</sup>)

#### MUESTRA 2.

Capacidad de carga admisibles para una zapata cuadrada 1.48 (kg/cm<sup>2</sup>).

Capacidad de carga admisible para una zapata continua 1.31 (kg/cm<sup>2</sup>)

La información revisada por el suscrito, así como su experiencia profesional le permite postular que el suelo fluvio aluvial del cono deyectivo del río Rímac es estable con riesgo sísmico bajo o mínimo, en las zonas de suelo formado por cantos rodados con valores de resistencia de 5 a 8, moderados o intermedio de riesgo sísmico fuerte, en zonas de suelos formados por grava, limos y arcillas con resistencia de 2 a 5 e inestable de riesgo sísmico alto, marcado a muy fuerte en las zonas con suelo formados por limos capas de sales, carbonatos, caliches y relleno reciente con marcada humedad, de



resistencia de 0.5 a 1 kg/cm<sup>2</sup>, por ende, para construir obras civiles en ellos debe justificarse asumir valores aún más bajos de resistencia del suelo, que originan al titular gastos por una sobrecarga en las cimentaciones, más aún cuando carezca de valores reales, guardando su economía.

### **2.1.3. A NIVEL LOCAL**

DE LA CRUZ CABALLON JAIME (2014), tesis “ESTUDIO DE SUELOS PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EDIFICACIONES DE 4 NIVELES EN LA CIUDAD DE LIRCAY - HUANCVELICA”. En la Universidad Nacional de Huancavelica

#### **RESUMEN**

La presente tesis se ha desarrollado en la zona urbana de la ciudad de Lircay, Provincia Angaraes - Huancavelica.

Como resultado se obtuvo que en el Barrio de Pueblo Viejo la capacidad portante en zapatas aisladas céntricas es de 0.91 kg/cm<sup>2</sup>, en el Barrio de Pueblo Nuevo la capacidad portante es de 1.20 kg/cm<sup>2</sup> a 1.97 kg/cm<sup>2</sup>, en el Barrio de Santa Rosa la capacidad portante es de 2.03 kg/cm<sup>2</sup> a 2.24 kg/cm<sup>2</sup>, en el Barrio de Bellavista se ha encontrado una capacidad portante de 1.05 kg/cm<sup>2</sup> a 3.06 kg/cm<sup>2</sup> y en Virgen del Carmen se ha encontrado una capacidad portante de 2.81 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **CONCLUSIONES**

Al concluir con la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Según al Estudio de Mecánica de Suelos se ha llegado a las siguientes conclusiones:
  - La calicata C-1 ubicada en el Barrio de Pueblo Viejo, tiene  $u \geq 51.31\%$ ,  $0=1.42$ ,  $11=52.07\%$ ,  $LP=6.68\%$ ,  $IP=45.39\%$ ,  $G_c=0.02$ ,  $0=20.6^*$  y  $C=0.05$
  - En el Barrio de Pueblo Nuevo, la calicata C-2 tiene  $W=9.64\%$ ,  $0=1.49$ ,  $11=37.68\%$ ,  $LP=10.4\%$ ,  $IP=27.64\%$ ,  $G_c=1.01$ ,  $0=24.2^*$  y  $C=0.03$ , C-3 tiene ( $* \geq 10.15\%$ ,  $0=1.61$ ,  $LL=NP$ ,  $LP=NP$ ,  $IP=NP$ ,  $G_c=0.00$ ,  $0=29.3^*$  y  $C=0.02$ , C-4 tiene  $U=21.42\%$ ,  $a=1.56$ ,



LL=39.53%, LP=20.16%, IP=19.37%, Gc=0.93, 0=23.8\* y C=0.04

- En el Barrio de Santa Rosa, la calicata C\*5 tiene U)=41.65%, (7=1.66, LL=30.35%, LP=20.56%, IP=9.79%, Gc=1.15, 0=28.45\* y C=0.02, C-6 tiene 10=4.70%, a=1.72, LL=46.54, LP=NP, IP=NP, Gc=NP, 0=29.38° y C=0.01.
- En el Barrio de Bellavista, la calicata C-7 tiene 01=6.72%, (7=1.51, LL=26.73%, LP=NP, IP=NP, Gc=NP, 0=24.8\* y 00.00, la calicata C-8 tiene U)=6.30%, 0=1.59, LL=NP, LP= NP, IP= NP, 0=27.6° y 00.00, la calicata C-9 tiene (ü=3.09%, 0=1.60, LL=NP, LP= NP, IP=NP, Gc=NP, 0=29.2° y C=0.01, la calicata C-ff tiene <jJ=7.57%, 0=1.81, LL=23.88%, LP=NP, IP=NP, Gc=NP, 0=31.75° y C=0.00.
- En el Virgen del Carmen, la calicata C-fO tiene 0)=9.68%, 0=1.89, 11=29.86%, LP=26.28%, IP=3.59%, Gc=5.63, 0=30.8\* y C=0.00.

## 2. De acuerdo al Estudio de Suelos tienen las siguientes consistencias

- El Barrio de Pueblo Viejo tiene consistencia baja
- En el Barrio de Pueblo Nuevo, la calicata C-2 tiene consistencia media, 031me consistencia alta y la calicata C-4 tiene consistencia media.
- En el Barrio de Santa Rosa, la calicata C-5 tiene consistencia. 0\*6 tiene consistencia.
- En el Barrio de Bellavista la calicata C-7 tiene consistencia media, la C-8 tiene consistencia alta, la C-9 tiene consistencia alta, la C-11 tiene consistencia alta.
- En el Barrio de Virgen del Carmen, la calicata C-10 tiene consistencia alta.
- El diseño realizado es típico de la zona, teniendo CM=46.38 tn CV= 7.37 tn, estas cargas serán usadas para el dimensionamiento de las zapatas aisladas céntricas y cimientos corridos.

## 2.2. BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACION

### 2.2.1. El Suelo:

Se denomina suelo a las partes superficiales de la corteza terrestre, biológicamente activas, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre él. También el suelo se forma por la descomposición de rocas por los diferentes cambios bruscos de las temperaturas y la acción de la humedad, aire y seres vivos. El proceso mediante el cual los fragmentos de roca se hacen cada vez más pequeños, se disuelven o van a formar nuevos compuestos, se conoce como meteorización.

### 2.2.2. Tipos de Suelos:

Primer criterio para la clasificación de las partículas del suelo es el tamaño. La denominación más grande para las partículas es en una escala establecida en los dígitos 2 y 6, con un factor de 3 entre ellos se muestra en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1 Escala de tamaños de partículas de suelos..

- El limo, las gravas, arenas y arcillas se otorgan con los símbolos G, S, M y C, respectivamente.
- El parametro entre gravas y arenas es de 2 mm. Para La diferencia entre arenas y limos hay leves variaciones: algunas normas tecnicas lo sitúan en 0,06 mm. pero otras lo concideran 0,08 mm. y otros 0,074 mm. (tamiz 200 de la serie ASTM).

Denominación		Tamaño (mm)
Grava (G)	Gruesa	60
		20
	Media	6
	Fina	
Arena (S)		2
	Gruesa	
		0,6
	Media	0,2
Limo (M)		0,06
	Grueso	
		0,02
	Medio	0,006
Arcilla (C)	Fino	
		0,002

Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"

### **2.2.3. Suelos Cohesivos y Suelos no Cohesivos**

#### **2.2.3.1. Suelos Cohesivos**

El suelo cohesivo contiene pequeñas partículas y suficiente arcilla para que el suelo se consolide a sí mismo. Cuando el suelo es más cohesivo, es por la que tiene mayor cuantía de arcilla, y presenta menos probabilidades de que se produzca un derrumbe. Los suelos granulares están formados por partículas gruesas como la grava y la arena.

Parte del proceso para la construcción de un edificio o una carretera involucra analizar el suelo detalladamente en que el edificio llevará a cabo. Los ambientes del suelo prestan la base física de un edificio o un camino para estar de pie durante años. En los aspectos de ingeniería de la composición del suelo examinan las diferencias en textura, fuerza y consistencia que distinguen suelos cohesivos de ambientes de suelos no cohesivos.

#### **2.2.3.2. Suelos no Cohesivos**

Son aquellas partículas que no tienden a juntarse ni adherirse, sus partículas son comparativamente grandes, también llamados suelos granulares o friccionantes (arenas, gravas y limos).

La forma de los suelos como vimos, tiene la importancia en los valores de las propiedades de los suelos debido a que, en la mayoría de los casos, las partículas del suelo son redondeados. Solamente la presencia de mica dentro de los suelos, tiene la importancia significativamente para sus propiedades.

#### **2.2.3.3. Suelos orgánicos**

El suelo orgánico es aquél cuya contextura básica presenta una gran cantidad de materia orgánica. Es conocido también como

compost y se obtiene de una forma natural de todas las descomposiciones aeróbicas de restos orgánicos, Incluyendo a los suelos pantanosos y a los suelos con contenido de hervidero y materia vegetal en descomposición, los suelos orgánicos generalmente no son recomendables para la construcción. Los suelos orgánicos tienden a absorber y retener el exceso de humedad y exhiben una consistencia como de esponja. Por esta razón, los estudios geológicos generalmente te llevarán a no construir edificaciones en esos lugares. (Crespo C. , 2015).

## **2.2.4. Clasificación de Suelos (S.U.C.S, AASHTO)**

### **2.2.4.1. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S)**

El sistema clasifica los suelos en dos amplias categorías: “suelos de grano grueso que son de naturaleza tipo grava y arenosa con menos del 50% pasando la malla No. 200.

Los suelos de grano fino con 50% o más pasando la malla No. 200” (Das, 2001,39). Según Das (2001), para clasificar apropiadamente un suelo utilizando este sistema, deben conocerse el porcentaje de grava, el porcentaje de arena, el porcentaje de limo y arcilla, los coeficientes de uniformidad y curvatura y el límite líquido e índice de plasticidad. Los primeros cinco datos se obtienen a partir de un estudio granulométrico.

El método SUCS presenta diversa nomenclatura; para suelos granulares, las siglas son G (grava), S (arena), W (bien graduada) y P (mal graduada). Para suelos finos la nomenclatura es M (limo), C (arcilla), H (alta compresibilidad) y L (baja compresibilidad). Y para los suelos orgánicos la sigla es Pt (turba).

El procedimiento para la clasificación de suelos viene detallado de la siguiente manera:

1. Descartar que el suelo sea un Pt.





### SUELOS DE CIMENTACION

CLASES DE SUELOS	SUELOS GRUESOS LIMPIOS (GW, GP, SW, SP)	SUELOS GRUESOS CON FINOS (GM, GC, SM, SC)	SUELOS FINOS (MH, ML, CH, CL, OL)
Permeabilidad	Las pruebas de permeabilidad de suelo en el campo son las únicas representativas	Los suelos Semipermeables a impermeables. Las pruebas de permeabilidad de campo son las más adecuadas para un contenido de finos menor del 25 %.	Son Suelos impermeables en caso de que el coeficiente de permeabilidad durante la prueba de afianzamiento es adecuada
Compresibilidad y expansibilidad	Los asentamientos de suelos son a escala pequeño cuando los materiales son macizos, y la magnitud de los esfuerzos mínima. Si los depósitos son mezclados pueden dar lugar a irregularidades importantes en la compresibilidad..	La compresibilidad varía considerablemente según la compacidad del depósito, las arenas finas limosas pueden presentar asentamientos bruscos en caso de saturarse bajo carga.	Es indispensable efectuar pruebas de consolidación en el laboratorio. Los suelos limosos pueden presentar asentamientos bruscos al saturarse bajo carga. Los suelos arcillosos en estado seco pueden presentar expansión al aumentar su la cantidad de agua.
Resistencia al corte del suelo	Se relaciona salvo en el caso de arenas sueltas saturadas, con el numero de golpes en una prueba de penetración estándar.	Es preciso estudiar en laboratorio efectuando pruebas triaxiales con especímenes inalterados. Se han de tomar en consideración las posibles variaciones del contenido de agua y la heterogeneidad del manto al definir las condiciones de las pruebas.	Es indispensable estudiarla en laboratorio efectuando las pruebas triaxiales con tipos inalterados, puede ser útil en ciertos casos efectuar una prueba de veleta.

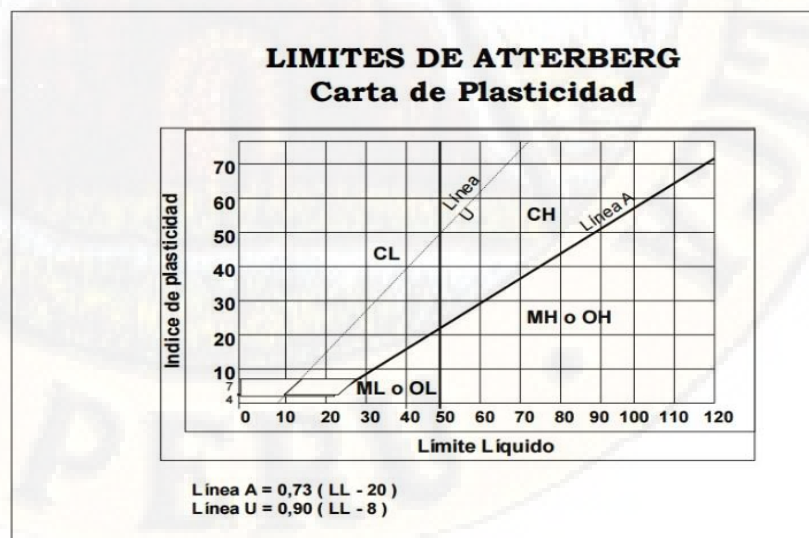


Tubificación	Salvo los materiales de lo SW y SP, presentan buena resistencia a la tubificación. Es muy importante en este aspecto la heterogeneidad de los depósitos.	Las arenas limosas presentan una resistencia a la tubificación media a baja mientras los otros materiales de este grupo tienen una resistencia a la tubificación de alta a media. Es muy importante en este aspecto la heterogeneidad de los depósitos.	Los limos presentan baja resistencia a la tubificación y las arcillas de media a alta. Es muy importante en este envoltura la heterogeneidad de los depósitos.
Licuación	La arena suelta fina y saturadas son aptos a la licuación. Los otros materiales de este grupo son por lo general poco perceptivos a la licuación.	Las arenas finas, limosas, uniformes y en estado suelto son muy sensibles.	Susceptibilidad prácticamente nula.

Fuente: *Mecánica de Suelos – Crespo Villalaz(91p)*

Respecto del suelo en estado inalterado, deberá agregarse información referente a la estructura, estratificación, consistencia en los estados inalterada y re moldeado, condiciones de humedad y características de drenaje.

Tabla 3. *Límites de Atterberg*



Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"

### **NOMBRES TÍPICOS DEL MATERIAL**

GW: Grava bien gradada, mezclas gravosas, poco fino.

GP: Grava mal gradada, mezclas grava – arena, poco o ningún fino.

GM: Grava limosa, mezclas grava, arena, limo.

GC: Grava arcillosa, mezclas grava – arena arcillosas.

SW: Arena bien gradada.

SP: Arena mal gradada, arenas gravosas, poco o ningún fino.

SM: Arenas limosas, mezclas arena – limo.

SC: Arenas arcillosas, mezclas arena – arcilla.

ML: Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, limo arcilloso, poco plástico, arenas finas limosas, arenas finas arcillosas.

CL: Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras (pulpa)

OL: Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.

MH: Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos (ambiente marino, naturaleza orgánica silíceo), suelos elásticos.

CH: Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas gruesas.

OH: Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos.

Pt: Turba (carbón en formación) y otros suelos altamente orgánicos. (Crespo C., 2015)

#### 2.2.4.2. Clasificación de la AASHTO

Los grupos de suelos son 7, subdivididos en otros más para llegar a 12.

1. Grueso granulares: 35% o menos pasa el T-200.

- A-1, si menos del 20% pasa el T-200 y menos del 50% pasa el T-40, pero en el P40 el  $IP < 6\%$ .
- A-2, si menos del 35% pasa el T-200, (limoso o arcilloso), y el material no cumple con A-1 ni A-3.
- A-3 si menos del 10% pasa el T-200 y 51% o más pasa el T-40, pero si el P40 no es plástico.

2. Suelos finos granulares (grupo limo arcilla): más del 35% pasa el T-200

- A-4 si  $IP \leq 10$  (limo) y  $LL \leq 40\%$
- A-5 si  $IP \leq 10$  (limo) y  $LL \geq 41\%$
- A-6 si  $IP \geq 11$  (arcilla) y  $LL \leq 40\%$
- A-7 si  $IP \geq 11$  (arcilla) y  $LL \geq 41\%$

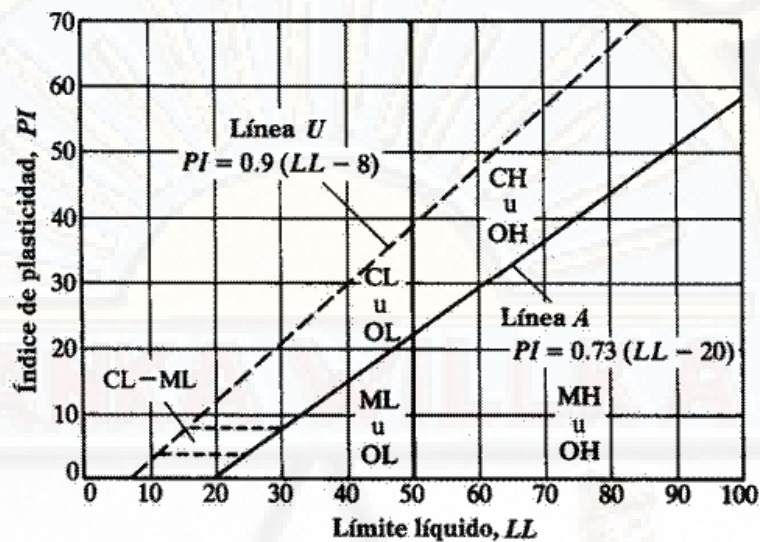
En consecuencia: A-1 = cascajo y arena; A-3 = arena fina; A-2 = cascajos y arenas limosas o arcillosas.

- A-4 y A-5 suelos limosos, y A-6 y A-7 suelos arcillosos
- A-1 y A-3 son suelos excelentes y buenos, A-2 buenos y moderados, y A-6 y A-7 son suelos de moderados a pobres.
- Pero estos suelos tienen subclases así:
- A-1-a: si  $IP$  del P40  $< 6\%$  Además el  $P_{200}=15\%$ ,  $P_{40}=30\%$  y  $P_{10}=50\%$
- A-1-b: si es del grupo A1 y no cumple con A-1-a
- A-2-4 ; A-2-5, A-2-6, y A-2-7: según la fracción fina se encuentre en las zonas 4, 5, 6 o 7 de la Carta de

### Plasticidad AASHTO (tabla 4)

- A-3 no tiene subclases. (Crespo C., 2015)

Tabla 4. Carta de Plasticidad



Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"

Tabla 5. Índice de Plasticidad

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
Clasificación de grupo	A-1		A-3 <sup>A</sup>	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...		...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. <sup>B</sup>
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

<sup>A</sup> La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

<sup>B</sup> El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

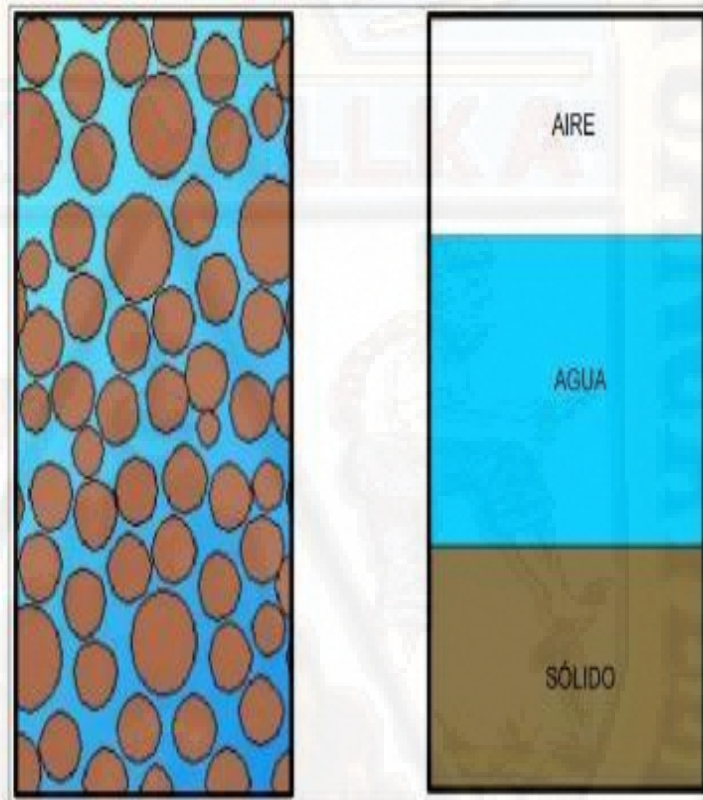
Fuente: Crespo C. (2015): "Mechanical de suelos y cimentaciones"

## 2.2.5. Comportamiento de suelos granulares

### 2.2.5.1. Tension efectiva

Los diferentes tipos de suelos son, en general, materiales trifásicos constituidos por: el soporte de partículas sólidas, rodeado de huecos relacionados que pueden estar obstruidos por aire y agua (Figura 1). El suelo con los huecos completamente ocupados con agua se denomina suelo saturado.

*Figura 1. Tensión Efectiva*

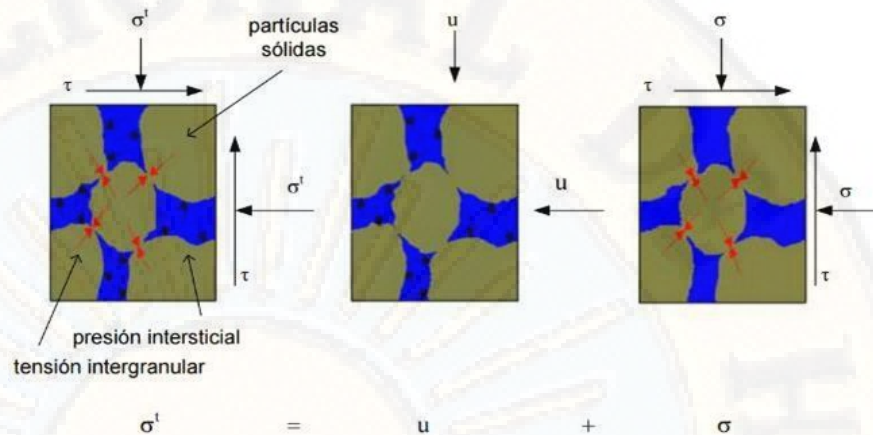


*Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"*

Es posible que los huecos de los suelos estén llenos de aire, sin contener nada de agua, entonces se define como suelo seco. La Mecánica de medios continuos define que el estado total de tensiones está formado por dos componentes: la tensión intergranular y la presión intersticial (Fig. 2.). La tensión intergranular se nombra como la tensión efectiva. Si el suelo está absolutamente saturado, la relación entre la tensión total, efectiva y la presión intersticial este dada por:



Figura 2. Tensión total y efectiva en suelos saturados



Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"

$$\sigma = \sigma^t - u1$$

Donde:

$\sigma$  = tensor de tensiones efectivas,  $\sigma^t$  = tensor de tensiones totales,  $u$  = presión intersticial, y  $1$  es tensor de segundo orden simétrico.

#### 2.2.5.2. Relaciones tensión-deformación de suelos granulares

La complejidad de los suelos se debe a que tanto la deformabilidad como la resistencia de los suelos, se ven afectadas por los diferentes factores muy diversos. Estos factores se encuentran en la estructura del suelo (por ejemplo, el tamaño de grano, la forma del grano, la superficie granular o los huecos), el contenido de agua, la condición de drenaje, y el grado de saturación del suelo, la presión intersticial, el historial de carga y el estado actual de tensiones.

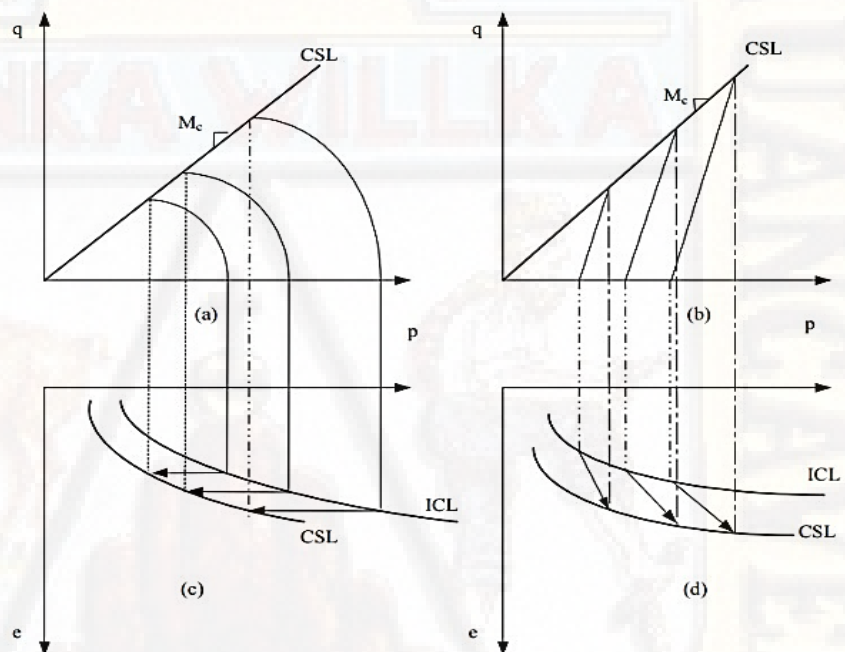
#### 2.2.5.3. Resistencia a cortante

En la siguiente Figura 3. Nos muestra la trayectoria seguida por la tensión para un espécimen de suelo bajo la compresión triaxial. Como se observa en la figura, la resistencia a cortante aumenta con las presiones de confinamiento de la muestra del suelo, tanto para condiciones drenadas como no drenadas. Por lo cual, la



figura nos muestra y permite comprobar la existencia de una relación única entre la máxima tensión de cortante en la rotura  $q_f$  y la tensión principal efectiva  $p$ . Así,  $q_f = M_c p$ , donde  $M_c$  es una de las pendientes de la línea de estados críticos en el espacio  $q - p$  (el subíndice c indica compresión).

*Figura 3. Respuesta de suelos sueltos para distintas presiones de confinamiento: (a) tensiones bajo condiciones no drenadas (b) tensiones bajo condiciones drenadas (c) respuesta volumétrica bajo condiciones no drenadas (d) respuesta volumétrica bajo condiciones drenadas. Por conveniencia, la línea de estados críticos (CSL) se ha dibujado junto a la línea de consolidación isotrópica (ICL).*



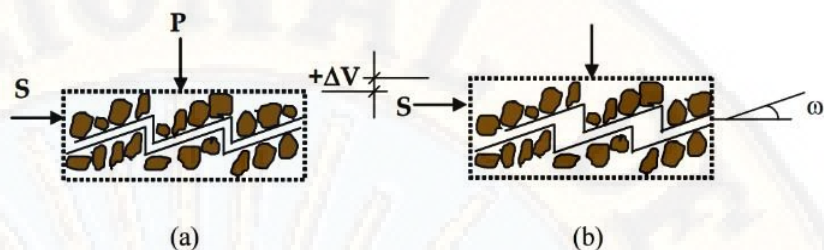
*Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"*

#### 2.2.5.4. Dilatancia

La dilatación o contracción de un suelo es la cualidad que determina su cambio de volumen cuando cambian las condiciones de humedad se observa en la siguiente Fig. 4.

(Fig. 4 (b)). El movimiento horizontal del plano tangencial provoca un incremento de volumen como se ve en la figura.

Figura 4. Modelo que ilustra la dilatación en suelos granulares



Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"

## 2.2.6. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

La finalidad del ensayo es obtener la distribución por tamaño de todas las partículas presentes en una muestra de suelo. la clasificación mediante sistemas como AASHTO o USCS. Para los suelos con tamaño de partículas superiores a 0,074 mm. (74 micrones) se utiliza el método de análisis mecánico en las cuales se clasifican mediante tamices de abertura y numeración indicado en la figura 5. Para los suelos de tamaño inferior, se utiliza un método del hidrómetro, basado en la ley de Stokes.

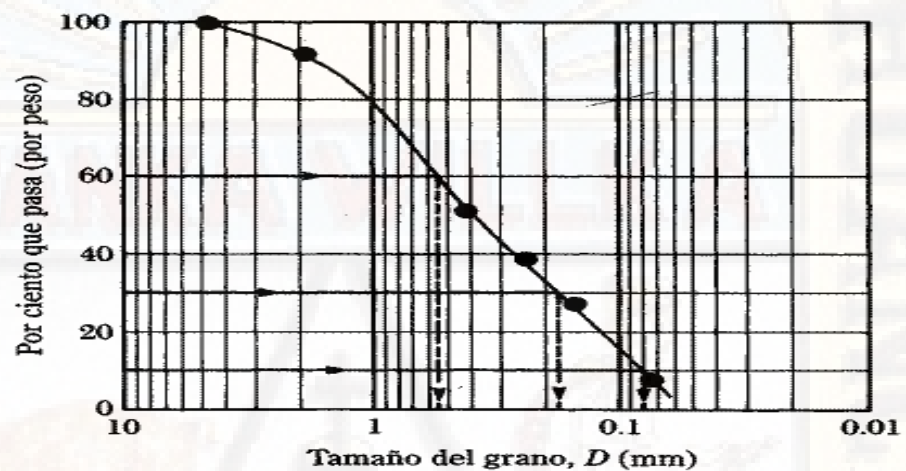
Figura 5. Numeración y abertura de tamices

tamiz (ASTM)	tamiz (Nch)(mm)	abertura real (mm)	tipos de suelos
3"	80	76.12	GRAVA
2"	50	50.8	
1 1/2"	40	38.1	
1"	25	25.4	
3/4"	20	19.05	
3/8"	10	9.52	
N°4	5	4.76	ARENA GRUESA
N°10	2	2	ARENA MEDIA
N°20	0.9	0.84	
N°40	0.5	0.42	
N°60	0.3	0.25	ARENA FINA
N°140	0.1	0.105	
N°200	0.08	0.074	

Fuente: Elaboración propia"

El porcentaje que pasa por cada malla, fijo por un análisis granulométrico por las diferentes mallas, se grafica sobre papel semilogarítmico, como una muestra la figura N° 03. Note que el diámetro del grano  $D$  se grafica sobre la escala logarítmica y el porcentaje que pasa se grafica sobre la escala aritmética.

Figura 6. Granulometría de un suelo de grano grueso obtenido por un análisis granulométrico por mallas



Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"

## 2.2.7. PLASTICIDAD DE SUELOS

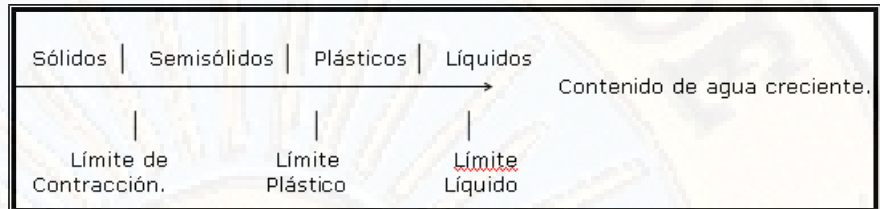
### 2.2.7.1. Plasticidad

Son propiedades de los suelos la cual tiene el poder deformarse, hasta cierto límite, sin romperse. Por medio de este se mide el comportamiento de los diferentes suelos. Las arcillas presentan esta propiedad en las diferentes variables. las propiedades de la plasticidad de un suelo se hace uso de los Límites de Atterberg, por medio de este ensayo se separa los cuatro estados de consistencia de los suelos coherentes (Figura N° 7).

Cuando no se puede determinar el ensayo de Límite Plástico de un suelo se dice que es No Plástico (N.P.), y en este caso el Índice Plástico es igual a cero.

El Índice de Plasticidad nos indica la condición de humedad a través del cual los suelos con cohesión tienen propiedades de un material plástico.

Figura 7. Plasticidad de los suelos



Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"

De acuerdo a los ensayos de Atterberg, si un suelo tiene un índice plástico (I.P.) = 0 el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es  $< 7$ , el suelo presenta baja plasticidad; cuando el Índice Plástico está entre 7 y 17 el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un Índice Plástico  $> 17$  se dice que es altamente plástico.

#### 2.2.7.2. Límite Líquido

Se dice límite líquido Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. Para la determinación de este ensayo de límite se utiliza la cuchara de Casagrande

De acuerdo con a estas concepciones, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una firmeza muy pequeña del suelo al esfuerzo de corte, pero definida, y según Atterberg es de 25 gr/cm<sup>2</sup>.

El contenido de humedad indicado por la intersección de esta línea con la de los 25 golpes es el Límite líquido del suelo.

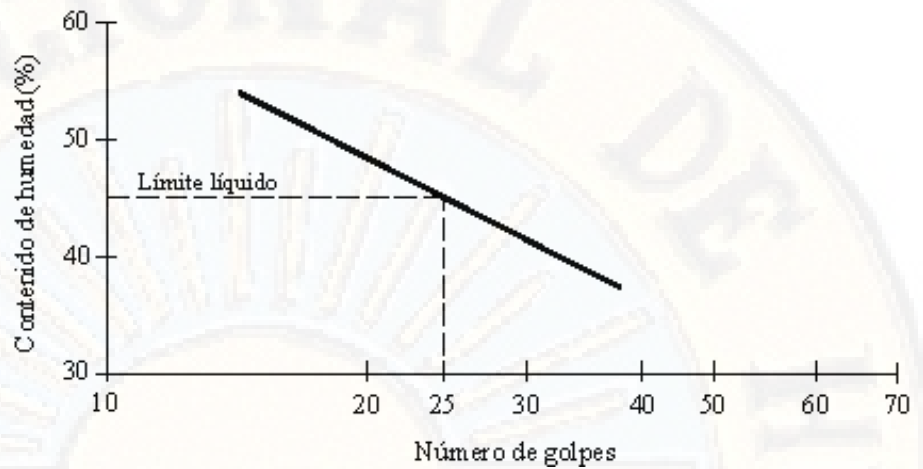
W = El Contenido de Humedad, es porcentaje del peso seco.

FW = El Índice de fluidez

N = Cantidad de golpes.

C = es el Valor que representa la ordenada de la abscisa de un golpe. Este se calcula prologando un trazo de la curva de fluidez.

Figura 8. Límite líquido (casa grande)

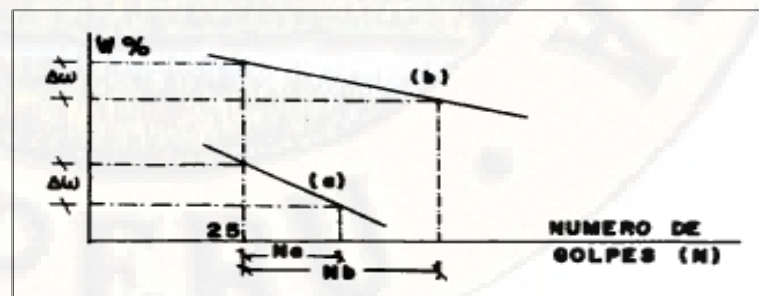


Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"

Casagrande explica la naturaleza de la prueba del Límite Líquido y el significado físico de la curva de fluidez así:

Supóngase que dos diferentes suelos presentan el mismo valor del Índice Plástico, pero muy diferentes curva de fluidez puedes observarse que para un idéntico cambio ( $\Delta w$ ) en la humedad el suelo con curva más plana necesita más número de golpes que el que tiene la curva más parada, o sea que  $N_b$  es mayor que  $N_a$ . (Figura 9) del anterior se desglosa que los suelos que tienen curvas de fluidez planas poseen una mayor resistencia al corte del suelo que aquellos que tienen curvas más pronunciadas, ya que el número de golpes en la prueba del límite líquido es la medida de dicha resistencia a ese contenido de humedad. (Crespo C., 2015)

Figura 9. Comparación del Límite líquido



Fuente: Crespo C. 2015: "Mecánica de suelos y cimentaciones"



En el que:

L.L.= Límite Líquido

W = Porcentaje (%) de humedad

N = La cantidad de golpes necesario para cerrar la ranura en la copa de Casagrande.

Donde se puede observar, la ecuación de Lambe el cual permite calcular el límite líquido de un suelo, con base en un solo punto del método mecánico. Esto elimina tiempo y además la variable operador.

La fórmula de Lambe puede ser usada con suficiente grado de precisión en la determinación del límite líquido de un suelo, siempre y cuando se amase la pasta de suelo, con un contenido de humedad tal que se cumpla con la condición, imprescindible, de que N (número de golpes) esté entre 20 y 30.

Para facilitar el empleo de la fórmula, esta se puede simplificar así:

*Tabla 6. Factor de corrección*

N	F
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.99
24	0.9951
25	1
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223

*Fuente: Crespo C. 2015: "Mecánica de suelos y cimentaciones"*

El límite líquido se calcula así:

$L.L = (P_h - P_s) / P_s * 100 = P_w / P_s * 100$  En la que:

L.L= Límite Líquido en %.



$P_{(h)}$  = Peso de la muestra húmeda en gramos.

$P_{(s)}$  = Peso de la muestra seca en gramos.

$P_{(w)}$  = Contenido de agua en la muestra en gramos.

Relación entre el Grado de Expansión y el Límite Líquido según Dakshanamurthy y Raman (1973), Tabla 7.

Tabla 7. Relación entre el Grado de Expansión y el Límite Líquido

LIMITE LIQUIDO(%)	GRADO DE EXPANSION
0 - 20	No hay hinchamiento.
20 - 35	Bajo hinchamiento.
35 - 50	Hinchamiento medio.
50 - 70	Alto hinchamiento.
70 - 90	Hinchamiento muy alto.
Mayor de 90	Hinchamiento extra alto.

Fuente: Crespo C. 2015: "Mecánica de suelos y cimentaciones"

#### 2.2.7.3. Limite Plástico

se define al límite plástico como el contenido de humedad expresado en por ciento con relación al peso seco de la muestra secada en el horno, para lo cual el suelo cohesivo pasa de un estado semisólido a un estado plástico.

#### 2.2.7.4. Índice de Plasticidad

El Índice de Plasticidad o Índice Plástico (I.P.) a diferencia numérica entre el límite líquido y en limite plástico, indica la cantidad de humedades dentro de ello se encuentra en estado plástico tal como se definen los ensayos de suelos.

Tabla 8. Relación entre el Potencial de Hinchamiento y el Índice de Plasticidad

INDICE PLASTICO	POTENCIAL DE HINCHAMIENTO
0 - 15	Bajo
10 - 35	Medio
20 - 55	Alto
35 o MÁS	Muy Alto

Fuente: Crespo C. 2015: "Mecánica de suelos y cimentaciones"

#### 2.2.7.5. Consistencia Relativa

la consistencia relativa resulta negativa, será cuando la humedad del suelo es mayor que la de su límite líquido. El amasado del suelo lo convierte en un barro viscoso, Consistencias relativas muy cercanas a cero indican un suelo con esfuerzo a ruptura ( $q_n$ ) a compresión axial no confinada comprendido entre 0.25 y 1.0Kg/cm<sup>2</sup>. Si la consistencia relativa es aproximadamente igual a uno, ello indica que su  $q_n$  puede estar comprendida entre 1.0 y 5.0Kg/cm<sup>2</sup>.

En general, el esfuerzo de corte de un suelo asciende a medida que C.R. varía de 0 a 1. Un valor de C.R. de 0.0 a 0.25 indica un suelo muy suave; de 0.25 a 0.50 suave; de .50 a 0.75, consistencia media. Y de 0.75 a 1.0, consistencia rígida.

#### 2.2.7.6. Índice de Liquidez

Los suelos plásticos y el Índice de liquidez son indicativo de la historia de los esfuerzos a que ha estado sometido el suelo, El valor de índice de liquidez es próximo a cero, se considera que el suelo esta pre consolidado, y si es cercano a uno entonces se le

considera como normalmente consolidado. La expresión para obtener el índice de liquidez es:

La humedad inicial del suelo corresponde a un índice de liquidez igual a 0.20 o más, el suelo, aun siendo altamente plástico, tendrá poca o nula expansión.

La relación aproximada entre Índice de liquidez y la sensibilidad de la arcilla puede obtenerse de la Tabla 9

Tabla 9. Índice de liquidez y la sensibilidad de la arcilla

1L	Sensibilidad
0.00	1
0.20	1
0.40	2
0.70	4
0.80	5
0.85	6
0.90	7
0.95	8
1.00	9
1.05	10
1.30	20
1.50	45
2.00	200

Fuente: Crespo C. 2015: "Mecánica de suelos y cimentaciones".

## 2.2.8. CIMENTACIONES SUPERFICIALES

### 2.2.8.1. Las Cimentaciones Directa o Superficial

Es aquel que reparten la fuerza que le transmite a la estructura a través de sus elementos de apoyo sobre una superficie de terreno bastante grande que admite esas cargas. Las cimentaciones superficiales transmiten las cargas al terreno uno o varios pilares de la estructura se considera cimentación superficial, cuando tienen entre 0,50 m. y 4 m. de profundidad, y cuando las tensiones admisibles de las diferentes capas del terreno que se hallan hasta

esa cota permiten apoyar el edificio en forma directa sin provocar asientos excesivos de la estructura que puedan afectar la funcionalidad de la estructura; de no ser así, se harán Cimentaciones Profundas. (Crespo C., 2015)

#### 2.2.8.2. Zapatas

Son cimentaciones superficiales, como toda cimentación tiene que garantizar, de forma intacta, la estabilidad de la obra que resiste.

Tipos de zapatas son la siguiente:

Por su forma de trabajar:

Combinadas, Aisladas, Continuas Bajo Pilares, Arriostradas, Continuas Bajo Muros.

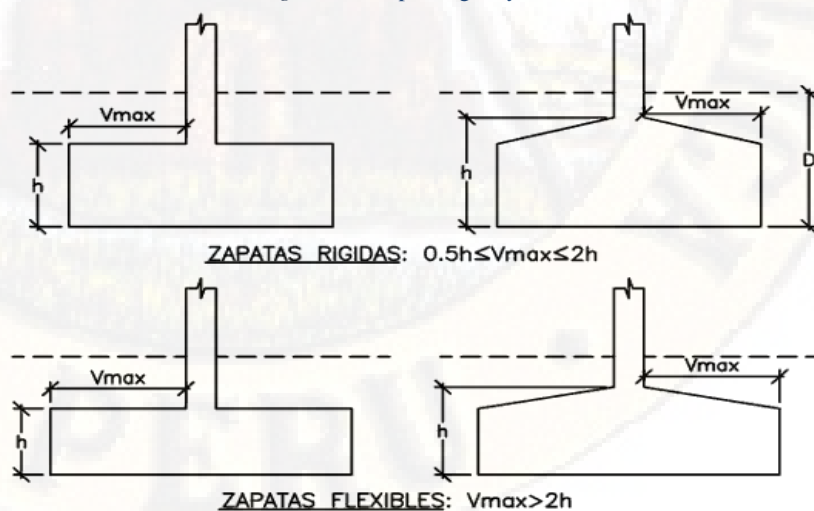
Por su morfología:

Escalonadas, Macizas, Que a su vez pueden ser rectas, piramidales, Aligeradas.

Por la relación entre sus dimensiones (la que condiciona su forma de trabajo)

- Rígidas, En las que el vuelo es menor o igual a dos veces el canto
- Flexibles, En las que el vuelo es mayor a dos veces el canto.

Figura 10. Zapata rígida y flexible



Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"

Por la forma:

Rectangulares, cuadradas, circulares y poligonales.

#### **2.2.8.3. Zapatas aisladas**

son zapatas en la que descansa o recae un solo pilar. Encargada de transmitir a través de su superficie de cimentación las cargas que ejerce al terreno. La zapata aislada no necesita junta pues al estar empotrada en el terreno no se ve afectada por los cambios. Su recubrimiento mínimo es de 7 cm.

##### **Diseño de zapatas aisladas.**

Para el diseño de una zapata suponemos que la fundación es totalmente rígida y que por lo tanto ella no se deforma al transmitir las cargas al suelo. Esta suposición nos lleva a considerar que el esquema de presiones que se transmite sobre el suelo es uniforme sin importar el tipo de suelo sobre el cual se funda lo cual no es del todo cierto. (Juárez E., 2005)

#### **2.2.8.4. Zapatas corridas**

Las zapatas corridas se emplean para cimentar muros portantes, o hileras de pilares. Estructuralmente funcionan como viga flotante que recibe cargas lineales o puntuales separadas. Son cimentaciones de gran longitud en comparación con su sección transversal. Las zapatas corridas están indicadas como cimentación de un elemento estructural longitudinalmente continuo, como un muro, en el que pretendemos los asientos en el terreno. También este tipo de cimentación hace de arriostramiento, puede reducir la presión sobre el terreno y puede puentear defectos y heterogeneidades en el terreno. Otro caso en el que resultan útiles es cuando se requerirían muchas zapatas aisladas próximas, resultando más sencillo realizar una zapata corrida. Las zapatas corridas se aplican normalmente a muros.



Pueden tener sección rectangular, escalonada o estrechada cónicamente. (Crespo C., 2015)

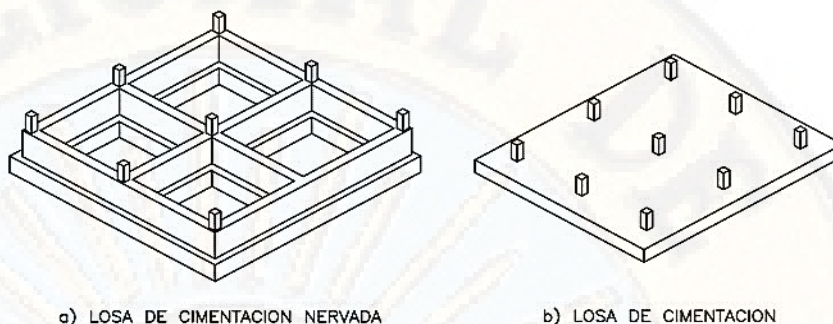
#### **2.2.8.5. Zapatas combinadas**

la zapata combinada sirve de cimentación para dos o más pilares. En principio las zapatas aisladas sacan provecho de que diferentes pilares tienen diferentes momentos flectores. Si estos se combinan en un único elemento de cimentación, el resultado puede ser un elemento más estabilizado y sometido a un menor momento resultante. Consideraciones generales. La elevación a la que se desplanta una zapata, depende del carácter del subsuelo, de la carga que debe soportar, y del costo del cemento. (Crespo C., 2015)

#### **2.2.8.6. Las losas de cimentación**

Son las losas de concreto planas y sin nervaduras. Las cargas que soportan hacia abajo sobre la losa son las de las columnas propios o las de los muros. Si no hay una distribución uniforme de las cargas de las columnas o bien el suelo es tal que pueden producirse grandes asentamientos, las losas deben reforzarse para evitar deformaciones excesivas. El refuerzo es absolutamente utilizando muros divisorios como nervaduras de vigas T conectadas a la cimentación, o bien usando marcos rígidos o haciendo celdas con trabes y contra trabes, es entonces cuando se forman los llamados cajones de cimentación figura 11. (Crespo C., 2015)

Figura 11, losas de cimentación



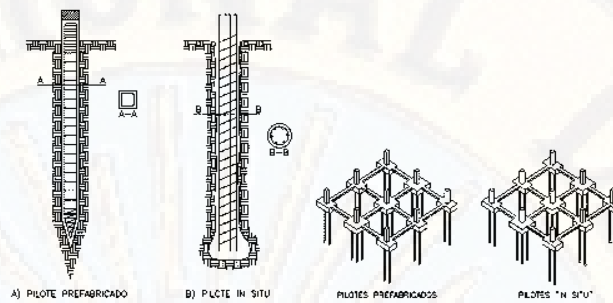
Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"

### 2.2.9. Cimentaciones profundas

Son cimentaciones para soportar las cargas aplicadas, o más exactamente en la fricción vertical entre la cimentación y el terreno. Este tipo de cimentación se utiliza en construcciones que tienen circunstancias especiales:

Una construcción determinada extensa en el área de austerar. Una obra con una carga demasiado grande no pudiendo utilizar ningún sistema de cimentación especial. El terreno al ocupar no tenga características necesarias para soportar construcciones muy extensas o pesadas. hay métodos utilizados en cimentaciones profundas las cuales son: Pilas y Cilindros. Pilotes. Pantallas:  $\frac{3}{4}$  pantallas isostáticas.  $\frac{3}{4}$  pantallas hiperestáticas. Pilas y cilindros En la ingeniería de cimentaciones el termino pila tiene dos significados diferentes. De acuerdo con uno de sus usos la pila es un miembro estructural subterráneo que tiene la función que cumple una zapata, es decir transmitir las cargas que soporta al suelo. Sin embargo, en contraste con una zapata, la relación de la profundidad de la cimentación con respecto a la base de las pilas es por lo general mayor que cuatro, mientras que, para las zapatas, esta relación es menor que la unidad. De acuerdo con su segundo uso, una pila es el apoyo, ya sea de concreto o de mampostería para la superestructura de un puente. (Juárez E., 2005)

Figura 12. Cimentaciones Profundas



Fuente: Juárez E., (2005): "Mecánica de Suelos, Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos"

## 2.2.10. Problemas generales de las cimentaciones

Los suelos de soportes de una cimentación que no son duros o compactos, son susceptibles a sufrir, bajo las cargas que se le aplican deformaciones apreciables. Estas deformaciones deben ser tales que, en la construcción de una obra, o al producirse la aplicación de las sobrecargas de servicio, los asentamientos del soporte que se produzcan no sean de magnitud nociva a la estabilidad de la obra ni puedan deteriorar su utilidad.

### 2.2.10.1. Problemas especiales de las cimentaciones

Se presenta problemas en los suelos de cimentación principalmente si los tipos de suelos encontrados en la investigación del terreno, se encuentran con suelos propensos a expandirse, también que sean susceptibles a la licuefacción, suelos propensos al colapso y al ataque de químicos.

**Suelos expansivos:** Los suelos que presentan un potencial de expansión se puede calificar dependiendo de los límites de consistencia del suelo, como se indica en la siguiente Tabla 10. (Juárez E., 2005)

Tabla 10. Relación entre el potencial de cambio volumétrico límites de potencial de cambio

Potencial cambio volumétrico	Índice de plasticidad	Limite liquido
Bajo	< 18	20 - 35
Medio	15-18	35 - 50
Alto	25-41	50 - 70
Muy alto	> 35	< 70

Fuente: Juárez E., (2005): "Mecánica de Suelos, Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos"

**Suelos colapsables:** son suelos que tienen un comportamiento que varía según el contenido de humedad la cual aumenta esta puede producirse de una considerable disminución de volumen y por consiguiente se produce asentamiento en la aplicación de cargas sobre estos suelos. Hay tipos de suelos colapsables las cuales se pueden ser identificados con pruebas de consolidación y prueba de placa de cargas, también otro indicador es el peso específico seco de estos suelos como muestra en la siguiente tabla 11.

Tabla 11. Colapsabilidad de los suelos según el peso específico seco

Grado de colapso	Peso específico seco (kg/m <sup>3</sup> )
Bajo	> 1427
Bajo a medio	1223 - 1427
Medio a alto	1019 - 1223
Alto a muy alto	< 1019

Fuente: Juárez E., (2005): "Mecánica de Suelos, Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos".

#### 2.2.10.2. Ataque químico a las cimentaciones

**Acidez de los Suelos:** son acción destructiva de los suelos ácidos sobre elementos metálicos embebidos en ellos; por este motivo es de particular importancia el análisis de las fundaciones en este tipo de suelos.

A continuación, se muestra como obtener la acidez de los suelos apoyados en la resistividad del suelo. (Juárez E., 2005)

Tabla 12. Grado de corrosión según resistividad del suelo

Grado de corrosión	Resistividad $\Omega \cdot \text{mt}$
Muy corrosivo	$< 7$
Corrosivo	7-20
Moderadamente corrosivo	20 - 50
No corrosivo	$> 50$

Fuente: Juárez E., (2005): "Mecánica de Suelos, Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos".

#### 2.2.11. Parámetros necesarios en la proyección de cimentaciones

las cimentaciones se diseñen para resistir las diferentes cargas aplicadas y reacciones inducidas, las que incluyen cargas axiales, momentos y cortantes que tienen que ser soportados en la base de la zapata, conforme al reglamento ACI 318-05.

Por tanto, el tipo de cimentación que deberá ser diseñado, se rige principalmente por el momento de volteo y la capacidad de carga del suelo.

Para la determinación de la presión admisible en las cimentaciones es necesario lo siguiente (seguridad contra la falla del suelo) y el criterio de deformación (asentamientos permisibles).

Los datos del suelo incluyen la profundidad y el espesor de los estratos de suelo y roca, el nivel del agua subterránea y las propiedades físicas de cada suelo, entre ellas su resistencia y su compresibilidad.

Factor de seguridad: Este factor se usa para determinar la carga admisible del suelo de cimentación, para que esta sea siempre menor que la carga de falla y esté lo suficientemente lejos de ésta, como para dar los márgenes de seguridad necesarios para cubrir todas las incertidumbres referentes a las propiedades del suelo, a la teoría específica de carga que



se use y otros aspectos que intervengan de acuerdo al criterio del ingeniero estructural.

Los valores a usar en un caso dado en la práctica varían según la importancia de la obra y como se dijo antes del orden de las incertidumbres que se manejen, se aconseja usar factores de seguridad en un rango de 3 hasta 5, pero siempre queda la posibilidad de usar otros valores de acuerdo al criterio del ingeniero geotécnico. La variabilidad de las características del suelo constituye la principal razón para adoptar un factor de seguridad.

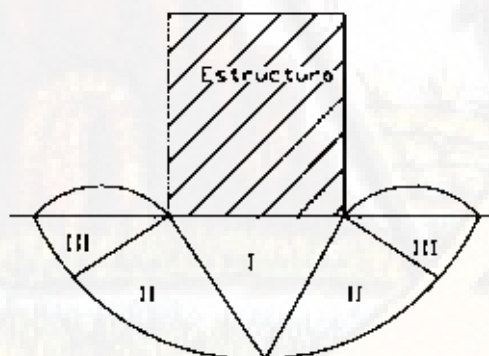
Los tres tipos de falla bajo la cimentación son:

1. Falla por corte general
2. Falla por punzonamiento
3. Falla por corte local.

### **1. Falla por corte general**

Es usualmente súbita y catastrófica y a menos que la estructura misma no permita la rotación de la zapata ocurre con cierta visibilidad de inclinación un hinchamiento del suelo a los lados.

*Figura 13. Falla por corte general*



*Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"*

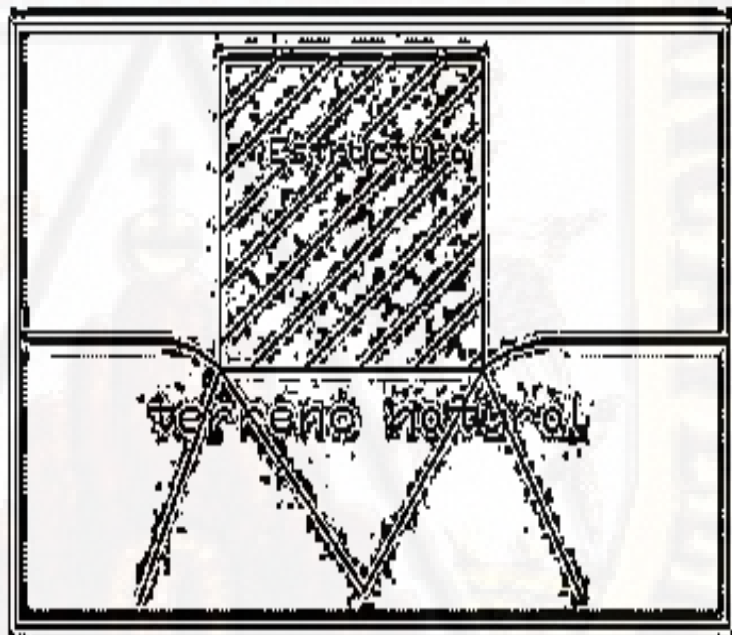
La falla por corte general es la más común. Esto pasa en tipos de suelos relativamente incompresibles y razonablemente densos en arcillas saturadas normalmente consolidadas que son rápidamente

cargadas prevaleciendo la resistencia no drenada. La falla está bien definida y la falla ocurre repentinamente. (Crespo C., 2015)

## 2. Falla por punzonamiento

Las fallas por punzonamiento se caracterizan por el asentamiento vertical de la cimentación mediante la compresión del suelo inmediatamente debajo de ella. La rotura del suelo se presenta por corte alrededor de la cimentación y casi no se observa movimiento de este junto a la cimentación manteniéndose el equilibrio tanto vertical como horizontal. (Crespo C., 2015)

*Figura 14. Falla por punzonamiento*



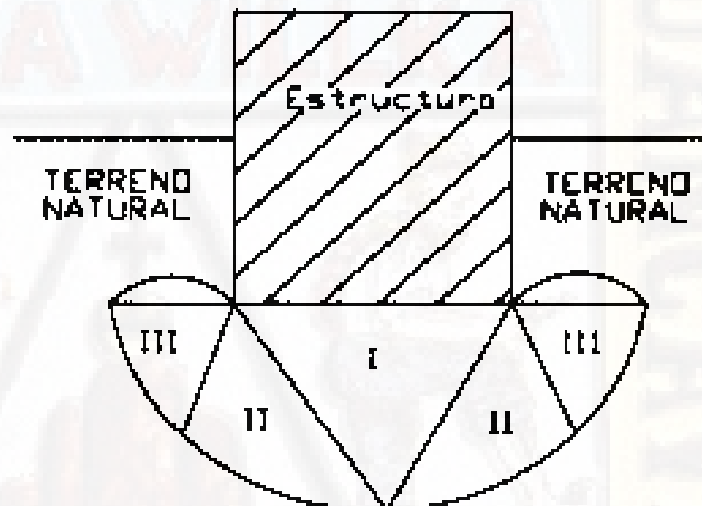
*Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"*

La falla por punzonamiento es el extremo opuesto de la falla por corte general, esta ocurre en arenas muy sueltas, en delgadas capas de suelo compacto que sobreyace a suelos muy blandos o en arcillas blandas cargadas lentamente y en condiciones drenadas. La alta compresibilidad de tales perfiles de suelo causa grandes asentamientos y superficies de corte verticales pobremente definidas. (Crespo C., 2015)

### 3. Falla por corte local

La falla por corte local se caracteriza por el tipo de falla por corte general como de punzonamiento. En este tipo de falla existe una marcada tendencia al abultamiento del suelo a los lados de la cimentación y además la compresión vertical debajo de ella es fuerte y la superficie de deslizamiento termina en algún punto dentro de la masa misma del suelo.

Figura 15. Falla Por corte local



Fuente: Crespo C. (2015): "Mecánica de suelos y cimentaciones"

Se observa que en la zona III es una forma de corte lineal en la cual el suelo se corta a lo largo de superficies planas, la resistencia de la zona III es variable de acuerdo a su tamaño, con el peso volumétrico del material y con la resistencia al deslizamiento a lo largo de la parte inferior de dicha zona, resistencia que es una función del ángulo de fricción interno, de la cohesión y del peso del suelo.

Las zapatas sobre arenas muy sueltas ( $D_r < 30\%$ ) probablemente están gobernadas por la falla de corte por punzonamiento. (Crespo C., 2015)

#### **2.2.12. Factores determinantes para el tipo de cimentación**

En lo siguiente, se dará una descripción de los factores que influyen en la selección del tipo de fundación:

##### **2.2.12.1. Cargas y características de la estructura**

Son las condiciones de la superestructura y en general al carácter, la función y destino de la obra. Para los diferentes fines de proyecciones es usual que el factor más importante lo constituyen la magnitud, las combinaciones críticas y la variabilidad de las diferentes cargas implicadas.

##### **2.2.12.2. Respuesta del sistema fundación - suelo**

La fundación de la carga actúa, la cual se determina el método de análisis. Lo primero que se debe de considerar es la superficie potencial de falla que va a exhibir el sistema fundación suelo y como esta puede variar con la profundidad.

La distribución de la carga también se determina con la deformación que será una función de las propiedades del suelo y del material estructural de la fundación.

##### **2.2.12.3. Características del suelo de fundación**

Son las relativas al suelo de fundación, referente en especial a la naturaleza, propiedades físicas y químicas, estructura, composición, disposición y profundidad de los estratos del suelo.

La resistencia al corte, la compresibilidad, las condiciones hidráulicas, deben determinarse en la investigación del suelo y constituyen factores primarios en la proyección y selección de fundaciones. Algunos suelos pueden presentar algunos

problemas tales como expansión en suelos arcillosos y licuefacción en suelos arenosos. (Juárez E., 2005).

#### **2.2.12.4. Características del suelo:**

##### **Módulo de elasticidad**

la elasticidad del material que representa la relación entre el esfuerzo cortante y el conveniente desequilibrio producida por el módulo de elasticidad.

##### **Esfuerzo cortante**

La fuerza interna que desarrolla un cuerpo como respuesta a una fuerza cortante que es tangencial a la superficie sobre la que actúa.

##### **Forma de las partículas**

la partícula tiene tanta importancia como su tamaño en lo que respecta al comportamiento de las características del suelo; sin embargo, a menudo no se considera, pues es difícil medirla y describirla cuantitativamente, la forma de los granos puede ser de tres clases: granos redondeados, granos laminares y granos aciculares.

##### **Color**

Es una propiedad del suelo que se emplea el que no tiene experiencia en mecánica de suelos, para identificar los suelos, sin embargo, este es un método práctico para enseñarles a los trabajadores como distinguir ciertos suelos y clasificarlos.

##### **Humedad**

La humedad es la cantidad de agua que tiene un suelo, se expresa por la relación entre el peso del agua  $W_w$  existente en el suelo y el peso seco  $W_s$  de este.



#### **2.2.13. Zona Urbana**

La zona urbana es aquella zona que se encuentra ocupada por una cantidad de habitantes, esta se caracteriza por su amplio progreso en los sectores de industrias y sectores de servicios, en consideración a estos dos aspectos las zonas urbanas son autosuficientes y dan una mayor capacidad de sostenimiento a una sociedad.

#### **2.2.14. Vivienda Unifamiliar**

La vivienda unifamiliar es aquella en la que una familia ocupa el edificio en su totalidad, a diferencia de las viviendas colectivas. Es una edificación avanzada para ser ocupada en su conjunto por una sola familia, y pueden ser aisladas, pareadas o adosadas. Urbanísticamente genera áreas de baja densidad, pero su impacto ambiental y de infraestructuras de servicios, además del tráfico vehicular que generan son muy significativo

### **2.3. MARCO CONCEPTUALES**

#### **2.3.1. Calicatas**

La calicata es una excavación que se hace en el suelo, de medidas variables, de superficie de  $1.5 \times 1 \times 1 = 1.5\text{m}^3$ , cuya profundidad permita apreciar claramente el perfil de suelo donde crecen las raíces del cultivo y como se produce el mojamiento de este.

La calicata permite la inspección visual del contenido de humedad de suelo en la zona de raíces del cultivo, lo que entrega una idea de la disponibilidad de agua para las plantas y con ello decidir cuándo y cuánto regar, permite ver grado de compactación del terreno, profundidad del suelo, presencia o no de capas impermeables, ver estructura y textura, y al tomar muestra de cada horizonte del suelo, y enviarlas a un laboratorio, permite recopilar información química acerca de ese suelo. Es un ejercicio de vital importancia que se debe

realizar antes de sembrar o plantar por primera vez en un terreno, en zonas representativas del mismo; así mismo, las calicatas se deben realizar anualmente para ver la evolución del perfil suelo.

### **Muestras de suelo**

#### **tipo de muestra de suelo**

Las muestras de suelo pueden obtenerse de dos formas, de acuerdo con el tipo de ensayo que se va a realizar. Estas son:

- Muestras alteradas, que no reflejan exactamente como se encontraba el suelo en su estado natural antes del muestreo;
- Muestras no alteradas, que reflejan exactamente como se encontraba el suelo en su estado natural antes del muestreo.

Las muestras alteradas se utilizan para los ensayos más sencillos y en particular para los que usted mismo realizará en el terreno.

- Las muestras no alteradas son necesarias para los ensayos más complejos que es menester efectuar en el laboratorio para obtener análisis físicos y químicos más pormenorizados.
- Las muestras no alteradas es preciso tomarlas con mayor cuidado, ya que deben reflejar exactamente la naturaleza del suelo. Para que un estudio de los suelos del sitio sea completo,28 necesitará muestras alteradas y no alteradas.

#### **La profundidad de donde se toma las muestras**

Las muestras de suelo para diseño de cimentaciones para viviendas se toman a una profundidad de 1.5 -2.0 metros, de modo que debe examinar cada horizonte del suelo hasta esa profundidad. Si la capa freática se encuentra a menos de 2 metros de profundidad, las muestras de suelo siempre se deben tomar a la mayor profundidad posible.

### **2.3.2. Pruebas De Laboratorio**

La caracterización y clasificación de los suelos es posible gracias a procedimientos efectuados a los mismos en las pruebas de laboratorio.

Con el objetivo de garantizar que los resultados en los estudios de suelos tengan la menor variabilidad posible entre laboratorios, se han constituido normas estándar para la realización de dichos ensayos. La precisión en los resultados de los ensayos de laboratorio no solamente depende del seguimiento estricto de los pasos recomendados por las normas existentes, sino también de la calidad y buen estado de los equipos que se utilicen en el proceso. Así como de la preparación de las personas encargadas y del conocimiento que estos tengan acerca del tema, de las condiciones de los lugares destinados a los laboratorios, de los procedimientos de extracción y manejo de muestras y de otros tantos factores

**a) Métodos de muestreo de suelos de calicatas**

Las muestras de suelo pueden tomarse siguiendo tres métodos que requieren excavar, taladrar o perforar huecos en el lugar donde usted ha decidido tomar muestras de distintas profundidades. Estos son:

- El método de la calicata
- El método de la barrena de sondeo
- El método del tubo de paredes delgadas

Los pasos fundamentales que se deben seguir al excavar una calicata son:

- Excave una calicata con paredes muy rectas de 0,80 x 1,50 m y 2 m de profundidad, o, si ésta es menor, hasta alcanzar la roca madre; la parte superior de la calicata deberá ser lo suficientemente amplia como para que pueda ver el fondo fácilmente (en la ilustración se indica cómo hacerlo);
- Si ha seleccionado un sitio con suelo aluvial, es posible que encuentre aguas subterráneas antes de alcanzar los 2 metros. Si encuentra agua, será imposible seguir excavando, pero tome muestras del suelo del fondo de la calicata a la mayor profundidad posible;

- Cuando haya terminado de excavar, examine cuidadosamente una de las paredes bien expuestas de la calicata para determinar los distintos horizontes del suelo: esto se denomina perfil del suelo y debe examinarse nada más acabar de excavar. Haga un dibujo del perfil del suelo de cada calicata que excave y mida y anote las profundidades de cada horizonte. Anote cuidadosamente en su dibujo el lugar en que tomó cada muestra, se realizaron los siguientes ensayos:
  - Ensayos de contenido de humedad
  - Ensayo de límite líquido y límite plástico
  - Ensayo de análisis granulométrico
  - Clasificación de suelo
  - Capacidad portante del suelo

### 2.3.3. Metrado de cargas

El metrado de cargas es una técnica con la cual se estiman las cargas actuantes sobre los distintos elementos estructurales que componen al edificio. Este proceso es aproximado ya que por lo general se desprecian los efectos hiperestáticos producidos por los momentos flectores, salvo que estos sean muy importantes.

#### **Tipos de Carga**

a) **cargas estáticas.** Son aquellas que se aplican lentamente sobre la estructura, lo cual hace que se originen esfuerzos y deformaciones que alcanzan sus valores máximos en conjunto con la carga máxima. Prácticamente, estas solicitaciones no producen vibraciones en la estructura, y a su vez clasifican en:

b) **Cargas Permanentes o Muertas.** Son cargas gravitacionales que actúan durante la vida útil de la estructura, como, por ejemplo: el peso propio de la estructura y el peso de los elementos añadidos a la estructura (acabados, tabiques,

maquinarias para ascensores y cualquier otro dispositivo de servicio que quede fijo en la estructura).

- c) **Carga Viva o Sobrecarga.** Son cargas gravitacionales de carácter movable, que podrían actuar en forma esporádica sobre los ambientes del edificio. Entre estas solicitaciones se tiene: al peso de los ocupantes, muebles, nieve, agua, equipos removibles, puente grúa, etc. Las magnitudes de estas cargas dependen del uso al cual se destinen los ambientes.

#### **2.3.4. Diseño de cimentaciones**

para poder realizar un buen diseño de cimentación es necesario un conocimiento previo de toda la característica del suelo donde se va a construir la estructura de la vivienda.

La correcta clasificación de los materiales del subsuelo es un paso importante para cualquier trabajo de cimentaciones ya que proporcionan los primeros datos para saber la cota o nivel de profundidad de la cimentación adecuada.

Para un diseño de una cimentación son necesarios lo siguiente:

- Ser suficientemente resistente para no romper por cortante.
- Flexibles, acomodarse a posible movimiento de terreno.
- La elección de tal o cual tipo de cimentación dependerá en gran parte del tipo de suelo que tenga, especialmente de sus características mecánicas.

#### **2.3.5. Zona Urbana**

La zona urbana es aquella zona que se encuentra ocupada por una cantidad de habitantes, esta se caracteriza por su amplio progreso en los sectores de industrias y sectores de servicios, en consideración a estos dos aspectos las zonas urbanas son autosuficientes y dan una mayor capacidad de sostenimiento a una sociedad.



### **2.3.6. Vivienda Unifamiliar**

La vivienda unifamiliar es aquella en la que una familia ocupa el edificio en su totalidad, a diferencia de las viviendas colectivas. Es una edificación avanzada para ser ocupada en su conjunto por una sola familia, y pueden ser aisladas, pareadas o adosadas. Urbanísticamente genera áreas de baja densidad, pero su impacto ambiental y de infraestructuras de servicios, además del tráfico vehicular que generan son muy significativo.

### **2.3.7. Capacidad portante de suelo**

En cimentaciones se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Por tanto, la capacidad portante admisible debe estar basada en uno de los siguientes criterios funcionales:

- Si la función del terreno de cimentación es soportar una determinada tensión independientemente de la deformación, la capacidad portante se denominará carga de hundimiento.
- Si lo que se busca es un equilibrio entre la tensión aplicada al terreno y la deformación sufrida por éste, deberá calcularse la capacidad portante a partir de criterios de asiento admisible.

De manera análoga, la expresión capacidad portante se utiliza en las demás ramas de la ingeniería para referir a la capacidad de una estructura para soportar las cargas aplicadas sobre la misma.

## **2.4. DEFINICION DE TERMINOS**

- **Cimentacion.** Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales de una estructura cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyadas en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible.

- **Viviendas.** Son edificaciones cuya principal función es ofrecer refugio y habitaciones a las personas, protegiendo de las inclemencias climatológicas y otras amenazas.
- **Suelo.** Es la porción mas superficial de la corteza terrestre, constituida en su mayoría por residuos de roca provenientes de erosionadas físicas y químicas de las rocas.
- **Diseño.** Actividad creativa que tiene por fin proyectada objetos que sean útiles y estéticos.
- **Zapatas.** Es un tipo de cimentación superficial que pueden ser empleadas en terrenos razonables homogéneos y de resistencia a compresión media o alta.
- **Zonas.** Es la extensión de terreno cuyos límites están determinados por razones económica, administrativas y políticas.
- **Microzonificación.** La Microzonificación de suelos consiste en la división de un territorio urbano en zonas geográficas, clasificada según su respuesta en un mapa. Estos mapas deben ser documentos fáciles de interpretar y aplicar en planos de uso como es el diseño de cimentaciones de viviendas unifamiliares para el desarrollo urbano y la reducción de desastres disminuyendo costos de construcción
- **mecánica de suelos.** se define como la ciencia que estudia y determina las propiedades físicas y mecánicas de una determinada masa de suelo, dando así datos y herramientas al Ingeniero Civil para conocer y predecir el comportamiento de dicha masa de suelo.
- **Muestra.** Es una parte o una porción de un producto que permite conocer la calidad del mismo.
- **Punzonamiento.** se caracterizan por el asentamiento vertical de la cimentación mediante la compresión del suelo inmediatamente debajo de ella. La rotura del suelo se presenta por corte alrededor de la cimentación y casi no se observa movimiento de este junto a la cimentación manteniéndose el equilibrio tanto vertical como

horizontal.

- **Humedad.** La humedad es la cantidad de agua que tiene un suelo, se expresa por la relación entre el peso del agua  $W_w$  existente en el suelo y el peso seco  $W_s$  de este.
- **Cotejo.** Es la comparación de dos cosas para apreciar sus semejanzas y diferencias

## **2.5. HIPÓTESIS**

### **2.5.1. Hipótesis General**

Con la tipificación y zonificación de suelos se logra un adecuado diseño de cimentación para viviendas unifamiliares en la zona urbana del Distrito de Secclla - Angaraes.

### **2.5.2. Hipótesis Específicos**

**HE1:** Con las características de los suelos se determina la microzonificación en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.

**HE2:** Con el diseño de una vivienda unifamiliar se obtiene el peso de la estructura y simulará una vivienda unifamiliar típica en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.

**HE3:** La capacidad portante del suelo es determinante para el diseño de cimentación por zonas en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.

**HE4:** Con el diseño de cimentación adecuada las construcciones de viviendas unifamiliares serán estables en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.

## **2.6. VARIABLES**

**V1** - Diseño de cimentación para una vivienda

**V2** – Tipos de suelos en la zona urbana.

## 2.7. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADOR	ITEM
<b>V1</b>					
Diseño de Cimentaciones	Es el dimensionamiento de zapatas el cual debe ser resistente a la estructura acorde a los parámetros del diseño.	El diseño de cimentaciones es para una adecuada cimentación en las tres zonas identificados.	Diseño de una vivienda unifamiliar estándar.  Calculo de cimentación	Diseño de una vivienda típico  Diseño de cimentación (m2) 03 tipos	Plano  Hoja de calculo
<b>V2</b>					

Tipos de Suelos	Es la clasificación de los suelos según las características que presentan en cada punto de estudio.	El estudio de las características físicas y mecánicas se hará para microzonificación de la zona urbana de distrito de seclla.	Características físicas y mecánicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis Granulométrico</li> <li>- Contenido de humedad</li> <li>- Limite liquido</li> <li>- Limite plástico</li> <li>- Índice plástico</li> <li>- Angulo de fricción</li> <li>- Cohesión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (%)</li> <li>- (%)</li> <li>- (%)</li> <li>- (%)</li> <li>- (%)</li> <li>- (°)</li> <li>- (kg/c m2)</li> </ul>
			Clasificación de suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Succs</li> <li>- Aashto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GW,G P,GC, SW,SP, ,SM, SC MH,M L,CH, CL,OL</li> <li>- A-1, A2,... A-7</li> </ul>
			Capacidad portante del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad portante del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kg/cm 2)</li> </ul>





### **CAPITULO III:**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1. AMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL**

El análisis y la recolección de datos se realizaron en el 2018, a fin de constatar las condiciones actuales de los suelos. Tanto las muestras del suelo, los cuales se emplearon para diseño de cimentaciones por zonas, el ámbito espacial fue el distrito de Seclla.

##### **3.2. TIPO DE INVESTIGACION**

El tipo de investigación es **aplicada**, porque cuyo propósito es dar soluciones a problemas o situaciones concretas, en este caso después de la obtención los tipos de suelos por zonas, estamos aplicando para el diseño de cimentaciones de viviendas unifamiliares.

##### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación es **Descriptivo – Explicativo**, Porque se describe y estudia las situaciones a través de la descripción y luego intenta buscar por qué los hechos para dar soluciones, los variables de estudio.

##### **3.4. POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO** **POBLACIÓN.**

En la presente investigación la población estudiada es toda el área Urbana del Distrito de Seclla.

### **MUESTRA.**

No probabilístico, para obtención de muestras de suelos se realizó mediante 06 calicatas ubicados estratégicamente.

### **MUESTREO.**

Se tomó intencionalmente en total 06 puntos ubicados estratégicamente de acuerdo a las características física visual de la zona.

## **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.5.1. TECNICA**

Cotejo del resultado de laboratorio.

### **3.5.2. INSTRUMENTOS**

Los instrumentos utilizados para la presente investigación son:

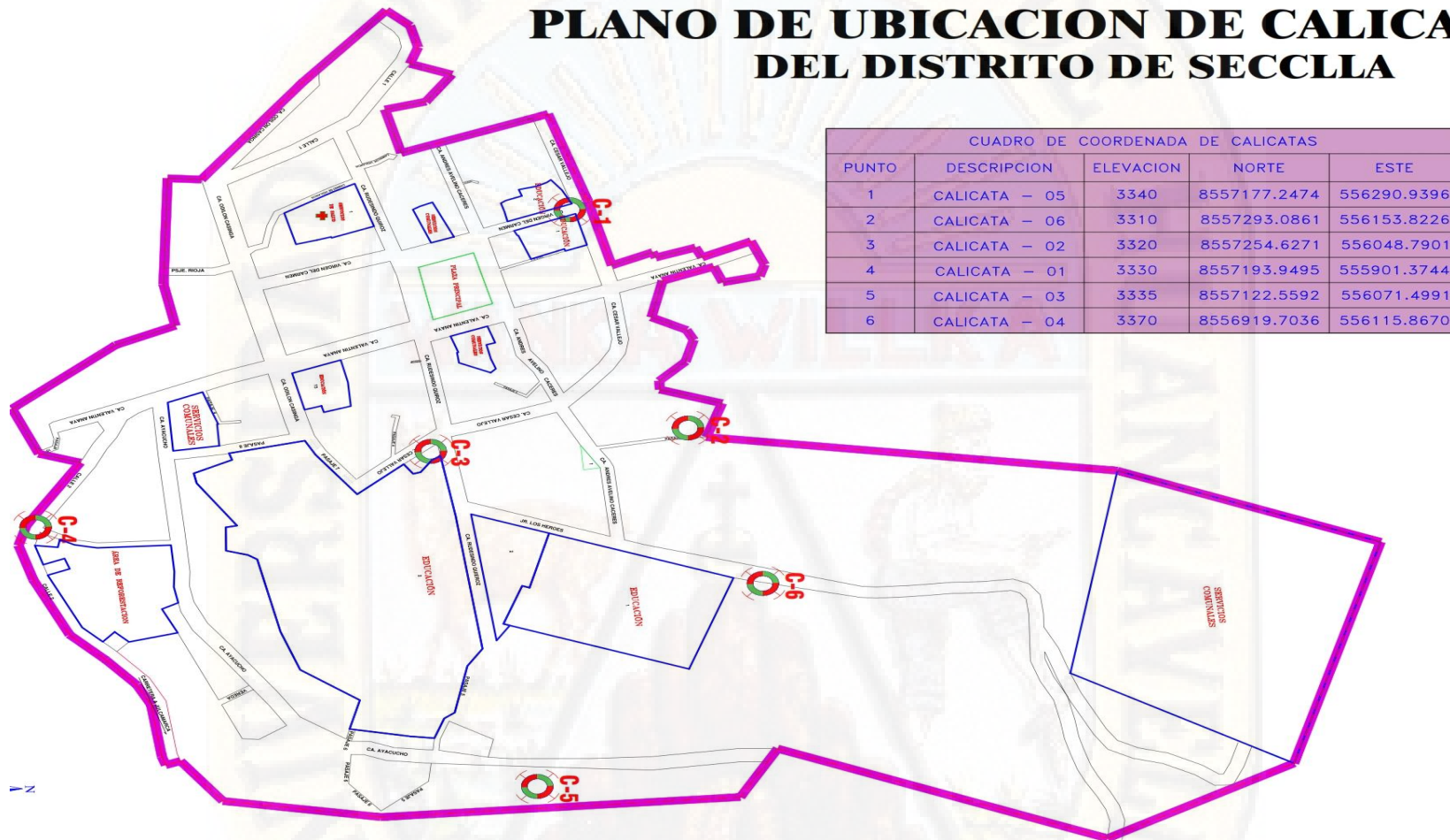
- Formatos de laboratorio
- Plano de una vivienda unifamiliar

### **3.5.3. RECOLECCION DE DATOS**

En esta etapa se realiza el procesamiento de análisis de datos obtenidos en los ensayos realizados y un contraste con las normas existentes que conlleva a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos dentro del área en estudio en las cuales se ubican las calicatas.

Figura 16: Ubicación de las calicatas en el distrito de Secclla

## PLANO DE UBICACION DE CALICATAS DEL DISTRITO DE SECCLLA



Fuente: Elaboración propia.

- Determinación de contenido de humedad (ASTM D2216)
- Determinación de los Límites de Atterberg
  - Límite líquido (ASTM D4318)
  - Límite plástico (ASTM D4318)
  - Índice plástico
- Determinación de análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422)
- Determinación de peso específico
- Clasificación de Suelos Según ASTM D2487
- Cálculo de la Capacidad Admisible de los Suelos

**3.5.3.1. CONTENIDO DE HUMEDAD,** es la proporción porcentual entre la fase líquida (agua) y sólida del suelo (partículas minerales del suelo).

$$W(\%) = \frac{W_w * 100}{W_s}$$

$W_w$  = Peso del agua de la muestra.  
 $W_s$  = Peso del suelo seco.

#### **Aparatos**

- Horno de secado termostáticamente controlado, con una capacidad de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ .
- Balanzas. – con una capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de 0.10 gr. para muestras de menor de 200 gr. de 0. 10 gr. para muestras de más de 200 g.
- Recipientes. - Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento seguida, exposición a los materiales de pH variable, y a limpieza.
- Utensilios para manipulación de recipientes. - Se requiere



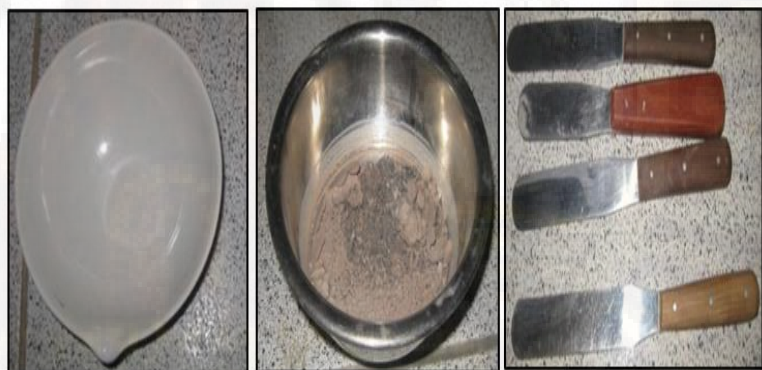
el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para manipular los recipientes después de que se hayan secado.

- Otros utensilios. - Se requiere el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.

*Figura 17 Equipos e instrumentos utilizados en el laboratorio:*



HORNO DE SECADO BALANSA DIGITAL



TARA, RECIPIENTE Y ESPATULA

*Fuente: Elaboración propia.*

### **Procedimientos**

- Obtener el peso de un recipiente (tara) limpio seco y apuntar:



W tara.

- Colocar la muestra de suelo húmedo en el recipiente y anotar:  
 $W_{\text{tara}} + W_{\text{suelo húmedo}}$
- Colocar la tara con el suelo húmedo al horno a temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , hasta que el peso sea constante (12h. a 16 h).
- Retirar el suelo seco con su tara y pesarlo, obteniendo:  
 $W_{\text{tara}} + W_{\text{suelo seco}}$

*Figura 18 pesado y secado de la muestra para obtener el contenido de humedad*



*Fuente: Propia.*

- Se Coloca la tara con el suelo húmedo al horno a temperatura de  $(110^{\circ} \pm 5)^{\circ}\text{C}$  hasta que el peso sea constante (12h. a 16 h).
- Se retira la muestra del horno y luego se pesa anotando los resultados.

$$W_{\text{TARA}} + W_{\text{SUELO SECO}}$$

**Ejemplo:****Datos del ensayo:**

Wtara

Wtara + Wsuelo húmedo

Wtara + W suelo seco

**Obtenemos:**

Wsuelo seco = (Wtara + Wsuelo seco) - (Wtara)

Wsuelo húmedo = (Wtara + Wsuelo húmedo) - (Wtara)

Wagua = Wsuelo húmedo - Wsuelo seco

CONTENIDO DE HUMEDAD(N.T.P:-339.127)		Muestra N°: 1 Calicata N° C-1 Potencia: 1.50 m		
N° DE PRUEBA		1	2	3
N° TARRO	UND.	L-7	L-8	L-9
Peso Del Tarro	Gr.	30.00	30.00	29.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	102.00	97.00	91.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	92.00	88.00	80.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	10.00	9.00	11.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	62.00	58.00	51.00
% De Humedad	Gr.	16.129	15.517	21.569
HUMEDAD PROM. (%)		17.738		

**3.5.3.2. LÍMITE LÍQUIDO.** - Es el contenido de humedad por debajo del cual los suelos se comportan como un material plástico.

**Aparatos**

- Recipiente. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.
- Espátula. de hoja de 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.

- Aparato del límite líquido (o de Casagrande).
- Acanalador.
- Calibrador, Ya sea incorporado al ranurador o separado, una barra de metal de  $10.00 \pm 0.2$  mm. ( $0.394'' \pm 0.008''$ ) de espesor y de 50 mm. (2") de largo aproximadamente.
- Recipiente o Pesa Filtro, De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con reiterados caldeamientos y enfriamientos.
- Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0.1 gr.
- Estufa, el cual que pueda almacenar temperaturas de  $110 \pm 5$  °C. ( $230 \pm 9$  °F.) para extraer la muestra.

*Figura 19 Equipos e instrumentos utilizados en el laboratorio*



*Fuente: Propia.*



### Procedimientos

- Acomodar la muestra seca del lugar, disgregando con el mortero luego pasarlo por la malla N° 40 para obtener una muestra representativa de unos 250 gramos aproximadamente.
- Colocar el suelo pasante malla No. 40 en una vasija de evaporación y añadir una pequeña cantidad de agua, dejar que la muestra se humedezca.
- Mezclar con la espátula hasta que sea sea uniforme y obtener una mezcla homogénea, después consistencia de la pasta debe ser viscosa.

*Figura 20 preparación de la muestra*



*Fuente: Propia.*

- Se colocar una muestra húmeda en la copa de Casagrande en la parte central y se nivela la superficie
- En seguida se pasa el acanalador por el eje y/o medio de la copa para cortar en dos partes.

Figura 21 colocación de muestra en el Casagrande



Fuente: Propia.

- La ranura debe ser notorio visiblemente y que separe totalmente la masa de la muestra en dos partes iguales después la mayor profundidad del suelo, en la copa deben ser iguales a la altura de la cabeza del acanalador (ASTM).

Figura 22 paso del acanalador en el Casagrande



Fuente: Propia.

- Se utiliza Casagrande, se debe mantener firme perpendicular a la superficie de la copa, de forma que la hondura de la ranura sea uniforme.



- Dividirlo en dos partes con el acanalador luego contar el número de golpes requerido hasta cerrar la ranura.
- Empezar con el movimiento la cazuela con la ayuda de la manivela la misma suministrar los golpes que sean necesarias para cerrar la ranura del suelo en 12.7 mm. ( $\frac{1}{2}$ ").

*Figura 23 realizando los 25 golpes en Casagrande*



*Fuente: Propia.*

- Luego cuando se cierre la ranura en  $\frac{1}{2}$ ", se toma una muestra de la parte central para la determinar el contenido de humedad del suelo.
- Se realiza por lo menos tres veces para tres contenidos de humedad diferentes, se anota la cantidad de golpes y su contenido de humedad. En seguida se grafican los datos en escala semilogarítmica y luego se determina el contenido de humedad para 25 golpes.
- Este proceso se repite nuevamente con tres muestras más para lograr diferentes contenidos de humedad de

los suelos.

- Se describe los siguientes parámetros de golpes que son recomendados:  
40 a 30 golpes  
25 a 30 golpes  
20 a 25 golpes

En este ensayo se obtienen los siguientes datos:

LIMITES DE CONSISTENCIA				
	LIMITE LIQUIDO			
Prueba n°				
Frasco n°	L-6	L-7	L-8	L-9
N° de golpes	38	29	23	18
W frasco + s. Humedo (gr)	45.50	44.50	50.00	48.40
W frasco + s. Seco (gr)	36.20	35.70	38.30	38.30
Peso del agua (gr)	9.30	8.80	11.70	10.10
Peso del frasco (gr)	27.80	27.80	27.70	28.00
Peso del suelo seco (gr)	8.40	7.90	10.60	10.30
Contenido de humedad (gr)	110.71	111.39	110.38	98.06

$$\text{LIM. LÍQUIDO (\%)} \quad \text{LL} = 107.03$$

**3.5.3.3. LÍMITE PLÁSTICO.** - Es la humedad en la que el suelo se cuarteas y quiebra al formar pequeños rollitos y/o cilindros pequeños.

#### Aparatos

- Espátula, de hoja flexible, de unos 75 mm. a 100 mm. ( 3" – 4" ) de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- Recipiente para Almacenaje, de 115 mm (4 ½") de diámetro.

- Balanza, con aproximación a 0.1g.
- Horno o Estufa, termostáticamente controlado graduable a  $110 \pm 5$  °C. ( $230 \pm 9$  °F).
  - Tamiz, de 426  $\mu$ m (N° 40).
  - Agua destilada.
- Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

### Procedimientos

- Se determina con la pasta preparado para el límite líquido, se toma aproximadamente 20 gramos.
- En seguida se amasa el suelo después se deja que pierda humedad hasta una consistencia a la cuál logre enrollarse sin que se pegue a las manos esparciéndolo perenemente sobre lámina de vidrio.

*Figura 24 Preparando la pasta de suelo para luego enrollarlo*



*Fuente: Propia.*

- La pasta debe ser adelgazado en cada movimiento hasta que su diámetro sea 3.2 mm. (1/8 pulgadas)
- Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3.2 mm. (1/8pulg.) no se desmorona, se vuelve a hacer un elipsoide y se repite el proceso, cuantas veces sea

necesario, hasta que se desmorone alrededor de dicho diámetro.

Figura 25 Resultados de la pasta enrollado



*Fuente: Propia.*

- La prueba extiende hasta que el rollito empieza rajarse y tiende a desmoronarse.
- Después que se haya producido el límite plástico se debe colocar la muestra en un recipiente de peso conocido y se pesa para obtener el contenido de humedad del suelo.
- De seguida se retorna a repetir la acción tomando con otra porción del suelo.
- Por lo tanto, el límite plástico es el promedio de ambas determinaciones.

En este ensayo se obtienen los siguientes datos:

<b>LIMITE PLASTICO</b>		
prueba n°	1	2
frasco n°	J-3	J-4
n° de golpes		
w frasco + s. humedo (gr)	25.20	27.15
w frasco + s. seco (gr)	23.80	25.40
peso del agua (gr)	1.40	1.75
peso del frasco (gr)	23.20	22.70
peso del suelo seco (gr)	0.60	2.70
contenido de humedad (gr)	233.33	64.81



**3.5.3.3.1. LÍMITE DE CONTRACCIÓN.** - Es el contenido de humedad del suelo por debajo del cual no se produce reducción adicional del volumen o la contracción en el suelo.

**3.5.3.4. ANALISIS GRANULOMETRICO.** - Es la cantidad en porcientos de los diferentes tamaños de las partículas que forman los suelos.

#### **Fases del ensayo**

- Cuarteo de la muestra.
- Secado en el horno.
- Lavado por la malla N° 200.
- Secado en el horno de la muestra lavada.
- Tamizado de la muestra.
- Pesado del material retenido en cada tamiz.
- Correcciones y cálculos.

#### **Aparatos**

- Una balanza. Con sensibilidad de 0.1 g para pesar material
- Tamices de malla cuadrada
- 75 mm (3"), 50,8 mm. (2"), 38,1 mm. (1½"), 25,4 mm. (1"), 19,0 mm. (¾"), 9,5 mm. ( 3/8"), 4,76 mm. (N° 4), 2,00 mm. (N° 10), 0,840 mm. (N° 20), 0,425 mm. (N° 40), 0,250 mm. (N° 60), 0,106 mm. (N° 140) y 0,075 mm. (N° 200).
- A la vez se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos de la gráfico; esta serie estará integrada de los siguientes tamices:



- 75 mm. (3"), 37.5 mm. (1-½"), 19.0 mm. (¾"), 9.5 mm. (3/8"), 4.75 mm. (N° 4), 2.36 mm. (N° 8), 1.10 mm. (N° 16), 600 mm. (N° 30), 300 mm. (N° 50), 150 mm. (N° 100), 75 mm. (N° 200).
- Estufa, apto de mantener una temperatura uniforme y constante hasta de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F).
- Envases, apropiados para el manejo y secado de las diferentes muestras.
- Cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices.

#### **Procedimiento**

- Procedemos a colocar el material en una bandeja para posteriormente cuartear la muestra de suelo.
- Realizado el cuarteo respectivo pesamos aproximadamente 5000 gr. del material para luego realizar tamizarlo.

*Figura 26 Cuarteo de la muestra*



*Fuente: Propia.*

- Tamizamos manualmente con la serie de tamices para agregado grueso, separando el agregado grueso del fino en el Tamiz No 4; obtenidos los retenidos en los respectivos tamices se procedió a pesarlos.

*Figura 27 Tamizando y pesando la muestra*



*Fuente: Propia.*

- De la porción que paso el tamiz No 4 sólo se tomaron 500 gramos para realizar la granulometría del agregado, tamizándolo con los tamices No 10, 40 y 200.
- Una vez terminado todo esto, se pesa una muestra de suelo para determinar la humedad higroscópica del suelo, la muestra que se seleccionó no era material que quedo retenido en uno de los tamices para hacer la granulometría.
- Obtenidos los pesos retenidos en los diferentes tamices, se procederá calcular los porcentajes retenidos en los diferentes tamices, los porcentajes retenidos acumulados, y el porcentaje que pasa a través de cada tamiz; como también determinar en base a la granulometría del suelo los coeficientes de uniformidad y curvatura. Por último, determinar la humedad higroscópica del suelo.

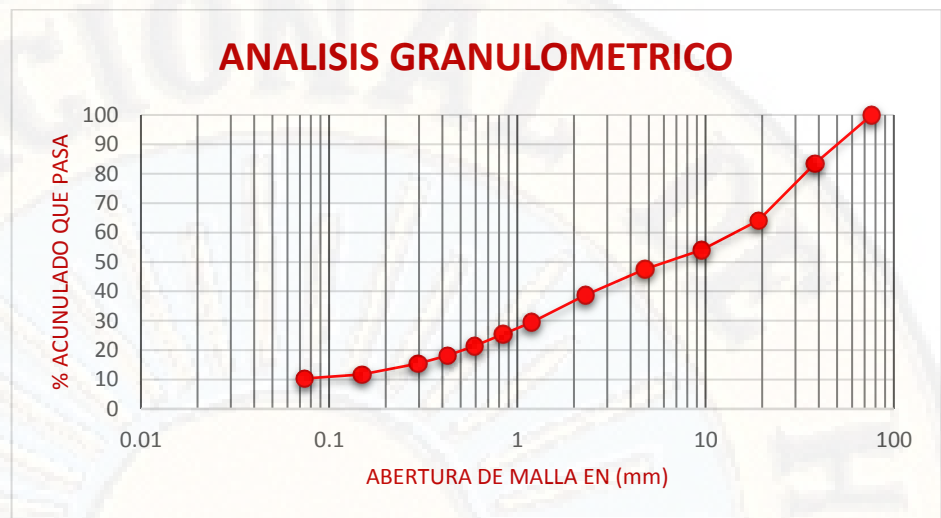
Figura 28 Resultados del tamizado de la muestra



Fuente: Propia.

Después de haber determinada la curva granulométrica, constan dos coeficientes que se utilizan para una mejor descripción de la granulometría del suelo, son la siguiente:

					ACUMULADO	
ASTM	malla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	675	675	16.463	16.463	83.537
3/4"	19.05	796	796	19.415	35.878	64.122
3/8"	9.525	410	410	10	45.878	54.122
#4	4.76	270	270	6.585	52.463	47.537
#8	2.3	362	362	8.829	61.292	38.708
#16	1.19	380	380	9.268	70.56	29.44
#20	0.84	165	165	4.024	74.584	25.416
#30	0.59	162	162	3.951	78.535	21.465
#40	0.426	134	134	3.268	81.803	18.197
#50	0.297	112	112	2.732	84.535	15.465
#100	0.149	154	154	3.756	88.291	11.709
#200	0.074	56	56	1.366	89.657	10.343
platillo x lavado		296	424	10.341	100	0
platillo x tamizado		128				



#### Coefficiente de uniformidad (Cu)

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Representa la relación entre el diámetro correspondiente al tamiz por el que pasa un 60% de material y el diámetro correspondiente al tamiz por el que pasa un 10%. Si  $C_u$  es menor que 5, el suelo tiene una granulometría uniforme. Si  $5 < C_u < 20$ , el suelo es poco uniforme; y si  $C_u > 20$ , se considera bien graduado. Cuanto más uniforme es el suelo, más uniforme es el tamaño de sus huecos y más difícil es su compactación, al no existir una cierta variación de tamaños que rellenen adecuadamente los huecos.

#### Coefficiente de curvatura (Cc)

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

también llamado de graduación, ha de adoptar valores entre 1 y 3 para considerar al suelo bien graduado. Se determina dividiendo el cuadrado del diámetro correspondiente al tamiz por el que pasa un 30% del material, entre el producto de los diámetros correspondientes a los tamices por los que pasa un 60% y un 10% del material

INTERPOLACION D10			INTERPOLACION D30			INTERPOLACION D60		
P.S	=	10.343	P.S	=	38.708	P.S	=	64.122
P.I	=	0	P.I	=	29.440	P.I	=	54.122
D.S	=	0.074	D.S	=	2.3	D.S	=	19.050
D.I	=	0	D.I	=	1.19	D.I	=	9.525
<b>D10</b>	=	<b>0.072</b>	<b>D30</b>	=	<b>1.257</b>	<b>D60</b>	=	<b>15.124</b>



#### Coeficiente de Uniformidad

Cu= 210.056

#### Coeficiente de Curvatura:

Cc= 1.451

#### 3.5.3.5. CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.- de acuerdo a los resultados anteriores se clasificaron según S.U.C.S.

CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.()	Muestr 1 Calicata N° C-1 Potenci 1.50 m
% Que pasa malla N°200 10.3	D10: 0.072
% Que pasa malla N°4 47.5	D30: 1.257
Limite liquido LL: 107.03	D60: 15.124
Limite plastico LP: 149	Cu: 210.056
Indice de plasticidad IP: N.P	Cc: 1.451

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO GRUESO
Tipo de simbología:	Simbología Simple
Tipo de suelo:	GM
Suelo:	Grava limosas mezcla grava, arena - limo
Característica del suelo	GM

#### 3.5.3.1. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO. - de acuerdo a los resultados anteriores se calculó la capacidad portante del suelo.



CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO (NTP 339.153 ASTM D1194)	Muestra 1 Calicata N° C-1 Potencia 1.50 m
---	---

CLASIFICACION DE SUELOS	GP _ GM
COHESION:	C= 0 Kg/cm <sup>2</sup> Nq= 8.66
ANGULO DE FRICCION:	φ= 23 ° Nc= 18.05
PESO UNITARIO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE	γ <sub>m</sub> = 1.6 gr/cm <sup>3</sup> Ny= 8.20
PESO UNITARIO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE F	γ <sub>m</sub> = 1.65 gr/cm <sup>3</sup> Sy = 0.60
ANCHO DE LA CIMENTACION	B = 1 m sq = 1.42
LARGO DE LA CIMENTACION	L = 1 m Sc= 1.48
PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION	D <sub>f</sub> = 1 m
FACTOR DE SEGURIDAD	ES = 3

$$q_{ult} = C N_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_y N_y + \gamma D_f S_q N_q$$

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA q(ult)= 2.441 Kg/cm<sup>2</sup>

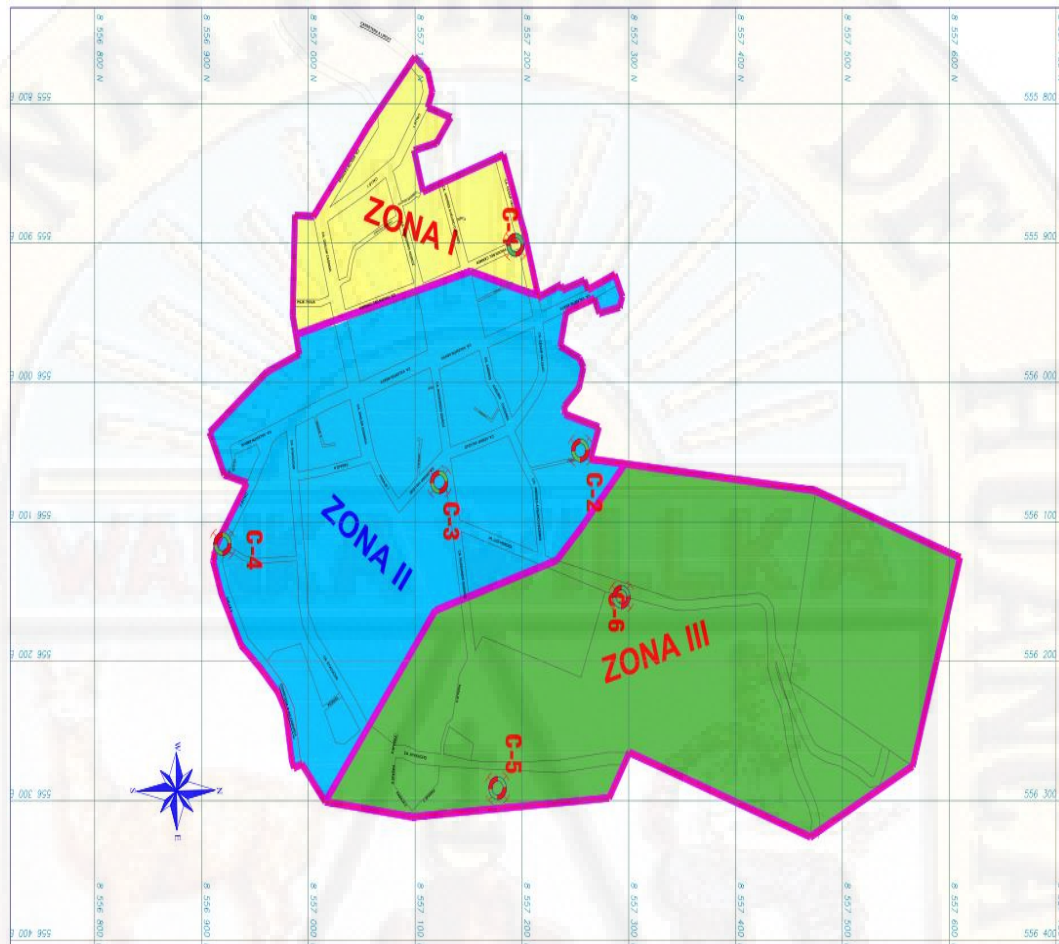
CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA q(adm)= 0.81 kg/cm<sup>2</sup>

Se repitieron los mismos procedimientos de la calicata C-01 para los de más calicatas C-02, C-03, C-04, C-05 Y C-06

**3.5.3.2. MICROZONIFICACION.** - Como primer resultado de la investigación se logró la microzonificación de suelos, se propone tres zonas para el Distrito de Secclla encontrándose una mutua relación de la mecánica de suelos que conforman cada zona geomorfológica, las cuales se describen a continuación plano de zonificación:

- Zona I
- Zona II
- Zona III

Figura 29 Microzonificación del distrito de Secclla



Fuente: Elaboración propia.

#### a. ZONA I.

Delimitado por el Este con el Jr. Virgen del Carmen, al Oeste con el Odilon Casinga al Sur con terreno agrícolas. Por el norte con jr. Cesar vallejo. Está determinada por las Calicatas **C- 1**, con una profundidad promedio de exploración de **H=1.50 m**. Presenta un área de 21821.12 **m<sup>2</sup>**. Su Equipamiento Urbano dentro de esta zona está comprendida por las instituciones públicas como el municipio de secclla, el centro de salud, centros educativos, plaza de armas y otros cuyo perfil estratigráfico presenta un estrato homogéneo sin presencia de nivel freática, cuyas características se muestra en los ensayos de mecánica de suelos C-1.

#### **b. ZONA II.**

Delimitado por el Sur con calle 02, por el Este con los jirones Ayacucho, Rudecindo Quiroz y jr. Los heroes, por el Oeste con jr. Virgen del carmen. Está determinada por las Calicatas **C- 2, C-3 y C-4**, con una profundidad promedio de exploración de **H=1.50 m**. Presenta un área de 83397.53 **m<sup>2</sup>**. Su Equipamiento Urbano dentro de esta zona está comprendido por: institución educativa nivel secundaria, complejo deportivo, estadio, áreas de reforestación y otros, cuyas características y perfil estratigráfico presenta un estrato homogéneo sin presencia de nivel freática, cuyas características se muestra en los ensayos de mecánica de suelos C-2, C-3, C-4.

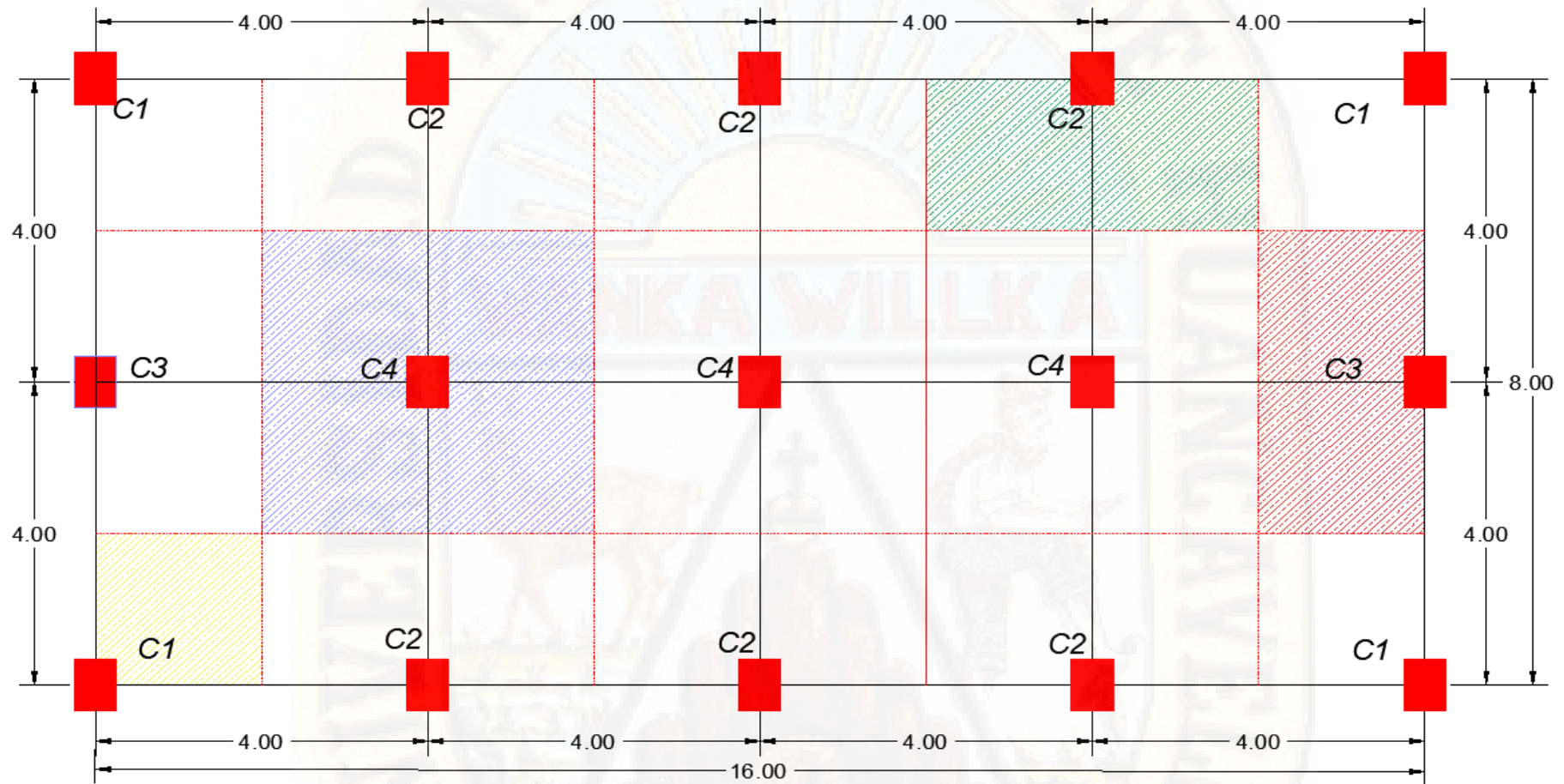
#### **c. ZONA III**

Delimitado por el Norte con terrenos agrícolas por el sur con la carretera Lircay Julcamarca por el Oeste, con los jirones Ayacucho, Rudecindo Quiroz y jr. Los héroes por el este con terrenos agrícolas. Está determinada por Calicatas **C-5 y C-6**, con una Profundidad Promedio de Exploración de **H=1.50 m**. Presenta un área de 102171.11 **m<sup>2</sup>**. Su Equipamiento Urbano dentro de esta zona está comprendido por: instituciones educativa primaria y secundaria. Cuyas características se muestran en los ensayos de mecánica de suelos C-5 y C-6.

#### **3.5.3.3. DISEÑO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR ESTANDAR.**

Como Se ha considerado una vivienda estándar que contara con las siguientes dimensiones 8 metros de frente x 16 metros de fondo.

Figura 30 Diseño del modelo de la vivienda estándar, dimensiones 8 metros de frente x 16 metros de fondo



Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.3.4. METRADO DE CARGAS Y PREDIMENCIONAMIENTO

#### 3.5.3.4.1. Metrado de cargas y cálculo de desplazamientos

tabiquería:	100	kg/m <sup>2</sup>	peso de losa	=	320
acabados:	120	kg/m <sup>2</sup>	peso de viga	=	2400
s/c piso típico:	350	kg/m <sup>2</sup>	peso de COLUMNA	=	2400
s/c techo:	200	kg/m <sup>2</sup>			

f <sub>c</sub> =	210	kg/cm <sup>2</sup>
E=	217,37	tn/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200	kg/cm <sup>2</sup>

$$C1 = 0,25 \times$$

$$C2 = 0,25 \times$$

$$C3 = 0,25 \times$$

$$C4 = 0,25 \times$$

$$VP-1 = 0,25 \times 0,25$$

$$VP-2 = 0,25 \times 0,30$$

$$VS = 0,25 \times 0,25$$

#### a) Predimensionamiento de Columnas

##### COLUMNA ESQUINADA (C1)

Aportante	L(m)	B(m)	H(m)	N° niveles	W(kg)	Peso(kg)
losa	1.75	1.75		3	320	2940
vigas-x	1.75	0.25	0.25	3	2400	787.5
vigas-y	1.75	0.25	0.30	3	2400	945
acabados	2	2.00		3	120	1440
tabiquería	2	2.00		3	100	1200
s/c	2	2.00		3	200	2400
total						<b>9712.5</b>

$$346,8 \text{ usa } 8 \text{ cm}^2 \text{ r } 25 \times 25$$

$$425,00 \text{ cm}^2 \text{ usar } 25 \times 25$$

##### COLUMNA LATERAL (C3)

Aportante	L(m)	B(m)	H(m)	N° niveles	W(kg)	Peso(kg)
losa	1.75	3.5		3	320	5880
vigas-x	1.75	0.25	0.25	3	2400	787.5
vigas-y	3.50	0.25	0.30	3	2400	1890



acabados	2.00	3.75		3	120	2700
tabiqueria	2.00	3.75		3	100	2250
s/c	2.00	3.75		3	200	4500
total						<b>18008</b>

**428,75** cm2 usar 25 x 25

#### COLUMNA LATERAL (C-

Aportante	L(m)	B(m)	H(m)	N° niveles	W(kg)	Peso(kg)
losa	3.50	3.5		3	320	11760
vigas-x	3.50	0.25	0.25	3	2400	1575
vigas-y	3.50	0.25	0.30	3	2400	1890
acabados	3.75	3.75		3	120	5062.5
tabiqueria	3.75	3.75		3	100	4218.8
s/c	3.75	3.75		3	200	8437.5
total						<b>32944</b>

**575,21** cm2 usar 25 x 25

RESUMEN		
COLUMNAS	b	h
C-1	25	25
C-2	25	25
C-3	25	25
C-4	25	25

#### b) Metrado de Cargas

##### METRADO DE CARGA TERCER NIVEL

Aporte	Peso	Area	Longitud	peso
peso de la losa 5to nivel	320	98		31360
peso de la viga v-x	2400	0,313	7,00	5250,0
peso de la viga v-y	2400	0,225	7,00	3780
peso de columnas	2400	0,9375	2,8	6300
peso de acabados	120	128,80		15456
peso de tabiqueria	100	128,80		12880
50 % s/c 150	100	128,80		12880
TOTAL				<b>87906</b> KG
				<b>87,906</b> Tn

### METRADO DE CARGA SEGUNDO NIVEL

Aporte	Peso	Area	Longitud	Peso
peso de la losa 5to nivel	320	98		31360
peso de la viga v-x	2400	0.313	7.00	5250.0
peso de la viga v-y	2400	0.225	7.00	3780
peso de columnas	2400	0.9375	2.8	6300
peso de acabados	120	128.80		15456
peso de tabiqueria	100	128.80		12880
50 % s/c 150	100	128.80		12880
TOTAL				87906
				87.906

KG  
Tn

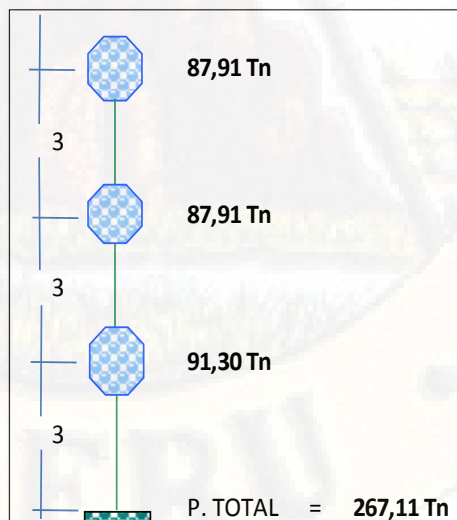
### METRADO DE CARGA PRIMER NIVEL

Aporte	Peso	Area	Longitud	Peso
peso de la losa 5to nivel	320	98		31360
peso de la viga v-x	2400	0.313	7.00	5250.0
peso de la viga v-y	2400	0.225	7.00	3780
peso de columnas	2400	0.9375	3	6750
peso de acabados	120	138.00		16560
peso de tabiqueria	100	138.00		13800
50 % s/c 150	100	138.00		13800
TOTAL				91300
				91.3

KG  
Tn

**PESO TOTAL DE EDIFICIO = 267.11 Tn.**

Figura 31 Peso total de la vivienda por pisos.



Fuente: Elaboración Propia

### c) Cálculo de Fuerzas Laterales

#### Fuerza Lateral Por Portico (Ton) Dirección X-X

##### FUERZAS LATERALES POR CARGAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES

Determinación de cargas laterales (sismicas en X)

Cargas estáticas equivalentes - NTE E.030

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R} \cdot P$$

##### DATOS

Z=	0.4	Zona 3
U=	1.3	Edificaciones Importantes (B)
S=	1.4	Suelo Flexible (S3)
R=	10	portico de concreto armado
hn=	15	Altura total del edificio
CT=	35	portico de concreto armado
Tp(s)=	0.9	Suelo Flexible (S3)

##### DONDE:

V=Cortante en la base  
 Z=factor de zona  
 U=Factor de uso de importancia  
 S=Factor de suelo  
 C=Coeficiente de Amplificación sísmica  
 R=Coeficiente de Reducción de sollicitación sísmica  
 P=Peso total de la edificación

$$T = \frac{h_n}{C_t} = 0.43$$

$$C = 2.5 \cdot \left( \frac{T_p(s)}{T} \right) = 5.25$$

$$C \leq 2.5 \text{ REMPLAZA } 2.5$$

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R} \cdot P = 48.614 \text{ Tn}$$

$$F_i = \frac{P \cdot H}{\text{Total}} \cdot V$$

NIVEL	P(Tn)	H(m)	PxH	PxH/Total	Fi	Vi
1	91.3	3	273.90	0.1779	8.65	48.61
2	87.91	5.8	509.85	0.3311	16.10	39.97
3	87.91	8.6	755.99	0.4910	23.87	23.87
Total			1539.75		48.61	

### d) Predimensionamiento de losa

DATO

L= 3.50 m.

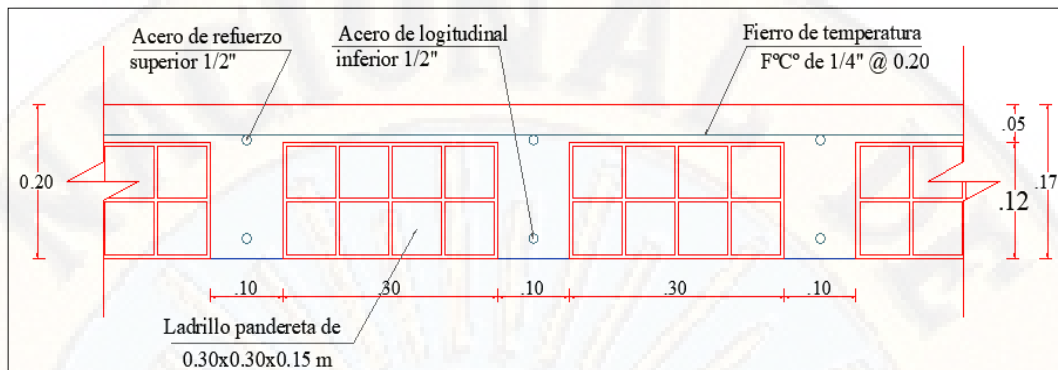
Losa Aligerada

H= L/25 < L/20

h = 0.14 ≤ 0.175

Usar 17 cm

Figura 32 Predimensionamiento de losa aligerada para la vivienda



Fuente: Elaboración Propia

### e) Predimensionamiento de Vigas

#### DIMENSIONAMIENTO DE VP-101

$$b = 2,25$$

$$l_n = 4,0$$

$$\left. \begin{aligned} b &= \frac{B}{20} = 0,11 \\ h &= \frac{l_n}{13} = 0,31 \end{aligned} \right\} \text{USAR} \quad \left. \begin{aligned} b &= 0,25 \\ h &= 0,35 \end{aligned} \right\}$$

zona medianamente sísmica usamos el criterio de igualdad de cuantía

$$bh^2 = b_0h_0^2$$

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= 0,25 \\ h_0 &= 0,21 \end{aligned} \right\}$$

USAR

$$.=0.25 \times 0.25 \text{ m}^2$$

#### DIMENSIONAMIENTO DE VP-102

$$b = 4$$

$$l_n = 4,0$$

$$\left. \begin{aligned} b &= \frac{B}{20} = 0,20 \\ h &= \frac{l_n}{13} = 0,31 \end{aligned} \right\} \text{USAR} \quad \left. \begin{aligned} b &= 0,25 \\ h &= 0,35 \end{aligned} \right\}$$

zona medianamente sísmica usamos el criterio de igualdad de cuantía

$$bh^2 = b_0h_0^2$$

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= 0,25 \\ h_0 &= 0,28 \end{aligned} \right\}$$

USAR

$$.=0.25 \times 0.30 \text{ m}^2$$

#### DIMENSIONAMIENTO DE VS-101

$$b = 2,5$$

$$l_n = 4,0$$

$$b = \frac{B}{20} = 0,13$$

$$h = \frac{l_n}{13} = 0,31$$

$$\left. \begin{array}{l} b = 0,25 \\ h = 0,35 \end{array} \right\} \text{USAR}$$

zona medianamente sismica usamos el criterio de igualdad de cuantia

$$bh^2 = b_0 h_0^2$$

$$\left. \begin{array}{l} b_0 = 0,25 \\ h_0 = 0,22 \end{array} \right\}$$

USAR

$$.=0.25 \times 0.25 \text{ m}^2$$

#### DIMENSIONAMIENTO DE VS-102

$$b = 1,50$$

$$l_n = 4,0$$

$$b = \frac{B}{20} = 0,08$$

$$h = \frac{l_n}{13} = 0,31$$

$$\left. \begin{array}{l} b = 0,25 \\ h = 0,35 \end{array} \right\} \text{USAR}$$

zona medianamente sismica usamos el criterio de igualdad de cuantia

$$bh^2 = b_0 h_0^2$$

$$\left. \begin{array}{l} b_0 = 0,25 \\ h_0 = 0,17 \end{array} \right\}$$

USAR

$$.=0.25 \times 0.25 \text{ m}^2$$

#### RESUMEN:

➤ VIGAS	b	X	h
➤ VP-101	0.25	X	0.25
➤ VP-102	0.25	X	0.30
➤ VS-101	0.25	X	0.25
➤ VS-102	0.25	X	0.25

#### f) CALCULO DE CORTANTE BASAL

$$V = \frac{Z.U.S.C.}{R} * P$$

$$C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_p}{T} \right) \quad C \leq 2,5$$

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



DATOS:

Z : 0.30 Zona 2  
 U : 1.30 edificaciones importantes  
  
 S : 1.20 Suelos intermedios  
 Tp: 0.60 Suelos intermedios  
 R : 8 Porticos de concreto  
 Ct : 35 Porticos de concreto  
 hn : 15  
 P : 267.11  
 Z : Factor de zona  
 U : Factor de uso  
 S : Factor de suelo  
 C : Coeficiente de amplificación sísmica  
 P : Peso de la estructura  
 R : Factor de reducción sísmica  
 hn : Altura total de edificación  
 Ct : Periodo fundamental de tiempo

$$T = \frac{h_n}{C_T} = 0.43 \quad \text{Seg.}$$

$$C = 2.5 \cdot \left( \frac{T_p}{T} \right) C \leq 2.5 = 3.5 \rightarrow 3.5 \leq 2.5 \quad \text{No cumple la condición.}$$

Por Tanto, Se Toma:

$$C = 2.5$$

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R} \cdot P = 39.0651 \text{ Tn.}$$

$$f_i = \frac{P_{ixhi}}{\sum P_{ixhi}} V$$

NIVEL	$P_i(+)$	$h_i(m)$	$p_{ixhi}$	$\frac{p_{ixhi}}{\sum P_{ixhi}}$	f <sub>i</sub>
3	87.91	8.60	755.99	0.491	19.180
2	87.91	5.8	509.85	0.331	12.936
1	91.30	3	273.9	0.178	6.949
			1539.7		39.065

### 3.6. TECNICAS Y PROCESAMIENTO DE ANALISIS DE DATOS

#### 3.6.1. TECNICAS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta etapa se realiza el procesamiento de datos se utilizó formatos de laboratorios de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Lircay.

#### 3.6.2. DISEÑO DE ZAPATAS.

Se demostrará el procedimiento de cálculo de zapata para la calicata Columna I y Zona I ya que el procedimiento realizado es igual para todos los demás diseños.

## DISEÑO DE ZAPATA - ZONA I

**DATOS:**                      **Z - 1**                      **ZONA I**

<u>Zapata</u>		<u>Otros</u>		<u>Suelo</u>	
f'c =	210 kg/cm <sup>2</sup>	S/C =	300 kg/m <sup>2</sup>	Df =	1.5 m
<u>Columna</u>		PD =	9.713	g t =	1800 kg/m <sup>3</sup>
f'c =	210 kg/cm <sup>2</sup>	PL =	0.2 Tn	qs =	2.44 kg/cm <sup>2</sup>
menor b =	25 cm	Pp en % de PD =	9%		
mayor t =	25 cm	MD =	1.5 Tn-m		
# varillas col =	4	ML =	1.5 Tn-m		

qs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

<u>Acero</u>	
f y =	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Φb =	1.27 cm
AΦb =	1.29 cm <sup>2</sup>
db =	1.59 cm
AΦb =	1.99 cm <sup>2</sup>

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$L_d = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$L_d = 37 \text{ cm}$$

$$L_d = 0.004 \cdot b_d \cdot F_y$$

$$L_d = 26.712 \text{ cm}$$

Tomar  $L_d = 37.00 \text{ cm}$

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8")  $\Phi b (5/8) = 1.27 \text{ cm}$

$$r.e. = 7.50 \text{ cm} \quad (\text{recubrimiento})$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

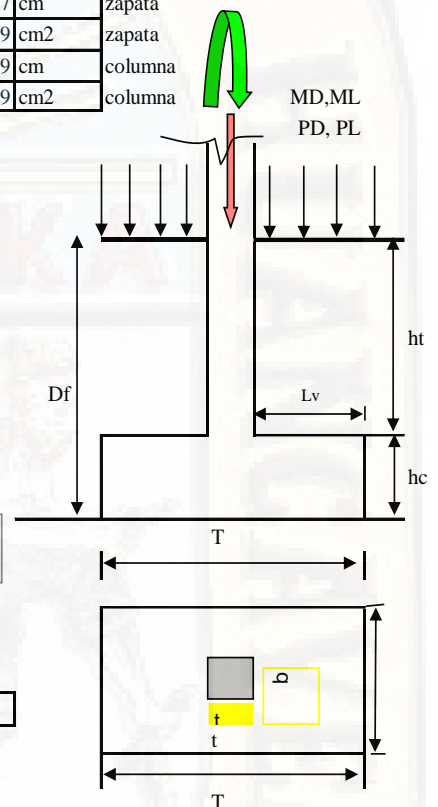
Tomar

$$hc = 50.00 \text{ cm}$$

$$hc = L_d + r.e. + \Phi b + \text{solado.}$$

$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$



Cálculo de la capacidad neta del suelo ( qsn )

$$q_{sn} = q_s - \gamma_{ht} - \gamma_{hc} - s/c \Rightarrow q_{sn} = 2.11 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del área de la zapata ( Az )

$$A_{zap} = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{A_z} + \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$B = \sqrt{A_z} - \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} A_z = 6,390.18 & \text{cm}^2 \\ T = 110.00 & \text{cm} \\ B = 110.00 & \text{cm} \end{matrix}$$

$$Lv = 27.469 \text{ cm} \quad \text{min}$$

Donde:

P = Carga de servicio

Lv = Volados iguales sin excentricidad

T =	104	MIN
B =	104	MIN

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA ( qsn )

$$\sigma_{snu} = (1.2PM + 1.6PV)/A_z = 0.9897 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P} \Rightarrow e = 7.500$$

$$\frac{0.1544}{7.5}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

$W_{nu \text{ min}}$	=	0.93	kg/cm <sup>2</sup>
$W_{nu \text{ max}}$	=	2.21	kg/cm <sup>2</sup>

Donde:

$P_u$  = Carga Ultima

$W_{nu}$  = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

Tracción Diagonal:

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nu} \times B)(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

$L_v =$	42.50	cm
$r.e =$	7.50	cm
$\phi b (5/8") =$	1.27	cm
$d =$	31.23	cm
$V_{du} =$	10,286.42	kg
$\phi =$	0.85	

(Suponiendo varillas Ø5/8")  
(  $d = h_c - \phi b - r.e.$  )  
(Coef. De reduccion por corte)

$V_c =$	26,384.58	kg
$\phi V_c =$	22,426.89	kg

$\phi V_c > V_{du}$  OK!

Por Punzonamiento:

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_o$$

$$V_u = 12,234.99 \text{ kg}$$

$$A_o = (b+d)(t+d) = 3161.81 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 2 \times (t + d) + 2 \times (b + d) =$$

$$b_o = 224.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_c = 164,901.54 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 95,174.66 \text{ kg}$$

$\phi V_c > V_{du}$  OK!  
 $\beta_c = 1$

$b_c =$  lado mayor columna ( t )  
lado menor columna ( b )

$2m + 2n$

(perimetro de los planos de falla)

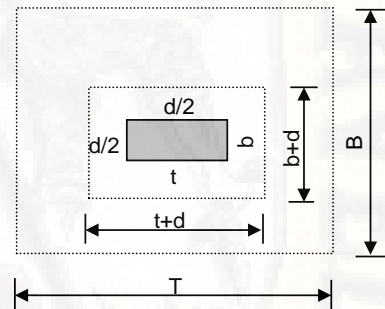
$$V_c = 1.1 \times f'_d \sqrt{x} b_o \times d$$

$$V_c = 111,970.18 \text{ Kg}$$

$$V_c = 0.27 \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_u \leq \phi V_c; \phi = 0.85$$



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

Dirección Mayor:

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

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

$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \times B \times d$   
 $A_s > A_{s \text{ mín}}$  OK !!

$A_{\phi b}$   
# Varilla ( n ) =  $\frac{A_s}{A_{\phi b}}$   
Espaciam =  $\frac{B - 2 \times r.e - \phi b}{n - 1}$

$$L_v = 42.50 \text{ cm}$$

$$M_u = 219,250.17 \text{ kg-cm}$$

$$r.e = 7.50 \text{ cm}$$

$$\phi b (3/4") = 1.91 \text{ cm}$$

iterando

$$B = 104.00 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 3.80 \text{ cm}$$

$$A_s = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.42 \text{ cm}$$

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = 3$$

$$\text{Espaciam} = 43.55$$

$$A_s = 3.71 \text{ cm}^2$$

$$3 \text{ } \phi 1/2" @ 43.55 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 6.18 \text{ cm}^2$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = 5$$

$$\text{Espaciam} = 22.00$$

$$5 \text{ } \phi 1/2" @ 22.00 \text{ cm}$$

$A_s > A_{s \text{ mín}}$

ASUMIR  $A_{s \text{ mín}}$  !!

Dirección Menor:

$$As_{trav} = As \cdot \frac{T}{B}$$

$$As_{mín} = 0.0018 \cdot B \cdot d$$

As > As mín OK !!

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = \frac{As}{A_{\phi b}}$$

$$Espaciam = \frac{B - 2 \cdot r.e - \phi b}{n - 1}$$

$$T = 110$$

$$B = 110 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 5.01 \text{ cm} \quad (\text{Valor Asumido})$$

$$r.e = 7.50 \text{ cm}$$

$$\phi b (3/4") = 1.27 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 3$$

$$Espaciam = 46.87$$

$$As_{trav} = 3.71 \text{ cm}^2$$

$$3 \phi 1/2" @ 46.87 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 5$$

$$Espaciam = 23.00$$

$$As_{mín} = 6.18 \text{ cm}^2$$

$$5 \phi 1/2" @ 23.00 \text{ cm}$$

$$As_{trav} > As_{mín} \quad \text{ASUMIR } As_{mín} !!$$

Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia (Ld)

$$Ld = \frac{0.06 \cdot A_{\phi b} \cdot f_y}{\sqrt{f'c}}$$

$$Ld = \frac{0.006 \cdot \phi b \cdot f_y}{\sqrt{f'c}} \quad Lvl = hc - r.e.e$$

$$Ld = 30 \text{ cms}$$

Ld =	22.43	cm
Ld =	32.00	cm
Ld =	30.00	cm

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$r.e.e = 7.50$$

$$f_y = 4200$$

$$f'c = 210$$

zapata

Longitud de desarrollo en tracción

$$Lvl = 42.50 \text{ cm}$$

$$Ld = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow Ld < Lvl \quad \text{OK !!}$$

$$m = 42.5 \text{ cm}$$

$$n = 42.5 \text{ cm}$$



## DISEÑO DE ZAPATA - ZANA I

**DATOS:**

**Z - 2**

**ZONA I**

Zapata			Otros			Suelo		
f' c =	210	kg/cm²	S/C =	300	kg/m²	Df =	1.5	m
Columna			PD =	17.85	Tn	g t =	1800	kg/m³
f' c =	210	kg/cm²	PL =	0.2	Tn	qs =	2.44	kg/cm²
menor b =	25	cm	Pp en % de PD= 9%			<div>Acero</div>		
mayor t =	25	cm						
# varillas col=	4		MD=	1	Tn-m	f y =	4200	kg/cm²
			ML=	1	Tn-m			

qs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$L_d = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$L_d = 37 \text{ cm}$$

$$L_d = 0.004 \cdot b_d \cdot F_y$$

$$L_d = 26.712 \text{ cm}$$

Tomar  $L_d = 37.00 \text{ cm}$

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8")  $\Phi b (5/8) = 1.27 \text{ cm}$

$$r.e. = 7.50 \text{ cm} \quad (\text{recubrimiento})$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

Tomar

$$hc = 50.00 \text{ cm}$$

$$hc = L_d + r.e. + \Phi b + \text{solado.}$$

$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$

Cálculo de la capacidad neta del suelo (qsn)

$$q_{sn} = q_s - \gamma_{ht} - \gamma_{hc} - s/c \Rightarrow q_{sn} = 2.11 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del área de la zapata (Az)

$$A_{zap} = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{A_z} + \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$B = \sqrt{A_z} - \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

Az =	11,644.85	cm <sup>2</sup>
T =	135.00	cm
B =	135.00	cm

$$L_v = 41.5 \text{ cm} \quad \text{min}$$

Donde:

P = Carga de servicio

Lv = Volados iguales sin excentricidad

T =	104	MIN
B =	104	MIN

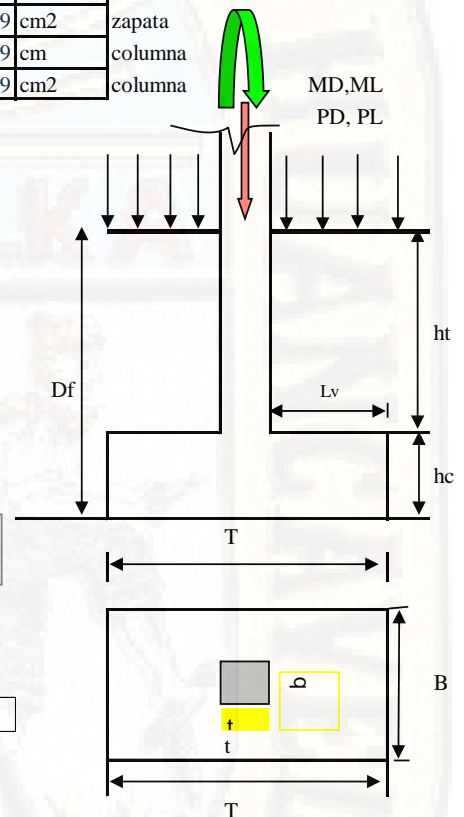
### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA (qsnu)

$$\sigma_{snu} = (1.2PM + 1.6PV)/A_z = 1.1929 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P} \Rightarrow e = 5.000$$

$$\frac{0.056}{5}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}}$$



$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

Wnu min	=	1.47	kg/cm2
Wnu max	=	2.31	kg/cm2

Donde:

Pu = Carga Ultima

Wnu = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

Tracción Diagonal:

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nu \times B})(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

Lv =	55.00	cm
r.e =	7.50	cm
$\phi b (5/8") =$	1.27	cm
d =	31.23	cm
Vdu =	17,134.77	kg
$\phi =$	0.85	

(Suponiendo varillas  $\phi 5/8"$ )

( d = hc -  $\phi b$  - r.e. )

(Coef. De reduccion por corte)

Vc =	32,381.08	kg
$\phi V_c =$	27,523.92	kg

$\phi V_c > V_{du}$  OK!

Por Punzonamiento :

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_o$$

$$V_u = 22,927.37 \text{ kg}$$

$$A_o = (b+d)(t+d) = 3161.81$$

$$b_o = 2 \times (t+d) + 2 \times (b+d) =$$

$$b_o = 224.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left( 2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f'c} \times 0.5 \times b_o \times d$$

$$V_c = 164,901.54 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 95,174.66 \text{ kg}$$

$$\phi V_c > V_{du} \text{ OK!}$$

$$b_c = \frac{\text{lado mayor columna ( t )}}{\text{lado menor columna ( b )}}$$

$$\beta_c = 1$$

cm2  
2m+2n  
(perimetro de los planos de falla)

$$V_c = 1.1 \times f_c \times b_o \times d$$

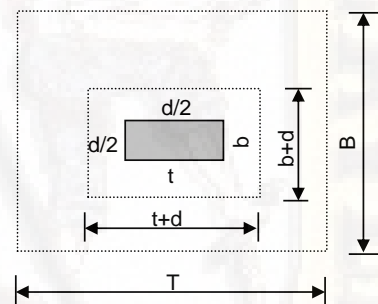
máx

$$V_c = 111,970.18 \text{ Kg}$$

$$V_c = 0.27 \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'c} b_o d$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'c} b_o d$$

$$V_u \leq \phi V_c; \phi = 0.85$$



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

Dirección Mayor:

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s F_y}{0.85 f'c b}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \times B \times d$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}} \text{ OK !!}$$

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \times r.e - \phi b}{n - 1}$$

iterando

$$L_v = 55.00 \text{ cm}$$

$$M_u = 472,065.10$$

$$\text{ree} = 7.50$$

$$\text{kg-cm } \phi b (3/4") = 1.27 \text{ cm}$$

$$B = 135.00 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 3.89 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.26 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.74 \text{ cm}$$

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = 3$$

$$\text{Espaciam} = 59.37$$

$$3 \phi 1/2" @ 59.37 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.05 \text{ cm}^2$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = 6$$

$$\text{Espaciam} = 24.00$$

$$6 \phi 1/2" @ 24.00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 7.59 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}}$$

ASUMIR  $A_{s \text{ mín}} !!$

Dirección Menor:

$$\begin{aligned} A_s \text{ tranv} &= A_s \cdot \frac{T}{B} \\ A_s \text{ mín} &= 0.0018 \cdot B \cdot d \\ A_s &> A_s \text{ mín OK !!} \\ A_{\phi b} \\ \# \text{ Varilla (n)} &= \frac{A_s}{A_{\phi b}} \\ \text{Espaciam} &= \frac{B - 2 \cdot r.e - \phi b}{n - 1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 135 \\ B &= 135 \text{ cm} \\ d &= 31.23 \text{ cm} \\ a &= 5.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r.e. &= 7.50 \text{ cm} \\ \phi b \text{ (3/4")} &= 1.27 \text{ cm} \end{aligned}$$

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} \text{ (1/2")} = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 3$$

$$\text{Espaciam} = 59.37$$

$$3 \text{ } \phi \text{ 1/2" @ } 59.37 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} \text{ (1/2")} = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 6$$

$$\text{Espaciam} = 24.00$$

$$6 \text{ } \phi \text{ 1/2" @ } 24.00 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ transv} = 4.05 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ mín}} = 7.59 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ transv} > A_s \text{ mín ASUMIR } A_s \text{ mín !!}$$

Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia ( Ld )

$$\begin{aligned} L_d &= \frac{0.06 \cdot A_{\phi b} \cdot f_y}{\sqrt{f'c}} \\ L_d &= \frac{0.006 \cdot \phi b \cdot f_y}{\sqrt{f'c}} \quad L_{v1} = h_c - r.e.e \\ L_d &= 30 \text{ cms} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_d &= 22.43 \text{ cm} \\ L_d &= 32.00 \text{ cm} \\ L_d &= 30.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$A_{\phi b} \text{ (5/8")} = 1.29$$

$$r.e.e = 7.50$$

$$f_y = 4200$$

$$f'c = 210$$

zapata

Longitud de desarrollo en tracción

$$L_{v1} = 47.50 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L_d < L_{v1} \text{ OK !!}$$

$$\begin{aligned} m &= 55 \text{ cm} \\ n &= 55 \text{ cm} \end{aligned}$$

## DISEÑO DE ZAPATA - ZANA I

**DATOS:**      **Z - 3**      **ZONA I**

<u>Zapata</u>			<u>Otros</u>			<u>Suelo</u>		
f' c =	210	kg/cm²	S/C =	300	kg/m²	Df =	1.5	m
<u>Columna</u>			PD =	18.01	Tn	g t =	1800	kg/m³
f' c =	210	kg/cm²	PL =	0.2	Tn	qs =	2.44	kg/cm²
menor b =	25	cm	Pp en % de PD= 9%			<u>Acero</u>		
mayor t =	25	cm						
# varillas col=	4		ML= 1 Tn-m			f y =	4200	kg/cm²

qs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$L_d = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$L_d = 37 \text{ cm}$$

$$L_d = 0.004 \cdot b_d \cdot F_y$$

$$L_d = 26.712 \text{ cm}$$

Tomar  $L_d = 37.00 \text{ cm}$

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8")      Øb (5/8) = 1.27 cm

$$r.e. = 7.50 \text{ cm} \quad (\text{recubrimiento})$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

Tomar

$$hc = 50.00 \text{ cm}$$

$$hc = L_d + r.e. + \Phi b + \text{solado.}$$

$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$

Cálculo de la capacidad neta del suelo (qsn)

$$q_{sn} = q_s - \gamma h_t - \gamma_c h_c - s/c \Rightarrow q_{sn} = 2.11 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del área de la zapata (Az)

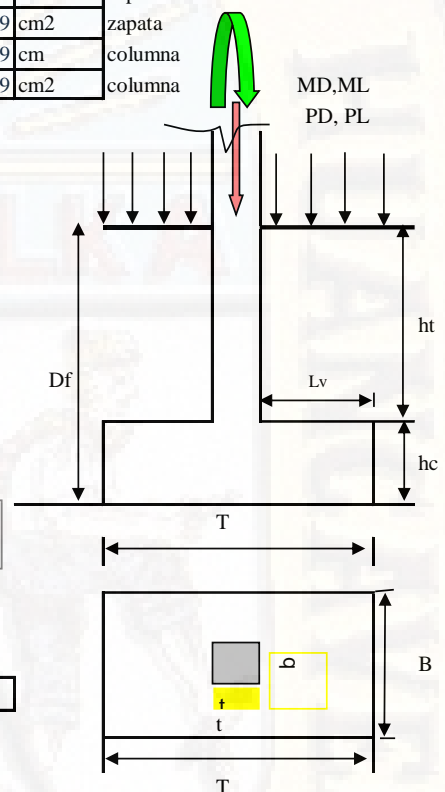
$$Az_{ap} = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{Az} + \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$B = \sqrt{Az} - \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} Az = 11,746.55 \text{ cm}^2 \\ T = 135.00 \text{ cm} \\ B = 135.00 \text{ cm} \end{matrix}$$

$$Lv = 41.69 \text{ cm} \quad \text{min}$$



Donde:

P = Carga de servicio

Lv = Volados iguales sin excentricidad

T =	104	MIN
B =	104	MIN

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA (qsnu)

$$\sigma_{snu} = (1.2PM + 1.6PV)/Az = 1.2032 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P} \Rightarrow e = 5.000$$

$$\Rightarrow \frac{0.0555}{5}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{Az_{ap}}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

$W_{nu \text{ min}}$	=	1.48	kg/cm <sup>2</sup>
$W_{nu \text{ max}}$	=	2.33	kg/cm <sup>2</sup>

Donde:

$P_u$  = Carga Ultima

$W_{nu}$  = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

Tracción Diagonal:

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nu} \times B)(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

$L_v$	=	55.00	cm
r.e	=	7.50	cm
$\phi b$ (5/8")	=	1.27	cm
$d$	=	31.23	cm

(Suponiendo varillas Ø5/8")

(  $d = h_c - \phi b - r.e.$  )

$V_{du}$	=	17,284.37	kg
$\phi$	=	0.85	

(Coef. De reducción por corte)

$V_c$	=	32,381.08	kg
$\phi V_c$	=	27,523.92	kg

$\phi V_c > V_{du}$  OK!

Por Punzonamiento :

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_0$$

$$V_u = 23,127.18 \text{ kg}$$

$$A_0 = (b+d)(t+d) = 3161.81 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 2 \times (t + d) + 2 \times (b + d) = 224.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o \times d$$

$$V_c = 164,901.54 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 95,174.66 \text{ kg}$$

$$\phi V_c > V_{du} \text{ OK!}$$

$$b_c = \frac{\text{lado mayor columna (t)}}{\text{lado menor columna (b)}}$$

$$\beta_c = 1$$

cm<sup>2</sup>  
2m + 2n  
(perímetro de los planos de falla)

$$V_c = 1.1 \times f_c \times b_o \times d$$

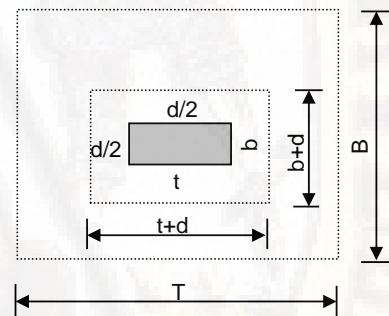
$$V_c = 111,970.18 \text{ Kg}$$

$$V_c = 0.27 \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\beta_c = \frac{D_{\text{mayor}}}{D_{\text{menor}}}, \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_u \leq \phi V_c; \phi = 0.85$$

máx



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

Dirección Mayor:

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

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

$$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \times B \times d$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}} \text{ OK!!}$$

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \times r.e - \phi b}{n - 1}$$

$L_v$	=	55.00	cm
$M_u$	=	476,179.03	kg-cm
$B$	=	135.00	cm
$d$	=	31.23	cm

$$r.e = 7.50$$

$$\phi b \text{ (3/4")} = 1.27 \text{ cm}$$

iterando

$$a = 3.89 \text{ cm}$$

(Valor Asumido)

$$A_s = 4.30 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.75 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} \text{ (1/2")} = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 3$$

$$\text{Espaciam} = 59.37$$

$$A_s = 4.08 \text{ cm}^2$$

$$3 \text{ } \phi 1/2" @ 59.37 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} \text{ (1/2")} = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 6$$

$$\text{Espaciam} = 24.00$$

$$A_{s \text{ mín}} = 7.59 \text{ cm}^2$$

$$6 \text{ } \phi 1/2" @ 24.00 \text{ cm}$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}}$$

ASUMIR  $A_{s \text{ mín}} !!$



Dirección Menor:

$$\begin{aligned} A_s \text{ tranv} &= A_s * \frac{T}{B} \\ A_s \text{ mín} &= 0.0018 * B * d \\ A_s &> A_s \text{ mín OK !!} \\ A_{\phi b} \\ \# \text{ Varilla (n)} &= \frac{A_s}{A_{\phi b}} \\ \text{Espaciam} &= \frac{B - 2 * r.e - \phi b}{n - 1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 135 \\ B &= 135 \text{ cm} \\ d &= 31.23 \text{ cm} \\ a &= 5.01 \text{ cm} \end{aligned} \quad \begin{aligned} r.e. &= 7.50 \text{ cm} \\ \phi b (3/4") &= 1.27 \text{ cm} \end{aligned}$$

(Valor Asumido)

$$\begin{aligned} A_{\phi b} (1/2") &= 1.29 \text{ cm}^2 \\ \# \text{ Varilla (n)} &= 3 \\ \text{Espaciam} &= 59.37 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ tranv} = 4.08 \text{ cm}^2$$

$$3 \text{ } \phi 1/2" @ 59.37 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} A_{\phi b} (1/2") &= 1.29 \\ \# \text{ Varilla (n)} &= 6 \end{aligned}$$

$$\text{Espaciam} = 24.00$$

$$A_{s \text{ mín}} = 7.59 \text{ cm}^2$$

$$6 \text{ } \phi 1/2" @ 24.00 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ tranv} > A_s \text{ mín} \quad \text{ASUMIR } A_s \text{ mín !!}$$

Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia ( Ld )

$$l_d = \frac{0.06 * A_{\phi b} * f_y}{\sqrt{f'c}}$$

$$l_d = 0.006 * \phi b * f_y$$

$$L_{v1} = h_c - r.e.e$$

$$l_d = 30 \text{ cms}$$

$$\begin{aligned} L_d &= 22.43 \text{ cm} \\ L_d &= 32.00 \text{ cm} \\ L_d &= 30.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$A_{\phi b} (5/8") = 1.29$$

zapata

$$r.e.e = 7.50$$

$$f_y = 4200$$

$$f'c = 210$$

Longitud de desarrollo en tracción

$$L_{v1} = 47.50 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L_d < L_{v1} \quad \text{OK !!}$$

$$m = 55 \text{ cm}$$

$$n = 55 \text{ cm}$$

## DISEÑO DE ZAPATA - ZONA I

**DATOS:**

**Z - 4**

**ZONA I**

<i>Zapata</i>			<i>Otros</i>			<i>Suelo</i>		
f' c =	210	kg/cm²	S/C =	300	kg/m²	Df =	1.5	m
<i>Columna</i>			PD =	32.94	Tn	g t =	1800	kg/m³
f' c =	210	kg/cm²	PL =	0.2	Tn	qs =	2.44	kg/cm²
menor b =	25	cm	Pp en % de PD= 9%			<div><i>Acero</i></div>		
mayor t =	25	cm	MD=	1	Tn-m			
# varillas col=	4		ML=	1	Tn-m	f y =	4200	kg/cm²

qs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$L_d = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$L_d = 37 \text{ cm}$$

$$L_d = 0.004 \cdot b_d \cdot F_y$$

$$L_d = 26.712 \text{ cm}$$

Tomar  $L_d = 37.00 \text{ cm}$

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8")  $\Phi b (5/8) = 1.27 \text{ cm}$

$$r.e. = 7.50 \text{ cm} \quad (\text{recubrimiento})$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

Tomar

$$hc = 50.00 \text{ cm}$$

$$hc = L_d + r.e. + \Phi b + \text{solado.}$$

$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$

Cálculo de la capacidad neta del suelo ( qsn )

$$q_{sn} = q_s - \gamma_1 h_t - \gamma_2 h_c - s/c \Rightarrow q_{sn} = 2.11 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del área de la zapata ( Az )

$$A_{zap} = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{A_z} + \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$B = \sqrt{A_z} - \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$\begin{aligned} A_z &= 21,391.40 \text{ cm}^2 \\ T &= 175.00 \text{ cm} \\ B &= 175.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$L_v = 60.63 \text{ cm} \quad \text{min}$$

Donde:

P = Carga de servicio

Lv = Volados iguales sin excentricidad

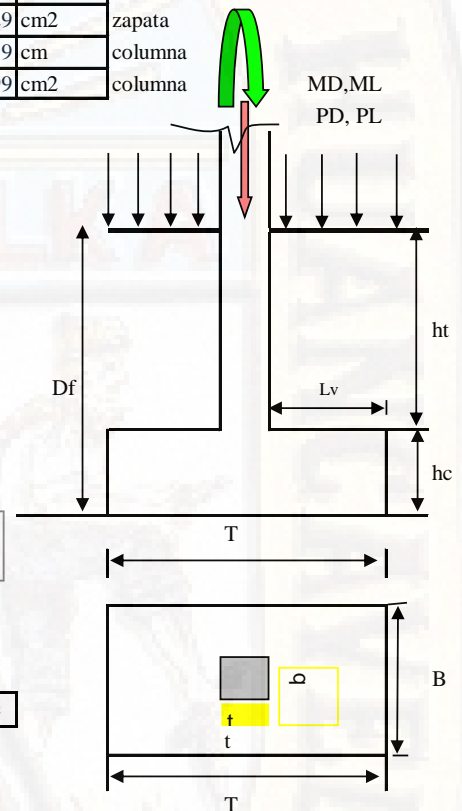
T =	104	MIN
B =	104	MIN

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA ( qsn )

$$\sigma_{snu} = (1.2PM + 1.6PV)/A_z = 1.3013 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P} \Rightarrow e = 5.000 \Rightarrow 0.0304$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}}$$



$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

Wnu min	=	1.71	kg/cm <sup>2</sup>
Wnu max	=	2.42	kg/cm <sup>2</sup>

Donde:

Pu = Carga Ultima

Wnu = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

Tracción Diagonal:

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nu} \times B)(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

Lv =	75.00	cm
ree =	7.50	cm
$\phi b$ (5/8") =	1.27	cm
d =	31.23	cm
Vdu =	31,730.48	kg
$\phi$ =	0.85	

(Suponiendo varillas  $\phi 5/8"$ )

(d = hc -  $\phi b$  - r.e. )

(Coef. De reduccion por corte)

Vc =	41,975.47	kg
$\phi V_c$ =	35,679.15	kg

$\phi V_c > V_{du}$  OK!

Por Punzonamiento :

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_o$$

$$V_u = 45,200.20 \text{ kg}$$

$$A_o = (b+d)(t+d) = 3161.81 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 2 \times (t + d) + 2 \times (b + d) =$$

$$b_o = 224.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} \times 1.5 \times b_o \times d$$

$$V_c = 164,901.54 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 95,174.66 \text{ kg}$$

$$\phi V_c > V_{du}$$

$$V_c =$$

$$111,970.18 \text{ Kg}$$

$$OK!$$

$$B_c = 1$$

b c = lado mayor columna ( t )  
lado menor columna ( b )

cm<sup>2</sup>  
2m + 2n  
(perimetro de los planos de falla)

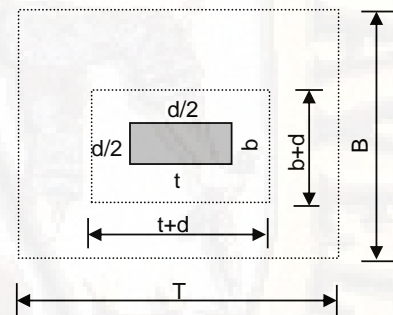
$$V_c = 1.1 \times f_d \sqrt{x} b_o \times d$$

$$V_c = 0.27 \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_u \leq \phi V_c; \phi = 0.85$$

máx



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

Dirección Mayor:

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

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

$$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \times B \times d$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}} \text{ OK !!}$$

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \times r.e. - \phi b}{n - 1}$$

$$L_v = 75.00 \text{ cm} \quad r.e = 7.50$$

$$M_u = 1,191,064.28 \text{ kg-cm} \quad \phi b \text{ (3/4") } = 1.27 \text{ cm}$$

$$B = 175.00 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 3.89 \text{ cm}$$

$$A_s = 10.76 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.45 \text{ cm}$$

$$A_s = 10.33 \text{ cm}^2$$

iterando

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} \text{ (1/2") } = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = 8$$

$$\text{Espaciam} = 22.68$$

$$8 \phi 1/2" @ 22.68 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} \text{ (1/2") } = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = 8$$

$$\text{Espaciam} = 23.00$$

$$8 \phi 1/2" @ 23.00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 9.84 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}}$$

OK !!

Dirección Menor:

$$A_s \text{ tranv} = A_s \cdot \frac{T}{B}$$

$$A_s \text{ mín} = 0.0018 \cdot B \cdot d$$

As > As mín OK !!

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \cdot r.e - \phi b}{n - 1}$$

$$T = 175$$

$$B = 175 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 5.01 \text{ cm}$$

$$r.e.e = 5.00 \text{ cm}$$

$$\phi b (3/4") = 1.27 \text{ cm}$$

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 8$$

$$\text{Espaciam} = 23.39$$

$$8 \text{ } \phi 1/2" @ 23.39 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ tranv} = 10.33 \text{ cm}^2$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 8$$

$$\text{Espaciam} = 23.00$$

$$8 \text{ } \phi 1/2" @ 23.00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 9.84 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ tranv} > A_s \text{ mín} \text{ OK !!}$$

Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia (Ld)

$$L_d = \frac{0.06 \cdot A_{\phi b} \cdot f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

$$L_d = 0.006 \cdot \phi b \cdot f_y$$

$$L_d = 30 \text{ cms}$$

$$L_{v1} = h_c - r.e.e$$

Ld =	22.43	cm
Ld =	32.00	cm
Ld =	30.00	cm

$$A_{\phi b} (5/8") = 1.29$$

zapata

$$r.e.e = 7.50$$

$$f_y = 4200$$

$$f'_c = 210$$

Longitud de desarrollo en tracción

$$L_{v1} = 67.50 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L_d < L_{v1} \text{ OK !!}$$

$$m = 75 \text{ cm}$$

$$n = 75 \text{ cm}$$

## DISEÑO DE ZAPATA - ZONA II

**DATOS:**      **Z - 1**      **ZONA II**

Zapata		Otros	Suelo
f'c =	210 kg/cm²	S/C =	300 kg/m²
Columna		PD =	9.713 Tn
f'c =	210 kg/cm²	PL =	0.2 Tn
menor b =	25 cm	Pp en % de PD =	9%
mayor t =	25 cm	MD =	1.5 Tn-m
# varillas col =	4	ML =	1.5 Tn-m

qs (Kg/cm²)	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

Acero	
f <sub>y</sub> =	4200 kg/cm²
Φb =	1.27 cm
AΦb =	1.29 cm²
db =	1.59 cm
AΦb =	1.99 cm²

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$L_d = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$L_d = 37 \text{ cm}$$

$$L_d = 0.004 \cdot b \cdot d \cdot F_y$$

$$\text{Tomar } L_d = 37.00 \text{ cm}$$

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8")      Øb (5/8) = 1.27 cm

$$r.e. = 7.50 \text{ cm} \quad (\text{recubrimiento})$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

Tomar  $hc = 50.00 \text{ cm}$        $hc = L_d + r.e. + \Phi b + \text{solado.}$

$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$

Cálculo de la capacidad neta del suelo (qsn)

$$q_{sn} = q_s - \gamma_{ht} - \gamma_{hc} - s/c \Rightarrow q_{sn} = 2.26 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del área de la zapata (Az)

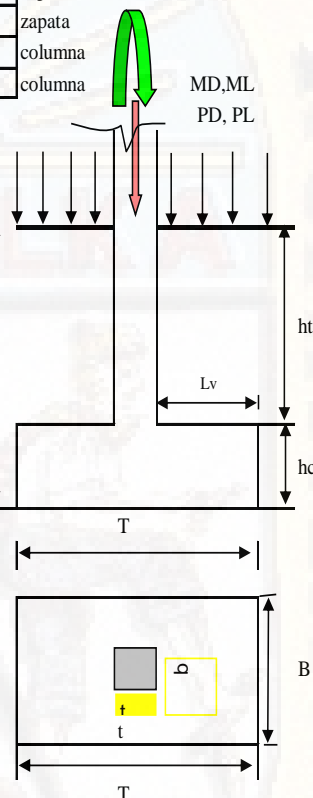
$$Az_{ap} = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{Az} + \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$B = \sqrt{Az} - \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} Az = 5,966.05 \text{ cm}^2 \\ T = 105.00 \text{ cm} \\ B = 105.00 \text{ cm} \end{matrix}$$

$$Lv = 26.12 \text{ cm} \quad \text{min}$$



Donde:

P = Carga de servicio

Lv = Volados iguales sin excentricidad

T =	104	MIN
B =	104	MIN

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA (qsnu)

$$\sigma_{snu} = (1.2PM + 1.6PV)/Az = 1.0862 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P} \Rightarrow e = 7.500 \Rightarrow \frac{0.1544}{7.5}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{Az_{ap}}$$



$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

Wnu min	=	0.98	kg/cm2
Wnu max	=	2.46	kg/cm2

Donde:

Pu = Carga Ultima

Wnu = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

Tracción Diagonal:

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nu} \times B)(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

Lv =	40.00	cm
r.e =	7.50	cm
$\phi b (1/2") =$	1.27	cm
d =	31.23	cm
Vdu =	10,282.56	kg
$\phi =$	0.85	

(Suponiendo varillas  $\phi 5/8"$ )  
(d = hc -  $\phi b$  - r.e.)

(Coef. De reduccion por corte)

Vc =	25,185.28	kg
$\phi V_c =$	21,407.49	kg

$\phi V_c > V_{du}$  OK!

Por Punzonamiento:

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_o$$

$$V_u = 12,055.53 \text{ kg}$$

$$A_o = (b+d)(t+d) = 3161.81 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 2 \times (t + d) + 2 \times (b + d) = 224.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left( 2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} \times b_o \times d$$

$$V_c = 164,901.54 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 95,174.66 \text{ kg}$$

$$\phi V_c > V_{du} \text{ OK!}$$

b c = lado mayor columna ( t )  
lado menor columna ( b )

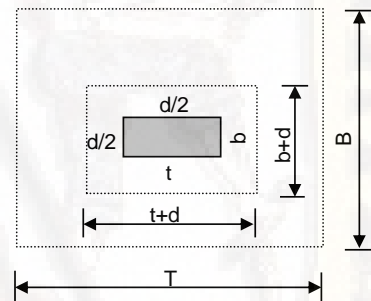
$\beta_c = 1$

cm2  
2m + 2n  
(perimetro de los planos de falla)

$$V_c = 1.1 \times f_c \times b_o \times d$$

máx

$$V_c = 111,970.18 \text{ Kg}$$



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

Dirección Mayor:

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

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

$$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \times B \times d$$

As > As mín OK !!

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \times r.e - \phi b}{n - 1}$$

$$L_v = 40.00 \text{ cm} \quad r.e = 7.50$$

$$M_u = 206,275.85 \text{ kg-cm} \quad \phi b (1/2") = 1.29 \text{ cm}$$

$$B = 105.00 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 3.89 \text{ cm}$$

$$A_s = 1.86 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.42 \text{ cm}$$

iterando

$$A_s = 1.76 \text{ cm}^2$$

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = 1$$

$$\text{Espaciam} = \#_1 \text{ DIV}/0!$$

$$1 \phi 1/2" @ \#_1 \text{ DIV}/( \text{cm} )$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = 5$$

$$\text{Espaciam} = 22.00$$

$$5 \phi 1/2" @ 22.00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 5.9 \text{ cm}^2$$

As > As mín

ASUMIR As mín !!

**Dirección Menor:**

$$A_s \text{ tranv} = A_s \cdot \frac{T}{B}$$

$$A_s \text{ mín} = 0.0018 \cdot B \cdot d$$

$$A_s > A_s \text{ mín OK !!}$$

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \cdot r.e - \phi b}{n - 1}$$

$$T = 105$$

$$B = 105 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 5.01 \text{ cm} \quad (\text{Valor Asumido})$$

$$\text{rec} = 7.50 \text{ cm}^2$$

$$\phi b (3/4") = 1.2 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 1$$

$$\text{Espaciam} = \#_i \text{DIV}/0!$$

$$1 \text{ } \phi 1/2" @ \#_i \text{DIV}/ \text{cm}$$

$$A_s \text{ tranv} = 1.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 5$$

$$\text{Espaciam} = 22.00$$

$$5 \text{ } \phi 1/2" @ 22.00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 5.9 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ tranv} > A_s \text{ mín} \quad \text{ASUMIR } A_s \text{ mín !!}$$

**Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia ( Ld )**

$$L_d = \frac{0.06 \cdot A_{\phi b} \cdot f_y}{\sqrt{f'c}}$$

$$L_d = 0.006 \cdot \phi b \cdot f_y \quad L_{v1} = h_c - r.e.e$$

$$L_d = 30 \text{ cms}$$

$$L_d = 22.43 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$L_d = 30.00 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$r.e.e = 7.50$$

$$f_y = 4200$$

$$f'c = 210$$

**Longitud de desarrollo en tracción**

$$L_{v1} = 42.50 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L_d < L_{v1} \quad \text{OK !!}$$

$$m = 40 \text{ cm}$$

$$n = 40 \text{ cm}$$

zapata

## DISEÑO DE ZAPATA - ZONA II

**DATOS:**      **Z - 2**      **ZONA II**

Zapata		Otros		Suelo	
f' c =	210 kg/cm²	S/C =	300 kg/m²	Df =	1.5 m
Columna		PD =	17.85 Tn	RE	1800 kg/m³
f' c =	210 kg/cm²	PL =	0.2 Tn	qs =	2.59 kg/cm²
menor b =	25 cm	Pp en % de PD =	9%		
mayor t =	25 cm	MD =	1 Tn-m		
# varillas col =	4	ML =	1 Tn-m		

qs (Kg/cm²)	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

Acero	
f y =	4200 kg/cm²
Φb =	1.27 cm
AΦb =	1.29 cm²
db =	1.59 cm
AΦb =	1.99 cm²

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$L_d = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$L_d = 37 \text{ cm}$$

$$L_d = 0.004 \cdot b \cdot d \cdot F_y$$

$$L_d = 26.712 \text{ cm}$$

Tomar  $L_d = 37.00 \text{ cm}$

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8")      Øb (5/8) = 1.27 cm

$$r.e. = 7.50 \text{ cm} \quad (\text{recubrimiento})$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

Tomar

$$hc = 50.00 \text{ cm}$$

$$hc = L_d + r.e. + \Phi b + \text{solado.}$$

$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$

Cálculo de la capacidad neta del suelo ( qsn )

$$q_{sn} = q_s - \gamma_{ht} - \gamma_{hc} - s/c$$

$$q_{sn} = 2.26 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del área de la zapata ( Az )

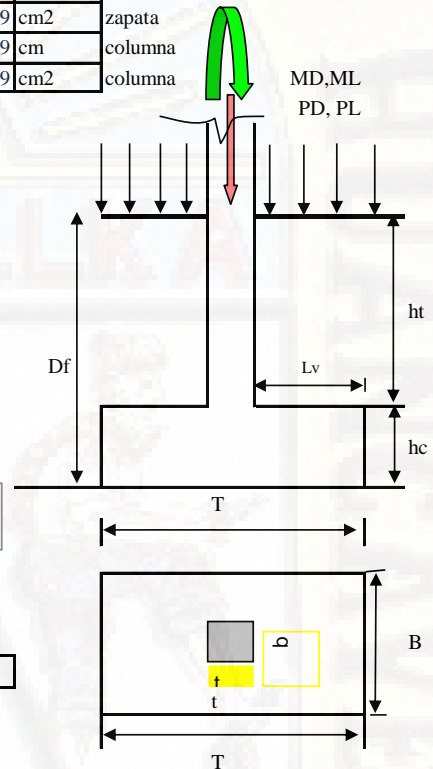
$$A_{zap} = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{A_z} + \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$B = \sqrt{A_z} - \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$\begin{aligned} A_z &= 10.871.96 \text{ cm}^2 \\ T &= 130.00 \text{ cm} \\ B &= 130.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$L_v = 39.6 \text{ cm} \quad \text{min}$$



Donde:

P = Carga de servicio

Lv = Volados iguales sin excentricidad

T =	104	MIN
B =	104	MIN

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA ( qsnu )

$$|\sigma_{snu}| = (1.2PM + 1.6PV)/A_z$$

$$= 1.2864 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P}$$

$$e = 5.000$$

$$\frac{0.056}{5}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

$W_{nu \text{ min}}$	=	1.57	kg/cm <sup>2</sup>
$W_{nu \text{ max}}$	=	2.51	kg/cm <sup>2</sup>

Donde:

$P_u$  = Carga Ultima

$W_{nu}$  = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

**Tracción Diagonal:**

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nu} \times B)(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

$L_v$	=	52.50	cm
$r.e$	=	7.50	cm
$\phi b (5/8")$	=	1.27	cm
$d$	=	31.23	cm
$V_{du}$	=	17,103.71	kg
$\phi$	=	0.85	

(Suponiendo varillas  $\phi 5/8"$ )  
(  $d = h_c - \phi b - r.e.$  )

(Coef. De reduccion por corte)

$V_c$	=	31,181.78	kg
$\phi V_c$	=	26,504.51	kg

$\phi V_c > V_{du}$  OK!

**Por Punzonamiento :**

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_o$$

$$V_u = 22,617.79 \text{ kg}$$

$$A_o = (b+d)(t+d) = 3161.81 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 2 \times (t + d) + 2 \times (b + d) =$$

$$b_o = 224.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_c = 164,901.54 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 95,174.66 \text{ kg}$$

$$\phi V_c > V_{du} \text{ OK!}$$

$$b_c = \frac{\text{lado mayor columna (t)}}{\text{lado menor columna (b)}}$$

$$\beta_c = 1$$

cm<sup>2</sup>  
2m + 2n  
(perimetro de los planos de falla)

$$V_c = 1.1 \times f_c \sqrt{b_o \times d}$$

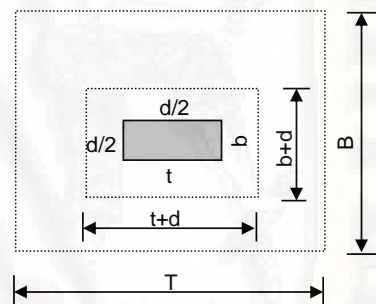
$$V_c = 111,970.18 \text{ Kg}$$

$$V_c = 0.27 \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_u \leq \phi V_c; \phi = 0.85$$

máx



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

**Dirección Mayor:**

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

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

$$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \times B \times d$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}} \text{ OK !!}$$

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla (n) } = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \times r.e - \phi b}{n - 1}$$



$$L_v = 52.50 \text{ cm}$$

$$r.e = 7.50$$

$$M_u = 449,792.27 \text{ kg-cm}$$

$$\phi b (3/4") = 1.27 \text{ cm}$$

$$B = 130.00 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 3.89 \text{ cm}$$

(Valor Asumido)

$$A_s = 4.06 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.73 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n) } = 3$$

$$\text{Espaciam} = 56.87$$

$$3 \phi 1/2" @ 56.87 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.86 \text{ cm}^2$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n) } = 6$$

$$\text{Espaciam} = 23.00$$

$$6 \phi 1/2" @ 23.00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 7.31 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}}$$

ASUMIR  $A_{s \text{ mín}} !!$

Dirección Menor:

$$A_{s \text{ tranv}} = A_s \cdot \frac{T}{B}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \cdot B \cdot d$$

As > As mín OK !!

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \cdot r.e - \phi b}{n - 1}$$

$$T = 130$$

$$B = 130 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 5.01 \text{ cm} \quad (\text{Valor Asumido})$$

$$r.e.e = 7.50 \text{ cm}$$

$$\phi b (3/4") = 1.2' \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 3$$

$$\text{Espaciam} = 56.87$$

$$A_{s \text{ transv}} = 3.86 \text{ cm}^2$$

$$3 \text{ } \phi 1/2" @ 56.87 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 6$$

$$\text{Espaciam} = 23.00$$

$$A_{s \text{ min}} = 7.31 \text{ cm}^2$$

$$6 \text{ } \phi 1/2" @ 23.00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ transv}} > A_{s \text{ mín}} \quad \text{ASUMIR } A_{s \text{ mín}} !!$$

Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia ( Ld )

$$L_d = \frac{0.06 \cdot A_{\phi b} \cdot f_y}{\sqrt{f'c}}$$

$$L_d = 0.006 \cdot \phi b \cdot f_y \quad L_{v1} = h_c - r.e.e$$

$$L_d = 30 \text{ cms}$$

$$L_d = 22.43 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$L_d = 30.00 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (5/8") = 1.29$$

$$r.e.e = 7.50$$

$$f_y = 4200$$

$$f'c = 210$$

zapata

Longitud de desarrollo en tracción

$$L_{v1} = 45.00 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L_d < L_{v1} \quad \text{OK !!}$$

$$m = 52.5 \text{ cm}$$

$$n = 52.5 \text{ cm}$$



## DISEÑO DE ZAPATA - ZONA II

**DATOS:**      **Z - 3**      **ZONA II**

Zapata			Otros			Suelo		
f'c =	210	kg/cm²	S/C =	300	kg/m²	Df =	1.5	m
Columna			PD =	18.01	Tn	RE	1800	kg/m³
f'c =	210	kg/cm²	PL =	0.2	Tn	qs =	2.59	kg/cm²
menor b =	25	cm	Pp en % de PD =	9%				
mayor t =	25	cm	MD =	1	Tn-m			
# varillas col =	4		ML =	1	Tn-m			

qs (Kg/cm²)	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

Acero		
f <sub>y</sub> =	4200	kg/cm²
Φb =	1.27	cm
A <sub>Φb</sub> =	1.29	cm²
db =	1.59	cm
A <sub>Φb</sub> =	1.99	cm²

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$L_d = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$L_d = 37 \text{ cm}$$

$$L_d = 0.004 \cdot b_d \cdot F_y$$

$$L_d = 26.712 \text{ cm}$$

Tomar  $L_d = 37.00 \text{ cm}$

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8")       $\Phi_b (5/8) = 1.27 \text{ cm}$

$$r.e. = 7.50 \text{ cm} \quad (\text{recubrimiento})$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

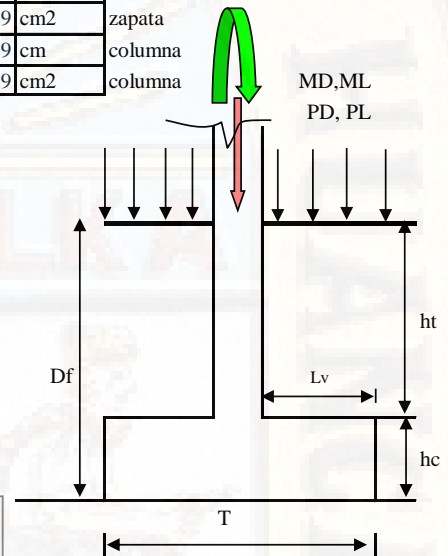
Tomar

$$hc = 50.00 \text{ cm}$$

$$hc = L_d + r.e. + \Phi_b + \text{solado.}$$

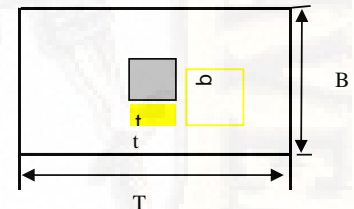
$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$



Cálculo de la capacidad neta del suelo (qsn)

$$q_{sn} = q_s - \gamma_{ht} - \gamma_{hc} - s/c \Rightarrow q_{sn} = 2.26 \text{ kg/cm}^2$$



Cálculo del área de la zapata (Az)

$$Az_{ap} = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{Az} + \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$B = \sqrt{Az} - \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} Az = 10,966.91 & \text{cm}^2 \\ T = 130.00 & \text{cm} \\ B = 130.00 & \text{cm} \end{matrix}$$

$$Lv = 39.86 \text{ cm} \quad \text{min}$$

Donde:

P = Carga de servicio

Lv = Volados iguales sin excentricidad

T =	104	MIN
B =	104	MIN

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA (qsnu)

$$\sigma_{snu} = (1.2PM + 1.6PV)/Az = 1.2976 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P} \Rightarrow e = 5.000$$

$$\Rightarrow 0.0555$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{Az_{ap}}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

Wnu min	=	1.58	kg/cm2
Wnu max	=	2.53	kg/cm2

Donde:

Pu = Carga Ultima

Wnu = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

Tracción Diagonal:

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nu} \times B)(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

Lv =	52.50	cm
ree =	7.50	cm
$\phi b (5/8") =$	1.27	cm
d =	31.23	cm
Vdu =	17,253.04	kg
$\phi =$	0.85	

(Suponiendo varillas  $\phi 5/8"$ )  
(d = hc -  $\phi b$  - ree.)

(Coef. De reduccion por corte)



Vc =	31,181.78	kg
$\phi V_c =$	26,504.51	kg
$\phi V_c > V_{du}$	OK!	

Por Punzonamiento:

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_o$$

$$V_u = 22,814.90 \text{ kg}$$

$$A_o = (b+d)(t+d) = 3161.81 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 2 \times (t+d) + 2 \times (b+d) =$$

$$b_o = 224.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_c = 164,901.54 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 95,174.66 \text{ kg}$$

$$\phi V_c > V_{du} \text{ OK!}$$

$$\beta_c = \frac{\text{lado mayor columna (t)}}{\text{lado menor columna (b)}}$$

$$\beta_c = 1$$

$$V_c = 1.1 \times f'_c \sqrt{b_o \times d}$$

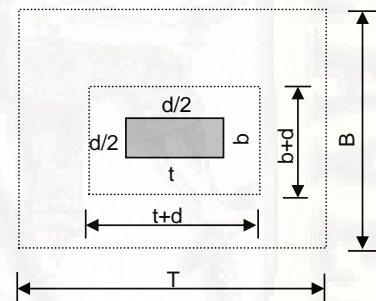
$$V_c = 111,970.18 \text{ Kg}$$

$$V_c = 0.27 \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_u \leq \phi V_c; \phi = 0.85$$

máx



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

Dirección Mayor:

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

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

$$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \times B \times d$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}} \text{ OK !!}$$

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \times r.e. - \phi b}{n - 1}$$



$$L_v = 52.50 \text{ cm}$$

$$M_u = 453,712.10 \text{ kg-cm}$$

$$\text{ree} = 7.50 \text{ cm}$$

$$\phi b (3/4") = 1.27 \text{ cm}$$

$$B = 130.00 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 3.89 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.10 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.74 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.89 \text{ cm}^2$$

iterando

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 3$$

$$\text{Espaciam} = 56.87$$

$$3 \phi 1/2" @ 56.87 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 6$$

$$\text{Espaciam} = 23.00$$

$$6 \phi 1/2" @ 23.00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 7.31 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}}$$

ASUMIR  $A_{s \text{ mín}} !!$

**Dirección Menor:**

$$\begin{aligned} A_s \text{ tranv} &= A_s \cdot \frac{T}{B} \\ A_s \text{ mín} &= 0.0018 \cdot B \cdot d \\ A_s &> A_s \text{ mín OK !!} \\ A_{\phi b} \\ \# \text{ Varilla (n)} &= \frac{A_s}{A_{\phi b}} \\ \text{Espaciam} &= \frac{B - 2 \cdot r.e - \phi b}{n - 1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 130 \\ B &= 130 \text{ cm} \\ d &= 31.23 \text{ cm} \\ a &= 5.01 \text{ cm} \end{aligned} \quad \begin{aligned} r.e. &= 7.50 \text{ cm} \\ \phi b (3/4") &= 1.27 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 3$$

$$\text{Espaciam} = 56.87$$

$$A_s \text{ transv} = 3.89 \text{ cm}^2$$

$$3 \text{ } \phi 1/2" @ 56.87 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 6$$

$$\text{Espaciam} = 23.00$$

$$A_{s \text{ mín}} = 7.31 \text{ cm}^2$$

$$6 \text{ } \phi 1/2" @ 23.00 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ transv} > A_s \text{ mín} \quad \text{ASUMIR } A_s \text{ mín !!}$$

**Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia ( Ld )**

$$\begin{aligned} l_d &= \frac{0.06 \cdot A_{\phi b} \cdot f_y}{\sqrt{f'c}} \\ l_d &= 0.006 \cdot \phi b \cdot f_y \quad L_{v1} = h_c - r.e.e \\ l_d &= 30 \text{ cms} \end{aligned}$$

Ld =	22.43	cm
Ld =	32.00	cm
Ld =	30.00	cm

$$A_{\phi b} (5/8") = 1.29$$

zapata

$$r.e.e = 7.50$$

$$f_y = 4200$$

$$f'c = 210$$

**Longitud de desarrollo en tracción**

$$L_{v1} = 45.00 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L_d < L_{v1}$$

OK !!

$$\begin{aligned} m &= 52.5 \text{ cm} \\ n &= 52.5 \text{ cm} \end{aligned}$$

## DISEÑO DE ZAPATA - ZONA II

**DATOS:**      **Z - 4**      **ZONA II**

Zapata			Otros			Suelo		
f' c =	210	kg/cm <sup>2</sup>	S/C =	300	kg/m <sup>2</sup>	Df =	1.5	m
Columna			PD =	32.94	Tn	RE	1800	kg/m <sup>3</sup>
f' c =	210	kg/cm <sup>2</sup>	PL =	0.2	Tn	qs =	2.59	kg/cm <sup>2</sup>
menor b =	25	cm	Pp en % de PD =	9%				
mayor t =	25	cm	MD =	0.001	Tn-m			
# varillas col =	4		ML =	0.001	Tn-m			

qs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

Acero		
f y =	4200	kg/cm <sup>2</sup>
Φb =	1.27	cm
AΦb =	1.29	cm <sup>2</sup>
db =	1.59	cm
AΦb =	1.99	cm <sup>2</sup>

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$L_d = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$L_d = 37 \text{ cm}$$

$$L_d = 0.004 \cdot b_d \cdot F_y$$

$$L_d = 26.712 \text{ cm}$$

Tomar  $L_d = 37.00 \text{ cm}$

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8")       $\Phi b (5/8) = 1.27 \text{ cm}$

$$r.e. = 7.50 \text{ cm} \quad (\text{recubrimiento})$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

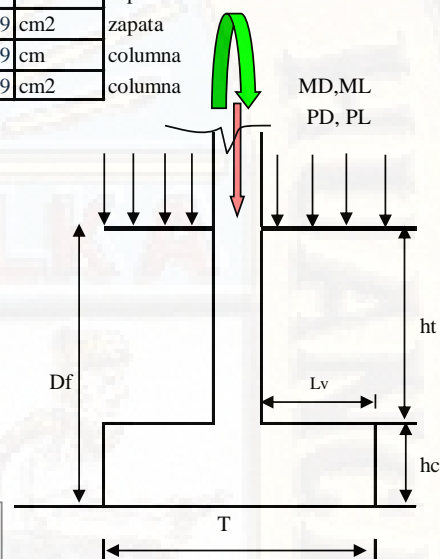
Tomar

$$hc = 50.00 \text{ cm}$$

$$hc = L_d + r.e. + \Phi b + \text{solado.}$$

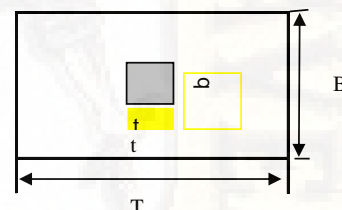
$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$



Cálculo de la capacidad neta del suelo ( qsn )

$$q_{sn} = q_s - \gamma_{ht} - \gamma_{hc} - s/c \Rightarrow q_{sn} = 2.26 \text{ kg/cm}^2$$



Cálculo del área de la zapata ( Az )

$$Az_{ap} = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{Az} + \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$B = \sqrt{Az} - \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} Az = 19,971.62 & \text{cm}^2 \\ T = 160.00 & \text{cm} \\ B = 160.00 & \text{cm} \end{matrix}$$

$$Lv = 58.16 \text{ cm} \quad \text{min}$$

Donde:

P = Carga de servicio

Lv = Volados iguales sin excentricidad

T =	104	MIN
B =	104	MIN

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA ( qsn )

$$\sigma_{snu} = (1.2PM + 1.6PV)/Az = 1.5567 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P} \Rightarrow e = 0.005$$

$$\frac{3E-05}{0.005}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{Az_{ap}}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

Wnu min	=	2.47	kg/cm2
Wnu max	=	2.47	kg/cm2

Donde:

Pu = Carga Ultima

Wnu = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

Tracción Diagonal:

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nu} \times B)(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

Lv =	67.50	cm
r.e =	5.00	cm
$\phi b (5/8") =$	1.27	cm
d =	33.73	cm
Vdu =	26,661.28	kg
$\phi =$	0.85	

(Suponiendo varillas  $\phi 5/8"$ )  
(  $d = h_c - \phi b - r.e.$  )

(Coef. De reduccion por corte)

Vc =	41,449.74	kg
$\phi V_c =$	35,232.28	kg

$\phi V_c > V_{du}$  OK!

Por Punzonamiento :

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_o$$

$$V_u = 42,089.73 \text{ kg}$$

$$A_o = (b+d)(t+d) = 3449.21$$

$$b_o = 2 \times (t+d) + 2 \times (b+d) =$$

$$b_o = 234.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left( 2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

$$V_c = 186,020.58 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 107,363.73 \text{ kg}$$

$$\phi V_c > V_{du} \text{ OK!}$$

$$b_c = \frac{\text{lado mayor columna (t)}}{\text{lado menor columna (b)}}$$

$$\beta_c = 1$$

cm2  
2m+2n  
(perimetro de los planos de falla)

$$V_c = 1.1 \times f_c \times \sqrt{b_o \times d}$$

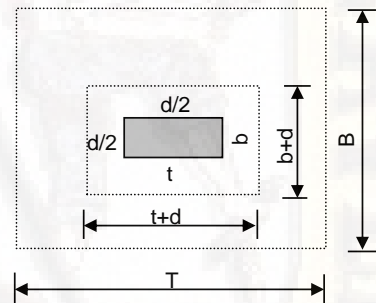
$$V_c = 126,310.27 \text{ Kg}$$

$$V_c = 0.27 \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'c} b_o d$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'c} b_o d$$

$$V_u \leq \phi V_c; \phi = 0.85$$

máx



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

Dirección Mayor:

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s F_y}{0.85 f'c b}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \times B \times d$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}} \text{ OK!!}$$

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \times r.e - \phi b}{n - 1}$$

iterando

$$L_v = 67.50 \text{ cm}$$

$$M_u = 900,956.65$$

$$\text{ree} = 5.00$$

$$\text{kg-cm } \phi b (3/4") = 1.27 \text{ cm}$$

$$B = 160.00 \text{ cm}$$

$$d = 33.73 \text{ cm}$$

$$a = 3.89 \text{ cm}$$

$$A_s = 7.50 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.10 \text{ cm}$$

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 6$$

$$\text{Espaciam} = 29.75$$

$$6 \phi 1/2" @ 29.75 \text{ cm}$$

$$A_s = 7.18 \text{ cm}^2$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 8$$

$$\text{Espaciam} = 21.00$$

$$8 \phi 1/2" @ 21.00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 9.71 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}}$$

ASUMIR  $A_{s \text{ mín}}$  !!



Dirección Menor:

$$\begin{aligned} A_s \text{ tranv} &= A_s \cdot \frac{T}{B} \\ A_s \text{ mín} &= 0.0018 \cdot B \cdot d \\ A_s &> A_s \text{ mín OK !!} \\ A_{\phi b} \\ \# \text{ Varilla (n)} &= \frac{A_s}{A_{\phi b}} \\ \text{Espaciam} &= \frac{B - 2 \cdot r.e - \phi b}{n - 1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 160 \\ B &= 160 \text{ cm} \\ d &= 33.73 \text{ cm} \\ a &= 5.01 \text{ cm} \quad (\text{Valor Asumido}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r.e. &= 5.00 \text{ cm} \\ \phi b \left( \frac{3}{4} \right) &= 1.2' \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\phi b} \left( \frac{1}{2} \right) &= 1.29 \text{ cm}^2 \\ \# \text{ Varilla (n)} &= 6 \\ \text{Espaciam} &= 29.75 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ transv} = 7.18 \text{ cm}^2$$

$$6 \text{ } \phi \frac{1}{2} \text{ @ } 29.75 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} A_{\phi b} \left( \frac{1}{2} \right) &= 1.29 \\ \# \text{ Varilla (n)} &= 8 \\ \text{Espaciam} &= 21.00 \end{aligned}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 9.71 \text{ cm}^2$$

$$8 \text{ } \phi \frac{1}{2} \text{ @ } 21.00 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ transv} > A_s \text{ mín} \quad \text{ASUMIR } A_s \text{ mín !!}$$

Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia ( Ld )

$$\begin{aligned} l_d &= \frac{0.06 \cdot A_{\phi b} \cdot f_y}{\sqrt{f'c}} \\ l_d &= 0.006 \cdot \phi b \cdot f_y \quad L_{v1} = h_c - r.e.e \\ l_d &= 30 \text{ cms} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_d &= 22.43 \text{ cm} \\ L_d &= 32.00 \text{ cm} \\ L_d &= 30.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\phi b} \left( \frac{5}{8} \right) &= 1.29 \\ r.e.e &= 7.50 \\ f_y &= 4200 \\ f'c &= 210 \end{aligned}$$

zapata

Longitud de desarrollo en tracción

$$L_{v1} = 60.00 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L_d < L_{v1} \quad \text{OK !!}$$

$$\begin{aligned} m &= 67.5 \text{ cm} \\ n &= 67.5 \text{ cm} \end{aligned}$$

## DISEÑO DE ZAPATA - ZONA III

**DATOS:**                      **Z - 1**                      **ZONA III**

Zapata		Otros		Suelo	
f' c =	210 kg/cm²	S/C =	300 kg/m²	Df =	1.5 m
Columna		PD =	9.713 Tn		1800 kg/m³
f' c =	210 kg/cm²	PL =	0.2 Tn	qs =	2.43 kg/cm²
menor b =	25 cm	Pp en % de PD =	9%		
mayor t =	25 cm	MD =	1.5 Tn-m		
# varillas col =	4	ML =	1.5 Tn-m		

qs (Kg/cm²)	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

Acero	
f y =	4200 kg/cm²
Φb =	1.27 cm
AΦb =	1.29 cm²
db =	1.59 cm
AΦb =	1.99 cm²

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$Ld = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$Ld = 37 \text{ cm}$$

$$Ld = 0.004 \cdot b \cdot d \cdot F_y$$

$$Ld = 26.712 \text{ cm}$$

Tomar  $Ld = 37.00 \text{ cm}$

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8")      Øb (5/8) = 1.27 cm

$$r.e. = 7.50 \text{ cm} \quad (\text{recubrimiento})$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

Tomar

$$hc = 50.00 \text{ cm}$$

$$hc = Ld + r.e. + \Phi b + \text{solado.}$$

$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$

Cálculo de la capacidad neta del suelo (qsn)

$$q_{sn} = q_s - \gamma h_t - \gamma h_c - s/c \Rightarrow q_{sn} = 2.10 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del área de la zapata (Az)

$$A_{zap} = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{A_z} + \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$B = \sqrt{A_z} - \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} A_z = 6,420.61 \text{ cm}^2 \\ T = 110.00 \text{ cm} \\ B = 110.00 \text{ cm} \end{matrix}$$

$$L_v = 27.6 \text{ cm} \quad \text{min}$$

Donde:

P = Carga de servicio

Lv = Volados iguales sin excentricidad

T =	104	MIN
B =	104	MIN

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA (qsnu)

$$\sigma_{snu} = (1.2PM + 1.6PV)/A_z = 0.9897 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P} \Rightarrow e = 7.500$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} 0.1544 \\ 7.5 \end{matrix}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

$W_{nu \text{ min}}$	=	0.93	kg/cm <sup>2</sup>
$W_{nu \text{ max}}$	=	2.21	kg/cm <sup>2</sup>

Donde:

$P_u$  = Carga Ultima

$W_{nu}$  = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

Tracción Diagonal:

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nu} \times B)(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

$L_v$	=	42.50	cm
$r.e$	=	7.50	cm
$\phi b (5/8")$	=	1.27	cm
$d$	=	31.23	cm
$V_{du}$	=	10,286.42	kg
$\phi$	=	0.85	

(Suponiendo varillas  $\phi 5/8"$ )

(  $d = hc - \phi b - r.e.$  )

(Coef. De reduccion por corte)

$V_c$	=	26,384.58	kg
$\phi V_c$	=	22,426.89	kg

$\phi V_c > V_{du}$  OK!

Por Punzonamiento:

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_0$$

$$V_u = 12,234.99 \text{ kg}$$

$$A_0 = (b+d)(t+d) = 3161.81 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 2 \times (t+d) + 2 \times (b+d) =$$

$$b_o = 224.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_c = 164,901.54 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 95,174.66 \text{ kg}$$

$$\phi V_c > V_{du} \text{ OK!}$$

$$\beta_c = \frac{\text{lado mayor columna (t)}}{\text{lado menor columna (b)}}$$

$$\beta_c = 1$$

cm<sup>2</sup>  
2m+2n  
(perimetro de los planos de falla)

$$V_c = 1.1 \times f'_c \times b_o \times d$$

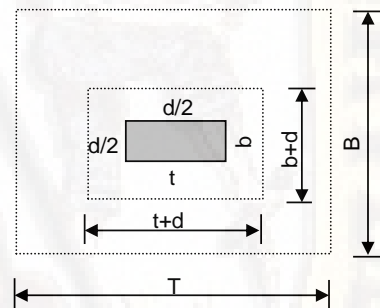
$$V_c = 111,970.18 \text{ Kg}$$

$$V_c = 0.27 \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_u \leq \phi V_c; \phi = 0.85$$

máx



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

Dirección Mayor:

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

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

$$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \times B \times d$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}} \text{ OK!!}$$

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \times r.e - \phi b}{n - 1}$$

iterando

$$L_v = 42.50 \text{ cm}$$

$$M_u = 219,250.17 \text{ kg-cm}$$

$$r.e = 7.50 \text{ cm}$$

$$\phi b (3/4") = 1.27 \text{ cm}$$

$$B = 110.00 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 3.89 \text{ cm}$$

$$A_s = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.42 \text{ cm}$$

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 1$$

$$\text{Espaciam} = \# \text{ DIV/0!}$$

$$1 \phi 1/2" @ \# \text{ DIV/0! cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 5$$

$$\text{Espaciam} = 23.00$$

$$5 \phi 1/2" @ 23.00 \text{ cm}$$

$$A_s = 1.87 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ mín}} = 6.18 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}}$$

ASUMIR  $A_{s \text{ mín}}!!$

Dirección Menor:

$$\begin{aligned} A_{s \text{ tranv}} &= A_s \cdot \frac{T}{B} \\ A_{s \text{ mín}} &= 0.0018 \cdot B \cdot d \\ A_s &> A_{s \text{ mín}} \text{ OK !!} \\ A_{\phi b} \\ \# \text{ Varilla (n)} &= \frac{A_s}{A_{\phi b}} \\ \text{Espaciam} &= \frac{B - 2 \cdot r.e - \phi b}{n - 1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 110 \\ B &= 110 \text{ cm} \\ d &= 31.23 \text{ cm} \\ a &= 5.01 \text{ cm} \end{aligned} \quad \begin{aligned} r.e &= 7.50 \text{ cm} \\ \phi b \left( \frac{3}{4} \right) &= 1.2 \text{ cm} \end{aligned}$$

(Valor Asumido)

$$\begin{aligned} A_{\phi b} \left( \frac{1}{2} \right) &= 1.29 \text{ cm}^2 \\ \# \text{ Varilla (n)} &= 1 \end{aligned}$$

$$\text{Espaciam} = \# \text{ DIV/0!}$$

$$A_{s \text{ tranv}} = 1.87 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ } \phi \text{ 1/2" @ } \# \text{ DIV/cm}$$

$$\begin{aligned} A_{\phi b} \left( \frac{1}{2} \right) &= 1.29 \\ \# \text{ Varilla (n)} &= 5 \end{aligned}$$

$$\text{Espaciam} = 23.00$$

$$A_{s \text{ mín}} = 6.18 \text{ cm}^2$$

$$5 \text{ } \phi \text{ 1/2" @ } 23.00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ tranv}} > A_{s \text{ mín}} \text{ ASUMIR } A_{s \text{ mín}} !!$$

Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia ( Ld )

$$\begin{aligned} L_d &= \frac{0.06 \cdot A_{\phi b} \cdot f_y}{\sqrt{f'c}} \\ L_d &= 0.006 \cdot \phi b \cdot f_y \quad L_{v1} = h_c - r.e.e \\ L_d &= 30 \text{ cms} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_d &= 22.43 \text{ cm} \\ L_d &= 32.00 \text{ cm} \\ L_d &= 30.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\phi b} \left( \frac{5}{8} \right) &= 1.29 \\ r.e.e &= 7.50 \\ f_y &= 4200 \\ f'c &= 210 \end{aligned}$$

zapata

Longitud de desarrollo en tracción

$$L_{v1} = 35.00 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L_d < L_{v1} \text{ OK !!}$$

$$\begin{aligned} m &= 42.5 \text{ cm} \\ n &= 42.5 \text{ cm} \end{aligned}$$

## DISEÑO DE ZAPATA - ZONA III

**DATOS:**                      **Z - 2**                      **ZONA III**

<u>Zapata</u>			<u>Otros</u>			<u>Suelo</u>		
f' c =	210	kg/cm²	S/C =	300	kg/m²	Df =	1.5	m
<u>Columna</u>			PD =	17.85	Tn	g t =	1800	kg/m³
f' c =	210	kg/cm²	PL =	0.2	Tn	qs =	2.43	kg/cm²
menor b =	25	cm	Pp en % de PD= 9%			<u>Acero</u>		
mayor t =	25	cm						
# varillas col=	4		MD=	1	Tn-m	f y =	4200	kg/cm²
			ML=	1	Tn-m			

qs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$L_d = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$L_d = 37 \text{ cm}$$

$$L_d = 0.004 \cdot b \cdot d \cdot F_y$$

$$L_d = 26.712 \text{ cm}$$

Tomar  $L_d = 37.00 \text{ cm}$

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8")      Øb (5/8) = 1.27 cm

$$r.e. = 7.50 \text{ cm} \quad (\text{recubrimiento})$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

Tomar

$$hc = 50.00 \text{ cm}$$

$$hc = L_d + r.e + \Phi b + \text{solado.}$$

$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$

Cálculo de la capacidad neta del suelo ( qsn )

$$q_{sn} = q_s - \gamma ht - \gamma hc - s/c \Rightarrow q_{sn} = 2.10 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del área de la zapata ( Az )

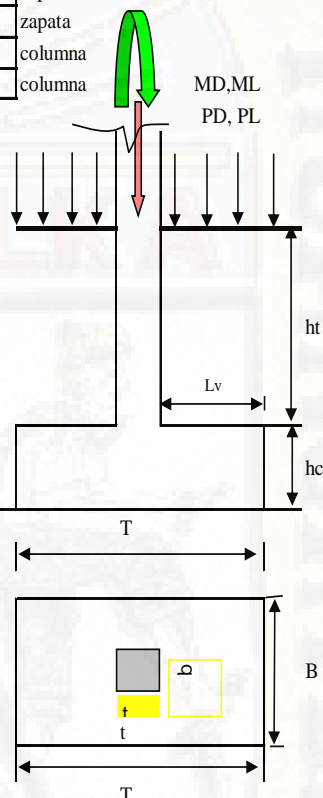
$$Azap = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{Az} + \frac{(t1 - t2)}{2}$$

$$B = \sqrt{Az} - \frac{(t1 - t2)}{2}$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} Az = 11,700.30 \text{ cm}^2 \\ T = 135.00 \text{ cm} \\ B = 135.00 \text{ cm} \end{matrix}$$

$$Lv = 41.6 \text{ cm} \quad \text{min}$$



Donde:

P = Carga de servicio

Lv = Volados iguales sin excentricidad

T =	104	MIN
B =	104	MIN

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA ( qsnu )

$$|\sigma_{snu}| = (1.2PM + 1.6PV)/Az = 1.1929 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P} \Rightarrow e = 5.000$$

$$\Rightarrow \frac{0.056}{5}$$

$$Wnu = \frac{Pu}{Azap}$$



$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

Wnu min	=	1.47	kg/cm <sup>2</sup>
Wnu max	=	2.31	kg/cm <sup>2</sup>

Donde:

Pu = Carga Ultima

Wnu = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

Tracción Diagonal:

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nux} B)(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

Lv =	55.00	cm
r.e =	7.50	cm
$\phi b$ ( 5/8" ) =	1.27	cm
d =	31.23	cm
Vdu =	17,134.77	kg
$\phi =$	0.85	

(Suponiendo varillas  $\phi 5/8"$ )

( d = hc -  $\phi b$  - r.e. )

(Coef. De reduccion por corte)

Vc =	32,381.08	kg
$\phi V_c =$	27,523.92	kg

$\phi V_c > V_{du}$  OK!

Por Punzonamiento :

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_o$$

$$V_u = 22,927.37 \text{ kg}$$

$$A_o = (b+d)(t+d) = 3161.81 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 2 \times (t + d) + 2 \times (b + d) =$$

$$b_o = 224.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left( 2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_c = 164,901.54 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 95,174.66 \text{ kg}$$

$$\phi V_c > V_{du} \text{ OK!}$$

$b_c =$  lado mayor columna ( t )  
lado menor columna ( b )

$\beta_c = 1$

cm<sup>2</sup>

2m + 2n

(perimetro de los planos de falla)

$$V_c = 1.1 \times f_c \sqrt{b_o \times d}$$

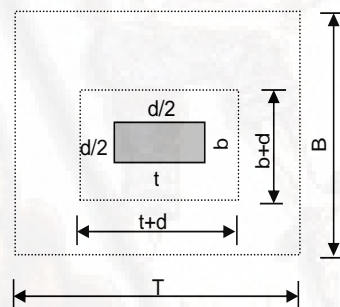
$$V_c = 111,970.18 \text{ Kg}$$

$$V_c = 0.27 \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_u \leq \phi V_c; \phi = 0.85$$

máx



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

Dirección Mayor:

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

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

$$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \times B \times d$$

$A_s > A_{s \text{ mín}}$  OK !!

$A_{\phi b}$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \times r.e - \phi b}{n - 1}$$

iterando

$$L_v = 55.00 \text{ cm}$$

$$M_u = 472,065.10$$

$$\text{ree} = 7.50$$

$$\text{kg-cm } \phi b \text{ ( 3/4" ) } = 1.27 \text{ cm}$$

$$B = 135.00 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 3.89 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.26 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.74 \text{ cm}$$

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} \text{ ( 1/2" ) } = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = 3$$

$$\text{Espaciam} = 59.37$$

$$3 \phi 1/2" @ 59.37 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.05 \text{ cm}^2$$

$$A_{\phi b} \text{ ( 1/2" ) } = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla ( n ) } = 6$$

$$\text{Espaciam} = 24.00$$

$$6 \phi 1/2" @ 24.00 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ mín}} = 7.59 \text{ cm}^2$$

$A_s > A_{s \text{ mín}}$

ASUMIR  $A_{s \text{ mín}}$  !!

Dirección Menor:

$$\begin{aligned} A_s \text{ tranv} &= A_s * T \\ &\quad B \\ A_s \text{ mín} &= 0.0018 * B * d \\ A_s &> A_s \text{ mín OK !!} \\ A\phi b \\ \# \text{ Varilla (n)} &= \frac{A_s}{A\phi b} \\ \text{Espaciam} &= \frac{B - 2 * r.e - \phi b}{n - 1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 135 \\ B &= 135 \text{ cm} \\ d &= 31.23 \text{ cm} \\ a &= 5.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r.e. &= 7.50 \text{ cm} \\ \phi b (3/4") &= 1.27 \text{ cm} \end{aligned}$$

(Valor Asumido)

$$\begin{aligned} A\phi b (1/2") &= 1.29 \text{ cm} \\ \# \text{ Varilla (n)} &= 3 \\ \text{Espaciam} &= 59.37 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ transv} = 4.05 \text{ cm}^2$$

$$3 \text{ } \phi 1/2" @ 59.37 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} A\phi b (1/2") &= 1.29 \\ \# \text{ Varilla (n)} &= 6 \end{aligned}$$

$$\text{Espaciam} = 24.00$$

$$A_{s \text{ mín}} = 7.59 \text{ cm}^2$$

$$6 \text{ } \phi 1/2" @ 24.00 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ transv} > A_s \text{ mín} \quad \text{ASUMIR } A_s \text{ mín !!}$$

Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia ( Ld )

$$\begin{aligned} L_d &= \frac{0.06 * A\phi b * f_y}{\sqrt{f'c}} \\ L_d &= 0.006 * \phi b * f_y \quad L_{v1} = h_c - r.e.e \\ L_d &= 30 \text{ cms} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_d &= 22.43 \text{ cm} \\ L_d &= 32.00 \text{ cm} \\ L_d &= 30.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A\phi b (5/8") &= 1.29 \\ r.e.e &= 7.50 \\ f_y &= 4200 \\ f'c &= 210 \end{aligned}$$

zapata

Longitud de desarrollo en tracción

$$L_{v1} = 47.50 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L_d < L_{v1} \quad \text{OK !!}$$

$$\begin{aligned} m &= 55 \text{ cm} \\ n &= 55 \text{ cm} \end{aligned}$$

## DISEÑO DE ZAPATA - ZONA III

**DATOS:**      **Z - 3**      **ZONA III**

Zapata	Otros	Suelo
$f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	$S/C = 300$ kg/m <sup>2</sup>	$Df = 1.5$ m
Columna	$PD = 18.01$ Tn	$g t = 1800$ kg/m <sup>3</sup>
$f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	$PL = 0.2$ Tn	$qs = 2.43$ kg/cm <sup>2</sup>
menor $b = 25$ cm	Pp en % de PD = <b>9%</b>	
mayor $t = 25$ cm	MD = <b>1</b> Tn-m	
# varillas col = <b>4</b>	ML = <b>1</b> Tn-m	

qs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

Acero	
$f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup>	
$\Phi b = 1.27$ cm	zapata
$A\phi b = 1.29$ cm <sup>2</sup>	zapata
$db = 1.59$ cm	columna
$A\Phi b = 1.99$ cm <sup>2</sup>	columna

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata ( $hc$ )

$$Ld = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$Ld = 0.004 \cdot bd \cdot F_y$$

Tomar  **$Ld = 37.00$  cm**

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8")  $\Phi b (5/8) = 1.27$  cm

$$r.e. = 7.50 \text{ cm (recubrimiento)}$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

Tomar

$$hc = 50.00 \text{ cm}$$

$$hc = Ld + r.e + \Phi b + \text{solado.}$$

$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$

Cálculo de la capacidad neta del suelo ( $q_{sn}$ )

$$q_{sn} = qs - \gamma_{ht} - \gamma_{hc} - s/c \Rightarrow q_{sn} = 2.10 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del área de la zapata ( $A_z$ )

$$Az_{ap} = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{Az} + \frac{(t1 - t2)}{2}$$

$$B = \sqrt{Az} - \frac{(t1 - t2)}{2}$$

$$\Rightarrow Az = 11,802.49 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow T = 135.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow B = 135.00 \text{ cm}$$

$$Lv = 41.82 \text{ cm min}$$

Donde:

$P$  = Carga de servicio

$Lv$  = Volados iguales sin excentricidad

$T =$	104	MIN
$B =$	104	MIN

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA ( $q_{snu}$ )

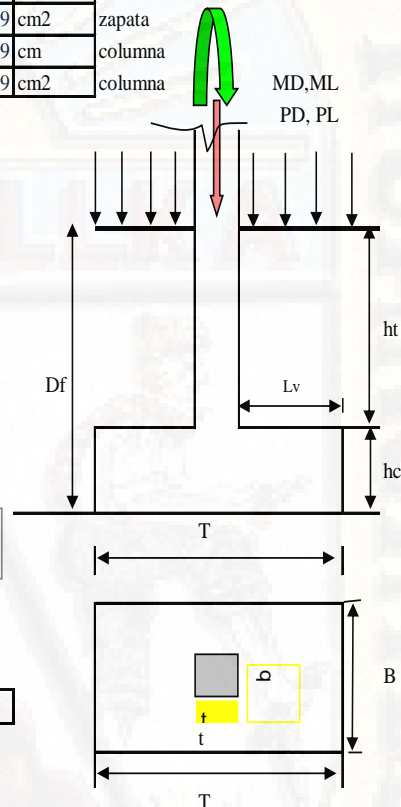
$$|\sigma_{snu}| = (1.2PM + 1.6PV)/Az = 1.2032 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P} \Rightarrow e = 5.000$$



$$\frac{0.0555}{5}$$

$$Wnu = \frac{Pu}{Azap}$$



$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

$W_{nu \text{ min}}$	=	1.48	kg/cm <sup>2</sup>
$W_{nu \text{ max}}$	=	2.33	kg/cm <sup>2</sup>

Donde:

$P_u$  = Carga Ultima

$W_{nu}$  = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

Tracción Diagonal:

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nu} \times B)(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

$L_v$	=	55.00	cm
$r.e$	=	7.50	cm
$\phi b (5/8")$	=	1.27	cm
$d$	=	31.23	cm
$V_{du}$	=	17,284.37	kg
$\phi$	=	0.85	

(Suponiendo varillas  $\phi 5/8"$ )

( $d = h_c - \phi b - r.e.$ )

(Coef. De reduccion por corte)

$V_c$	=	32,381.08	kg
$\phi V_c$	=	27,523.92	kg

$\phi V_c > V_{du}$  OK!

Por Punzonamiento :

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_o$$

$$V_u = 23,127.18 \text{ kg}$$

$$A_o = (b+d)(t+d) = 3161.81 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 2 \times (t + d) + 2 \times (b + d) = 224.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left( 2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} \times 1.5 \times b_o \times d$$

$$V_c = 164,901.54 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 95,174.66 \text{ kg}$$

$$\phi V_c > V_{du} \text{ OK!}$$

$b_c = \text{lado mayor columna (t)}$   
lado menor columna (b)

$$\beta_c = 1$$

cm<sup>2</sup>

2m + 2n

(perimetro de los planos de falla)

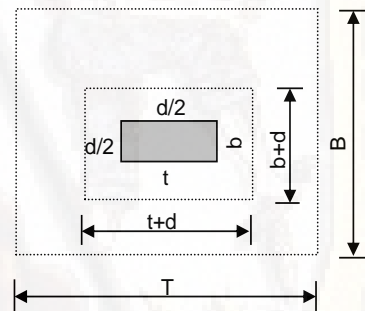
$$V_c = 1.1 \times f'_c \sqrt{b_o \times d}$$

máx

$$V_c = 0.27 \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_u \leq \phi V_c; \phi = 0.85$$



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

Dirección Mayor:

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

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

$$A_{s \text{ mín}} = 0.0018 \times B \times d$$

$A_s > A_{s \text{ mín}}$  OK !!

$A_{\phi b}$

$$\# \text{ Varilla (n)} = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \times r.e - \phi b}{n - 1}$$

$$L_v = 55.00 \text{ cm}$$

$$M_u = 476,179.03 \text{ kg-cm}$$

$$r.e = 7.50 \text{ cm}$$

$$\phi b (3/4") = 1.27 \text{ cm}$$

$$B = 135.00 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

iterando

$$a = 3.89 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.30 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.75 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.08 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ mín}} = 7.59 \text{ cm}^2$$

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 3$$

$$\text{Espaciam} = 59.37$$

$$3 \phi 1/2" @ 59.37 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 6$$

$$\text{Espaciam} = 24.00$$

$$6 \phi 1/2" @ 24.00 \text{ cm}$$

$$A_s > A_{s \text{ mín}}$$

ASUMIR  $A_{s \text{ mín}}$  !!

Dirección Menor:

$$As_{transv} = As \cdot \frac{T}{B}$$

$$As_{mín} = 0.0018 \cdot B \cdot d$$

As > As mín OK !!

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = \frac{As}{A_{\phi b}}$$

$$Espaciam = \frac{B - 2 \cdot r.e - \phi b}{n - 1}$$

$$T = 135$$

$$B = 135 \text{ cm}$$

$$d = 31.23 \text{ cm}$$

$$a = 5.01 \text{ cm} \quad (\text{Valor Asumido})$$

$$ree = 7.50 \text{ cm}$$

$$\phi b (3/4") = 1.27 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 3$$

$$Espaciam = 59.37$$

$$As_{transv} = 4.08 \text{ cm}^2$$

$$3 \phi 1/2" @ 59.37 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 6$$

$$Espaciam = 24.00$$

$$As_{mín} = 7.59 \text{ cm}^2$$

$$6 \phi 1/2" @ 24.00 \text{ cm}$$

$$As_{transv} > As_{mín} \quad \text{ASUMIR } As_{mín} !!$$

Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia (Ld)

$$Ld = \frac{0.06 \cdot A_{\phi b} \cdot f_y}{\sqrt{f'c}}$$

$$Ld = 0.006 \cdot \phi b \cdot f_y \quad Lv1 = hc - r.e.e$$

$$Ld = 30 \text{ cms}$$

$$Ld = 22.43 \text{ cm}$$

$$Ld = 32.00 \text{ cm}$$

$$Ld = 30.00 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (5/8") = 1.29$$

$$r.e.e = 7.50$$

$$f_y = 4200$$

$$f_c = 210$$

zapata

Longitud de desarrollo en tracción

$$Lv1 = 47.50 \text{ cm}$$

$$Ld = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow Ld < Lv1 \quad \text{OK !!}$$

$$m = 55 \text{ cm}$$

$$n = 55 \text{ cm}$$



## DISEÑO DE ZAPATA - ZONA III

**DATOS:**      Z - 4      ZONA III

<u>Zapata</u>			<u>Otros</u>			<u>Suelo</u>		
f' c =	210	kg/cm²	S/C =	300	kg/m²	Df =	1.5	m
<u>Columna</u>			PD =	32.9	Tn	γ τ =	1800	kg/m³
f' c =	210	kg/cm²	PL =	0.2	Tn	qs =	2.43	kg/cm²
menor b =	25	cm	Pp en % de PD= 9%					
mayor t =	25	cm	MD=	2.96	Tn-m	<u>Acero</u>		
# varillas col=	4		ML=	2.96	Tn-m	f y =	4200	kg/cm²

qs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pp en % de PD
4	4%
3	6%
2	8%
1	10%

### 1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$L_d = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:

$$L_d = 0.004 \cdot b_d \cdot F_y$$

Tomar **Ld = 37.00 cm**

(Del problema se emplean varillas de Ø5/8") Øb (5/8) = 1.27 cm

$$r.e. = 7.50 \text{ cm (recubrimiento)}$$

$$hc = 55.77 \text{ cm}$$

Tomar **hc = 50.00 cm**

$$hc = L_d + r.e. + \Phi b + \text{solado.}$$

$$ht = Df - hc$$

$$ht = 100.00 \text{ cm}$$

Cálculo de la capacidad neta del suelo (qsn)

$$q_{sn} = q_s - \gamma h_t - \gamma h_c - s/c$$

**qsn = 2.10 kg/cm<sup>2</sup>**

Cálculo del área de la zapata (Az)

$$A_{zap} = \frac{P}{q_{sn}}$$

$$T = \sqrt{A_z} + \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$B = \sqrt{A_z} - \frac{(t_1 - t_2)}{2}$$

$$\begin{aligned} A_z &= 21,493.27 \text{ cm}^2 \\ T &= 195.00 \text{ cm} \\ B &= 195.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$L_v = 60.8 \text{ cm min}$$

Donde:

P = Carga de servicio

Lv = Volados iguales sin excentricidad

T=	104	MIN
B=	104	MIN

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA (qsnu)

$$\sigma_{snu} = (1.2PM + 1.6PV)/A_z = 1.0481 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = \frac{M}{P} \Rightarrow e = 14.825$$

$$\begin{aligned} &0.09 \\ &14.82 \end{aligned}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}}$$

$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_{zap}} \left[ 1 \pm 6 \frac{e}{T} \right]$$

$W_{nu \text{ min}}$	=	0.90	kg/cm <sup>2</sup>
$W_{nu \text{ max}}$	=	2.42	kg/cm <sup>2</sup>

Donde:

$P_u$  = Carga Ultima  
 $W_{nu}$  = Esfuerzo neto ultimo

OK!!

### 3.- VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0.85$ )

La sección crítica se ubica a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

Tracción Diagonal:

PARA CASO RECTANGULAR

$$L_v = \frac{T - t}{2} \text{ ó } m = \frac{B - b}{2}$$

$$V_{du} = (W_{nux} B)(L_v - d)$$

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

$$\phi V_c \geq V_{du}$$

$L_v$	=	85.00	cm
$r.e$	=	5.00	cm
$\phi b (5/8")$	=	1.27	cm
$d$	=	33.73	cm
$V_{du}$	=	40,122.56	kg
$\phi$	=	0.85	

(Suponiendo varillas  $\phi 5/8"$ )  
 $(d = h_c - \phi b - r.e.)$

(Coef. De reduccion por corte)

$V_c$	=	50,516.87	kg
$\phi V_c$	=	42,939.34	kg

$\phi V_c > V_{du}$  OK!

Por Punzonamiento:

$$V_u = P_u - W_{nu} \times A_o$$

$$V_u = 47,491.12 \text{ kg}$$

$$A_o = (b+d)(t+d) = 3449.21 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 2 \times (t+d) + 2 \times (b+d) =$$

$$b_o = 234.92 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.27 \times \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] f'_c \times b_o \times d$$

$$V_c = 186,020.58 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 107,363.73 \text{ kg}$$

$\phi V_c > V_{du}$  OK!  
 $\beta_c = \frac{\text{lado mayor columna (t)}}{\text{lado menor columna (b)}}$

$\beta_c = 1$

$\text{cm}^2$   
 $2m + 2n$   
(perímetro de los planos de falla)

$$V_c = 1.1 \times f'_c \times b_o \times d$$

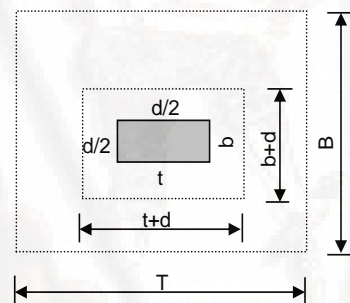
$$V_c = 126,310.27 \text{ Kg}$$

$$V_c = 0.27 \left[ 2 + \frac{4}{\beta_c} \right] \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$\beta_c = \frac{D_{\text{mayor}}}{D_{\text{menor}}}, \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_u \leq \phi V_c; \phi = 0.85$$

máx



### 4.- CALCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL ( $\phi = 0.90$ )

Dirección Mayor:

$$M_u = \frac{(W_{nu} \times B) L_v^2}{2}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a}{2})}$$

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

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times B \times d$$

$$A_s > A_{s \text{ min}} \text{ OK!!}$$

$$A_{\phi b}$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = \frac{A_s}{A_{\phi b}}$$

$$\text{Espaciam} = \frac{B - 2 \times r.e - \phi b}{n - 1}$$

$\rightarrow$

$$L_v = 85.00 \text{ cm}$$

$$M_u = 1,706,642.45 \text{ kg-cm}$$

$$r.e = 5.00 \text{ cm}$$

$$\phi b (3/4") = 1.27 \text{ cm}$$

$$B = 195.00 \text{ cm}$$

$$d = 33.73 \text{ cm}$$

$$a = 3.89 \text{ cm}$$

$$A_s = 14.20 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.71 \text{ cm}$$

$$A_s = 13.73 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 11.84 \text{ cm}^2$$

$A_s > A_{s \text{ min}}$

(Valor Asumido)

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 11$$

$$\text{Espaciam} = 18.37$$

$$11 \phi 1/2" @ 18.37 \text{ cm}$$

$$A_{\phi b} (1/2") = 1.29$$

$$\# \text{ Varilla (n)} = 9$$

$$\text{Espaciam} = 23.00$$

$$9 \phi 1/2" @ 23.00 \text{ cm}$$

OK!!

**Dirección Menor:**

$$\begin{aligned} A_s \text{ tranv} &= A_s \cdot \frac{l}{B} \\ A_s \text{ mín} &= 0.0018 \cdot B \cdot d \\ A_s &> A_s \text{ mín OK !!} \\ A_{\phi b} \\ \# \text{ Varilla (n)} &= \frac{A_s}{A_{\phi b}} \\ \text{Espaciam} &= \frac{B - 2 \cdot r.e - \phi b}{n - 1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 195 \\ B &= 195 \text{ cm} \\ d &= 33.73 \text{ cm} \\ a &= 5.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r.e.e &= 5.00 \text{ cm} \\ \phi b (3/4") &= 1.21 \text{ cm} \end{aligned}$$

(Valor Asumido)

$$\begin{aligned} A_{\phi b} (1/2") &= 1.29 \text{ cm} \\ \# \text{ Varilla (n)} &= 11 \\ \text{Espaciam} &= 18.37 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ tranv} = 13.73 \text{ cm}^2$$

$$11 \text{ } \phi 1/2" @ 18.37 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} A_{\phi b} (1/2") &= 1.29 \\ \# \text{ Varilla (n)} &= 9 \\ \text{Espaciam} &= 23.00 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ mín} = 11.84 \text{ cm}^2$$

$$9 \text{ } \phi 1/2" @ 23.00 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ tranv} > A_s \text{ mín OK !!}$$

**Longitud de desarrollo en Tracción ó adherencia ( Ld )**

$$\begin{aligned} L_d &= \frac{0.06 \cdot A_{\phi b} \cdot f_y}{\sqrt{f'c}} \\ L_d &= \frac{0.006 \cdot \phi b \cdot f_y}{\sqrt{f'c}} \\ L_d &= 30 \text{ cms} \end{aligned}$$

$$L_{v1} = h_c - r.e.e$$

$$\begin{aligned} L_d &= 22.43 \text{ cm} \\ L_d &= 32.00 \text{ cm} \\ L_d &= 30.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\phi b} (5/8") &= 1.29 \\ r.e.e &= 7.50 \\ f_y &= 4200 \\ f'c &= 210 \end{aligned}$$

zapata

**Longitud de desarrollo en tracción**

$$L_{v1} = 77.50 \text{ cm}$$

$$L_d = 32.00 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L_d < L_{v1} \text{ OK !!}$$

$$\begin{aligned} m &= 85 \text{ cm} \\ n &= 85 \text{ cm} \end{aligned}$$

### 3.6.3. ANALISIS DE DATOS

➤ Los cálculos ejecutados de predimensionamiento y dimensionamiento de elementos estructurales como son sección de vigas VS -101 (0.25X0.25), VS -102 (0.25X0.25), VP-101(0.25X0.30), VP-102 (0.25X0.25), sección de columnas (C-1), (C-2), (C-3), (C-4), (0.25x0.25) m, espesor de losa aligerada  $e=0.20$  m, se diseñaron respetando las normas vigentes de la industria de la construcción las cuales cumplen tales como reglamentos E.030, E.060, E.050, A.020, E.050, E.070. El diseño de cimentaciones planteadas por zonas es:

#### **Zona I**

- Z-1, de la zona I sección (1.10x1.10)  $h=0.50$ , acero de refuerzo longitudinal  $5\varnothing 1/2"$  @ 23 cm y transversal  $5\varnothing 1/2"$  @ 23 cm.
- Z-2, de la zona I sección (1.35x1.35)  $h=0.50$ , acero de refuerzo longitudinal  $6\varnothing 1/2"$  @ 24 cm y transversal  $6\varnothing 1/2"$  @ 24 cm.
- Z-3, de la zona I sección (1.35x1.35)  $h=0.50$ , acero de refuerzo longitudinal  $6\varnothing 1/2"$  @ 24 cm y transversal  $6\varnothing 1/2"$  @ 24 cm.
- Z-4, de la zona I sección (1.75x1.75)  $h=0.50$ , acero de refuerzo longitudinal  $8\varnothing 1/2"$  @ 23 cm y transversal  $8\varnothing 1/2"$  @ 23 cm.

#### **Zona II**

- Z-1, de la zona II sección (1.05x1.05)  $h=0.50$ , acero de refuerzo longitudinal  $5\varnothing 1/2"$  @ 22 cm y transversal  $5\varnothing 1/2"$  @ 22 cm.
- Z-2, de la zona II sección (1.30x1.30)  $h=0.50$ , acero de refuerzo longitudinal  $6\varnothing 1/2"$  @ 23 cm y transversal  $6\varnothing 1/2"$  @ 23 cm.
- Z-3, de la zona II sección (1.30x1.30)  $h=0.50$ , acero de refuerzo longitudinal  $6\varnothing 1/2"$  @ 23 cm y transversal  $6\varnothing 1/2"$  @ 23 cm.
- Z-4, de la zona II sección (1.60x1.60)  $h=0.50$ , acero de refuerzo longitudinal  $8\varnothing 1/2"$  @ 21 cm y transversal  $8\varnothing 1/2"$  @ 21 cm.

### **Zona III**

- Z-1, de la zona III sección (1.10x1.10) h=0.50, acero de refuerzo longitudinal 5Ø 1/2" @ 23 cm y transversal 5Ø 1/2" @ 23 cm.
- Z-2, de la zona III sección (1.35x1.35) h=0.50, acero de refuerzo longitudinal 6Ø 1/2" @ 24 cm y transversal 6Ø 1/2" @ 24 cm.
- Z-3, de la zona III sección (1.35x1.35) h=0.50, acero de refuerzo longitudinal 6Ø 1/2" @ 24 cm y transversal 6Ø 1/2" @ 24 cm.
- Z-4, de la zona III sección (1.95x1.95) h=0.50, acero de refuerzo longitudinal 9Ø 1/2" @ 23 cm y transversal 9Ø 1/2" @ 23 cm.

Cumple con las normas vigentes de la industria de la construcción.

- Se observa que las edificaciones existentes en la zona de intervención de la investigación carecen de un estudio de mecánica de suelos y otros estudios también el diseño de cimiento adecuado según el uso de viviendas.
- En algunas construcciones nuevas se observó el sobredimensionamiento de zapatas, ya que son hechas sin conocimiento previo más que la experiencia propia, pero sin un previo análisis estructural por parte de especialistas.
- Para la microzonificación se tomo como base la capacidad admisible del suelo y la clasificación del suelo y la granulometría que se presenta en cada zona.





## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACION DE RESULTADOS**

#### **4.1. ANALISIS DE INFORMACION**

##### **4.1.1.1. Contenido de Humedad ASTM D2216 .**

Contenido de humedad C – 01

W (%) =17.738

Contenido de humedad C – 02

W(%) =7.772

Contenido de humedad C – 03

W(%) =10.415

Contenido de humedad C – 04

W(%) =8.834

Contenido de humedad C – 05

W(%) =7.248

Contenido de humedad C – 06

W(%) =5.343

##### **4.1.1.2. Limite Líquido ASTM D4318:**

Limite Liquido C – 01

LL(%) =107.03

Limite Liquido C – 02

LL(%) =32.42

Limite Liquido C – 03

LL(%) =27.94

Limite Liquido C – 04

LL(%) =61.06

Limite Liquido C – 05

LL(%) =40.78

Limite Liquido C – 06

LL(%) =37.89

#### **4.1.1.3. Limite Plástico ASTM D4318:**

Limite Plastico C-01

LP (%)=149.1

Limite Plastico C-02

LP (%)=30.1

Limite Plastico C-03

LP (%)=28.4

Limite Plastico C-04

LP (%)=207.9

Limite Plastico C-05

LP (%)=31.2

Limite Plastico C-06

LP (%)=30.3

#### **4.1.1.4. Índice Plástico:**

$$IP = LL - LP$$

De los resultados obtenidos el límite líquido y plástico es:

Índice Plástico C - 01

(%) =N.P %

Índice Plástico C - 02

(%) =2.30 %

Índice Plástico C - 03

(%) =N.P %

Índice Plástico C - 04

(%) = N.P %

Índice Plástico C - 05

(%) = 9.60 %

Índice Plástico C - 06

(%) = 7.60 %

#### 4.1.1.5. Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422:

##### Análisis Granulométrico C – 01

Tabla 13 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-01

					ACUMULADO	
AST M	malla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenid o	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	675	675	16.463	16.463	83.537
3/4"	19.05	796	796	19.415	35.878	64.122
3/8"	9.525	410	410	10	45.878	54.122
#4	4.76	270	270	6.585	52.463	47.537
#8	2.3	362	362	8.829	61.292	38.708
#16	1.19	380	380	9.268	70.56	29.44
#20	0.84	165	165	4.024	74.584	25.416
#30	0.59	162	162	3.951	78.535	21.465
#40	0.426	134	134	3.268	81.803	18.197
#50	0.297	112	112	2.732	84.535	15.465
#100	0.149	154	154	3.756	88.291	11.709
#200	0.074	56	56	1.366	89.657	10.343
platillo x lavado		296	424	10.341	100	0
platillo x tamizado		128				
SUMA		4100	4100	100		

Fuente: ficha de laboratorio

### Análisis Granulométrico C – 02

Tabla 14 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-02

					ACUMULADO	
ASTM	mallla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100
3/4"	19.05	388	390.499	15.62	15.62	84.38
3/8"	9.525	452	454.911	18.196	33.816	66.184
#4	4.76	378	380.435	15.217	49.033	50.967
#8	2.3	354	356.28	14.251	63.284	36.716
#16	1.19	322	324.074	12.963	76.247	23.753
#20	0.84	126	126.812	5.072	81.319	18.681
#30	0.59	128	128.824	5.153	86.472	13.528
#40	0.426	102	102.657	4.106	90.578	9.422
#50	0.297	78	78.502	3.14	93.718	6.282
#100	0.149	86	86.554	3.462	97.18	2.82
#200	0.074	30	30.193	1.208	98.388	1.612
platillo x lavado		0	40.258	1.61	100	0
platillo x tamizado		40				
SUMA		2484	2499.999	100		

Fuente: ficha de laboratorio

### Análisis Granulométrico C – 03

Tabla 15 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-03

					ACUMULADO	
ASTM	mallla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100
3/4"	19.05	56	114.047	2.437	2.437	97.563
3/8"	9.525	212	431.749	9.225	11.662	88.338
#4	4.76	348	708.721	15.144	26.806	73.194
#8	2.3	426	867.572	18.538	45.344	54.656
#16	1.19	440	896.084	19.147	64.491	35.509
#20	0.84	178	362.507	7.746	72.237	27.763
#30	0.59	148	301.41	6.44	78.677	21.323

#40	0.426	112	228.094	4.874	83.551	16.449
#50	0.297	84	171.07	3.655	87.206	12.794
#100	0.149	110	224.021	4.787	91.993	8.007
#200	0.074	76	154.778	3.307	95.3	4.7
platillo x lavado		2	219.948	4.7	100	0
platillo x tamizado		106				
SUMA		2298	4680.001	100		

Fuente: ficha de laboratorio

### Análisis Granulométrico C – 04

Tabla 16 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-04

					ACUMULADO	
ASTM	malla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	146	146	4.257	4.257	95.743
3/4"	19.05	346	346	10.087	14.344	85.656
3/8"	9.525	482	482	14.052	28.396	71.604
#4	4.76	488	488	14.227	42.623	57.377
#8	2.3	496	496	14.461	57.084	42.916
#16	1.19	430	430	12.536	69.62	30.38
#20	0.84	190	190	5.539	75.159	24.841
#30	0.59	202	202	5.889	81.048	18.952
#40	0.426	172	172	5.015	86.063	13.937
#50	0.297	140	140	4.082	90.145	9.855
#100	0.149	168	168	4.898	95.043	4.957
#200	0.074	70	70	2.041	97.084	2.916
platillo x lavado		8	100	2.915	100	0
platillo x tamizado		92				
SUMA		3430	3430	100		

Fuente: ficha de laboratorio



### Análisis Granulométrico C – 05

Tabla 17 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-05

					ACUMULADO	
AST M	mallam	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100
3/4"	19.05	86	86	4.279	4.279	95.721
3/8"	9.525	134	134	6.667	10.946	89.054
#4	4.76	458	458	22.786	33.732	66.268
#8	2.3	550	550	27.363	61.095	38.905
#16	1.19	338	338	16.816	77.911	22.089
#20	0.84	92	92	4.577	82.488	17.512
#30	0.59	72	72	3.582	86.07	13.93
#40	0.426	54	54	2.687	88.757	11.243
#50	0.297	44	44	2.189	90.946	9.054
#100	0.149	60	60	2.985	93.931	6.069
#200	0.074	44	44	2.189	96.12	3.88
platillo x lavado		30	78	3.881	100	0
platillo x tamizado		48				
SUMA		2010	2010	100		

Fuente: ficha de laboratorio

### Análisis Granulométrico C – 06

Tabla 18 Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422 – C-06

					ACUMULADO	
ASTM	mallam	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100
3/4"	19.05	0	0	0	0	100
3/8"	9.525	178	179.963	8.18	8.18	91.82
#4	4.76	386	390.257	17.739	25.919	74.081
#8	2.3	630	636.949	28.952	54.871	45.129
#16	1.19	272	275	12.5	67.371	32.629
#20	0.84	168	169.853	7.721	75.092	24.908
#30	0.59	158	159.743	7.261	82.353	17.647
#40	0.426	112	113.235	5.147	87.5	12.5

#50	0.297	76	76.838	3.493	90.993	9.007
#100	0.149	74	74.816	3.401	94.394	5.606
#200	0.074	42	42.463	1.93	96.324	3.676
platillo x lavado		0				0
platillo x tamizado		80	80.882	3.676	100	
SUMA		2176	2199.999	100		

Fuente: ficha de laboratorio

#### 4.1.1.6. Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487:

##### Clasificación de suelo C – 01

Tabla 19 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-01

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO GRUESO
Tipo de simbología:	Simbología Simple
Tipo de suelo:	GM
Suelo:	Grava limosas mezcla grava, arena - limo
Característica del suelo	GM

Fuente: ficha de laboratorio

##### Clasificación de suelo C – 02

Tabla 20 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-02

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO GRUESO
Tipo de simbología:	Simbología doble
Tipo de suelo:	SM
Suelo:	Arenas arcillosas, mezcla arena - arcilla
Característica del suelo	SM

Fuente: ficha de laboratorio

### Clasificación de suelo C – 03

Tabla 21 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-03

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO GRUESO
Tipo de simbología:	Simbología doble
Tipo de suelo:	SM
Suelo:	Arenas arcillosas, mezcla arena - arcilla
Característica del suelo	SM

Fuente: ficha de laboratorio

### Clasificación de suelo C – 04

Tabla 22 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-04

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO GRUESO
Tipo de simbología:	Simbología Simple
Tipo de suelo:	SM
Suelo:	Arenas arcillosas, mezcla arena - arcilla
Característica del suelo	SM

Fuente: ficha de laboratorio

### Clasificación de suelo C – 05

Tabla 23 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-05

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO GRUESO
Tipo de simbología:	Simbología Simple
Tipo de suelo:	SC

Suelo:	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla
Caraterística del suelo	SC

*Fuente: ficha de laboratorio*

### **Clasificación de suelo C – 06**

*Tabla 24 Clasificación de Suelos según SUCS ASTM D2487, C-06*

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO GRUESO
Tipo de simbología:	Simbología Simple
Tipo de suelo:	SC
Suelo:	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla
Caraterística del suelo	SC

*Fuente: ficha de laboratorio*

#### **4.1.2. CAPACIDAD ADMISIBLE DE LOS EN SUELOS**

- Capacidad admisible del suelo C – 01  
 $q \text{ (adm)} = 0.81 \text{ kg/cm}^2$
- Capacidad admisible del suelo C – 02  
 $q \text{ (adm)} = 0.86 \text{ kg/cm}^2$
- Capacidad admisible del suelo C - 03  
 $q \text{ (adm)} = 1.30 \text{ kg/cm}^2$
- Capacidad admisible del suelo C - 04  
 $q \text{ (adm)} = 1.30 \text{ kg/cm}^2$
- Capacidad admisible del suelo C – 05  
 $q \text{ (adm)} = 0.86 \text{ kg/cm}^2$
- Capacidad admisible del suelo C – 06  
 $q \text{ (adm)} = 0.81 \text{ kg/cm}^2$

## 4.2. PRUEBA DE HIPOTESIS

Tabla 25. Resumen global de la investigación mostrando los resultados de ambas variables de estudio

Tipificación y zonificación del suelo				Diseño de la cimentaciones				
CALICATAS	CLASIFICACION SUCS	CAPACIDAD ADMISIBLE (kg/cm <sup>2</sup> )	Zonificación de suelos	Zapatas	S (m)	T (m)	ACERO EN SENTIDO LONGITUDINAL	ACERO EN SENTIDO TRANSVERSAL
C-1	GM	2,44	Zona I	Z1	110	110	5ø 1/2" @ 23 cm	5ø 1/2" @ 23 cm
				Z2	135	135	6ø 1/2" @ 24 cm	6ø 1/2" @ 24 cm
				Z3	135	135	6ø 1/2" @ 24 cm	6ø 1/2" @ 24 cm
				Z4	175	175	8ø 1/2" @ 23 cm	8ø 1/2" @ 23 cm
C-2	SM	2,59	Zona II	Z1	105	105	5ø 1/2" @ 22 cm	5ø 1/2" @ 22 cm
				Z2	130	130	6ø 1/2" @ 23 cm	6ø 1/2" @ 23 cm
C-3	SM	3,89	Zona II	Z3	130	130	6ø 1/2" @ 23 cm	6ø 1/2" @ 23 cm
C-4	SM	3,89	Zona II	Z4	160	160	8ø 1/2" @ 21 cm	8ø 1/2" @ 21 cm
C-5	SC	2,59	Zona III	Z1	110	110	5ø 1/2" @ 23 cm	5ø 1/2" @ 23 cm
				Z2	135	135	6ø 1/2" @ 24 cm	6ø 1/2" @ 24 cm
C-6	SC	2,43	Zona III	Z3	135	135	6ø 1/2" @ 24 cm	6ø 1/2" @ 24 cm
				Z4	195	195	9ø 1/2" @ 23 cm	9ø 1/2" @ 23 cm

Fuente: Elaboración propia.

Analizando el resumen global, donde se muestran las dos variables, como es la tipificación y zonificación del suelo y la otra variable que es el diseño de las cimentaciones.

El indicador par la variable de la tipificación y zonificación del suelo es la capacidad admisible (kg/cm<sup>2</sup>), obtenidas para cada una de las calicatas y esto a su vez relacionada a la zonificación, en la cual se ha determinado la existencia de tres zonas.

Los indicadores en la variable de Diseño de cimentación son: la cantidad de zapatas propuestas para cada zona, la sección de las zapatas, en el ancho y largo y la distribución de aceros en el sentido longitudinal y transversal. Es decir para esta variable se tiene 3 indicadores.



Según las bibliografías de la metodología de la investigación, una variable es aquello como su nombre lo indica algo que puede Variar y sus indicadores así lo demuestran. En el caso de la segunda variable que es el diseño de cimentación con sus 3 indicadores, observamos que el indicador 1, que vendría a ser la cantidad de zapatas, ésta no varía, es decir para las tres zonas tipificadas se proponen 04 zapatas. Asimismo, analizando el indicador 3, respecto a la distribución de aceros en el sentido longitudinal y transversal, la variabilidad es mínima, excepto en la zapata 4 de cada una de ellas que va depender del indicador 2 que es la sección de la zapata. Por lo expuesto, del análisis realizado se puede aseverar que para el diseño de cimentación, el principal indicador es la sección de las zapatas que esta determinado por el ancho (m), largo en metros(m) y el peralte que para nuestro caso es constante y equivale a 0.50 m. Realizado el análisis, para la prueba de hipótesis se utilizarán los indicadores más representativos de cada una de las variables, obteniéndose la siguiente tabla.

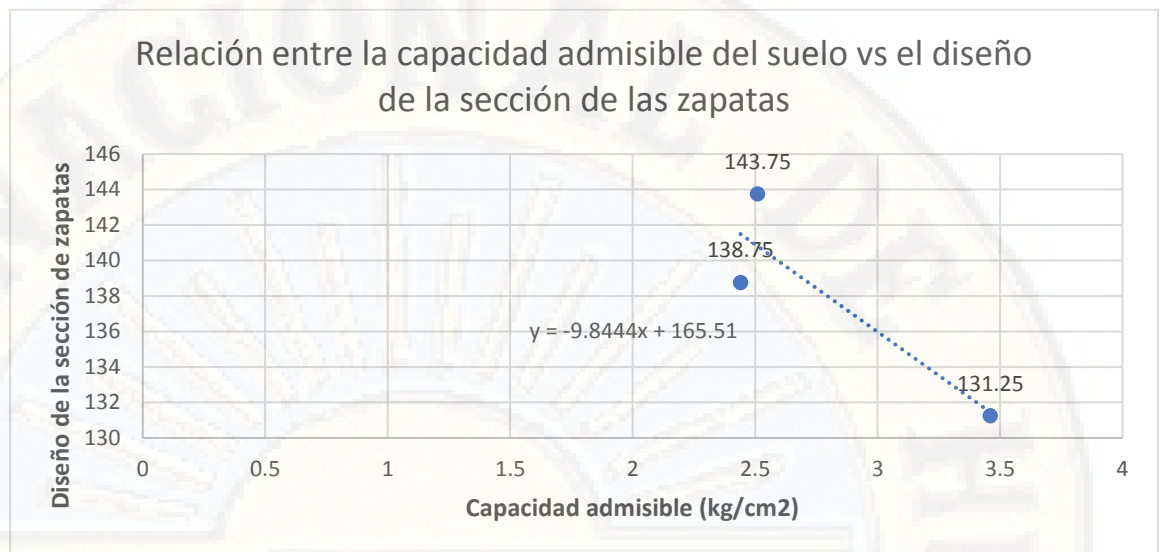
*Tabla 26. Indicadores más representativos*

Zonificación de suelos	Promedio CAPACIDAD ADMISIBLE (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio sección zapatas
Zona I	2,44	138,75
Zona II	3,46	131,25
Zona III	2,51	143,75
<b>Media aritmética</b>	<b>2,8</b>	<b>137,92</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0,57</b>	<b>6,29</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Para la prueba de hipótesis se ha utilizado el diagrama de dispersión para determinar la relación de dos variables y se ha calculado el coeficiente de correlación  $r$  de Pearson, para determinar si existe relación positiva, relación negativa o relación nula.

*Figura 33 Relación entre la capacidad admisible del suelo vs el diseño de la sección de las zapatas*



*Fuente: Elaboración propia.*

#### Cálculo del coeficiente de correlación

La correlación se ha realizado con los datos del promedio de capacidad admisible y el promedio de sección de zapatas.

$$r_{xy} = \frac{\frac{1}{n} \sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sigma_x \sigma_y} = -0,89$$

Donde:

x = cada valor del grupo 1

y = cada valor del grupo 2

$\bar{x}$  = valor promedio del grupo 1.

$\bar{y}$  = valor promedio del grupo 2.

$\sigma_x$  = desviación estándar del grupo 1.

$\sigma_y$  = desviación estándar del grupo 2.

n = tamaño de la muestra para la prueba de hipótesis

Se ha utilizado la r de Pearson para verificar la relación de las dos variables o la relación de dos grupos, para calcular la estadística, debemos calcular las medias de los grupos y desviaciones estándar de los grupos.

### Decisión Prueba de hipótesis

Si le  $r$  de Pearson Calculado  $> 0.95$  (existe relación positiva) y la relación es significativa.

Si le  $r$  de Pearson Calculado  $< -0.95$  (existe relación negativa) y la relación es significativa

Si le  $r$  de Pearson Calculado esta entre  $\geq 0.50 < 0.95$  (existe relación positiva) y la relación no es significativa.

Si le  $r$  de Pearson Calculado  $\geq -0.50 = -0.95$  (existe relación negativa) y la relación no es significativa.

Si le  $r$  de Pearson Calculado tiende a 0 (no existe relación, ni negativa ni positiva)

### Entonces se plantean la hipótesis nula y la hipótesis alterna

$H_0$ : Los tipos de suelo (tipificación y zonificación) NO influyen significativamente en el adecuado diseño de cimentación para viviendas unifamiliares en la zona urbana del Distrito de Seclla - Angaraes.

$H_A$ : Los tipos de suelo (tipificación y zonificación) influyen significativamente en el adecuado diseño de cimentación para viviendas unifamiliares en la zona urbana del Distrito de Seclla - Angaraes.

Tabla 27. Datos y resultados para la obtención de la  $r$  de Pearson

<b>r de Pearson Teórico</b>	<b>R de Pearson Calculado</b>	<b>N</b>	<b>Relación</b>	<b>DECISIÓN</b>
0,95 ó -0,95	-0,89	3	Si existe relación Negativa	$H_A$

Fuente: Elaboración propia.

Decisión:

Dado que:  **$r$  Pearson Calculado  $> r$  Pearson Teórico**

$$-0,89 > -0,95$$

Por lo tanto, se concluye, que a 95% de confianza: si existe relación entre la variable 1 y la variable 2, entonces rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

Es decir, existe relación negativa pero no significativa.

Esto se interpreta que, a mayor capacidad admisible, menor será la sección de las zapatas

#### **4.3. DISCUSION DE RESULTADO**

La presente tesis de investigación, ha podido demostrar que si existe relación negativa entre la variable que es tipo de suelos (tipificación y zonificación) y la variable diseño de cimentación, esto según el coeficiente de correlación  $r = -0,89$  y el diagrama de dispersión presentado en la prueba de hipótesis. Por lo que sí existe influencia entre la capacidad admisible y la sección de las zapatas, es decir a mayor capacidad admisible menor será la sección de las zapatas. Cumpliendo con esto el objetivo genera planteado por los investigadores.

Si bien es cierto que existe relación entre las dos variables ( $r = -0,89$ ) lo ideal hubiera sido que la relación fuera menor o igual a  $-0,95$  para considerarla como significativa estadísticamente.

## RESUMEN DE RESULTADOS DE ESTUDIO DE SUELOS:

### Resumen de Ensayos de Laboratorio De la Escuela profesional de ingeniería Civil – lircay

Calicatas planteadas realizadas

Tabla 28 Resumen de Ensayos de Laboratorio De la Escuela profesional de ingeniería Civil – Lircay

CALICATAS	ESTRATO	PROCEDENCIA	PROF. (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD W(%)	LIMITE DE COSISTENCIA		INDICE PLASTICIDAD IP(%)	%Q' PASA N° 4	%Q' PASA N°200	CLASIFICACION SUCS	CAPACIDAD ADMISIBLE (kg/cm2)
					LIQUIDO LL(%)	LP(%)					
C-1	M1	JR. Virgen del carmen	1.50	17.74	107.03	149.10	N.P %	47.54	10.34	GM	2.44
C-2	M1	pasaje 01	1.10	7.77	32.42	30.10	0.02	50.97	1.61	SM	2.59
C-3	M1	CA. Cesar vallejo	1.50	10.42	27.94	28.40	N.P %	73.19	4.70	SM	3.89
C-4	M1	calle 02	1.50	8.83	61.06	20.79	N.P %	57.38	2.92	SM	3.89
C-5	M1	jr. ayacucho	1.50	7.25	40.78	31.20	0.10	66.27	3.88	SC	2.59
C-6	M1	jr. Los heroes	1.50	5.34	37.89	30.30	0.08	74.08	3.68	SC	2.43

Fuente: Elaboración propia



#### 4.1.3.2. Resumen de las Dimensiones de la Zapata Por Zonas:

Tabla 29 Resumen de las dimensiones de zapatas por zonas

ZONA	P.E (TN/M3)	C.P.A	ZAPATA	B (m)	T (m)	t (m)	B (m)	hC (m)	hf (m)	Df (m)
<b>I</b>	1.8	2.441	<b>Z1</b>	110	110	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5
	1.8	2.441	<b>Z2</b>	135	135	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5
	1.8	2.441	<b>Z3</b>	135	135	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5
	1.8	2.441	<b>Z4</b>	175	175	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5
<b>II</b>	1.8	2.59	<b>Z1</b>	1.05	1.05	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5
	1.8	2.59	<b>Z2</b>	130	130	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5
	1.8	2.59	<b>Z3</b>	130	130	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5
	1.8	2.59	<b>Z4</b>	160	160	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5
<b>III</b>	1.8	2.43	<b>Z1</b>	110	110	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5
	1.8	2.43	<b>Z2</b>	135	135	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5
	1.8	2.43	<b>Z3</b>	135	135	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5
	1.8	2.43	<b>Z4</b>	195	195	0.25	0.25	0.5	1.00	1.5

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3.3. RESUMEN DE LA DISTRIBUCION DE ACEROS DE LAS ZAPATAS POR ZONAS:

Tabla 30 Resumen de la distribución de aceros de las zapatas por zonas

ZONA	ZAPATA	S (m)	T (m)	ACERO EN SENTIDO LONGITUDINAL	ACERO EN SENTIDO TRANSVERSAL
<b>I</b>	<b>Z1</b>	110	110	5ø 1/2" @ 23 cm	5ø 1/2" @ 23 cm
	<b>Z2</b>	135	135	6 ø1/2" @ 24 cm	6 ø1/2" @ 24 cm
	<b>Z3</b>	135	135	6 ø1/2" @ 24 cm	6 ø1/2" @ 24 cm
	<b>Z4</b>	175	175	8 ø1/2" @ 23 cm	8 ø1/2" @ 23 cm

<b>II</b>	<b>Z1</b>	1.05	1.05	5 ø1/2" @ 22 cm	5 ø1/2" @ 22 cm
	<b>Z2</b>	130	130	6 ø1/2" @ 23 cm	6 ø1/2" @ 23 cm
	<b>Z3</b>	130	130	6 ø1/2" @ 23 cm	6 ø1/2" @ 23 cm
	<b>Z4</b>	160	160	8 ø1/2" @ 21 cm	8 ø1/2" @ 21 cm
<b>III</b>	<b>Z1</b>	110	110	5ø 1/2" @ 23 cm	5ø 1/2" @ 23 cm
	<b>Z2</b>	135	135	6 ø1/2" @ 24 cm	6 ø1/2" @ 24 cm
	<b>Z3</b>	135	135	6 ø1/2" @ 24 cm	6 ø1/2" @ 24 cm
	<b>Z4</b>	195	195	9 ø1/2" @ 23 cm	9 ø1/2" @ 23 cm

## CONCLUSIONES

- Se ha logrado definir la estratigrafía del suelo, con sus respectivas propiedades básicas, describir las características y propiedades de los suelos, delimitar zonas de condición crítica y habitable, presentar un mapa de zonificación geotécnica del Sector en estudio, y contar con información para una adecuada gestión territorial que tienda a mitigar problemas que se presenten a futuro en las diversas obras civiles, principalmente los autoconstrucciones.
- Se determinó el estudio de mecánica de suelos en el Distrito de Secclla – Angaraes - Huancavelica las cuales tienen las siguientes clasificaciones:
  - En el JR. Virgen del Carmen C-1 la clasificación según S.U.C.S. es GP-GM (Grava mal graduado arenoso con poco fino y Grava limosas mezcla grava, arena y limo), la cual tiene una capacidad portante de suelo de 2.44 (kg/cm<sup>2</sup>).
  - Pasaje 01 C-2 la clasificación según S.U.C.S. es SM-SC (Arenas limosas mezclas mal graduadas de arenas y limo, arenas arcillosas mezclas mal graduadas de arena y arcilla) la cual tiene una capacidad portante de suelo de 2.59 (kg/cm<sup>2</sup>).
  - Jr. Cesar vallejo C-3 la clasificación según S.U.C.S. es SM-SC (Arenas limosas mezclas mal graduadas de arenas y limo, arenas arcillosas mezclas mal graduadas de arena y arcilla) la cual tiene una capacidad portante de suelo de 3.89 (kg/cm<sup>2</sup>).
  - calle 02 C-4 la clasificación según S.U.C.S. es SM-SC (Arenas limosas mezclas mal graduadas de arenas y limo, arenas arcillosas mezclas mal graduadas de arena y arcilla) la cual tiene una capacidad portante de suelo de 3.89 (kg/cm<sup>2</sup>).
  - jr. Ayacucho C-5 la clasificación según S.U.C.S. es SC (Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla) la cual tiene una capacidad portante de suelo de 2.59 (kg/cm<sup>2</sup>).
  - jr. Los héroes C-5 la clasificación según S.U.C.S. es SC (Arenas arcillosas,

mezclas arena-arcilla) la cual tiene una capacidad portante de suelo de 2.43 (kg/cm<sup>2</sup>).

- Para este sector se logró diseñar las zapatas aisladas las cuales son cimentaciones superficiales frecuentemente usadas en las construcciones, si estas no tienen un buen diseño sufren un conjunto de daños generados por diferentes factores. Estos factores modifican la geomorfología de los suelos causando rajaduras, fisuras, grietas, oxidaciones, desprendimientos, degradaciones, etc. Etc. debilitando poco a poco los elementos estructurales de la vivienda en contacto con el terreno, como son las cimentaciones.
- Se Determinó el diseño de cimentaciones de viviendas por tipos de suelos en la zona urbana del Distrito de Seclla – Angaraes las cuales son:

#### **En la Zona I**

La zapata Z-1, que corresponde a la columna C-1 de la zona I, largo = 1.10 m ancho = 1.10 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 5Ø 1/2" @ 23 cm y transversal 5Ø 1/2" @ 23 cm.

La zapata Z-2, que corresponde a la columna C-2 de la zona I, largo = 1.35 m ancho = 1.35 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 6 Ø1/2" @ 24 cm y transversal 6 Ø1/2" @ 24 cm.

La zapata Z-3, que corresponde a la columna C-3 de la zona I, largo = 1.35 m ancho = 1.35 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 6 Ø1/2" @ 24 cm y transversal 6 Ø1/2" @ 24 cm.

La zapata Z-4, que corresponde a la columna C-4 de la zona I, largo = 1.35 m ancho = 1.35 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 8 Ø1/2" @ 23 cm y transversal 8 Ø1/2" @ 23 cm.

#### **En la zona II**

La zapata Z-1, que corresponde a la columna C-1 de la zona II, largo = 1.05 m ancho = 1.05 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 5Ø 1/2" @ 22 cm y transversal 5Ø 1/2" @ 22 cm.

La zapata Z-2, que corresponde a la columna C-2 de la zona II, largo = 1.30 m ancho = 1.30 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 6 Ø1/2" @ 23 cm y transversal 6 Ø1/2" @ 23 cm.

La zapata Z-3, que corresponde a la columna C-3 de la zona II, largo = 1.30 m ancho = 1.30 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 6 Ø1/2" @ 23 cm y transversal 6 Ø1/2" @ 23 cm.

La zapata Z-4, que corresponde a la columna C-4 de la zona II, largo = 1.60 m ancho = 1.60 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 8 Ø1/2" @ 21 cm y transversal 8 Ø1/2" @ 21 cm.

### **En la zona III**

La zapata Z-1, que corresponde a la columna C-1 de la zona III, largo = 1.10 m ancho = 1.10 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 5Ø 1/2" @ 23 cm y transversal 5Ø 1/2" @ 23 cm.

La zapata Z-2, que corresponde a la columna C-2 de la zona III, largo = 1.35 m ancho = 1.35 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 6 Ø1/2" @ 24 cm y transversal 6 Ø1/2" @ 24 cm.

La zapata Z-3, que corresponde a la columna C-3 de la zona III, largo = 1.35 m ancho = 1.35 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 6 Ø1/2" @ 24 cm y transversal 6 Ø1/2" @ 24 cm.

La zapata Z-4, que corresponde a la columna C-4 de la zona III, largo = 1.95 m ancho = 1.95 m peralte = 0.50 m, acero de refuerzo longitudinal 9 Ø1/2" @ 23 cm y transversal 9 Ø1/2" @ 23 cm.

- Los resultados obtenidos en el presente estudio, así como las conclusiones y recomendaciones establecidas serán válidas para el área de la zona de estudio del distrito de Secclla.
- Hacer de conocimiento y concientizar a la población del sector de Secclla para que tomen las consideraciones, que se menciona en el presente trabajo de investigación para que no tengan problemas más adelante con la estructura de sus viviendas, así como poder economizar a la hora de hacer el diseño de sus viviendas al no sobredimensionar algunas estructuras.

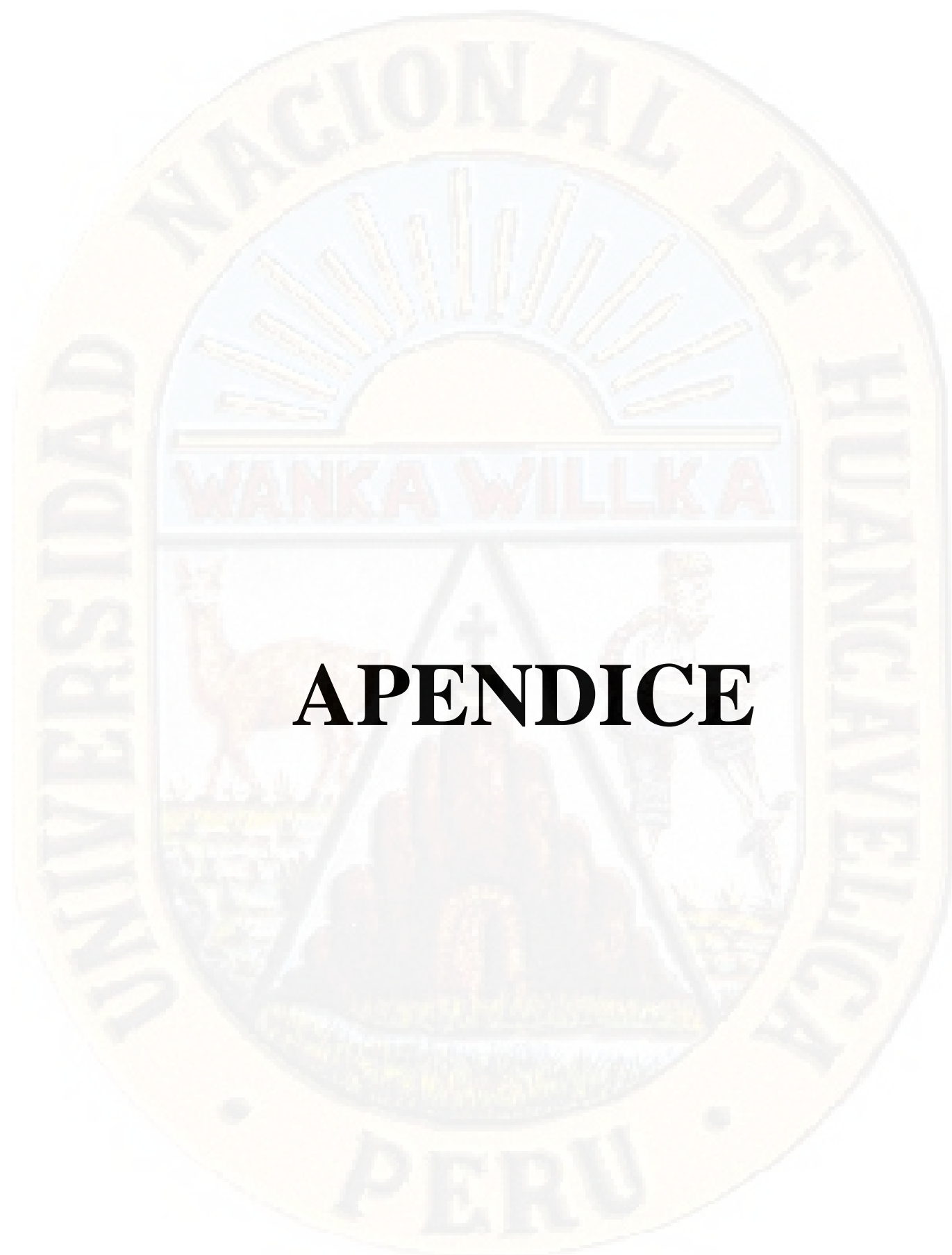


## RECOMENDACIONES

- Tomar estos diseños de cimentación de zapatas para las viviendas en las diferentes zonas del distrito de Secclla ya que las construcciones existentes en las zonas carecen de un estudio en cuanto al análisis de suelos, así como el de un diseño de cimiento inadecuado según sus viviendas por la cual es recomendable utilizar este diseño.
- Para el diseño de cimentaciones superficiales de viviendas o de estructuras de concreto armado; se debe tomar en cuenta la capacidad de carga admisible para cada zona realizada y ello determinar las dimensiones de las cimentaciones.
- En algunas construcciones nuevas se observó el sobredimensionamiento de zapatas, ya que son hechas sin conocimiento previo más que la experiencia propia, pero sin un previo análisis estructural por parte de especialistas.
- A pesar de contar con algunos estudios de suelos en este sector, se pudo observar que estos estudios de mecánica de suelos que se realizan en Huancavelica, tienen bastante deficiencia, como la falencia en cuanto al desarrollo y análisis de las muestras, obteniendo datos que no se reflejan con la realidad.
- Se pudo observar que las edificaciones existentes en la zona carecen de un estudio en cuanto al análisis de suelos, así como el de un diseño de cimiento adecuado según sus viviendas para ello se determinó un diseño para casa zona de estudio.
- Se recomienda a la población de Secclla para que tomen las consideraciones, que se menciona en el presente estudio para que no tengan problemas más adelante con la estructura de sus viviendas, así como poder economizar a la hora de hacer el diseño de cimentaciones de sus viviendas al no sobredimensionar algunas estructuras.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- 1) Rubina A, Barrera J. Atlas Del Departamento De Huancavelica Perú. 30pp
- 2) Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento. Lineamientos Básicos Orientadores para el Acondicionamiento Territorial - Caracterización del Departamento de Huancavelica. Perú. 13, 47:48pp.
- 3) Edmundo David Pajares C. y Jorge Víctor León V.(2010) “Diseño De Un Edificio De Concreto Armado De 6 Niveles”- Tesis de grado Facultad de Ingeniería Civil Pontificia Universidad Católica Del Perú
- 4) Karelia María Martínez Z. y Verania Itzmara L.C .(2010) “Diseño y Análisis de Cimentaciones para Torre de Telefonía Celular” – Tesina
- 5) Crespo C. (2007) Mecánica De Suelos y Cimentaciones. Noriega Ed. LIMUSA, México.
- 6) Juárez E. (2005) Mecánica de Suelos, Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos, Ed. LIMUSA, Noriega.
- 7) Braja M. (1985) Fundamentos de Ingeniería Geotecnia, Ed. LIMUSA, California
- 8) Norma Técnica de Edificación E.050 Suelos y Cimentaciones
- 9) Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas



# **APENDICE**



## **MATRIZA DE CONSISTENCIA**

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TITULO	FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	MUESTRA
“DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELOS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA – ANGAGRAES”	¿Cuál es el diseño de cimentaciones para viviendas por tipos de suelos en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes?	<p><b><u>GENERAL</u></b></p> <p>Determinar el diseño de cimentaciones para viviendas unifamiliares por tipos de suelos en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.</p> <p><b><u>ESPECIFICO</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las características del suelo en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.</li> <li>• Diseñar una vivienda unifamiliar típico en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.</li> <li>• Determinar capacidad portante del suelo en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.</li> <li>• Diseñar cimentación adecuada para viviendas unifamiliares según la microzonificación en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes</li> </ul>	<p><b><u>HIPOTESIS GENERAL.</u></b></p> <p>Con la tipificación y zonificación de suelos se logra un adecuado diseño de cimentación para viviendas unifamiliares en la zona urbana del Distrito de Secclla - Angaraes.</p> <p><b><u>HIPOTESIS ESPECIFICOS.</u></b></p> <p><b>HE1:</b> Con las características de los suelos se determina la microzonificación en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.</p> <p><b>HE2:</b> Con el diseño de una vivienda unifamiliar se obtiene el peso de la estructura y simulará una vivienda unifamiliar típica en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.</p> <p><b>HE3:</b> Con la capacidad portante del suelo se diseñará una adecuada cimentación por zonas en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.</p> <p><b>HE4:</b> Con el diseño de cimentación adecuada las construcciones de viviendas unifamiliares serán estables en la zona urbana del Distrito de Secclla – Angaraes.</p>	<p><b><u>V1</u></b></p> <p>Diseño de cimentación para una vivienda</p> <p><b><u>V2</u></b></p> <p>Tipos de suelos en la zona urbana.</p>	<p><b><u>TIPO DE INVESTIGACIÓN.</u></b></p> <p>Aplicada</p> <p><b><u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</u></b></p> <p>Descriptivo – Explicativo</p>	<p><b><u>POBLACIÓN.</u></b></p> <p>Área Urbana del Distrito de Secclla.</p> <p><b><u>MUESTRA</u></b></p> <p>No probabilístico, para obtención de muestras de suelos se realizó mediante 06 calicatas ubicados estratégicamente.</p>





# **INSTUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

**SOLICITADO** : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4130 msnm

**ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD

**NORMA** : N.T.P.: 339.127 ASTM: D-2216

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 2/04/2018

**Muestreo por** : LOS TESISISTAS

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

**CONTENIDO DE HUMEDAD(N.T.P.:339.127)**

Muestra N°: 1

Calicata N° C-1

Potencia: 1.50 m

N° DE PRUEBA		1	2	3
N° TARRO	UND.	L-7	L-8	L-9
Peso Del Tarro	Gr.	30.00	30.00	29.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	102.00	97.00	91.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	92.00	88.00	80.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	10.00	9.00	11.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	62.00	58.00	51.00
% De Humedad	Gr.	16.129	15.517	21.569
HUMEDAD PROM. (%)		17.738		

OBSERVACIONES:



*Felipe Huamani Arango*  
Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

*Ing. Uriel Neira Cabán*  
Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. N° 76935





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4,130 msnm

ENSAYO : LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

N° RECIBO:

NORMA : N.T.P: 339.139 ASTM: D4318

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (NTP  
339.139 ASTM D4318)

Muestra 1  
Calicata: C-1  
Potencia: 1.50 m

## LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3				
FRASCO N°	J-3	J-4		L-6	L-7	L-8	L-9
N° DE GOLPES				38	29	23	18
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	25.20	27.15		45.50	44.50	50.00	48.40
W FRASCO + S. SECO (gr)	23.80	25.40		36.20	35.70	38.30	38.30
PESO DEL AGUA (gr)	1.40	1.75		9.30	8.80	11.70	10.10
PESO DEL FRASCO (gr)	23.20	22.70		27.80	27.80	27.70	28.00
PESO DEL SUELO SECO (gr)	0.60	2.70		8.40	7.90	10.60	10.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	233.33	64.81		110.71	111.39	110.38	98.06

## DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. N° 76935

## RESULTADOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
LIM. LÍQUIDO (%)	LL	=	107.03
LIM. PLÁSTICO (%)	LP	=	149.1
IND. PLÁSTICO (%)	IP	=	N.P
CONTENIDO DE HUMEDAD	Wn:	=	17.74
GRADO DE CONSISTENCIA	Kw:	=	-2.12
GRADO DE CONSISTENCIA			

OBSERVACIONES:



*Felipe Huamani Arango*  
**Felipe Huamani Arango**  
 Tec. Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos Concreto y Asfalto

*Ing. Uriel Neira Calón*  
**Ing. Uriel Neira Calón**  
 CIP. Nº 76935





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4130 msnm

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO

NORMA : NTP: 339.128 ASTM: D422

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128  
ASTM-D422)

Muestra N°: 1  
Calicata N° C-1  
Potencia: 1.50 m

Humedad de la muestra (%)

PESO SECO+TARA(gr) 4100

PESO TARA-1 (gr) 0

PESO SECO DESPUES DE LAVADO (gr) 3804

PESO TARA-2 (gr) 0

Peso Seco de muestra Usada: 4100

Peso para el tamizado: 3804

Fondo: 296

					ACUMULADO	
ASTM	mallla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	675	675	16.463	16.463	83.537
3/4"	19.05	796	796	19.415	35.878	64.122
3/8"	9.525	410	410	10	45.878	54.122
#4	4.76	270	270	6.585	52.463	47.537
#8	2.3	362	362	8.829	61.292	38.708
#16	1.19	380	380	9.268	70.56	29.44
#20	0.84	165	165	4.024	74.584	25.416
#30	0.59	162	162	3.951	78.535	21.465
#40	0.426	134	134	3.268	81.803	18.197
#50	0.297	112	112	2.732	84.535	15.465
#100	0.149	154	154	3.756	88.291	11.709
#200	0.074	56	56	1.366	89.657	10.343
platillo x lavado		296	424	10.341	100	0
platillo x tamizado		128				
SUMA		4100	4100	100		

DIFERENCIA DE PESOS (gr) 0

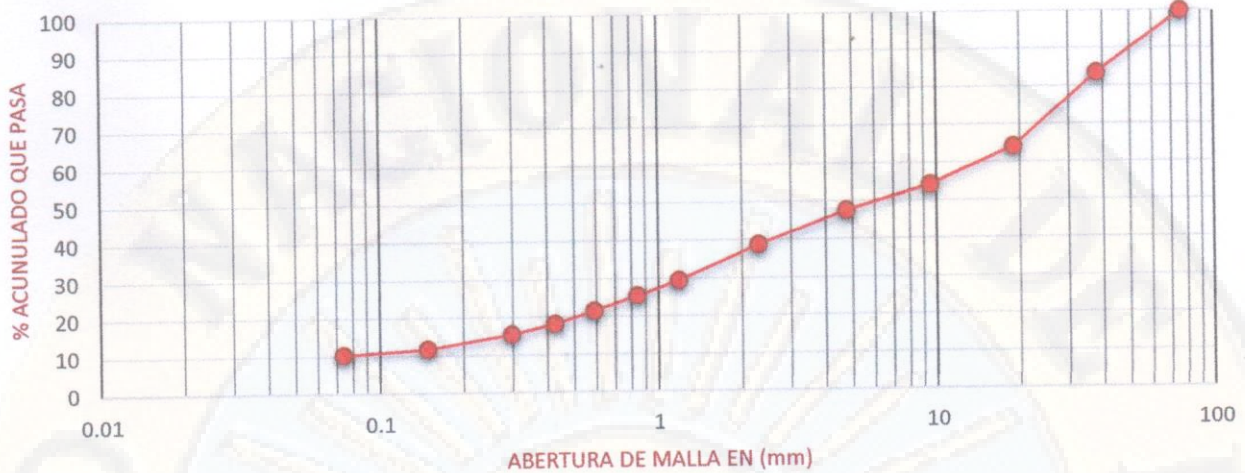


DE 4100.00  
Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

Ing. Uriel Naira Calsin  
CIP. Nº 76935



## ANALISIS GRANULOMETRICO



### INTERPOLACION D10

P.S = 10.343  
 P.I = 0  
 D.S = 0.074  
 D.I = 0  
 D10 = 0.072

### INTERPOLACION D30

P.S = 38.708  
 P.I = 29.440  
 D.S = 2.3  
 D.I = 1.19  
 D30 = 1.257

### INTERPOLACION D60

P.S = 64.122  
 P.I = 54.122  
 D.S = 19.050  
 D.I = 9.525  
 D60 = 15.124

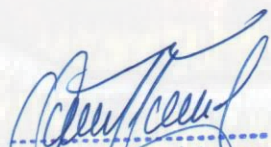
### Coefficiente de Uniformidad

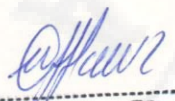
$C_u = 210.056$

### Coefficiente de Curvatura:

$C_c = 1.451$



  
 Felipe Huamani Arango  
 Tec. Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos Concreto y Asfalto

  
 Ing. Uriel Neira Calsin  
 CIP. N° 76935

OBSERVACIONES:

*Ing. Uriel Neira Calbin*  
CIP. Nº 76935





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4130 msnm

ENSAYO : CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S.

NORMA : ASTM: D-2487

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 02/04/2018

Muestreo por : LOS TESISISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

## CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S.()

Muestra N°: 1  
Calicata N° C-1  
Potencia: 1.50 m

% Que pasa malla N°200	10.343
% Que pasa malla N°4	47.537
Limite liquido	LL: 107.03
Limite plastico	LP: 149.07
Indice de plasticidad	IP: N.P

D10:	0.072
D30:	1.257
D60:	15.124
Cu:	210.056
Cc:	1.451

Tipo de suelo según su granulometria:	SUELO GRUESO
Tipo de simbologia:	Simbologia Simple
Tipo de suelo:	GM
Suelo:	Gravas limosas, mezcla grava- arena-limo
Carateristica del suelo	GM

OBSERVACIONES:



*Felipe Huamani Arango*  
Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

*Ing. Uriel Neira Galbin*  
Ing. Uriel Neira Galbin  
CIP. N° 76935



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

**SOLICITADO** : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4130 msnm

**ENSAYO** : CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

**NORMA** : NTP 339.153 ASTM D1194

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 2/04/2018

**Muestreo por** : LOS TESISISTAS

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

**CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO(-NTP 339.153 ASTM D1194)**

Muestra N°: 1  
Calicata N° C-1  
Potencia: 1.50 m

CLASIFICACION DE SUELOS

GP \_ GM

COHESION:

C= 0 Kg/cm<sup>2</sup>

Nq= 8.66

ANGULO DE FRICCION:

φ= 23 °

Nc= 18.05

PESO UNITARIO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE FUNDACION:

γm = 1.6 gr/cm<sup>3</sup>

Ny= 8.20

PESO UNITARIO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE FUNDACION:

γm = 1.65 gr/cm<sup>3</sup>

Sy = 0.60

ANCHO DE LA CIMENTACION

B = 1 m

sq = 1.42

LARGO DE LA CIMENTACION

L = 1 m

Sc = 1.48

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION

Df = 1 m

FACTOR DE SEGURIDAD

ES = 3

$$q_{ult} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_y N_y + \gamma D_f S_q N_q$$

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA

q(ult)= 2.441 Kg/cm<sup>2</sup>

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

q(adm)= 0.81 kg/cm<sup>2</sup>

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

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

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$$

OBSERVACIONES:



*Felipe Huamani Arango*  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

*Ing. Uriel Neira Cabán*  
CIP. N° 76935





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANAGARES

**SOLICITADO** : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4438 msnm

**ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD

**NORMA** : N.T.P.: 339.127 ASTM: D-2216

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 2/04/2018

**Muestreo por** : SOLICITANTE

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

**CONTENIDO DE HUMEDAD(N.T.P.-339.127)**

Muestra N°: 1  
Calicata N° C-2  
Potencia: 1.10 m

N° DE PRUEBA		1	2	3
N° TARRO	UND.	L-7	L-8	L-9
Peso Del Tarro	Gr.	37.00	36.00	37.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	166.00	172.00	175.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	156.00	162.00	166.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	10.00	10.00	9.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	119.00	126.00	129.00
% De Humedad	Gr.	8.403	7.937	6.977
HUMEDAD PROM. (%)		7.772		

OBSERVACIONES:

Ing. Uziel Neira Cabán  
CIP. N° 76935



Felipe Huamant Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCATELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANAGARES

SOLICITADO : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4,438 msnm

ENSAYO : LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

Nº RECIBO:

NORMA : N.T.P.: 339.139 ASTM: D4318

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : SOLICITANTE

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (NTP  
339.139 ASTM D4318)

Muestra 1  
Calicata: C-2  
Potencia: 1.10 m

## LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA Nº	1	2	3				
FRASCO Nº	J-3	J-4		L-6	L-7	L-8	L-9
Nº DE GOLPES				38	26	21	18
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	36.75	32.30		71.50	64.50	65.20	63.20
W FRASCO + S. SECO (gr)	35.20	31.60		63.30	57.60	58.20	56.30
PESO DEL AGUA (gr)	1.55	0.70		8.20	6.90	7.00	6.90
PESO DEL FRASCO (gr)	30.00	29.30		36.60	36.20	36.50	36.40
PESO DEL SUELO SECO (gr)	5.20	2.30		26.70	21.40	21.70	19.90
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	29.81	30.43		30.71	32.24	32.26	34.67

## DIAGRAMA DE FLUIDEZ



NUMERO DE GOLPES

CIP. Nº 76935



Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

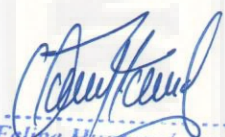
## RESULTADOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
LIM. LÍQUIDO (%)	LL	=	32.42
LIM. PLÁSTICO (%)	LP	=	30.1
IND. PLÁSTICO (%)	IP	=	2.30
CONTENIDO DE HUMEDAD	Wn:	=	7.77
GRADO DE CONSISTENCIA	Kw:	=	10.72
GRADO DE CONSISTENCIA			

OBSERVACIONES:

  
Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. Nº 76935



  
Felipe Huancani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLA - ANAGARES

SOLICITADO : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4438 msnm

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO

NORMA : NTP: 339.128 ASTM: D422

Procedencia : DISTRITO DE SECCLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : SOLICITANTE

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128  
ASTM-D422)

Muestra N°: 1  
Calicata N° C-2  
Potencia: 1.10 m

Humedad de la muestra (%)

PESO SECO+TARA(gr) 2500

PESO TARA-1 (gr) 0

PESO SECO DESPUES DE LAVADO (gr) 2500

PESO TARA-2 (gr) 0

Peso Seco de muestra Usada: 2500

Peso para el tamizado: 2500

Fondo: 0

					ACUMULADO	
ASTM	mallá mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100
3/4"	19.05	388	390.499	15.62	15.62	84.38
3/8"	9.525	452	454.911	18.196	33.816	66.184
#4	4.76	378	380.435	15.217	49.033	50.967
#8	2.3	354	356.28	14.251	63.284	36.716
#16	1.19	322	324.074	12.963	76.247	23.753
#20	0.84	126	126.812	5.072	81.319	18.681
#30	0.59	128	128.824	5.153	86.472	13.528
#40	0.426	102	102.657	4.106	90.578	9.422
#50	0.297	78	78.502	3.14	93.718	6.282
#100	0.149	86	86.554	3.462	97.18	2.82
#200	0.074	30	30.193	1.208	98.388	1.612
platillo x lavado		0	40.258	1.61	100	0
platillo x tamizado		40				
SUMA		2484	2499.999	100		

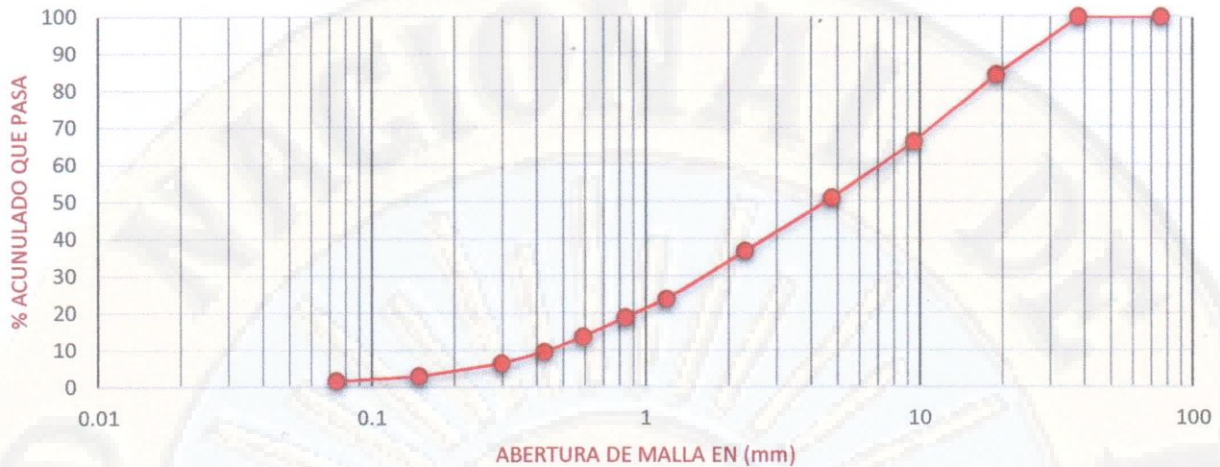
DIFERENCIA DE PESOS (gr):

*Firma: Víctor Hugo Gallo*  
CIP. Nº 76935



*Firma: Felipe Huamani Arango*  
Téc. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

## ANALISIS GRANULOMETRICO



### INTERPOLACION D10

P.S = 13.528  
 P.I = 9.422  
 D.S = 0.590  
 D.I = 0.426  
 D10 = 0.449

### INTERPOLACION D30

P.S = 36.716  
 P.I = 23.753  
 D.S = 2.3  
 D.I = 1.19  
 D30 = 1.725

### INTERPOLACION D60

P.S = 66.184  
 P.I = 50.967  
 D.S = 9.525  
 D.I = 4.760  
 D60 = 7.589

### Coefficiente de Uniformidad

$C_u = 16.902$

### Coefficiente de Curvatura:

$C_c = 0.873$

OBSERVACIONES:

Ing. Uriel Nave Cabán  
 CIP. Nº 76935



Felipe Huamani Arango  
 Tec. Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELLO

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



## PROYECTO

DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANAGARES

## SOLICITADO

LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

## ALTITUD

4438

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO  
Fecha : 02/04/18  
Calicata : C-2  
Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

## PERFIL ESTATIGRAFICO

PROF. (m)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION SUCS
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10	A CIELO ABIERTO	M-0		SUELO ORGANICO	Pt
		M-1		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	SM



*Felipe Huamani Arango*  
Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

*Ing. Uriel Neira Calsin*  
Ing. Uriel Neira Calsin  
CIP. Nº 76935





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLA - ANAGARES

**SOLICITADO** : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4438 msnm

**ENSAYO** : CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.

**NORMA** : ASTM: D-2487

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLA - CERCADO

**Fecha** : 02/04/2018

**Muestreo por** : SOLICITANTE

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

## CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.( )

Muestra N°: 1  
Calicata N° C-2  
Potencia: 1.10 m

% Que pasa malla N°200	1.612	D10:	0.449
% Que pasa malla N°4	50.967	D30:	1.725
Limite liquido LL:	32.42	D60:	7.589
Limite plastico LP:	30.121	Cu:	16.902
Indice de plasticidad IP:	2.30	Cc:	0.873

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO GRUESO
Tipo de simbología:	Simbología doble
Tipo de suelo:	SM
Suelo:	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla
Caraterística del suelo	SM

OBSERVACIONES:



*Felipe Huamani Arango*  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

*Ing. Uriel Neira Calbin*  
CIP. N° 76935



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANAGARES

**SOLICITADO** : LOS TESISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4438 msnm

**ENSAYO** : CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

**NORMA** : NTP 339.153 ASTM D1194

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 2/04/2018

**Muestreo por** : SOLICITANTE

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

**CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO(-NTP 339.153 ASTM D1194)**

Muestra N°: 1  
Calicata N° C-2  
Potencia: 1.10 m

CLASIFICACION DE SUELOS

SM-SC

COHESION:

$C = 0$  Kg/cm<sup>2</sup>  $N_q = 9.12$

ANGULO DE FRICCION:

$\phi = 23.5^\circ$   $N_c = 18.67$

PESO UNITARIO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE FUNDACION:

$\gamma_m = 1.6$  gr/cm<sup>3</sup>  $N_y = 8.80$

PESO UNITARIO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE FUNDACION:

$\gamma_m = 1.65$  gr/cm<sup>3</sup>  $S_y = 0.60$

ANCHO DE LA CIMENTACION

$B = 1$  m  $s_q = 1.43$

LARGO DE LA CIMENTACION

$L = 1$  m  $S_c = 1.49$

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION

$D_f = 1$  m

FACTOR DE SEGURIDAD

$ES = 3$

$$q_{ult} = C N_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_y N_y + \gamma D_f S_q N_q$$

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA

$q(ult) = 2.595$  Kg/cm<sup>2</sup>

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

$q(adm) = 0.86$  kg/cm<sup>2</sup>

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

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

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$$

OBSERVACIONES:

*[Firma]*  
Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. N° 76935



*[Firma]*  
Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANCARAES

**SOLICITADO** : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4262 msnm

**ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD

**NORMA** : N.T.P.: 339.127 ASTM: D-2216

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 2/04/2018

**Muestreo por** : LOS TESISISTAS

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD(N.T.P:-339.127)</b>		Muestra N°: 1		
		Calicata N° C-3		
		Potencia: 1.50 m		
N° DE PRUEBA		1	2	3
N° TARRO	UND.	L-7	L-8	L-9
Peso Del Tarro	Gr.	36.00	36.00	36.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	162.00	157.00	149.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	150.00	145.00	139.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	12.00	12.00	10.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	114.00	109.00	103.00
% De Humedad	Gr.	10.526	11.009	9.709
HUMEDAD PROM. (%)		10.415		

OBSERVACIONES:

---



---



---



---

*Ing. Uziel Neira Cabán*  
CIP. N° 76935



*Felipe Huamani Arango*  
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4,262 msnm

ENSAYO : LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

N° RECIBO:

NORMA : N.T.P.: 339.139 ASTM: D4318

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

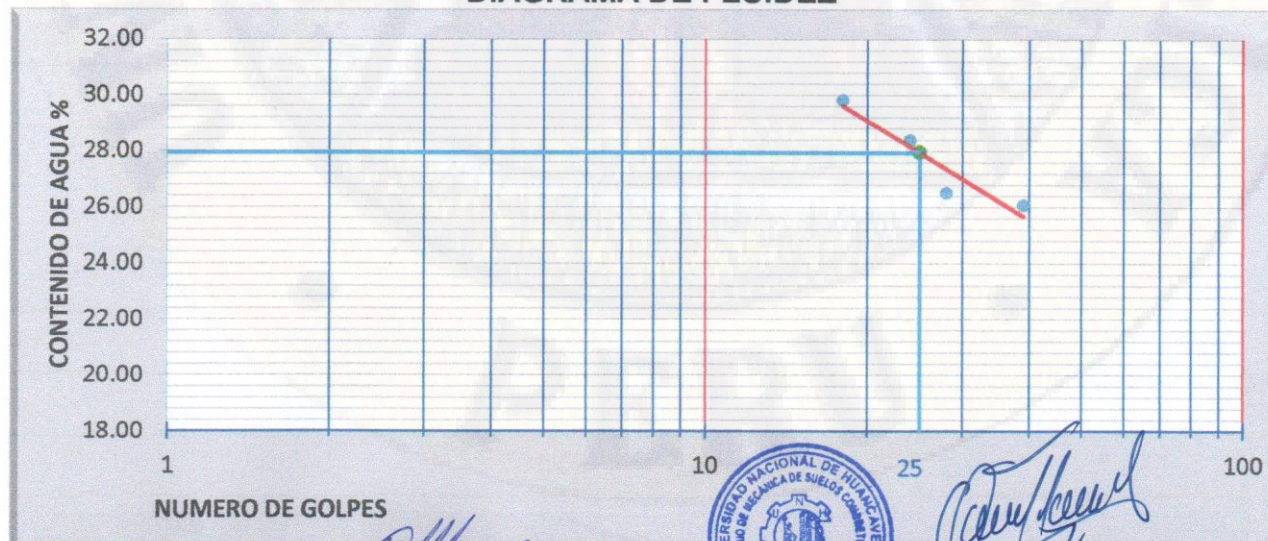
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (NTP  
339.139 ASTM D4318)

Muestra 1  
Calicata: C-3  
Potencia: 1.50 m

## LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3				
FRASCO N°	J-3	J-4		L-6	L-7	L-8	L-9
N° DE GOLPES				39	28	24	18
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	33.60	36.20		68.40	61.00	61.40	61.10
W FRASCO + S. SECO (gr)	32.80	35.10		60.50	54.40	54.50	54.00
PESO DEL AGUA (gr)	0.80	1.10		7.90	6.60	6.90	7.10
PESO DEL FRASCO (gr)	30.00	31.20		30.20	29.50	30.20	30.20
PESO DEL SUELO SECO (gr)	2.80	3.90		30.30	24.90	24.30	23.80
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	28.57	28.21		26.07	26.51	28.40	29.83

## DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Ing. Uriel Nava Cabán  
CIP. N° 76935



Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

## RESULTADOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
LIM. LÍQUIDO (%)	LL	=	27.94
LIM. PLÁSTICO (%)	LP	=	28.4
IND. PLÁSTICO (%)	IP	=	N.P
CONTENIDO DE HUMEDAD	Wn:	=	10.42
GRADO DE CONSISTENCIA	Kw:	=	-39.12
GRADO DE CONSISTENCIA			

OBSERVACIONES:

  
Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. Nº 76935



  
Felipe Huamant Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4262 msnm

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO

NORMA : NTP: 339.128 ASTM: D422

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128  
ASTM-D422)

Muestra N°: 1  
Calicata N° C-3  
Potencia: 1.50 m

Humedad de la muestra (%)

PESO SECO+TARA(gr) 4680

PESO TARA-1 (gr) 0

PESO SECO DESPUES DE LAVADO (gr) 4678

PESO TARA-2 (gr) 0

Peso Seco de muestra Usada: 4680

Peso para el tamizado: 4678

Fondo: 2

					ACUMULADO	
ASTM	mallla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100
3/4"	19.05	56	114.047	2.437	2.437	97.563
3/8"	9.525	212	431.749	9.225	11.662	88.338
#4	4.76	348	708.721	15.144	26.806	73.194
#8	2.3	426	867.572	18.538	45.344	54.656
#16	1.19	440	896.084	19.147	64.491	35.509
#20	0.84	178	362.507	7.746	72.237	27.763
#30	0.59	148	301.41	6.44	78.677	21.323
#40	0.426	112	228.094	4.874	83.551	16.449
#50	0.297	84	171.07	3.655	87.206	12.794
#100	0.149	110	224.021	4.787	91.993	8.007
#200	0.074	76	154.778	3.307	95.3	4.7
platillo x lavado		2	219.948	4.7	100	0
platillo x tamizado		106				
SUMA		2298	4680.001	100		

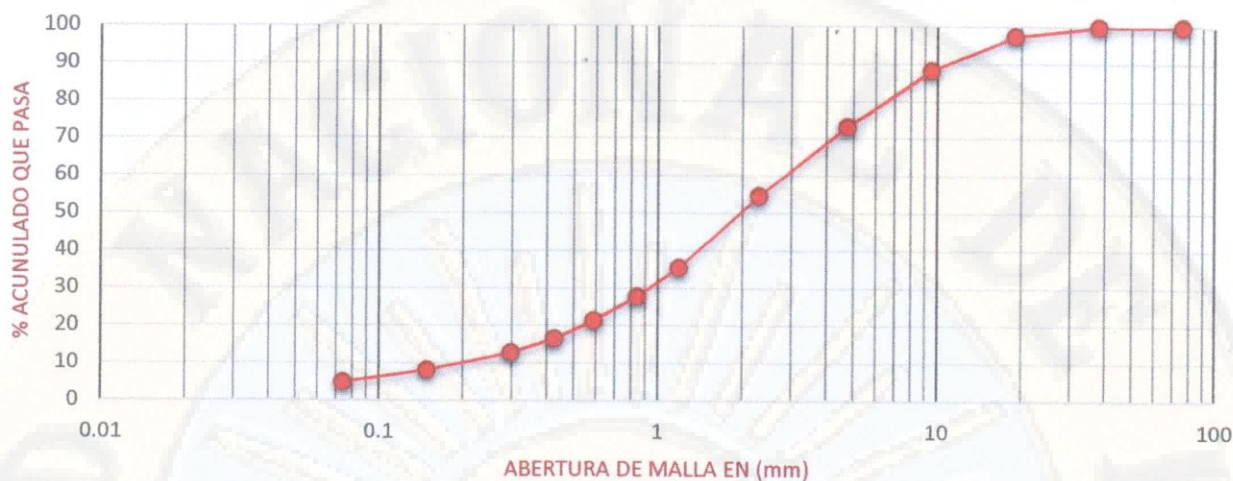
DIFERENCIA DE PESOS (gr): 2382 DE 4680.00

Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. Nº 76935



Felipe Huaxiani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

## ANALISIS GRANULOMETRICO



### INTERPOLACION D10

P.S = 12.794  
 P.I = 8.007  
 D.S = 0.297  
 D.I = 0.149  
 D10 = 0.211

### INTERPOLACION D30

P.S = 35.509  
 P.I = 27.763  
 D.S = 1.19  
 D.I = 0.84  
 D30 = 0.941

### INTERPOLACION D60

P.S = 73.194  
 P.I = 54.656  
 D.S = 4.760  
 D.I = 2.300  
 D60 = 3.009

### Coefficiente de Uniformidad

Cu = 14.261

### Coefficiente de Curvatura:

Cc = 1.395

OBSERVACIONES:

  
 Ing. Ulises Collin  
 CIP. Nº 76935



  
 Felipe Huankunt Arango  
 Tec. Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLA - ANGARAES

**SOLICITADO** LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** 4262

Procedencia : DISTRITO DE SECCLA - CERCADO  
Fecha : 02/04/18  
Calicata : C-3  
Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

## PERFIL ESTATIGRAFICO

PROF. (m)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION SUCS
0.10 0.20 0.30 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	A CIELO ABIERTO	M-0		SUELO ORGANICO	Pt
		M-1		Arenas limosas mezcla de arena-limo	SM



Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

Ing. Uriel Neira Calbin  
CIP. Nº 76935



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

**SOLICITADO** : LOS TESISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4262 msnm

**ENSAYO** : CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.

**NORMA** : ASTM: D-2487

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 02/04/2018

**Muestreo por** : LOS TESISTAS

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

## CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.( )

Muestra N°: 1  
Calicata N° C-3  
Potencia: 1.50 m

% Que pasa malla N°200	4.7	D10:	0.211
% Que pasa malla N°4	73.194	D30:	0.941
Limite liquido LL:	27.94	D60:	3.009
Limite plastico LP:	28.388	Cu:	14.261
Indice de plasticidad IP:	N.P	Cc:	1.395

Tipo de suelo según su granulometria:	SUELO GRUESO
Tipo de simbologia:	Simbologia doble
Tipo de suelo:	SM
Suelo:	Arenas limosas mezcla de arena-limo
Carateristica del suelo	SM

OBSERVACIONES:



*Felipe Huamani Arango*  
Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

*Ing. Uriel Noya Cabán*  
Ing. Uriel Noya Cabán  
CIP 1876005





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

**SOLICITADO** : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4262 msnm

**ENSAYO** : CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

**NORMA** : NTP 339.153 ASTM D1194

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 2/04/2018

**Muestreo por** : LOS TESISISTAS

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

**CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO(-NTP 339.153 ASTM D1194)**

Muestra N°: 1

Calicata N° C-3

Potencia: 1.50 m

CLASIFICACION DE SUELOS

SM-SC

COHESION:

**C=** 0.02 Kg/cm<sup>2</sup> **Nq=** 10.12

ANGULO DE FRICCION:

**φ=** 24.5 ° **Nc=** 20.01

PESO UNITARIO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE FUNDACION:

**γm =** 1.6 gr/cm<sup>3</sup> **Ny=** 10.14

PESO UNITARIO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE FUNDACION:

**γm =** 1.65 gr/cm<sup>3</sup> **Sy =** 0.40

ANCHO DE LA CIMENTACION

**B =** 3 m **sq =** 1.68

LARGO DE LA CIMENTACION

**L =** 2 m **Sc=** 1.76

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION

**Df =** 1 m

FACTOR DE SEGURIDAD

**ES =** 3

$$q_{ult} = CN_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_y N_y + \gamma D_f S_q N_q$$

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA

**q(ult)=** 3.885 Kg/cm<sup>2</sup>

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

**q(adm)=** 1.30 kg/cm<sup>2</sup>

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

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

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$$

OBSERVACIONES:

*Ing. Uriel Neira Cabán*  
CIP. N° 76935



*Felipe Huamani Arango*  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL, RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4306 msnm

ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA : N.T.P.: 339.127 ASTM: D-2216

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

CONTENIDO DE HUMEDAD(N.T.P.-339.127)		Muestra N°: 1		
		Calicata N° C-4		
		Potencia: 1.5m		
N° DE PRUEBA		1	2	3
N° TARRO	UND.	L-7	L-8	L-9
Peso Del Tarro	Gr.	37.00	36.00	36.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	146.00	144.00	152.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	137.00	135.00	143.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	9.00	9.00	9.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	100.00	99.00	107.00
% De Humedad	Gr.	9	9.091	8.411
HUMEDAD PROM. (%)		8.834		

OBSERVACIONES:

Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. N° 76935



Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECOLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4,306 msnm

ENSAYO : LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

N° RECIBO:

NORMA : N.T.P.: 339.139 ASTM: D4318

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

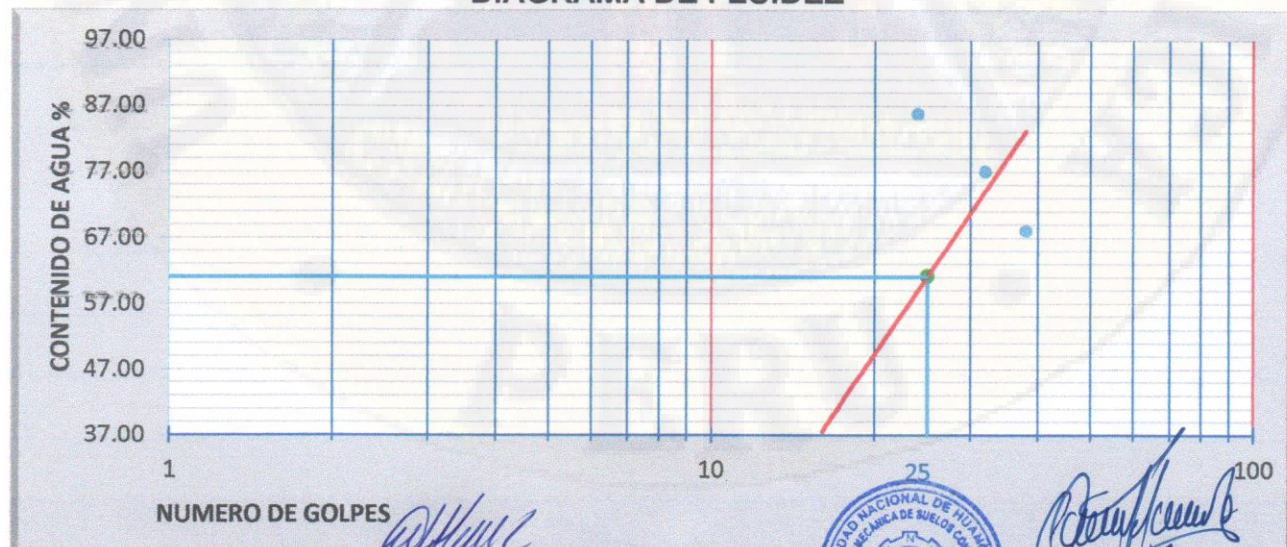
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (NTP  
339.139 ASTM D4318)

Muestra 1  
Calicata: C-4  
Potencia: 1.5m

## LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3				
FRASCO N°	J-3	J-4		L-6	L-7	L-8	L-9
N° DE GOLPES				38	32	24	16
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	36.00	35.75		65.90	60.40	58.20	46.20
W FRASCO + S. SECO (gr)	26.20	26.70		50.50	46.30	44.30	42.80
PESO DEL AGUA (gr)	9.80	9.05		15.40	14.10	13.90	3.40
PESO DEL FRASCO (gr)	22.20	21.40		27.90	28.00	28.10	27.80
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4.00	5.30		22.60	18.30	16.20	15.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	245.00	170.75		68.14	77.05	85.80	22.67

## DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Ing. Uriel Neira Calsin  
CIP. N° 76935



Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto

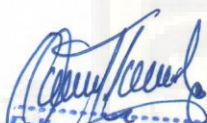
## RESULTADOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
LIM. LÍQUIDO (%)	LL	=	61.06
LIM. PLÁSTICO (%)	LP	=	207.9
IND. PLÁSTICO (%)	IP	=	N.P
CONTENIDO DE HUMEDAD	Wn:	=	8.83
GRADO DE CONSISTENCIA	Kw:	=	-0.36
GRADO DE CONSISTENCIA			

OBSERVACIONES:

  
 Ing. Uriel Neira Cabán  
 CIP. Nº 76935



  
 Felipe Huamant Arango  
 Tec. Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4306 msnm

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO

NORMA : NTP: 339.128 ASTM: D422

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128  
ASTM-D422)

Muestra N°: 1  
Calicata N° C-4  
Potencia: 1.5m

Humedad de la muestra (%)

PESO SECO+TARA(gr) 3430

PESO TARA-1 (gr) 0

PESO SECO DESPUES DE LAVADO (gr) 3422

PESO TARA-2 (gr) 0

Peso Seco de muestra Usada: 3430

Peso para el tamizado: 3422

Fondo: 8

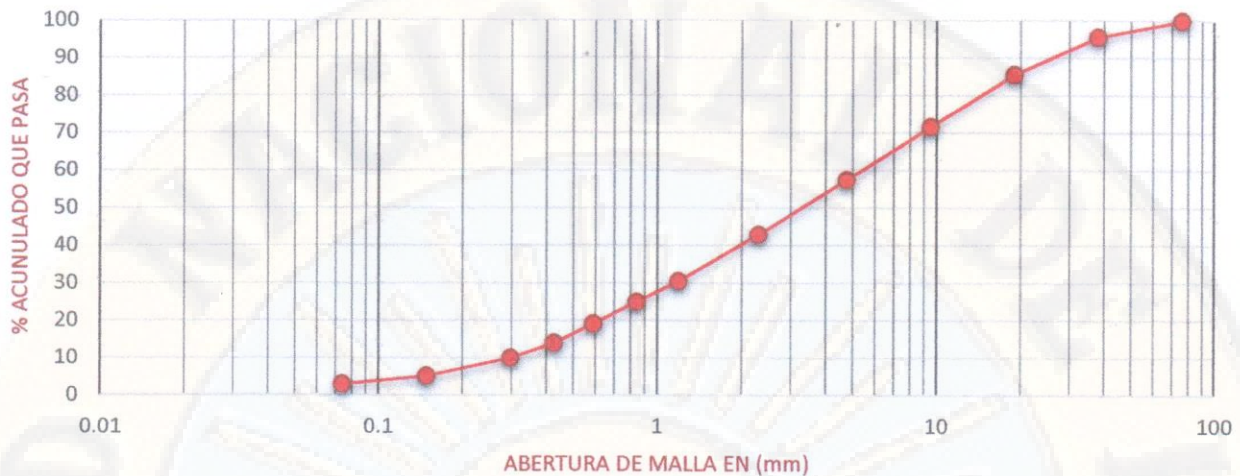
						ACUMULADO
ASTM	malla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr.)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	146	146	4.257	4.257	95.743
3/4"	19.05	346	346	10.087	14.344	85.656
3/8"	9.525	482	482	14.052	28.396	71.604
#4	4.76	488	488	14.227	42.623	57.377
#8	2.3	496	496	14.461	57.084	42.916
#16	1.19	430	430	12.536	69.62	30.38
#20	0.84	190	190	5.539	75.159	24.841
#30	0.59	202	202	5.889	81.048	18.952
#40	0.426	172	172	5.015	86.063	13.937
#50	0.297	140	140	4.082	90.145	9.855
#100	0.149	168	168	4.898	95.043	4.957
#200	0.074	70	70	2.041	97.084	2.916
platillo x lavado		8	100	2.915	100	0
platillo x tamizado		92				
SUMA		3430	3430	100		

DIFERENCIA DE PESOS (gr): 0 DE 3430.00



*Felipe Huamani Arango*  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

## ANALISIS GRANULOMETRICO



### INTERPOLACION D10

P.S = 13.937  
 P.I = 9.855  
 D.S = 0.426  
 D.I = 0.297  
 D10 = 0.302

### INTERPOLACION D30

P.S = 30.38  
 P.I = 24.841  
 D.S = 1.19  
 D.I = 0.84  
 D30 = 1.166

### INTERPOLACION D60

P.S = 71.604  
 P.I = 57.377  
 D.S = 9.525  
 D.I = 4.760  
 D60 = 5.639

### Coefficiente de Uniformidad

$C_u = 18.672$

### Coefficiente de Curvatura:

$C_c = 0.798$

OBSERVACIONES:

*Ing. Uriel Neira Cabán*  
 CIP. Nº 76935



*Kepe Huamant Arango*  
 Tec. Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



## PROYECTO

DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

## SOLICITADO

LÓS TESISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

## ALTITUD

4306

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO  
Fecha : 02/04/18  
Calicata : C-4  
Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

## PERFIL ESTATIGRAFICO

PROF. (m)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION SUCS
0.10	A CIELO ABIERTO	M-0		SUELO ORGANICO	Pt
0.20					
0.30		M-2		Arenas limosas mezcla de arena-limo	SM
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					



*Felipe Huamani Arango*  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

*Ing. Uriel Neira Calbin*  
CIP. Nº 76935



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4306 msnm

ENSAYO : CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.

NORMA : ASTM: D-2487

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 02/04/2018

Muestreo por : LOS TESISISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

## CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.()

Muestra N°: 1  
Calicata N° C-4  
Potencia: 1.5m

% Que pasa malla N°200	2.916
% Que pasa malla N°4	57.377
Limite liquido LL:	61.06
Limite plastico LP:	207.88
Indice de plasticidad IP:	N.P

D10:	0.302
D30:	1.166
D60:	5.639
Cu:	18.672
Cc:	0.798

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO GRUESO
Tipo de simbología:	Simbología Simple
Tipo de suelo:	SM
Suelo:	Arenas limosas mezcla de arena-limo
Carateristica del suelo	SM

OBSERVACIONES:



*Felipe Huamani Arango*  
Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

*Ing. Uriel Neira Calbin*  
Ing. Uriel Neira Calbin  
CIP. N° 76935





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

**SOLICITADO** : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4207 msnm

**ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD

**NORMA** : N.T.P.: 339.127 ASTM: D-2216

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 2/04/2018

**Muestreo por** : LOS TESISISTAS

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD(N.T.P.-339.127)</b>		Muestra N°: 1 Calicata N° C-5 Potencia: 1.50 m		
N° DE PRUEBA		1	2	3
N° TARRO	UND.	L-7	L-8	L-9
Peso Del Tarro	Gr.	31.00	30.00	30.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	92.00	98.00	94.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	88.00	94.00	89.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	4.00	4.00	5.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	57.00	64.00	59.00
% De Humedad	Gr.	7.018	6.25	8.475
HUMEDAD PROM. (%)		7.248		

OBSERVACIONES:

Ing. Uriel Neira Calbin  
CIP. N° 76935



Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos, Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4,207 msnm

ENSAYO : LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

N° RECIBO:

NORMA : N.T.P.: 339.139 ASTM: D4318

Procedencia : DISTRITO DE SECCLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

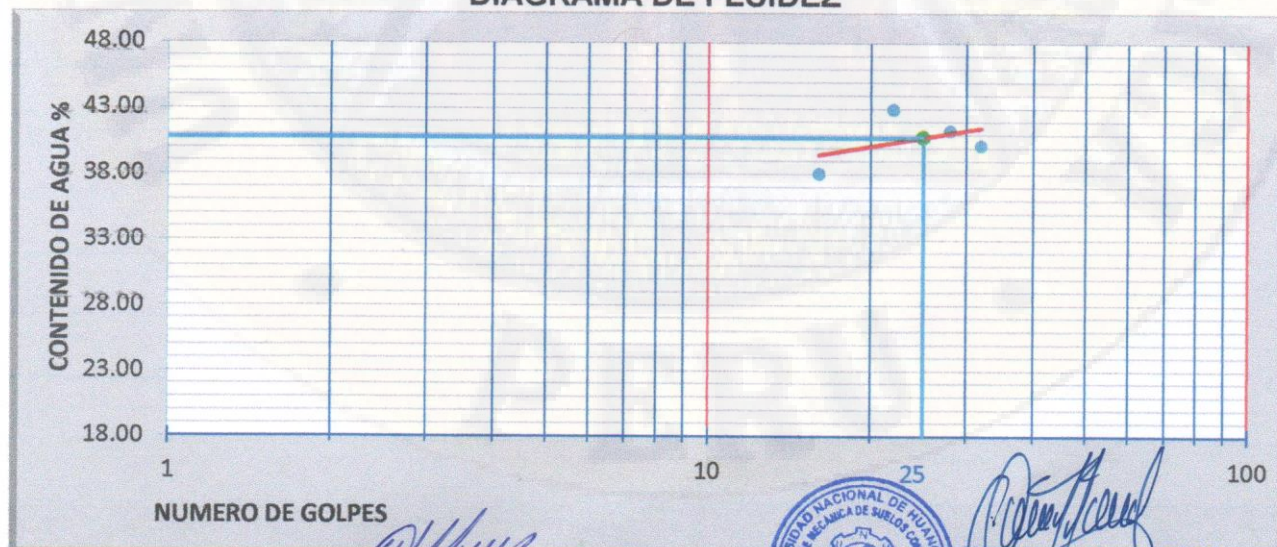
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (NTP  
339.139 ASTM D4318)

Muestra 1  
Calicata: C-5  
Potencia: 1.50 m

## LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3				
FRASCO N°	J-3	J-4		L-6	L-7	L-8	L-9
N° DE GOLPES				32	28	22	16
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	34.00	30.20		59.40	54.20	52.00	53.00
W FRASCO + S. SECO (gr)	32.10	29.80		50.80	47.30	45.60	46.80
PESO DEL AGUA (gr)	1.90	0.40		8.60	6.90	6.40	6.20
PESO DEL FRASCO (gr)	27.50	27.90		29.40	30.60	30.70	30.50
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4.60	1.90		21.40	16.70	14.90	16.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	41.30	21.05		40.19	41.32	42.95	38.04

## DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Ing. Uriel Nava Balsin  
CIP. N° 76935




Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos



## RESULTADOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
LIM. LÍQUIDO (%)	LL	=	40.78
LIM. PLÁSTICO (%)	LP	=	31.2
IND. PLÁSTICO (%)	IP	=	9.60
CONTENIDO DE HUMEDAD	Wn:	=	7.25
GRADO DE CONSISTENCIA	Kw:	=	3.49
GRADO DE CONSISTENCIA			

OBSERVACIONES:

  
Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. Nº 76935



  
Felipe Huamant Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4207 msnm

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO

NORMA : NTP: 339.128 ASTM: D422

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128  
ASTM-D422)

Muestra N°: 1  
Calicata N°: C-5  
Potencia: 1.50 m

Humedad de la muestra (%)

PESO SECO+TARA(gr) 2010

PESO TARA-1 (gr) 0

PESO SECO DESPUES DE LAVADO (gr) 1980

PESO TARA-2 (gr) 0

Peso Seco de muestra Usada: 2010

Peso para el tamizado: 1980

Fondo: 30

					ACUMULADO	
ASTM	mallla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr.)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100
3/4"	19.05	86	86	4.279	4.279	95.721
3/8"	9.525	134	134	6.667	10.946	89.054
#4	4.76	458	458	22.786	33.732	66.268
#8	2.3	550	550	27.363	61.095	38.905
#16	1.19	338	338	16.816	77.911	22.089
#20	0.84	92	92	4.577	82.488	17.512
#30	0.59	72	72	3.582	86.07	13.93
#40	0.426	54	54	2.687	88.757	11.243
#50	0.297	44	44	2.189	90.946	9.054
#100	0.149	60	60	2.985	93.931	6.069
#200	0.074	44	44	2.189	96.12	3.88
pláttilo x lavado		30	78	3.881	100	0
pláttilo x tamizado		48				
SUMA		2010	2010	100		

DIFERENCIA DE PESOS (gr) 0 DE 2010.00

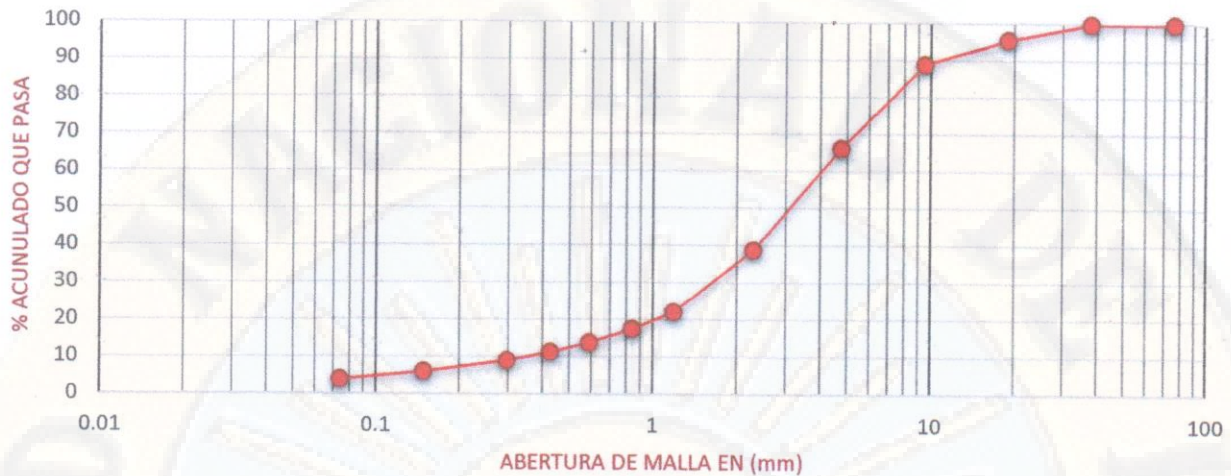
Ing. Uriel Nava Cabán  
CIP. Nº 76935



Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto



## ANALISIS GRANULOMETRICO



### INTERPOLACION D10

P.S = 11.243  
 P.I = 9.054  
 D.S = 0.426  
 D.I = 0.297  
 D10 = 0.353

### INTERPOLACION D30

P.S = 38.905  
 P.I = 22.089  
 D.S = 2.3  
 D.I = 1.19  
 D30 = 1.712

### INTERPOLACION D60

P.S = 66.268  
 P.I = 38.905  
 D.S = 4.760  
 D.I = 2.300  
 D60 = 4.196

### Coefficiente de Uniformidad

Cu = 11.887

### Coefficiente de Curvatura:

Cc = 1.979

OBSERVACIONES:

*Uziel Neira Calsin*  
**Ing. Uziel Neira Calsin**  
 CIP. Nº 76935



*Felipe Huamant Acuña*  
**Felipe Huamant Acuña**  
 Tec. Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos Concreto y Asfalto



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



## PROYECTO

DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA -  
ANGARAES

## SOLICITADO

LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

## ALTITUD

4207

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO  
Fecha : 02/04/18  
Calicata : C-5  
Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

## PERFIL ESTATIGRAFICO

PROF. (m)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION SUCS
0.10	A CIELO ABIERTO	M-0		SUELO ORGANICO	Pt
0.20		M-1		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	SC
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					

Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. Nº 76935



Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCA Y



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

**SOLICITADO** : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4207 msnm

**ENSAYO** : CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.

**NORMA** : ASTM: D-2487

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 2/04/2018

**Muestreo por** : LOS TESISISTAS

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

## CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.()

Muestra N°: 1  
Calicata N°: C-5  
Potencia: 1.50 m

% Que pasa malla N°200	3.88
% Que pasa malla N°4	66.268
Limite liquido LL:	40.78
Limite plastico LP:	31.178
Indice de plasticidad IP:	9.60

D10:	0.353
D30:	1.712
D60:	4.196
Cu:	11.887
Cc:	1.979

Tipo de suelo según su granulometria:	SUELO GRUESO
Tipo de simbologia:	Simbologia Simple
Tipo de suelo:	SC
Suelo:	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla
Carateristica del suelo	SC

OBSERVACIONES:

*Ing. Uriel Neira Calsin*  
CIP. Nº 76935



*Felipe Huamani Arango*  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

**SOLICITADO** : LOS TESISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4207 msnm

**ENSAYO** : CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

**NORMA** : NTP 339.153 ASTM D1194

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 2/04/2018

**Muestreo por** : LOS TESISTAS

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

**CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO (NTP 339.153 ASTM D1194)**

Muestra N°: 1  
Calicata N°: C-5  
Potencia: 1.50 m

CLASIFICACION DE SUELOS

SC

COHESION:

C= 0 Kg/cm<sup>2</sup> Nq= 9.12

ANGULO DE FRICCION:

φ= 23.5 ° Nc= 18.67

PESO UNITARIO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE FUNDACION:

γm = 1.6 gr/cm<sup>3</sup> Ny= 8.80

PESO UNITARIO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE FUNDACION:

γm = 1.65 gr/cm<sup>3</sup> Sy = 0.60

ANCHO DE LA CIMENTACION

B = 1 m sq = 1.43

LARGO DE LA CIMENTACION

L = 1 m Sc= 1.49

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION

Df = 1 m

FACTOR DE SEGURIDAD

ES = 3

$$q_{ult} = C N_c S_c + \frac{1}{2} \gamma B S_y N_y + \gamma D_f S_q N_q$$

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA

q(ult)= 2.595 Kg/cm<sup>2</sup>

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

q(adm)= 0.86 kg/cm<sup>2</sup>

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

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

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$$

OBSERVACIONES:

Ing. Uriel Neira Calsin  
CIP. Nº 76935



Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4106 msnm

ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA : N.T.P.: 339.127 ASTM: D-2216

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

CONTENIDO DE HUMEDAD(N.T.P.-339.127)		Muestra N°: 1		
		Calicata N° C-6		
		Potencia: 1.50 m		
N° DE PRUEBA		1	2	3
N° TARRO	UND.	L-7	L-8	L-9
Peso Del Tarro	Gr.	30.00	30.00	31.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	106.00	101.00	101.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	102.00	98.00	97.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	4.00	3.00	4.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	72.00	68.00	66.00
% De Humedad	Gr.	5.556	4.412	6.061
HUMEDAD PROM. (%)		5.343		

OBSERVACIONES:

  
Ing. Uriel Neira Cabre  
CIP. Nº 76935



  
Felipe Huamani Arango  
Teg. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4,106 msnm

ENSAYO : LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

N° RECIBO:

NORMA : N.T.P.: 339.139 ASTM: D4318

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

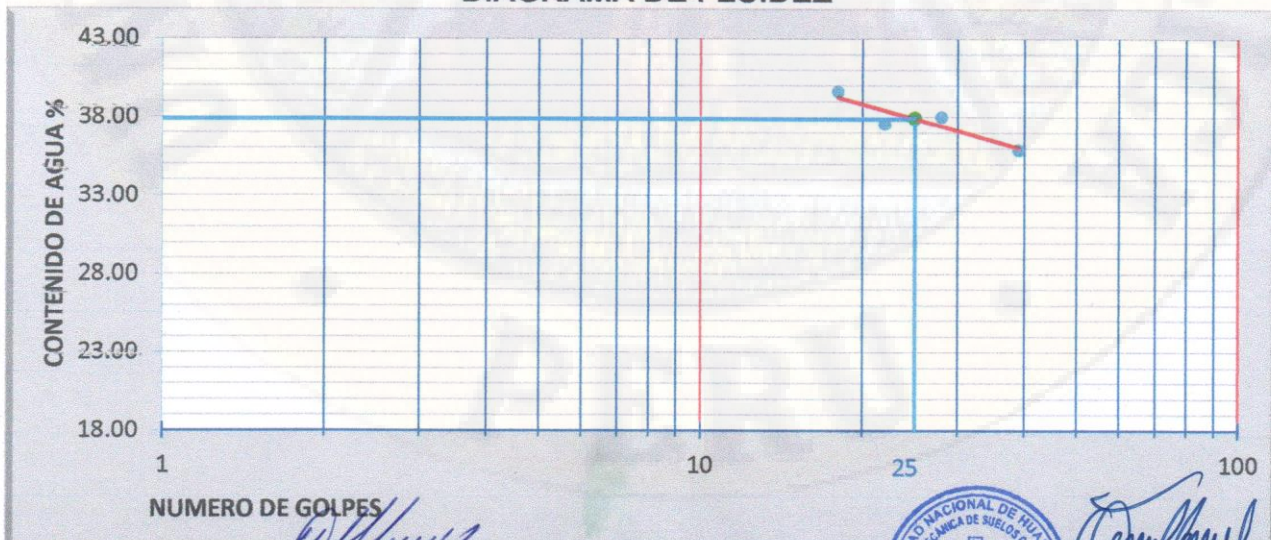
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (NTP  
339.139 ASTM D4318)

Muestra 1  
Calicata: C-6  
Potencia: 1.50 m

## LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
PRUEBA N°	1	2	3				
FRASCO N°	J-3	J-4		L-6	L-7	L-8	L-9
N° DE GOLPES				39	28	22	18
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	35.40	32.70		64.40	60.10	60.20	68.30
W FRASCO + S. SECO (gr)	34.30	32.00		57.00	53.60	53.70	59.30
PESO DEL AGUA (gr)	1.10	0.70		7.40	6.50	6.50	9.00
PESO DEL FRASCO (gr)	30.00	30.00		36.40	36.50	36.40	36.60
PESO DEL SUELO SECO (gr)	4.30	2.00		20.60	17.10	17.30	22.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	25.58	35.00		35.92	38.01	37.57	39.65

## DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. N° 76935




Ing. Ruben Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto




## RESULTADOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
LIM. LÍQUIDO (%)	LL	=	37.89
LIM. PLÁSTICO (%)	LP	=	30.3
IND. PLÁSTICO (%)	IP	=	7.60
CONTENIDO DE HUMEDAD	Wn:	=	5.34
GRADO DE CONSISTENCIA	Kw:	=	4.28
GRADO DE CONSISTENCIA			

OBSERVACIONES:

  
Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. Nº 76935



  
Felipe Balamán Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



PROYECTO : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

SOLICITADO : LOS TESISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

ALTITUD : 4106 msnm

ENSAYO : ANALISIS GRANULOMETRICO

NORMA : NTP: 339.128 ASTM: D422

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

Fecha : 2/04/2018

Muestreo por : LOS TESISTAS

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128  
ASTM-D422)

Muestra N°: 1  
Calicata N°: C-6  
Potencia: 1.50 m

Humedad de la muestra (%)

PESO SECO+TARA(gr) 2200

PESO TARA-1 (gr) 0

PESO SECO DESPUES DE LAVADO (gr) 2200

PESO TARA-2 (gr) 0

Peso Seco de muestra Usada: 2200

Peso para el tamizado: 2200

Fondo: 0

					ACUMULADO	
ASTM	mallla mm	Peso retenido (gr.)	Peso corregido (gr.)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	0	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	0	100
3/4"	19.05	0	0	0	0	100
3/8"	9.525	178	179.963	8.18	8.18	91.82
#4	4.76	386	390.257	17.739	25.919	74.081
#8	2.3	630	636.949	28.952	54.871	45.129
#16	1.19	272	275	12.5	67.371	32.629
#20	0.84	168	169.853	7.721	75.092	24.908
#30	0.59	158	159.743	7.261	82.353	17.647
#40	0.426	112	113.235	5.147	87.5	12.5
#50	0.297	76	76.838	3.493	90.993	9.007
#100	0.149	74	74.816	3.401	94.394	5.606
#200	0.074	42	42.463	1.93	96.324	3.676
platillo x lavado		0	80.882	3.676	100	0
platillo x tamizado		80				
SUMA		2176	2199.999	100		

DIFERENCIA DE PESOS (gr) 24 DE 2200.00

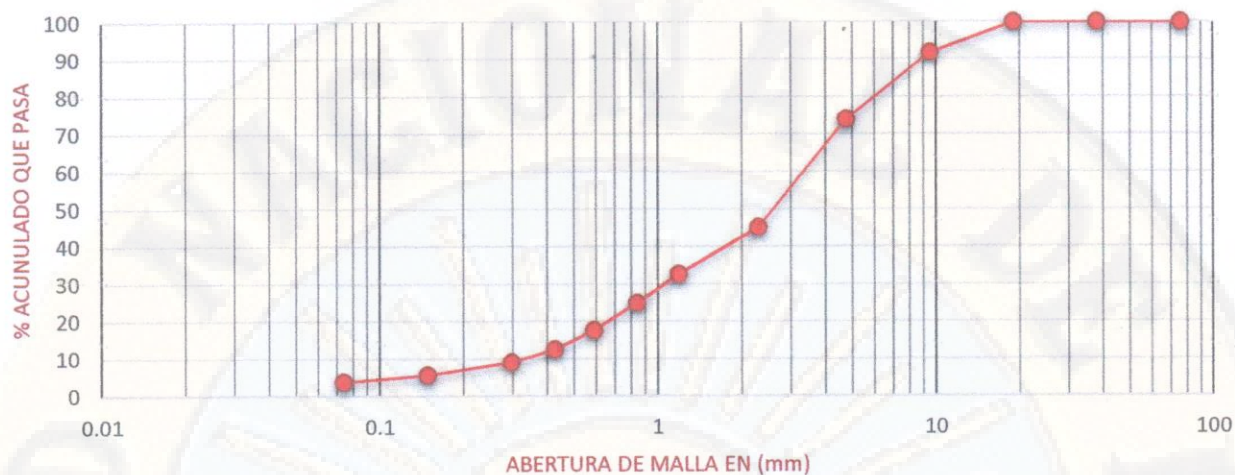
Ing. Uriel Neira Calsin  
CIP. N° 76935



Ruben Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto



## ANALISIS GRANULOMETRICO



### INTERPOLACION D10

P.S = 12.5  
 P.I = 9.007  
 D.S = 0.426  
 D.I = 0.297  
 D10 = 0.334

### INTERPOLACION D30

P.S = 32.629  
 P.I = 24.908  
 D.S = 1.19  
 D.I = 0.84  
 D30 = 1.071

### INTERPOLACION D60

P.S = 74.081  
 P.I = 45.129  
 D.S = 4.760  
 D.I = 2.300  
 D60 = 3.564

### Coefficiente de Uniformidad

Cu= 10.671

### Coefficiente de Curvatura:

Cc= 0.964

Ing. Uriel Neira Cabán  
 CIP. Nº 76935



Felipe Huamani Arango  
 Tec. Laboratorio de Mecánica  
 de Suelos Concreto y Asfalto

OBSERVACIONES:

---



---



---



---



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



## PROYECTO

DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

## SOLICITADO

LOS TESISISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

## ALTITUD

4106

Procedencia : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO  
Fecha : 02/04/18  
Calicata : C-6  
Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

## PERFIL ESTATIGRAFICO

PROF. (m)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION SUCS
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	A CIELO ABIERTO	M-0		SUELO ORGANICO	Pt
		M-1		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	SC

Ing. Uriel Neira Cabán  
CIP. Nº 76935



Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

**SOLICITADO** : LOS TESISTAS: BACH. ING CIVIL RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4106 msnm

**ENSAYO** : CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.

**NORMA** : ASTM: D-2487

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 2/04/2018

**Muestreo por** : LOS TESISTAS

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH


## CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.()

Muestra N°: 1  
Calicata N°: C-6  
Potencia: 1.50 m


% Que pasa malla N°200	3.676
% Que pasa malla N°4	74.081
Limite liquido	LL: 37.89
Limite plastico	LP: 30.291
Indice de plasticidad	IP: 7.60

D10:	0.334
D30:	1.071
D60:	3.564
Cu:	10.671
Cc:	0.964

Tipo de suelo según su granulometria:	SUELO GRUESO
Tipo de simbologia:	Simbologia Simple
Tipo de suelo:	SC
Suelo:	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla
Carateristica del suelo	SC

  
Ing. Uriel Neira Calsin  
CIP. Nº 76935



  
Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio de Mecánica  
de Suelos Concreto y Asfalto

OBSERVACIONES:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY



**PROYECTO** : DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGARAES

**SOLICITADO** : LOS TESISTAS: BACH. ING CIVIL. RUBEN HUAMANI SACHA Y RAUL ICHPAS TORRES

**ALTITUD** : 4106 msnm

**ENSAYO** : CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

**NORMA** : NTP 339.153 ASTM D1194

**Procedencia** : DISTRITO DE SECCLLA - CERCADO

**Fecha** : 2/04/2018

**Muestreo por** : LOS TESISTAS

**Revisado por** : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

**CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO(-NTP 339.153 ASTM D1194)**

Muestra N°: 1  
Calicata N°: C-6  
Potencia: 1.50 m

CLASIFICACION DE SUELOS

SC

COHESION:

C= 0.05 Kg/cm<sup>2</sup> Nq= 8.23

ANGULO DE FRICCION:

φ= 22.5 ° Nc= 17.45

PESO UNITARIO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE FUNDACION:

γm = 1.6 gr/cm<sup>3</sup> Ny= 7.65

PESO UNITARIO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE FUNDACION:

γm = 1.65 gr/cm<sup>3</sup> Sy = 0.60

ANCHO DE LA CIMENTACION

B = 1 m sq = 1.41

LARGO DE LA CIMENTACION

L = 1 m Sc = 1.47

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION

Df = 1 m

FACTOR DE SEGURIDAD:

ES = 3

$$q_{ult} = CN_cSc + \frac{1}{2}\gamma BS_yN_y + \gamma D_fS_qN_q$$

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA

q(ult)= 2.427 Kg/cm<sup>2</sup>

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

q(adm)= 0.81 kg/cm<sup>2</sup>

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

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

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$$

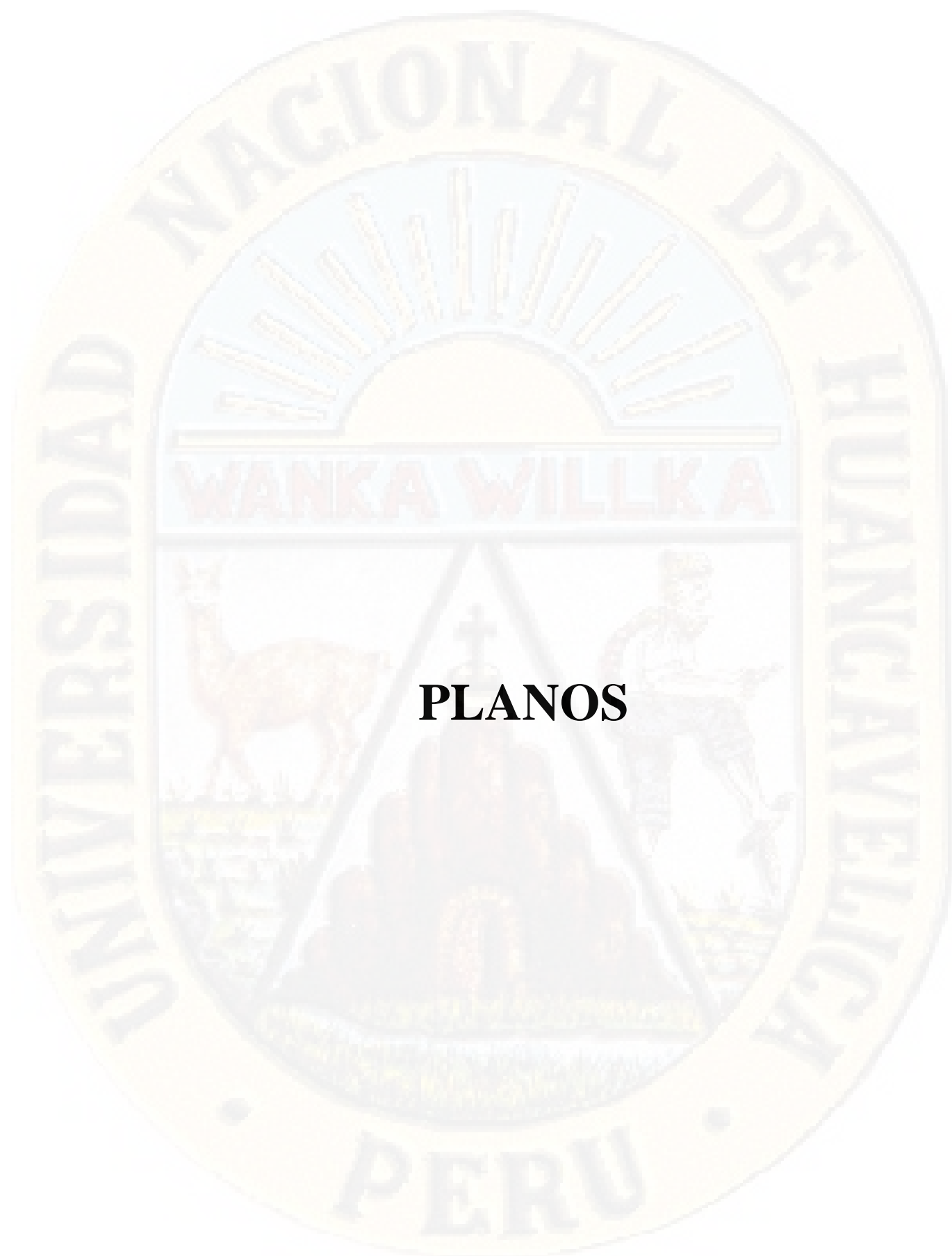
OBSERVACIONES:

*[Firma]*  
Ing. Ulises Nava Calson  
CIP. N° 76935

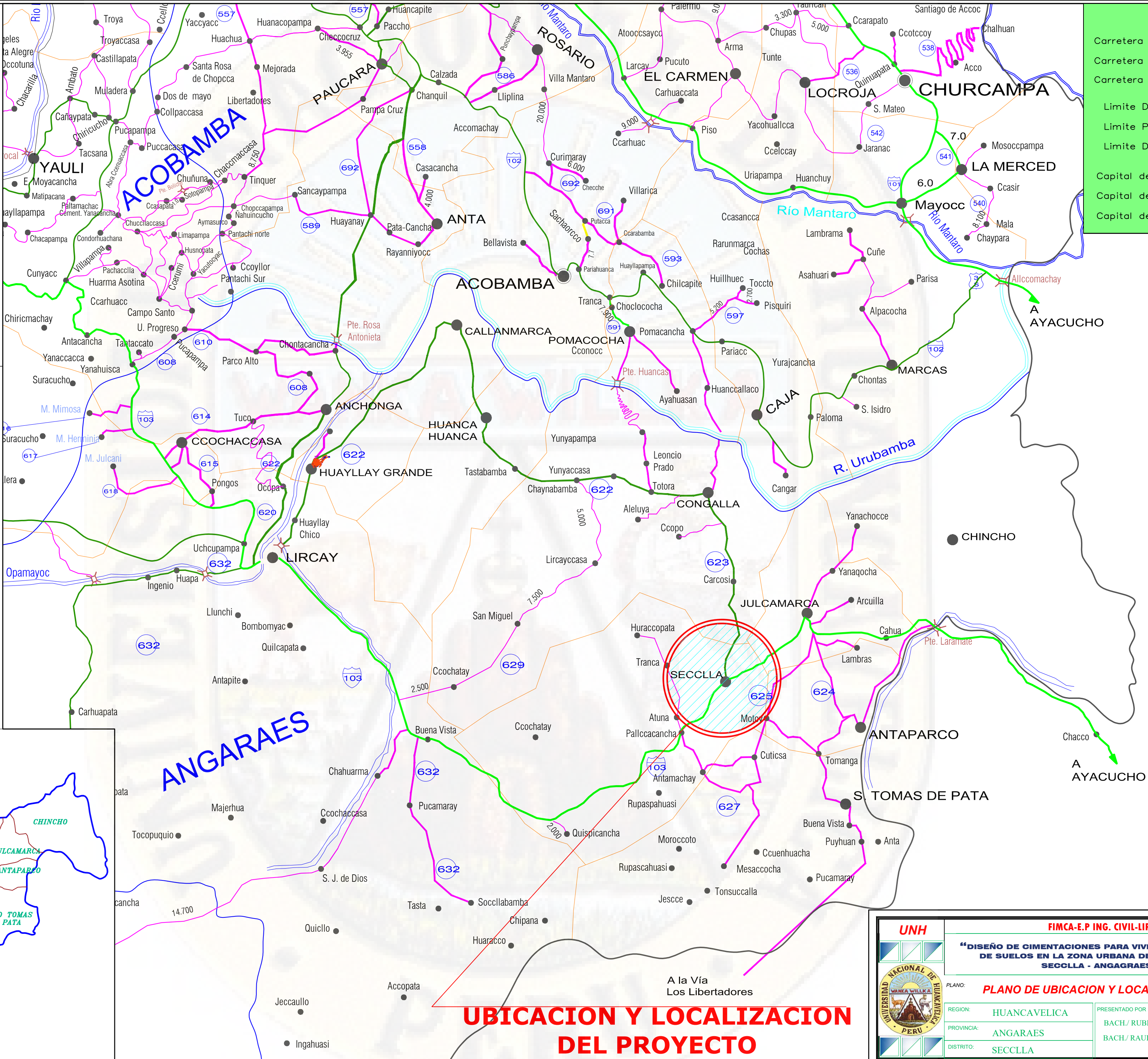
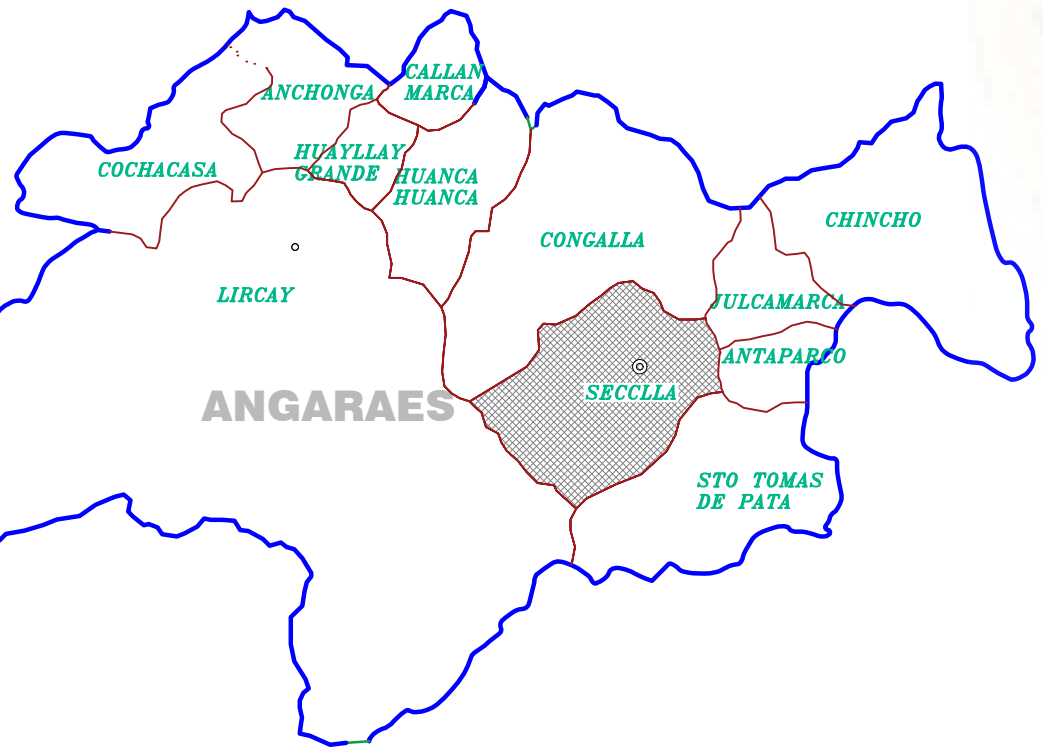
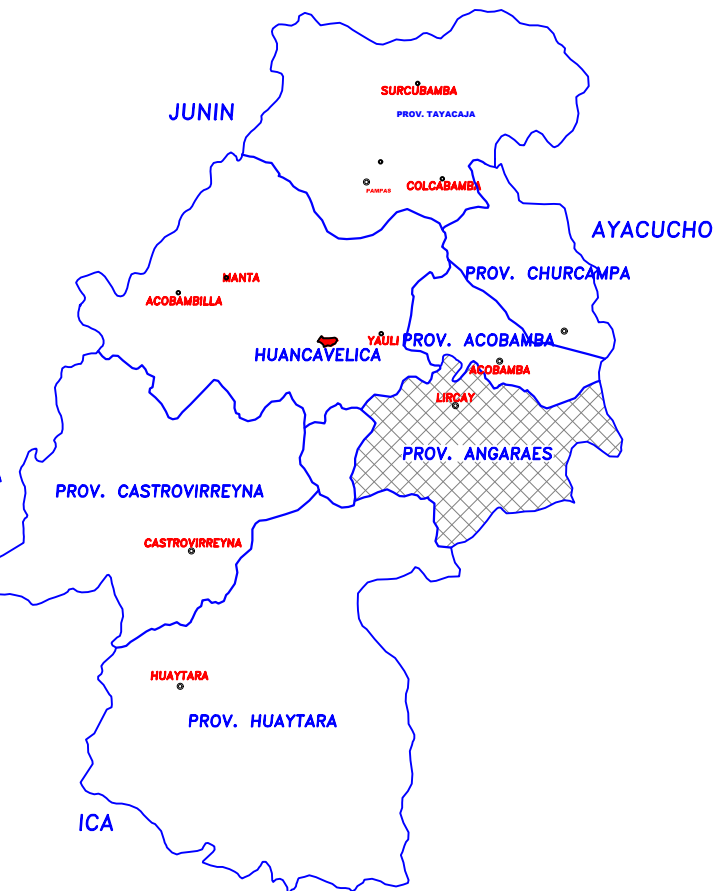
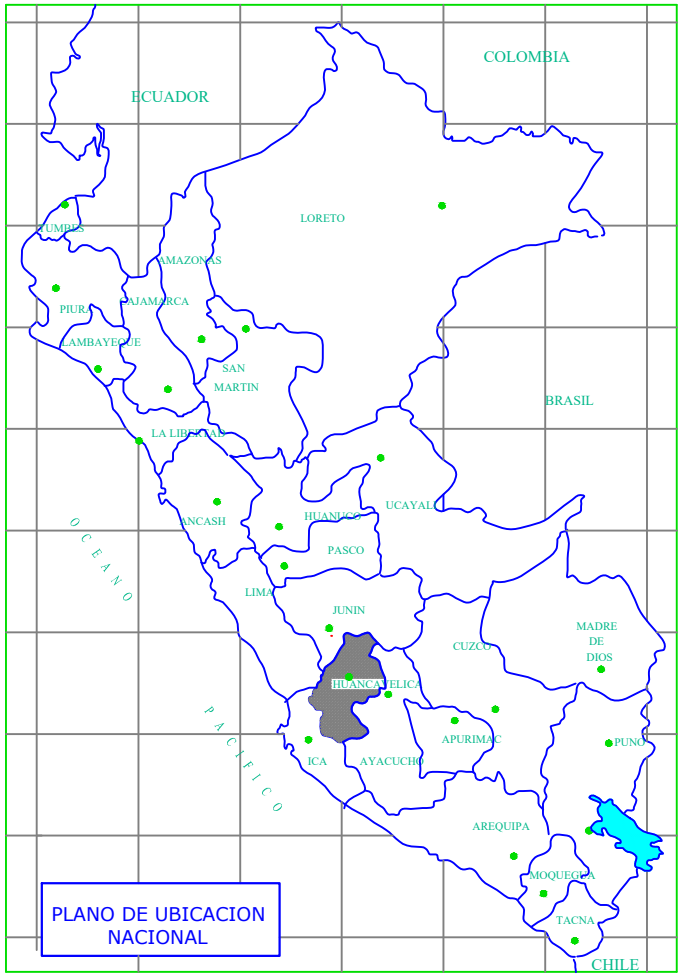


*[Firma]*  
Felipe Huamani Arango  
Tec. Laboratorio





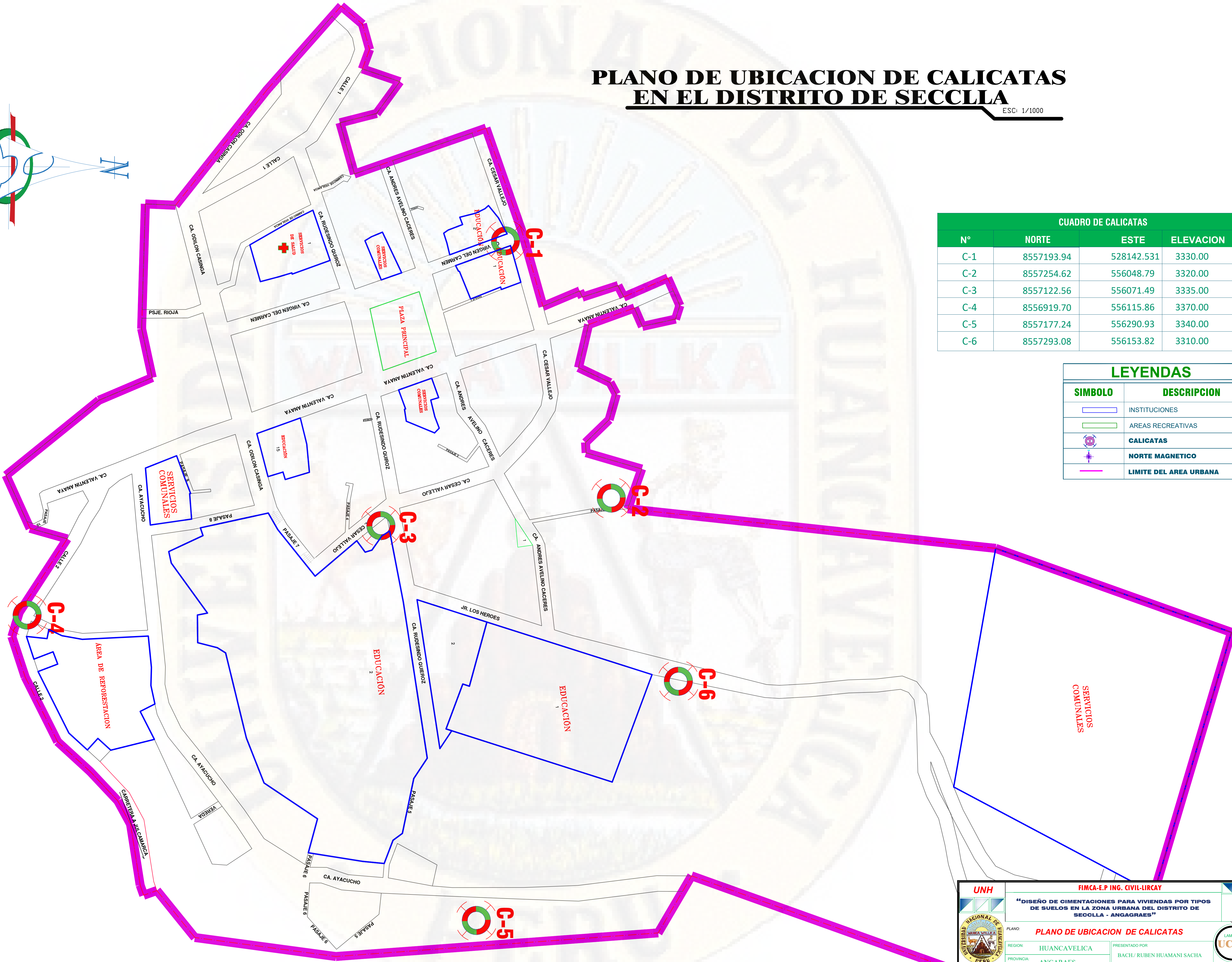
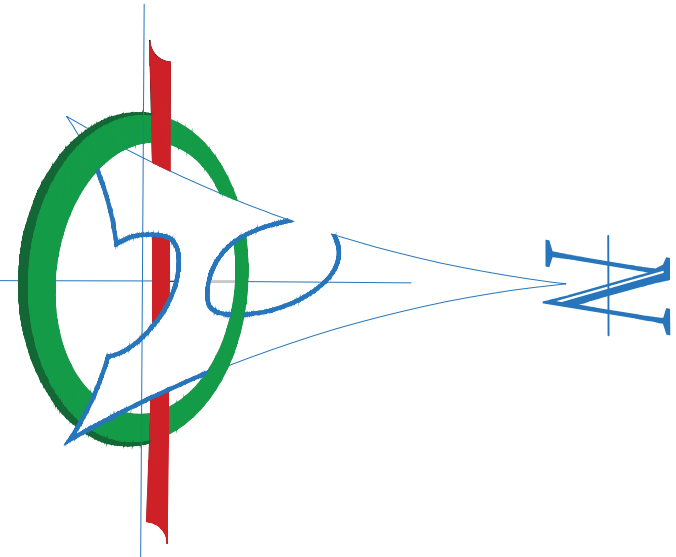
**PLANOS**





PLANO DE UBICACION DE CALICATAS  
EN EL DISTRITO DE SECCLLA

ESC: 1/1000



CUADRO DE CALICATAS			
N°	NORTE	ESTE	ELEVACION
C-1	8557193.94	528142.531	3330.00
C-2	8557254.62	556048.79	3320.00
C-3	8557122.56	556071.49	3335.00
C-4	8556919.70	556115.86	3370.00
C-5	8557177.24	556290.93	3340.00
C-6	8557293.08	556153.82	3310.00

LEYENDAS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INSTITUCIONES
	AREAS RECREATIVAS
	CALICATAS
	NORTE MAGNETICO
	LIMITE DEL AREA URBANA

UNH

FIMCA-E.P ING. CIVIL-LIRCAY

UNIVERSIDAD REGIONAL DE HUANCVELICA

PLANO: PLANO DE UBICACION DE CALICATAS

REGION: HUANCVELICA

PROVINCIA: ANGARAES

DISTRITO: SECCLLA

PRESENTADO POR:

BACH/ RUBEN HUAMANI SACHA

BACH/ RAUL ICHPAS TORRES

LAMINA: UC-01







ESCALA: Indicada

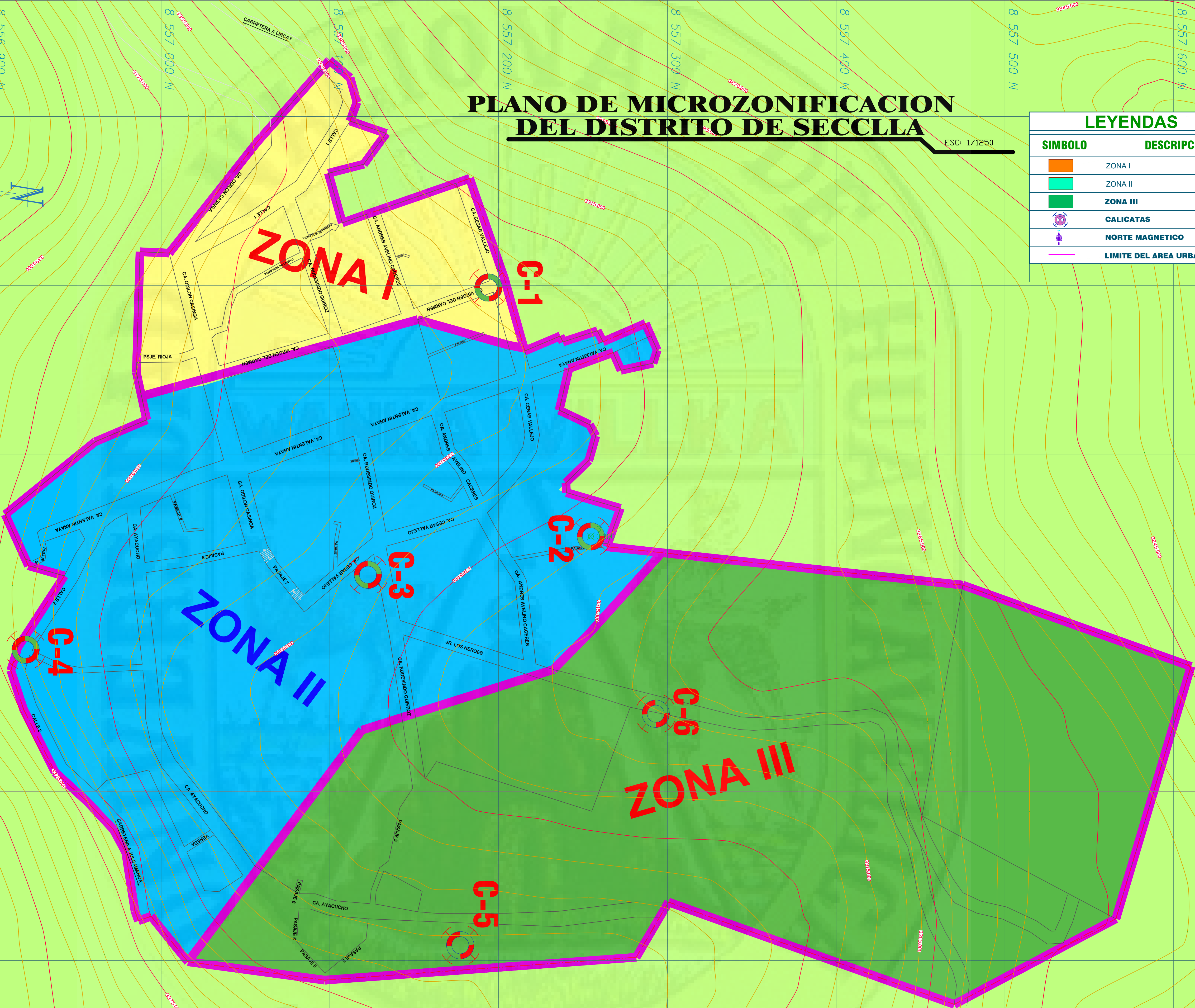
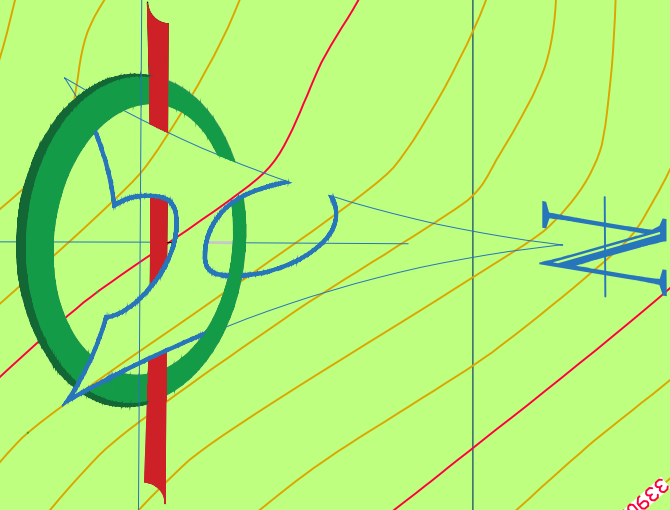


PLANO DE MICROZONIFICACION  
DEL DISTRITO DE SECCLLA

ESC: 1/1250

LEYENDAS

SIMBOLO	DESCRIPCION
	ZONA I
	ZONA II
	ZONA III
	CALICATAS
	NORTE MAGNETICO
	LIMITE DEL AREA URBANA





**FIMCA-E.P ING. CIVIL-LIRCAY**

**"DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELOS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGAGRAES"**

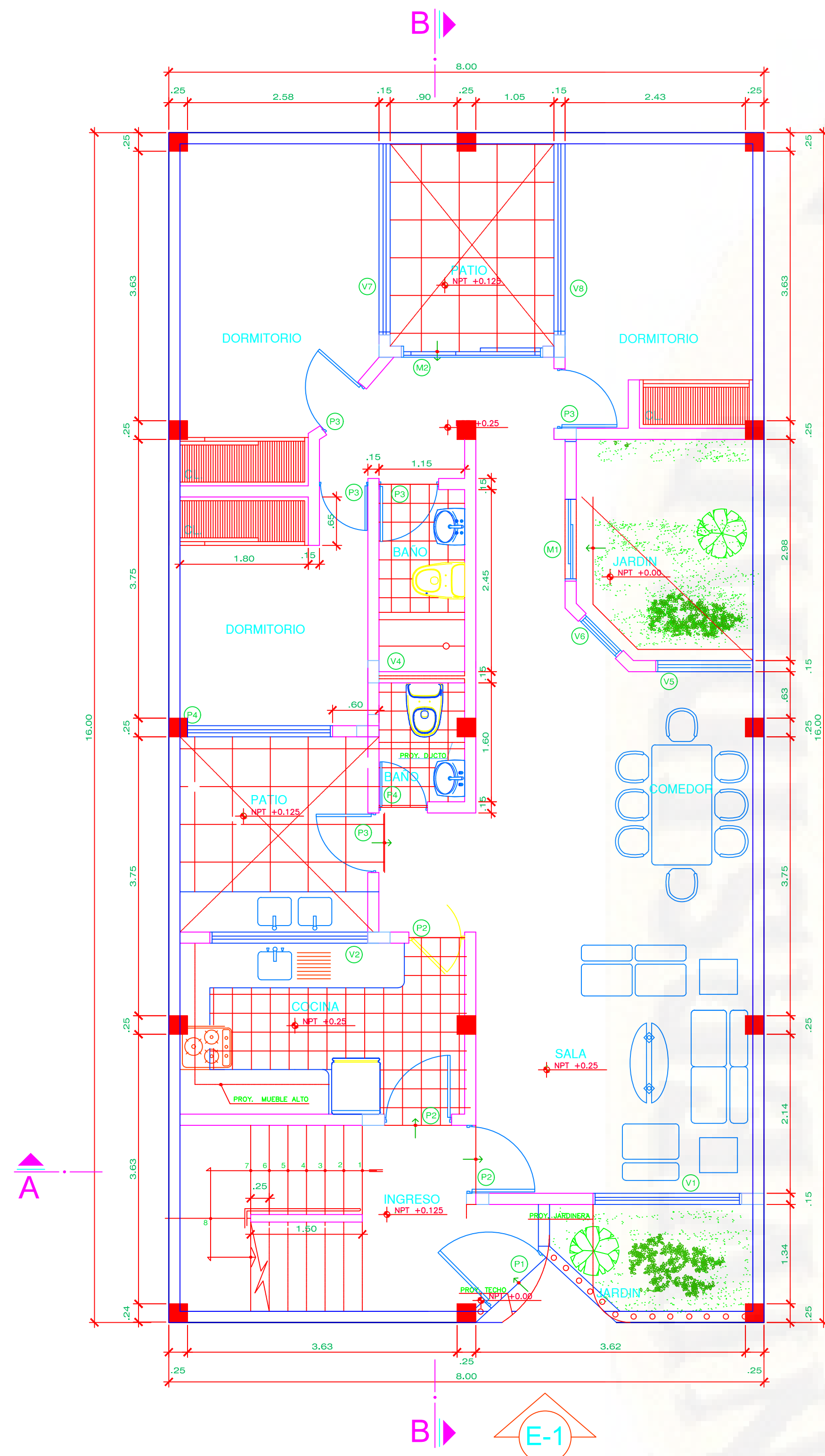
PLANO: **PLANO DE MICROZONIFICACION**

REGION:	HUANCARELICA	PRESENTADO POR:	BACH/ RUBEN HUAMANI SACHA
PROVINCIA:	ANGARAES		BACH/ RAUL ICHPAS TORRES
DISTRITO:	SECCLLA		

LAMINA: **PM-01**

ESCALA: **Indicada**



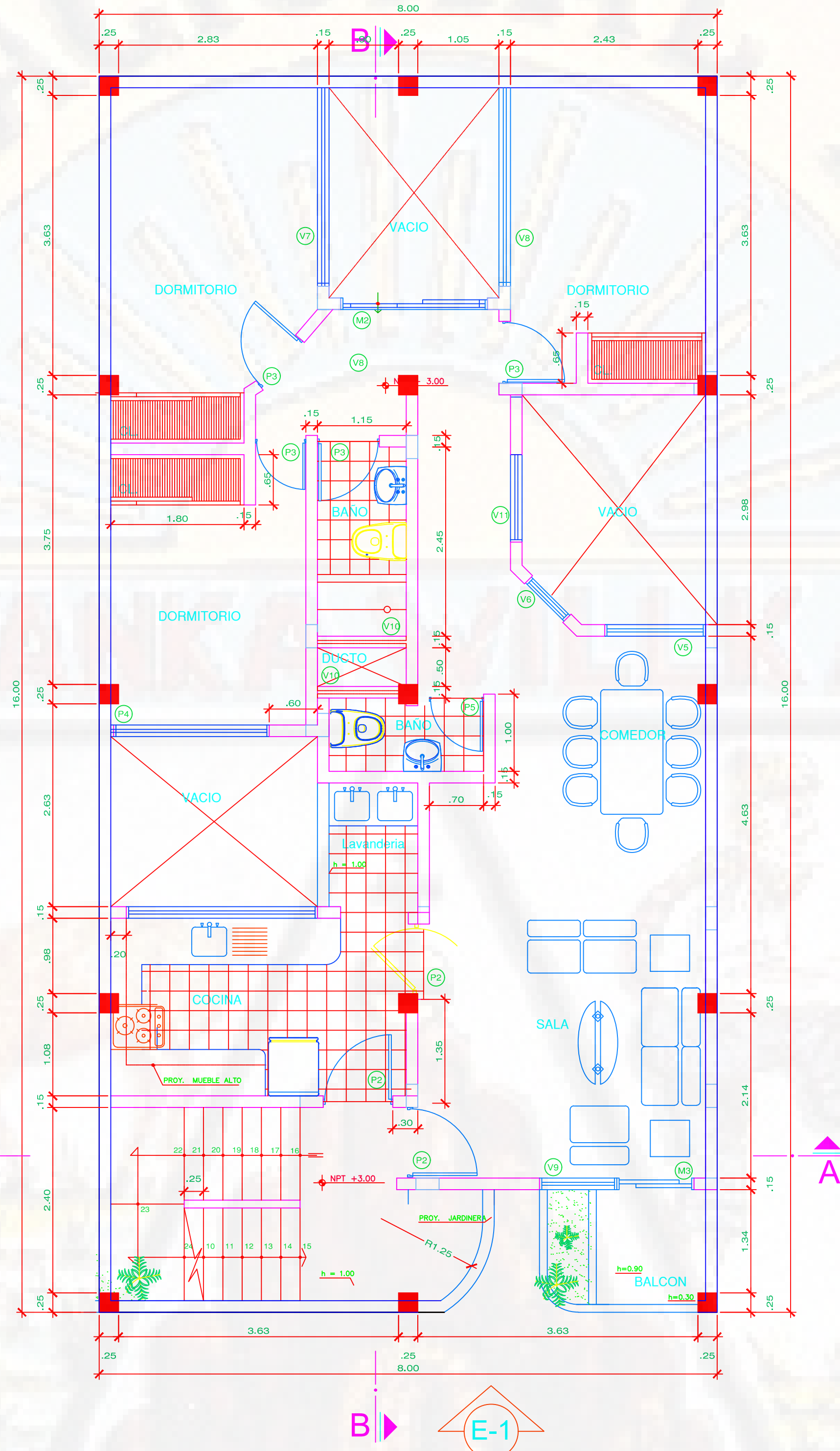


PLANTA 1er PISO

ESC.: 1/50

CUADRO DE VANOS PUERTAS			
	ANCHO	ALTO	TIPO
P1	1.00	2.10	REJA METALICA
P2	0.90	2.10	MADERA
P3	0.80	2.10	MADERA
P4	0.65	2.10	MADERA
P5	0.70	2.10	MADERA
M1	1.15	2.10	MADERA,VIDRIO
M2	1.90	2.10	MADERA,VIDRIO
M3	1.00	2.50	MADERA,VIDRIO

CUADRO DE VANOS VENTANAS				
	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
V1	2.00	1.60	0.90	madera,vidrio
V2	2.25	1.40	1.00	madera,vidrio
V3	2.10	1.40	1.00	madera,vidrio
V4	1.15	0.60	2.00	madera,vidrio
V5	1.30	1.40	1.00	madera,vidrio
V6	0.70	1.40	0.90	madera,vidrio
V7	1.80	1.40	0.90	madera,vidrio
V8	1.90	1.40	0.90	madera,vidrio
V9	1.00	1.80	0.70	madera,vidrio
V10	1.15	0.70	1.80	madera,vidrio
V11	1.15	1.40	0.90	madera,vidrio

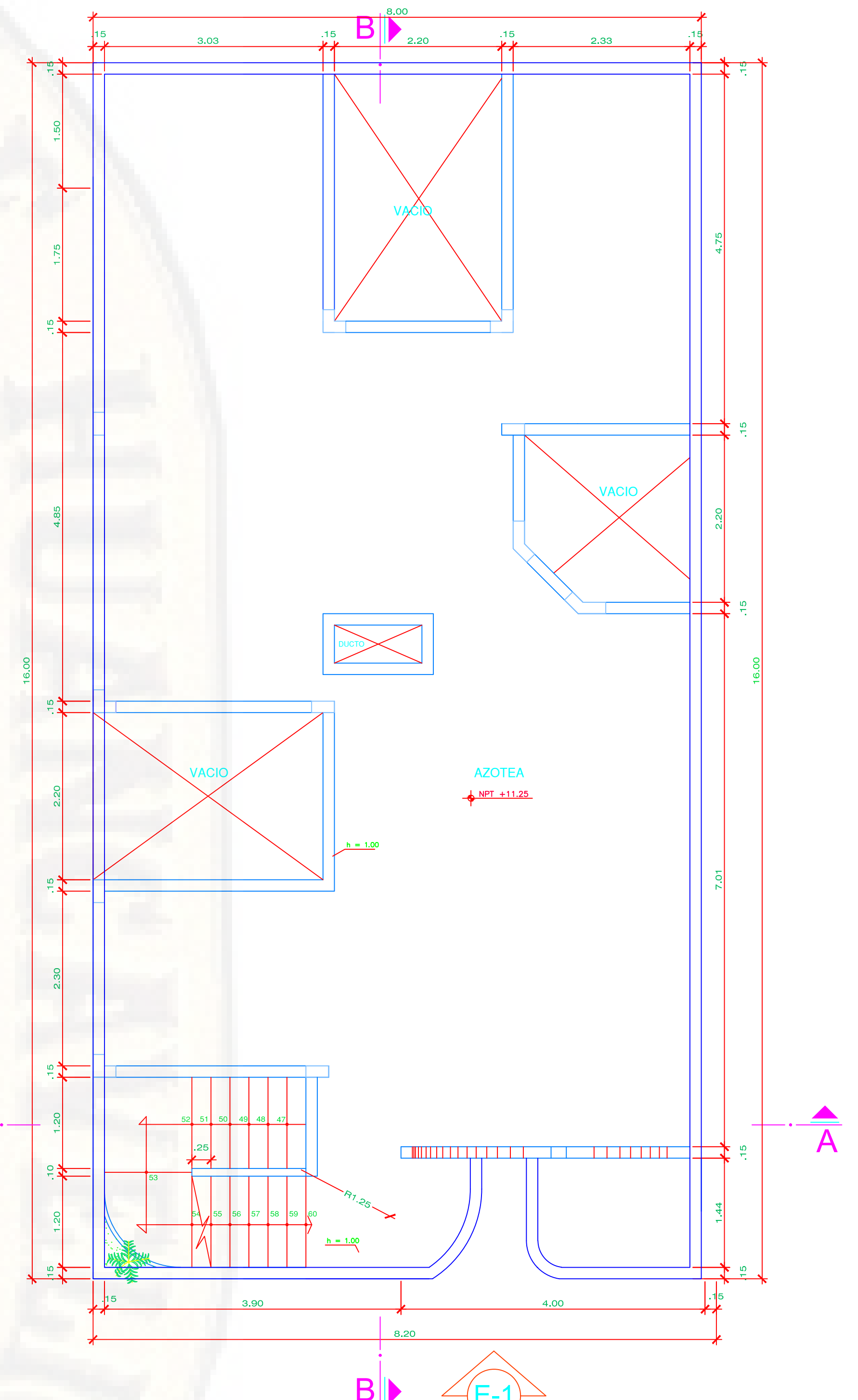


PLANTA TIPICA 2do PISO, 3er PISO

ESC.: 1/50

2do NPT +3.00

3er NPT +5.75

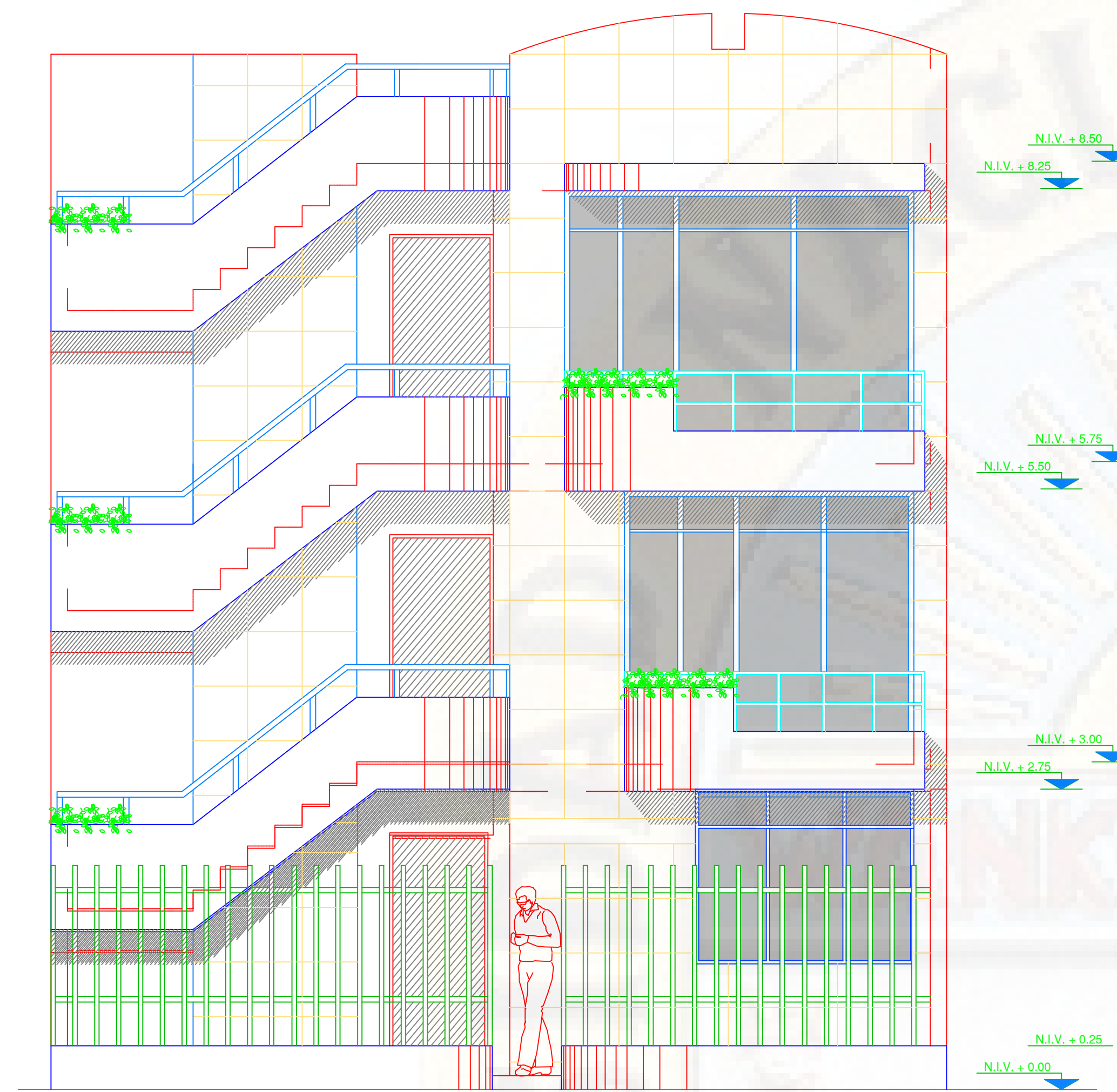


PLANTA AZOTEA

ESC.: 1/50

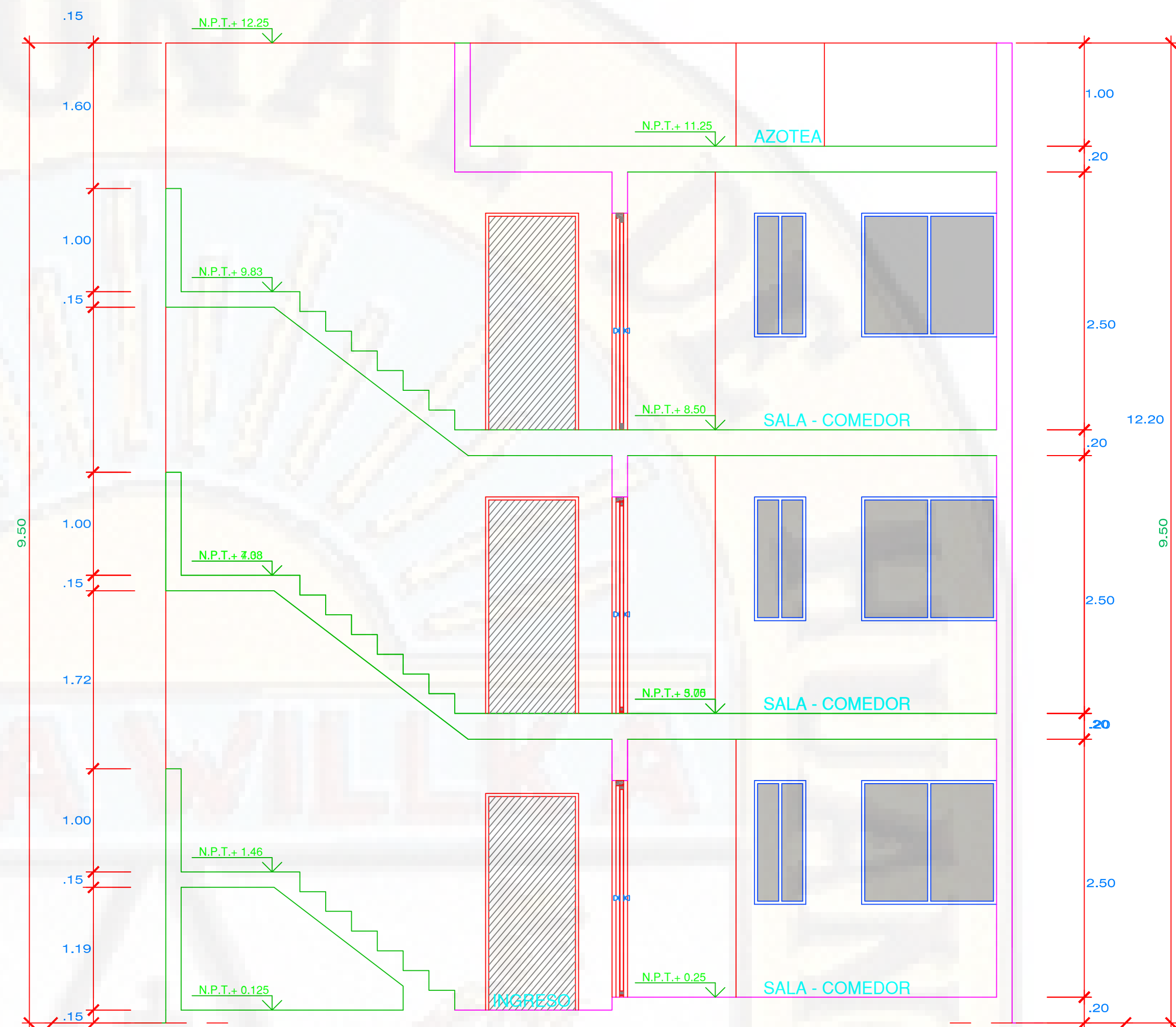
4to NPT +8.50





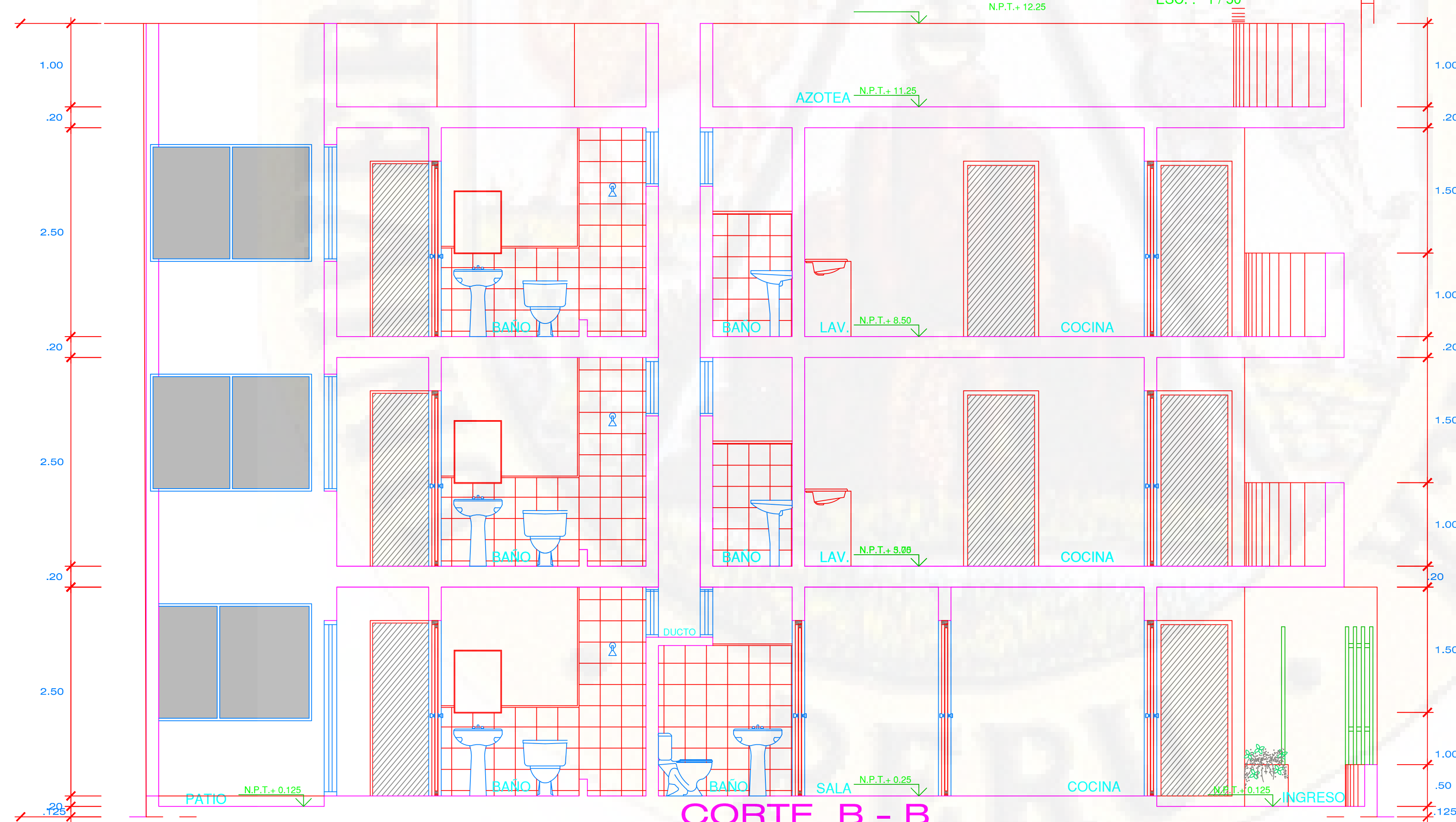
ELEVACION PRINCIPAL - 1

ESC. : 1/50



CORTE A - A

ESC. : 1/50



CORTE B - B

ESC. : 1/50

	<b>FIMCA-E.P ING. CIVIL-LIRCAY</b>	
	<b>"DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELOS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGAGRAES"</b>	
	PLANO:	<b>PLANO DE ARQUITECTURA CORTE Y ELEVACION</b>
	REGION:	HUANCAVELICA
	PROVINCIA:	ANGARAES
DISTRITO:	SECCLLA	
PRESENTADO POR		
BACH./ RUBEN HUAMANI SACHA		
BACH./ RAUL ICHPAS TORRES		
ESCALA:		
Indicada		



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### LOSAS ALIGERADAS :

CONCRETO  $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$   
ACERO  $f_y = 4200 \text{ Kg/Cm}^2$   
RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL REFUERZO = 2.5 cm

### PARÁMETROS DE DISEÑO DE LOSA ALIGERADA :

#### CARGAS PERMANENTES ( C. M. ) :

PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO =  $2400 \text{ kg/m}^3$   
PESO PROPIO : Para  $h = 17 \text{ cm}$  =  $280 \text{ kg/m}^2$

#### SOBRECARGAS O CARGAS VIVAS ( C. V. ) :

SOBRECARGA EN TECHO =  $100 \text{ Kg/m}^2$

CARGA DE DISEÑO : ( RNE  $U = 1.4 \text{ C.M} + 1.7 \text{ C.V}$  )

### ESPECIFICACIONES ACERCA DEL REFUERZO :

- Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas, las barras de las capas superiores deben colocarse exactamente sobre las de las capas inferiores con una distancia libre entre capas igual al  $\phi$  y no menor de 2.5 cm.
- Longitud de Traslape mínima = 30 cm.
- Todo refuerzo será doblado en frío, salvo indicación del Ingeniero Residente.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### ESTRUCTURAS (VIGAS Y COLUMNAS) :

CONCRETO :  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ( alcanzado a los 28 días )  
ACERO :  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$   
RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL REFUERZO = 2.50 cm  
CONCRETO EN ZAPATAS :  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ( alcanzado a los 28 días )

### ESPECIFICACIONES ACERCA DEL REFUERZO :

- Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas, las barras de las capas superiores deben colocarse exactamente sobre las de las capas inferiores con una distancia libre entre capas igual al  $\phi$  y no menor de 2.5 cm.
- Longitud de Traslape mínima = 30 cm.

## DESENCOFRADO

COLUMNAS	24 HORAS MÍNIMO.
FONDO DE VIGAS Y LOSAS ALIG	20 DÍAS MÍNIMO.
LATERAL DE VIGAS Y LOSAS	24 HORAS MÍNIMO.
ARMADURAS	NO DEBEN SOLDARSE.
ZAPATAS Y CIMENTOS CORRIDOS MONOLÍTICAMENTE	

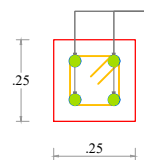
## RECUBRIMIENTOS

DESCRIPCION	cm.
ZAPATAS	7.00
COLUMNAS, PLACAS	4.00
VIGAS	4.00
LOSAS	5.00
SOBRECIMENTOS	4.00

## DOSIFICACION DE MATERIALES PARA DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONCRETO

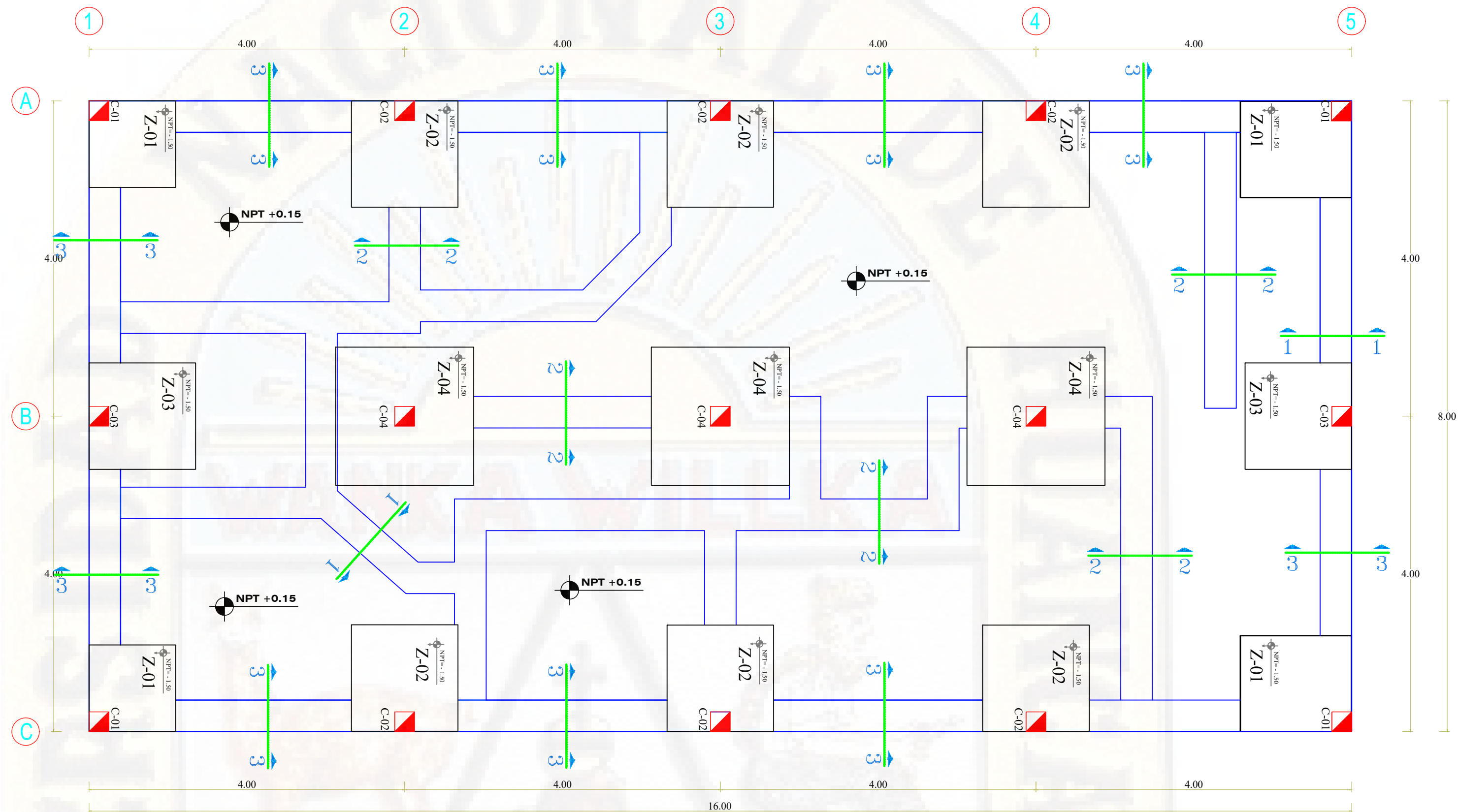
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	$f'_c$ RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS	TAMAÑO DE PIEDRA
CIMENTACIONES	CONCRETO C-H1:10+30%P.G (8")	$f'_c=100\text{kg/cm}^2$	1"
SOBRECIMENTOS	CONCRETO C-H1:8+25%P.M (4"-6")	$f'_c=140\text{kg/cm}^2$	1"
ELEMENTOS VERTICALES	COLUMNAS Y PLACAS	$f'_c=210\text{kg/cm}^2$	1/2"
	FALSO PISO	$f'_c=100\text{kg/cm}^2$	1"
ELEMENTOS HORIZONTALES	PISO	$f'_c=140\text{kg/cm}^2$	1/2"
	VIGAS, LOSAS MACISAS Y ALIGERADAS	$f'_c=210\text{kg/cm}^2$	3/4"
ELEMENTOS INCLINADOS	GRADAS DE CONCRETO SIMPLE	$f'_c=175\text{kg/cm}^2$	1"
	ESCALERAS REFORZADAS	$f'_c=210\text{kg/cm}^2$	1/2"

### TIPO "Columnas" 4Ø1/2"



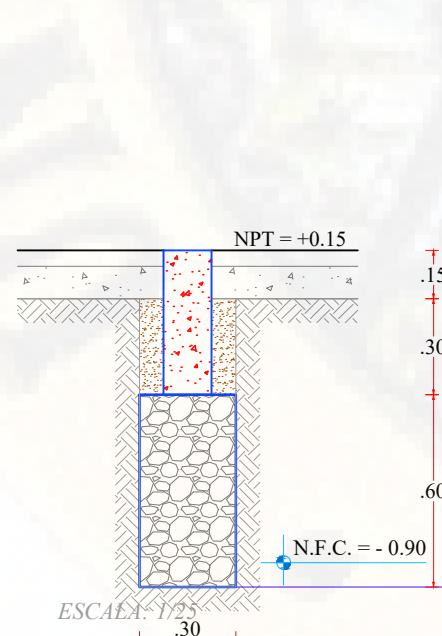
Ø 3/8"; 1@ 0.05, 5@ 0.10,  
3@ 0.15, Rto @ 0.20

DETALLE DE COLUMNAS  
C-01, C-02, C-03 Y C-04

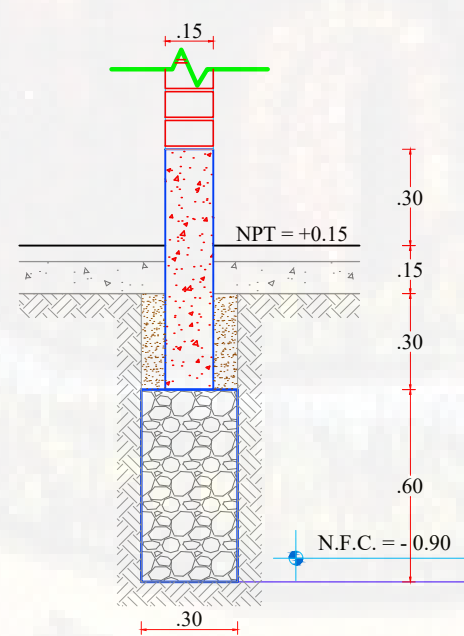


# ZAPATAS Y CIMENTACIONES

ESCALA: 1/50

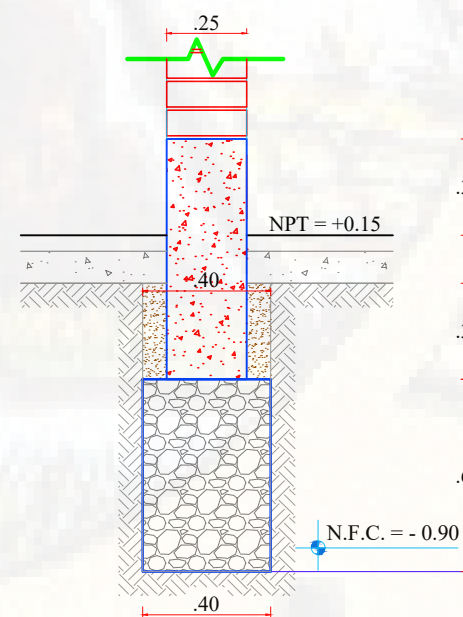


CORTE 1-1



CORTE 2-2

ESCALA: 1/25



CORTE 3-3

ESCALA: 1/25

## DETALLE DE CIMIENTO CORRIDO

ESCALA: 1/25

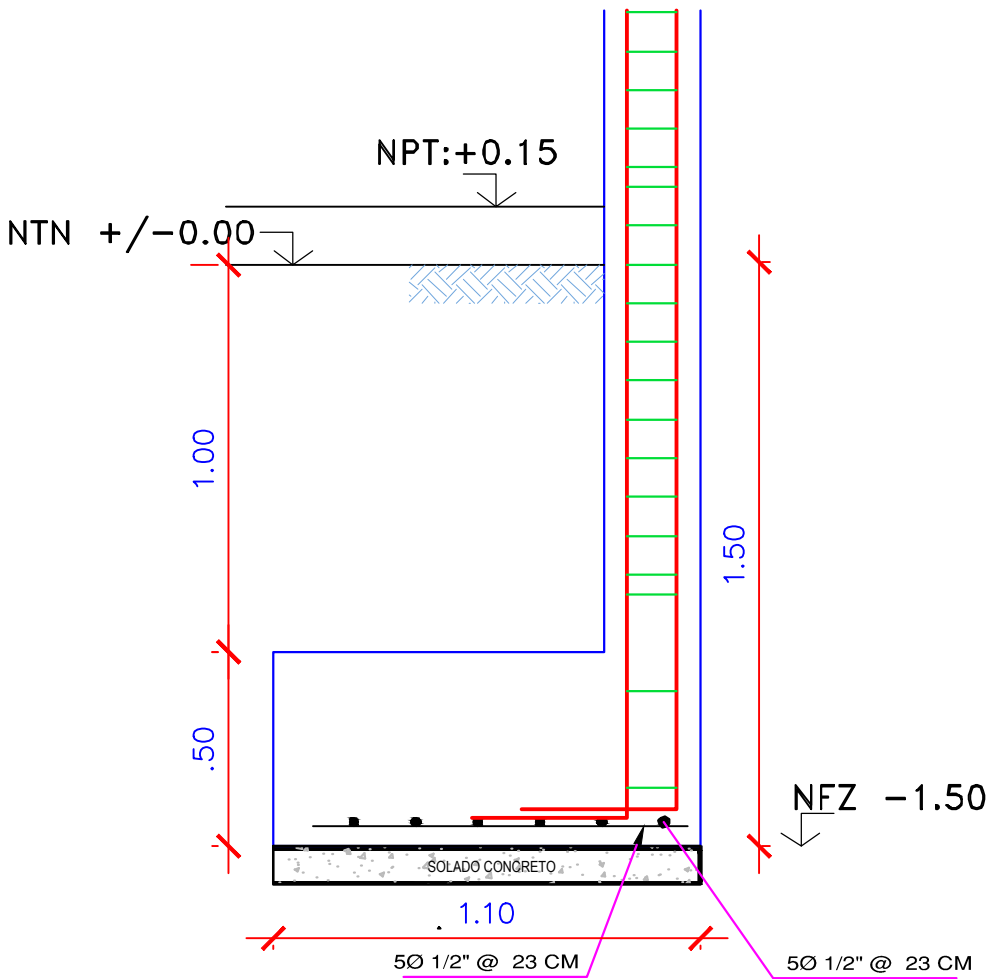
<b>UNH</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYEL HUANCAYEL - PERU	<b>FIMCA-E.P ING. CIVIL-LIRCAY</b>	
	<b>"DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELOS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA - ANGAGRAES"</b>	
	PLANO:	<b>CIMENTACION</b>
	REGION: HUANCAYELICA PROVINCIA: ANGARAES DISTRITO: SECCLLA	PRESENTADO POR: BACH/ RUBEN HUAMANI SACHA BACH/ RAUL ICHPAS TORRES

LAMINA: **C-01**  
ESCALA: Indicada

DETALLE DE CIMIENTOS ZONA I

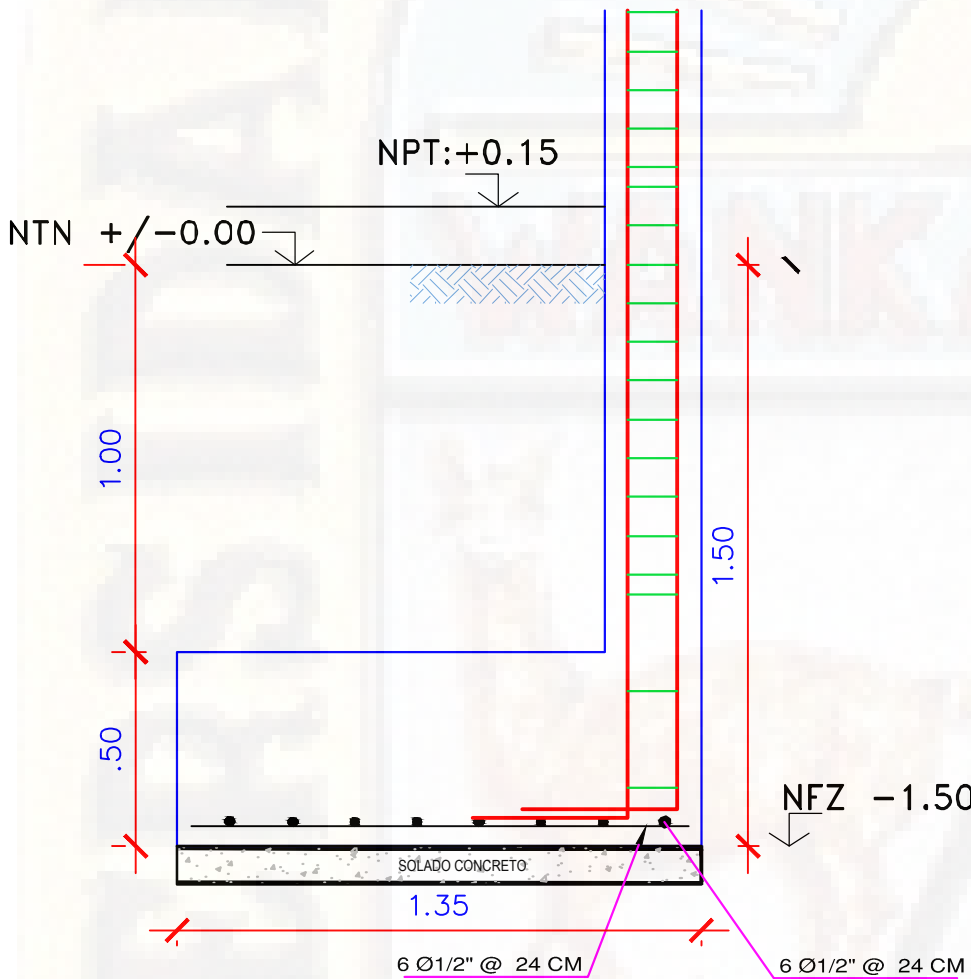
CUADRO DE CIMENTACION ZONA I

TIPO	S	T	H	h	ACERO EN SENTIDO LONGITUDINAL	ACERO EN SENTIDO TRANSVERSAL
Z-1	1.10	1.10	1.50	0.50	5 Ø 1/2" @ 0.23m	5 Ø 1/2" @ 0.23m
Z-2	1.35	1.35	1.50	0.50	6 Ø 1/2" @ 0.24m	6 Ø 1/2" @ 0.24m
Z-3	1.35	1.35	1.50	0.50	6 Ø 1/2" @ 0.24m	6 Ø 1/2" @ 0.24m
Z-4	1.75	1.75	1.50	0.50	8 Ø 1/2" @ 0.23m	8 Ø 1/2" @ 0.23m



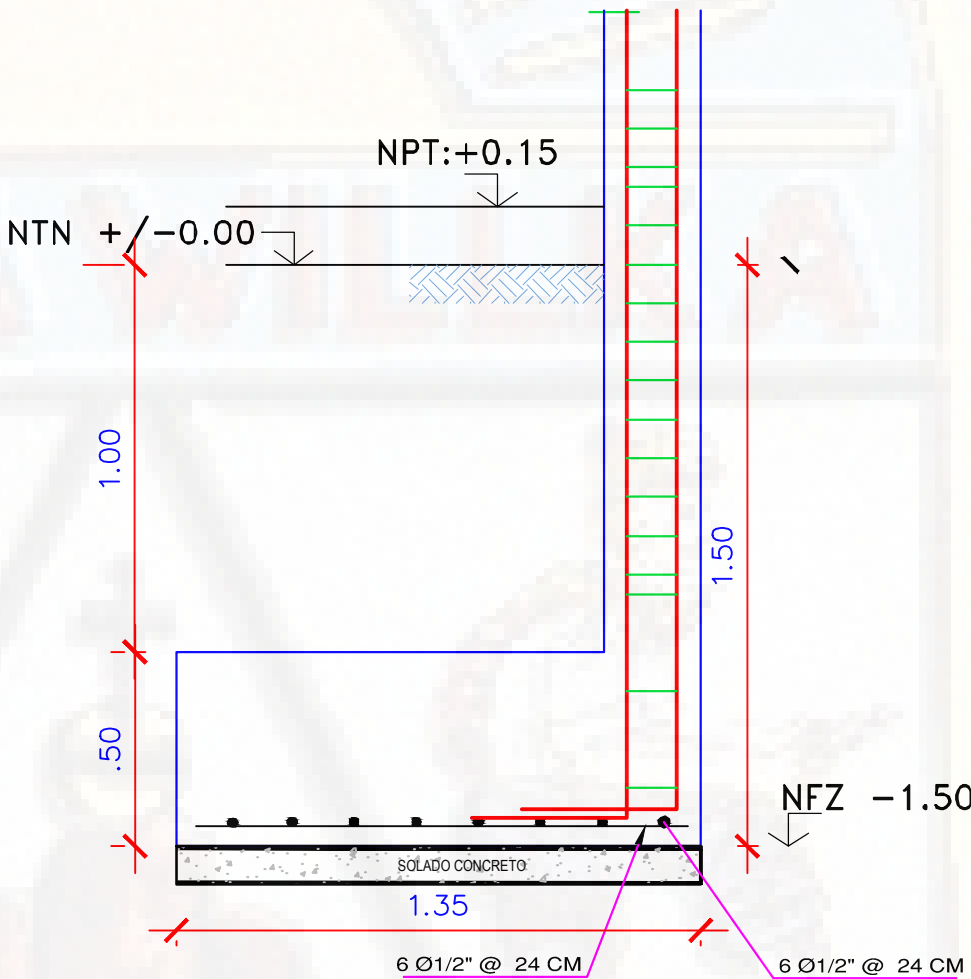
Zapata C-1

ESC 1 : 20



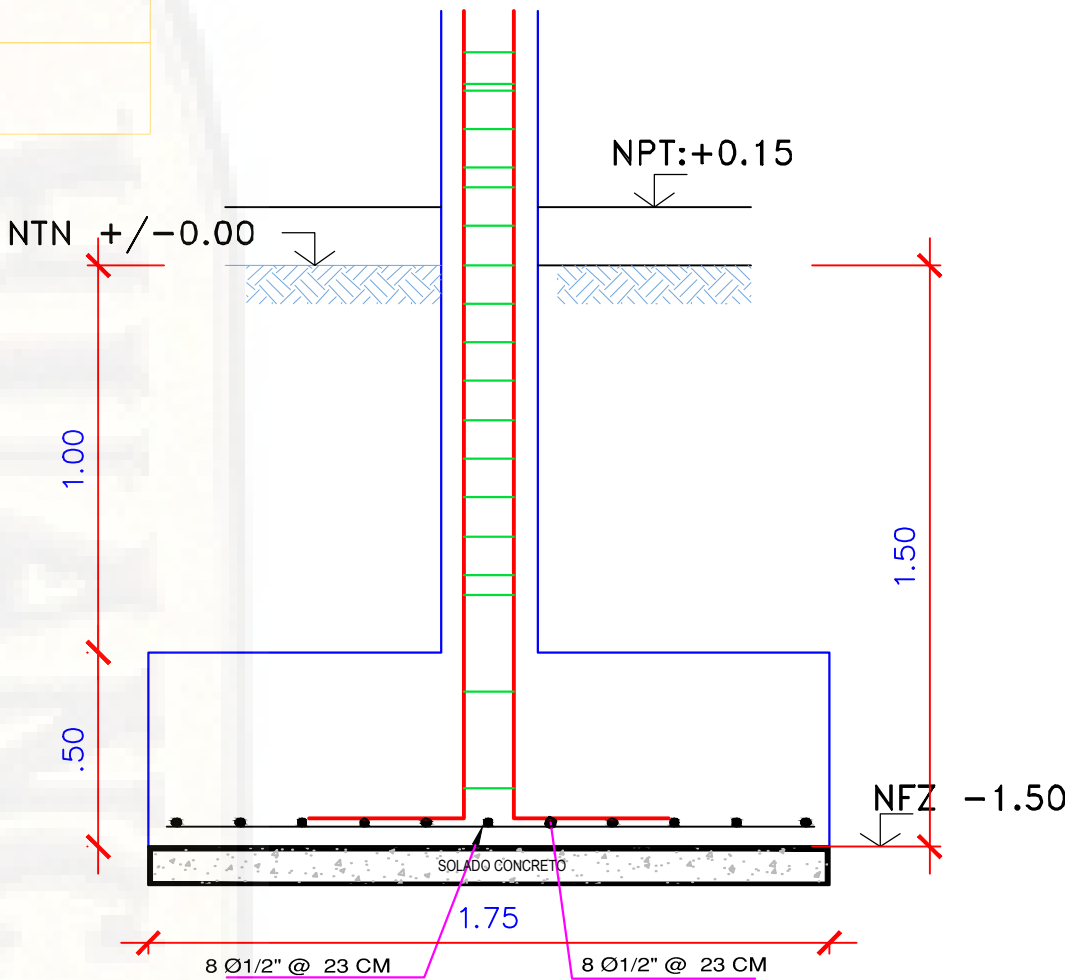
Zapata C-2

ESC 1 : 20



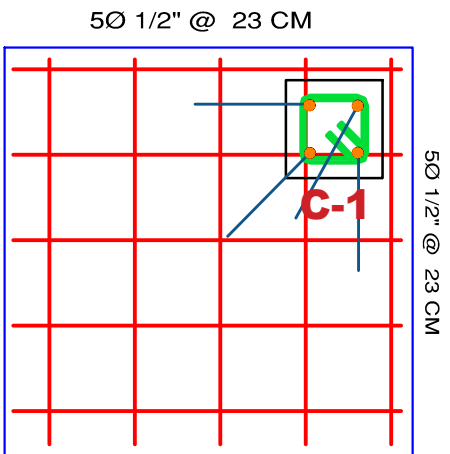
Zapata C-3

ESC 1 : 20



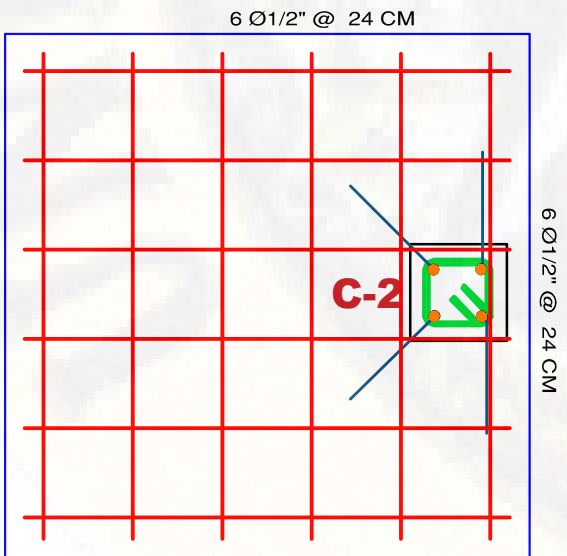
Zapata C-4

ESC 1 : 20



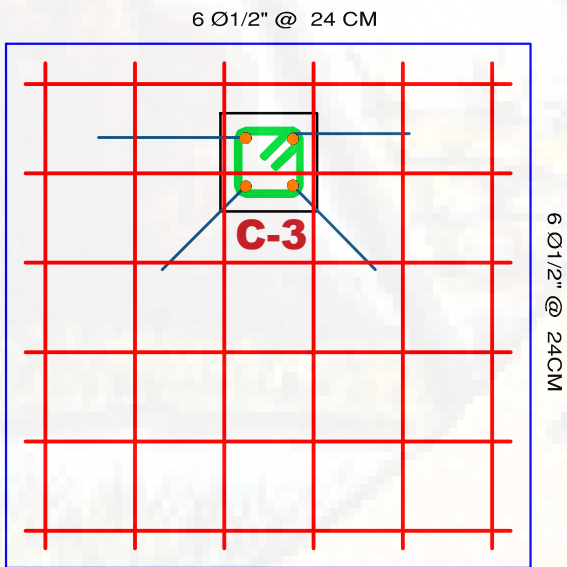
Zapata C-1

ESC 1 : 20



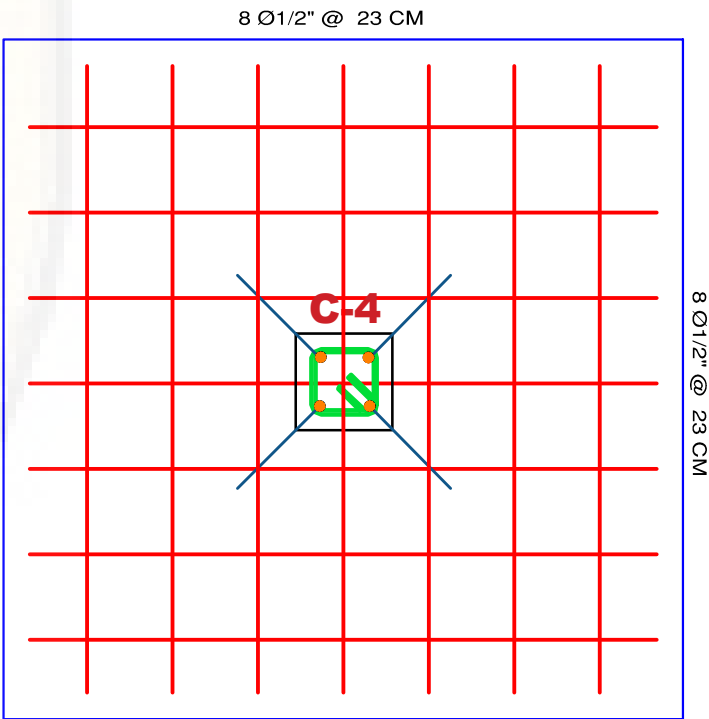
Zapata C-2

ESC 1 : 20



Zapata C-3

ESC 1 : 20



Zapata C-4

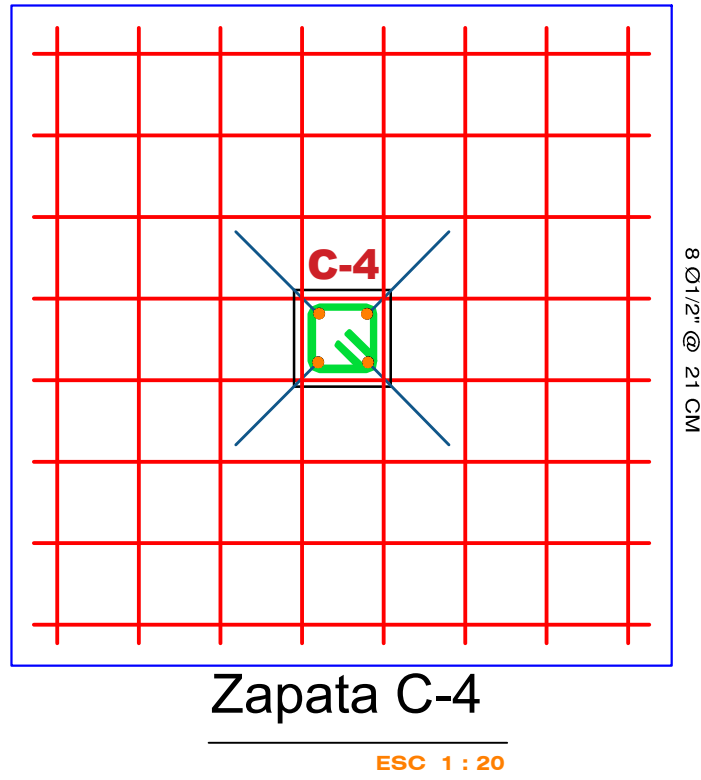
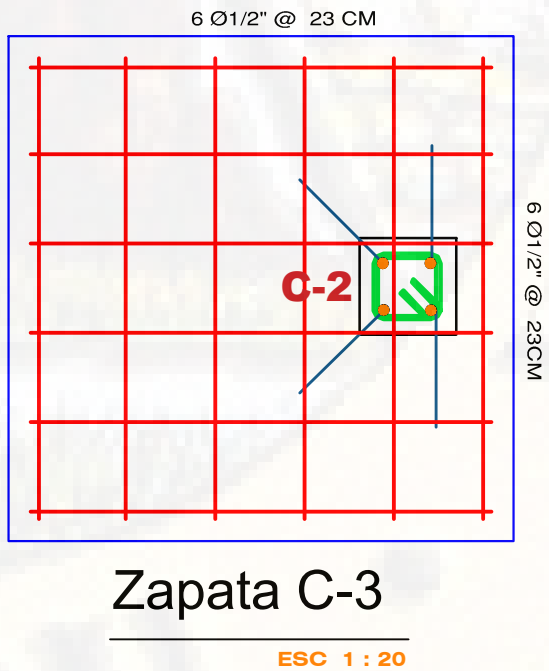
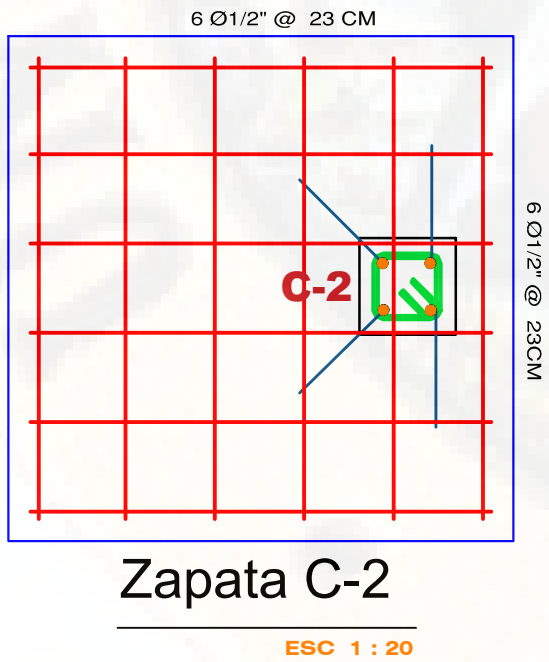
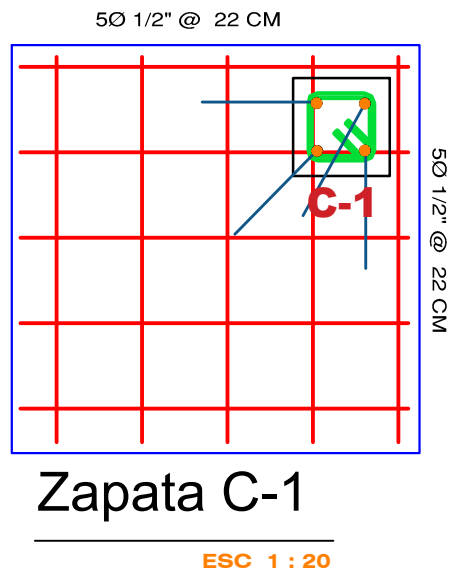
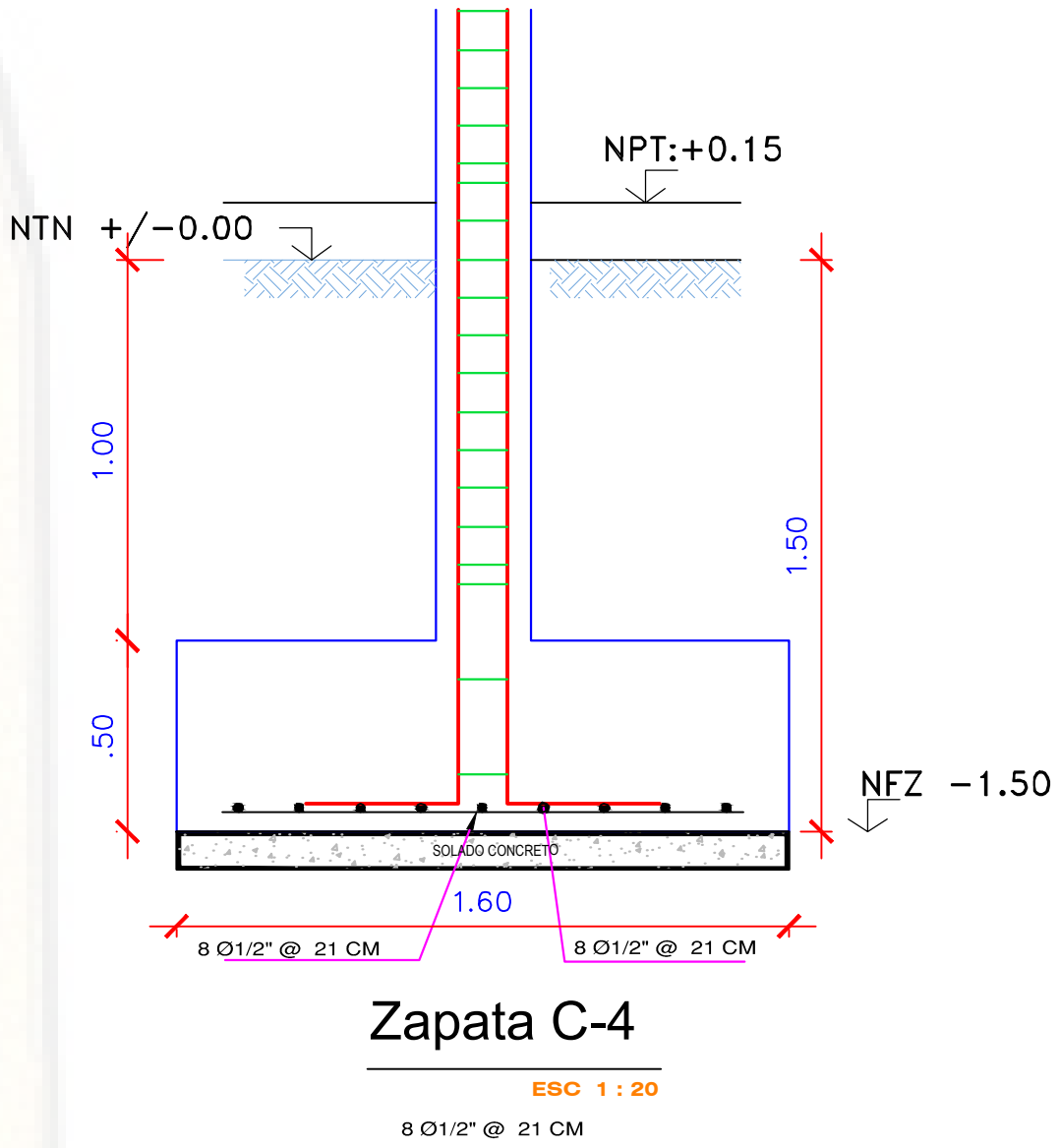
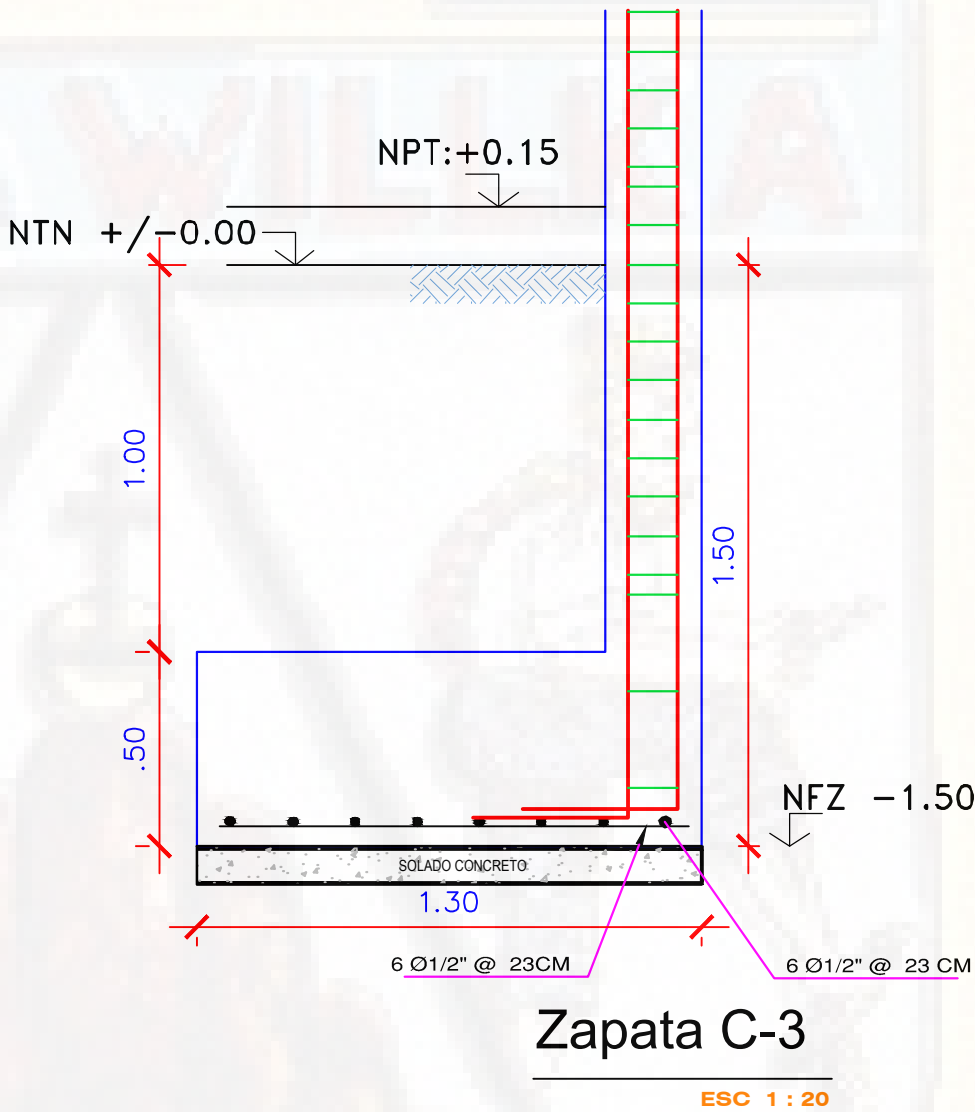
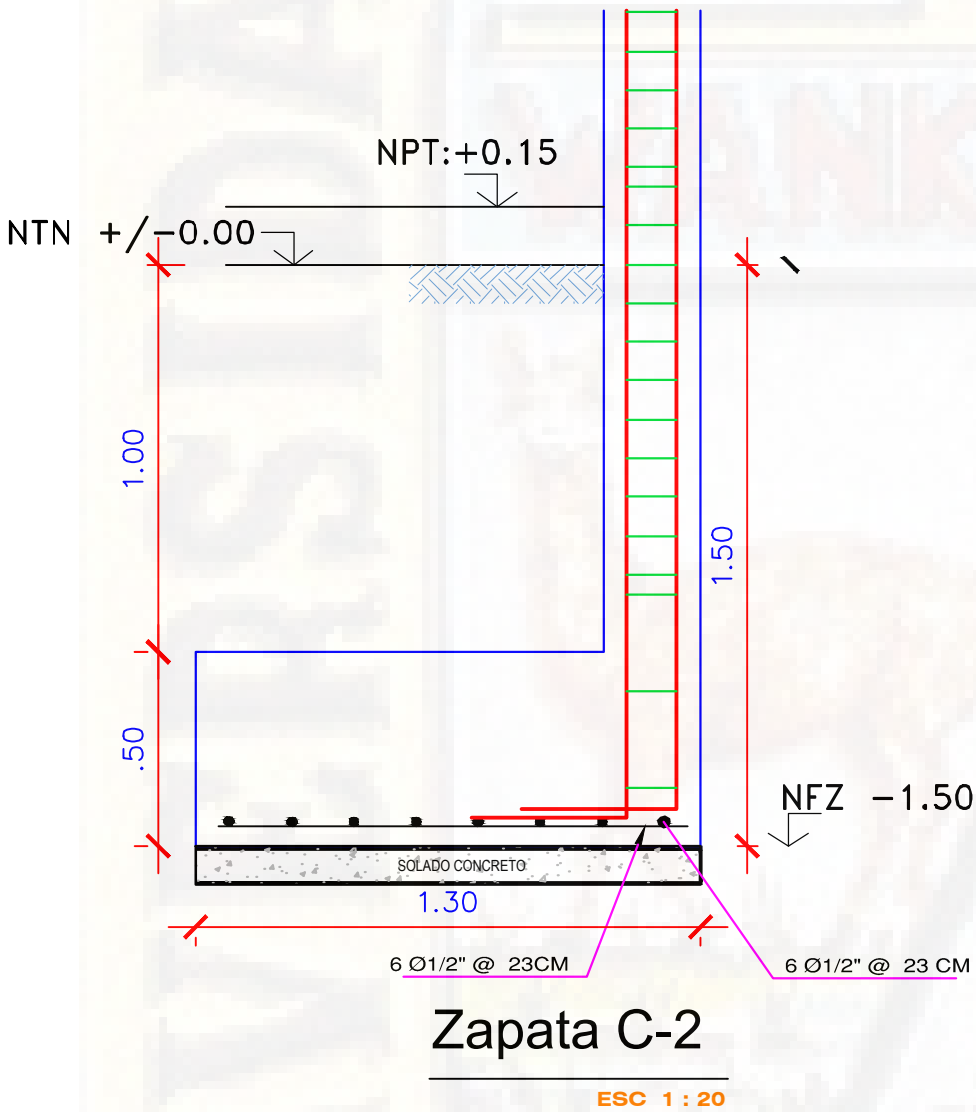
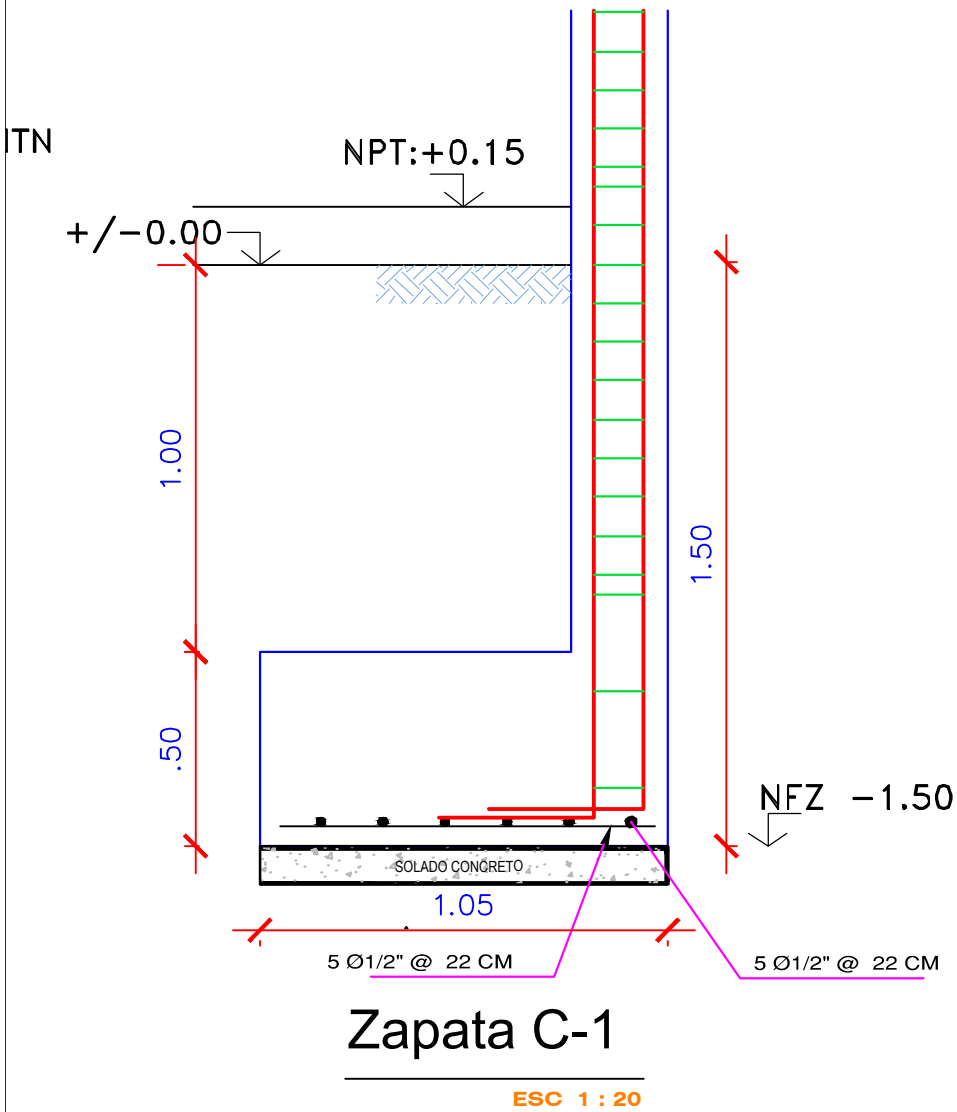
ESC 1 : 20

ZAPATAS  
ESCALA: 1/20

DETALLE DE CIMIENTOS ZONA II

CUADRO DE CIMENTACION ZONA II

TIPO	S	T	H	h	ACERO EN SENTIDO LONGITUDINAL	ACERO EN SENTIDO TRANSVERSAL
Z-1	1.05	1.05	1.50	0.50	5 Ø 1/2" @ 0.22m	5 Ø 1/2" @ 0.22m
Z-2	1.30	1.30	1.50	0.50	6 Ø 1/2" @ 0.23m	6 Ø 1/2" @ 0.23m
Z-3	1.30	1.30	1.50	0.50	6 Ø 1/2" @ 0.23m	6 Ø 1/2" @ 0.23m
Z-4	1.60	1.60	1.50	0.50	8 Ø 1/2" @ 0.21m	8 Ø 1/2" @ 0.21m



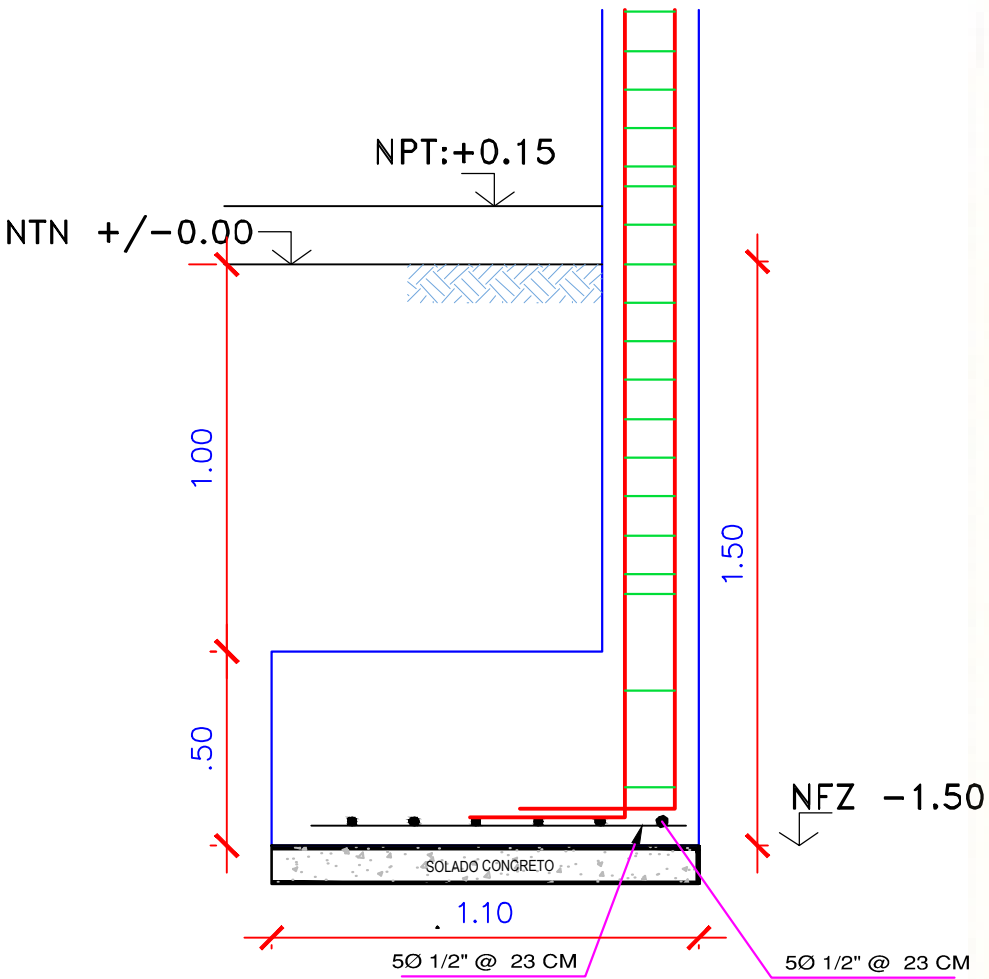
ZAPATAS  
ESCALA: 1/20



DETALLE DE CIMIENTOS ZONA III

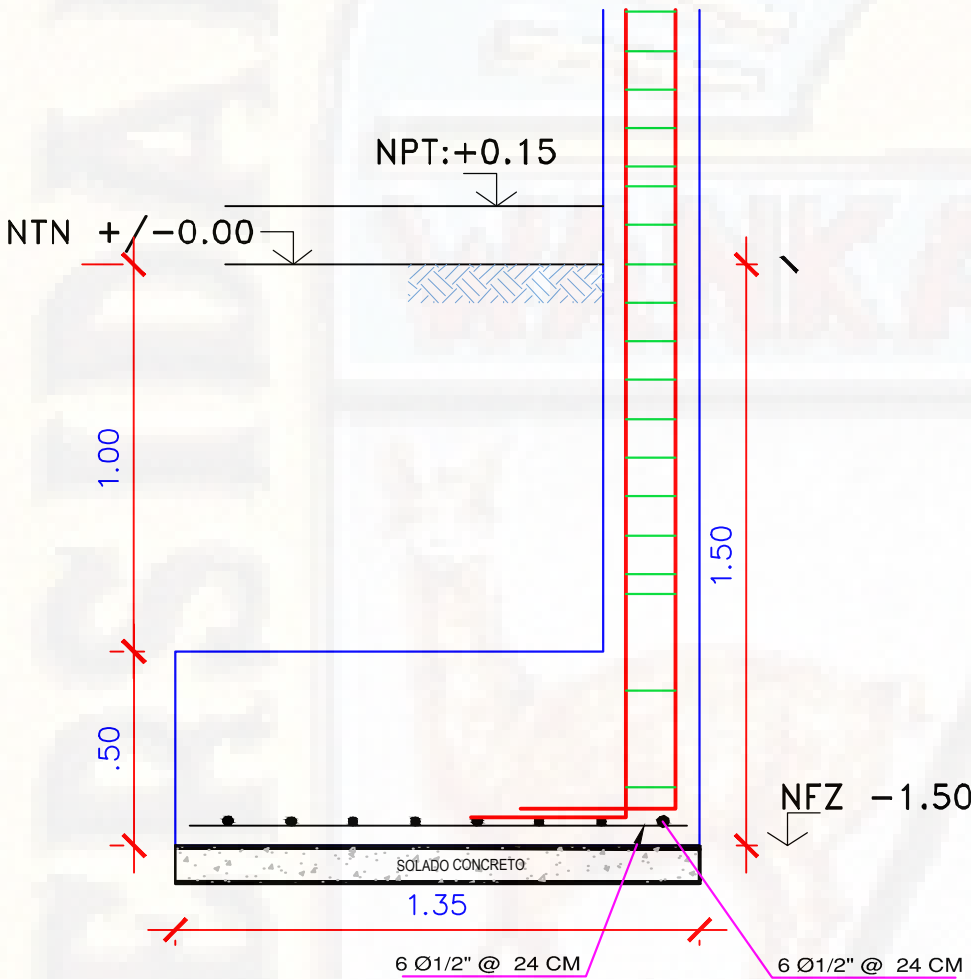
CUADRO DE CIMENTACION ZONA III

TIPO	S	T	H	h	ACERO EN SENTIDO LONGITUDINAL	ACERO EN SENTIDO TRANSVERSAL
Z-1	1.10	1.10	1.50	0.50	5 Ø 1/2" @ 0.23m	5 Ø 1/2" @ 0.23m
Z-2	1.35	1.35	1.50	0.50	6 Ø 1/2" @ 0.24m	6 Ø 1/2" @ 0.24m
Z-3	1.35	1.35	1.50	0.50	6 Ø 1/2" @ 0.24m	6 Ø 1/2" @ 0.24m
Z-4	1.95	1.95	1.50	0.50	9 Ø 1/2" @ 0.23m	9 Ø 1/2" @ 0.23m



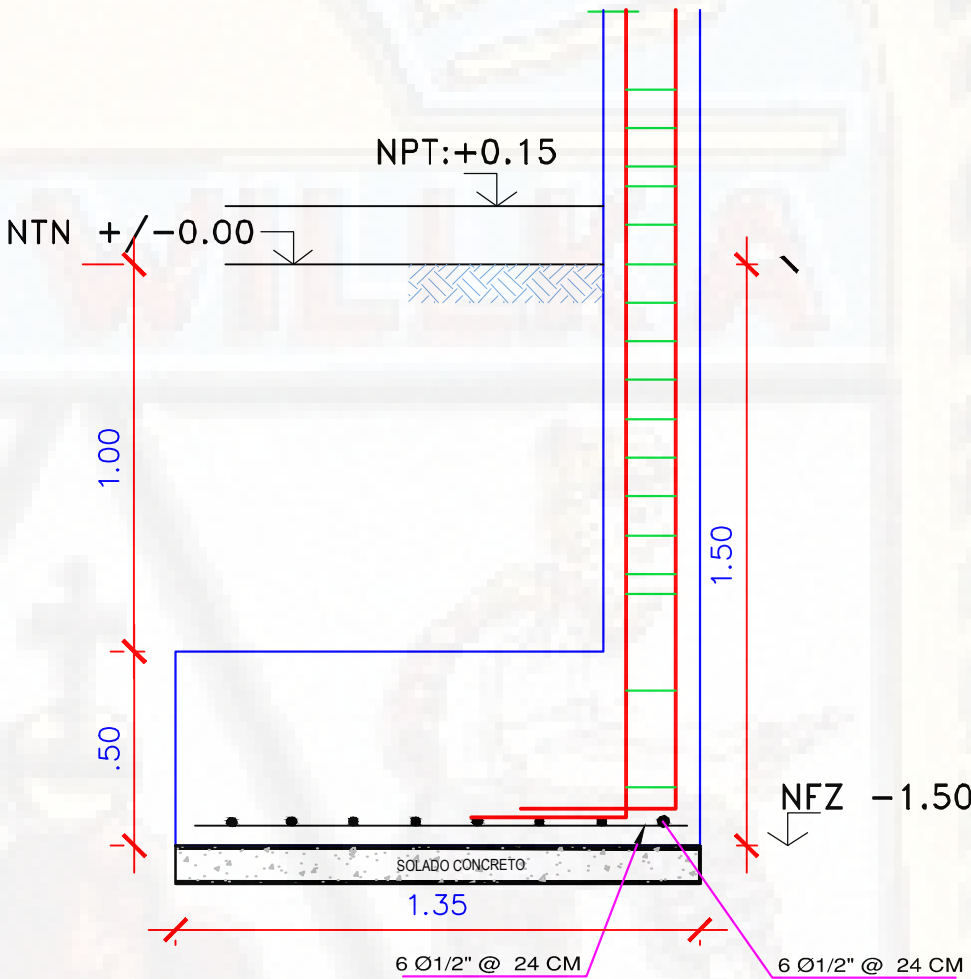
Zapata C-1

ESC 1 : 20



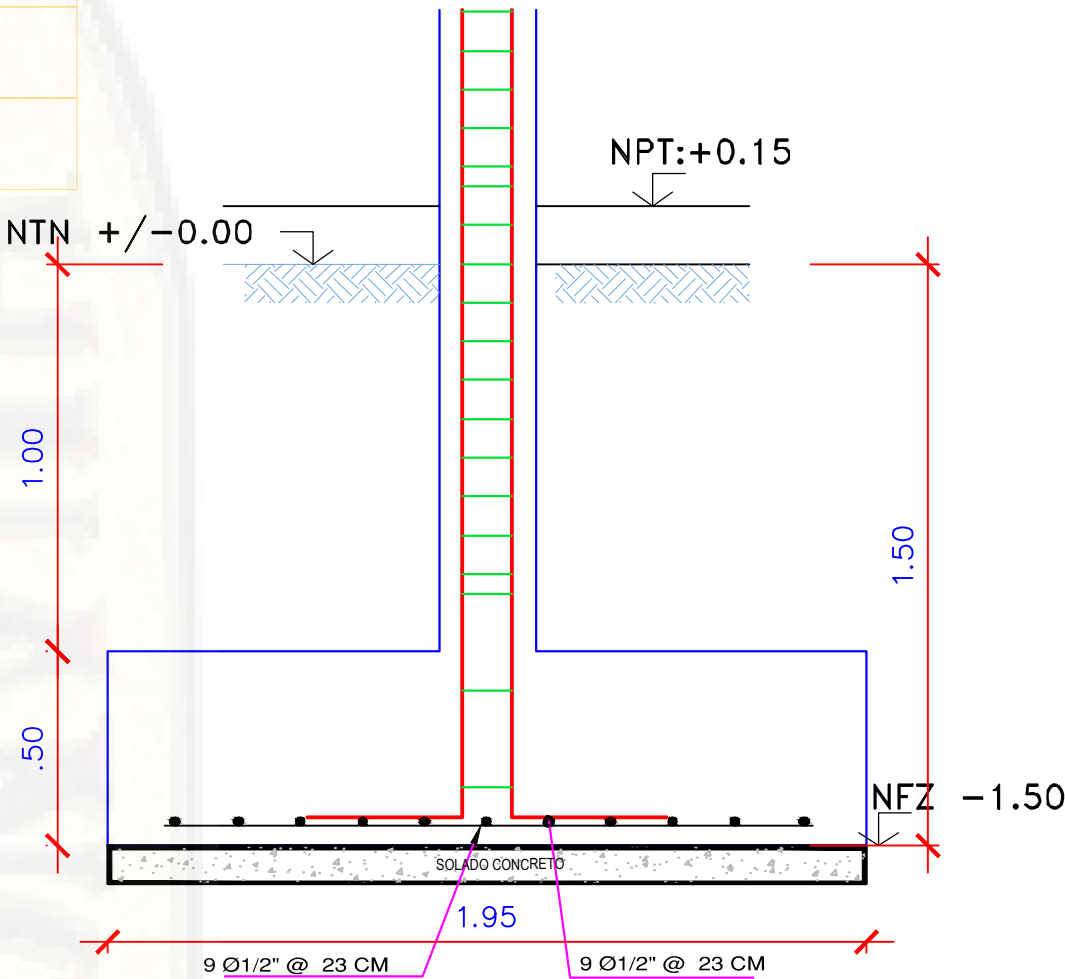
Zapata C-2

ESC 1 : 20



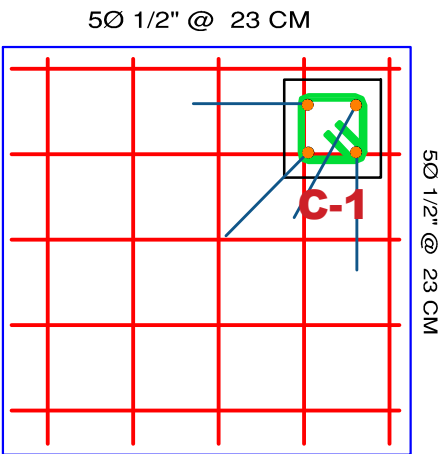
Zapata C-3

ESC 1 : 20



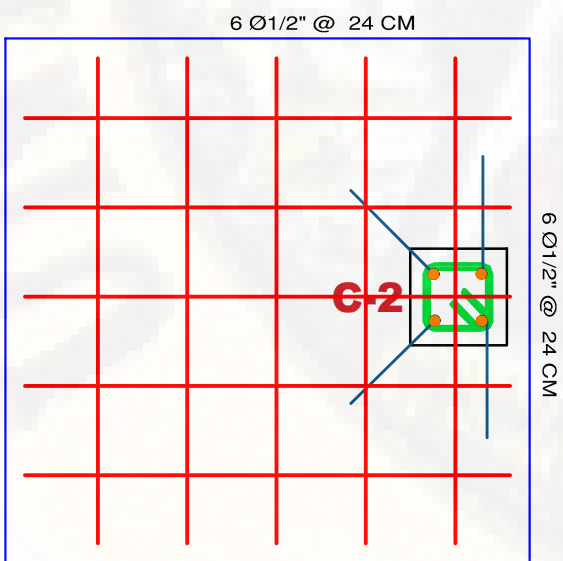
Zapata C-4

ESC 1 : 20



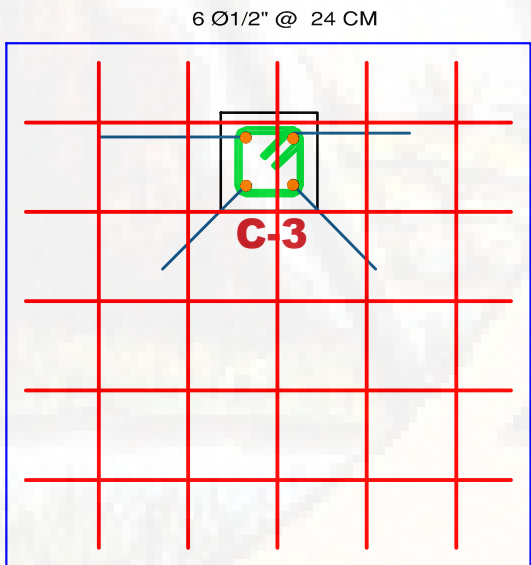
Zapata C-1

ESC 1 : 20



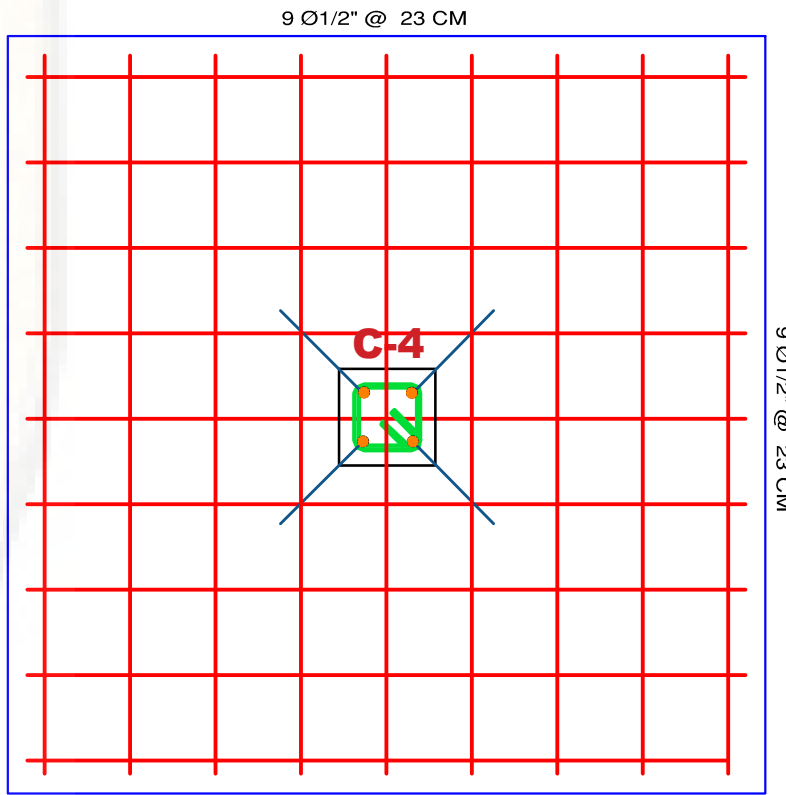
Zapata C-2

ESC 1 : 20



Zapata C-3

ESC 1 : 20

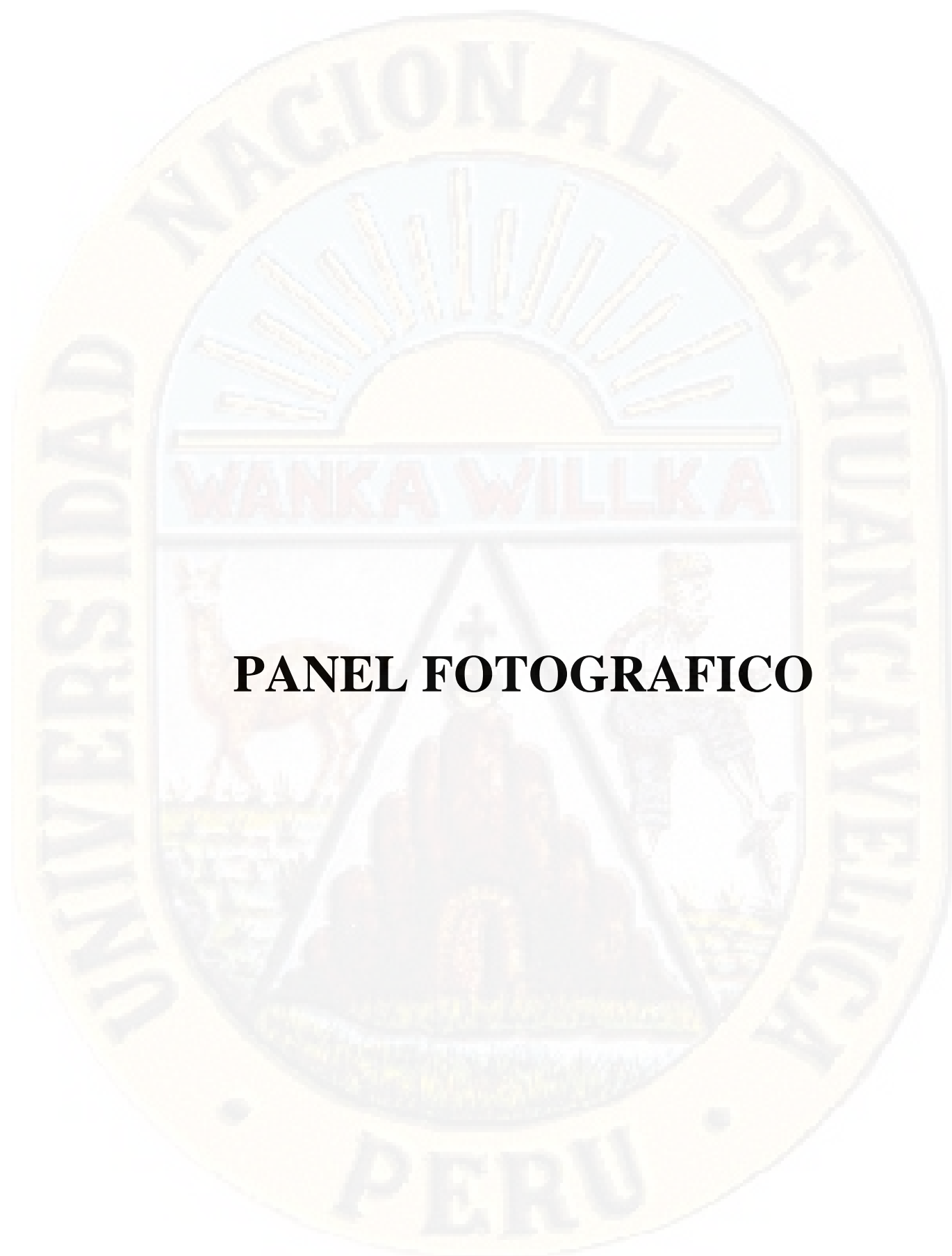


Zapata C-4

ESC 1 : 20

ZAPATAS  
ESCALA: 1/20





## **PANEL FOTOGRAFICO**

**PANEL FOTOGRAFICO DE LA EXTRACCION DE LA MUESTRA DE LA DIFERENTES CALICATAS EN EL ÁREA DE ESTUDIOS UBICADO EN EL DISTRITO DE SECCLLA**

*Figura 34 Puntos de calicatas.*



**IMAGEN 01:** se obaserva la extracción de las muestras de las calicatas C-01 Y C-02



**IMAGEN 02:** se obaserva la extracción de las muestras de las calicatas C-03 Y C-04





**IMAGEN 03:** Equipos e instrumentos utilizados en el laboratorio



**IMAGEN 04:** ensayos de contenido de humedad en el laboratorio de la escuela profesional de ingeniería civil Lircay.



**IMAGEN 05:** ensayos de limite liquido en el laboratorio de la escuela profesional de ingeniería civil Lircay.



**IMAGEN 06:** se observa el paso del acanalador en el Casagrande





**IMAGEN 07:** se observa los resultados de la pasta enrollado para obtener el limite plástico



**IMAGEN 08:** Realizado el cuarteo respectivo de la muestra de las calicatas para luego realizar tamizarlo.



**IMAGEN 09:** Realizando el Tamizando y pesando la muestra



**IMAGEN 10:** se observa los Resultados del tamizado de la muestra de las diferentes calicatas realizados en el distrito de Secclla para el trabajo de investigación.